



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPG/DB

Morfoanatomia foliar de Chrysobalanaceae R. Br. da Reserva Florestal Adolpho Ducke

MARCOS MELO CORRÊA

Manaus – AM
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA – PPG/DB

Morfoanatomia foliar de Chrysobalanaceae R. Br. da Reserva Florestal Adolpho Ducke

Marcos Melo Corrêa
Orientadora: Maria Gracimar Pacheco de Araújo
Co-orientadora: Veridiana Vizoni Scudeller

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Diversidade Biológica da Universidade Federal do Amazonas para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Manaus – AM
2013

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Corrêa, Marcos Melo

C824m Morfoanatomia foliar de Chrysobalanaceae R. Br. da Reserva Florestal Adolpho Ducke / Marcos Melo Corrêa. - Manaus: UFAM, 2013.
78 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) — Universidade Federal do Amazonas, 2013.

Orientadora: Maria Gracimar Pacheco de Araújo

Co-orientadora: Veridiana Vizoni Scudeller

1. Anatomia foliar 2. Morfologia foliar 3. Taxonomia 4. Botânica - Morfologia I. Araújo, Maria Gracimar Pacheco de (Orient.) II. Scudeller, Veridiana Vizoni (Co-orient.) III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título

CDU (2007): 581.45(811.3)(043.3)

DEDICATÓRIA

À mãe Maria dos Anjos Melo Leandro

À irmã Carla Driele Leandro Moraes

Aos avôs e pais de criação Maria do Perpétuo Socorro Melo Leandro e Tiago Frazão Leandro

Dedico

Epígrafe

“Para muitos homens, o mundo parece tão inexplicável como o coelho que um ilusionista retira subitamente de uma cartola até então vazia.” Jostein Gaarder – O Mundo de Sofia

Agradecimentos

Abaixo seguem alguns nomes, entidades e afins que contribuíram de forma direta ou indireta na elaboração deste trabalho. Espero que não tenha esquecido muita gente, sendo que tive a necessidade de citar nomes em especial. Se o leitor destas linhas quer meu agradecimento e não apareceu aqui, tem o direito de chamar-me a atenção.

A Deus, por ter me dado a vida e energias para que pudesse chegar até onde estou. Aos meus pais em criação Maria do Perpétuo Socorro Melo Leandro e Tiago Frazão Leandro, bem como minha mãe biológica Maria dos Anjos Melo Leandro. À minha irmã Carla Driele Leandro Moraes que sempre quer o melhor de mim de sua cadeirinha de rodas.

Aos meus amigos conterrâneos de Tefé que continuam presentes em minha vida Eudson Nonato dos Santos, Elkiane Frazão Miranda, Diego Rafael Lima Batista e Sílvia Karen Sabóia, entre outros que estão pelo mundo levando suas vidas adiante. Agradeço a amiga Urânia Cavalcante Ferreira pela motivação para ingressar no mestrado na Universidade Federal do Amazonas e pelo apoio na tensa época da seleção para ingresso no programa.

A todos os colegas de graduação, que decidiram seguir seu caminho com a pesquisa, pós-graduação ou hoje em dia estão trabalhando com o que gostam, ou não. Aqui dois nomes especiais aparecem: Maria Cristiane Ferreira Barreto, que foi minha grande companheira no período de graduação e continua presente em minha vida; Ariane Lima Bettim, que foi minha “rival” durante certo tempo, e atualmente estamos traçando nossos caminhos de pós-graduação e pesquisa de forma paralela, como parceiros.

Aos meus amigos que fiz em Manaus, dentre os quais alguns facilmente se enquadram dentre os melhores que fiz na vida, como é o caso da futura grande ilustradora Géssica Moreira Radtke e dos colegas de programa Gabriel Augusto Martins de Melo, Jefferson Valsko, Érika Portela e Liliane Noêmia Torres de Melo, que contribuíram em momentos de grande tensão em que o trabalho me consumia e a falta de concentração levava à queda de produtividade. Posso incluir também aqui a Sarah Sampaio Py Daniel, que sempre que esbarra comigo pelos corredores ou em qualquer lugar, sempre pergunta como estou antes de perguntar pela minha pesquisa.

Ao coordenador do programa de pós-graduação em Diversidade Biológica Thomas Hrbek e ex-coordenadores Jaydione Luiz Marcon e Maria Ivone Lopes.

Aos amigos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, em especial aos do Programa de Pós-Graduação em Botânica, com destaque aqui para Ana Sofia Sousa de Holanda, Genise Luz de Oliveira, André Luís Corrêa e Amauri Herbert Krahl que

acompanharam desde o início as etapas deste projeto, e dentre eles tive a oportunidade de auxiliar alguns também, seja com atividades de campo ou laboratoriais. Ao Dr. Mike Hopkins, que contribuiu com as ideias iniciais deste projeto, me apresentou aos mateiros que me acompanharam em campo e forneceu suporte com o material herborizado utilizado nas análises.

Agradeço intensamente à minha orientadora Maria Gracimar Pacheco de Araújo (Gal), que me deu grande apoio no decorrer deste trabalho, tanto no âmbito técnico quanto no pessoal, o que me ajudou a crescer muito e a nunca me dar por satisfeito com os meus resultados, o que também me levou a fazer vários trabalhos paralelos que me levaram a eventos e a conhecer novas pessoas que sempre ampliavam minha visão dos horizontes intermináveis que a pesquisa oferece. Igualmente digna de meus agradecimentos é minha co-orientadora Veridiana Vizoni Scudeller, que sempre me auxiliou no que eu precisei, principalmente por reler tantas vezes os trabalhos que escrevi, pelas comemorações com seus alunos que se tornaram grandes amigos e por ter me levado a conhecer e auxiliar na medida do possível a equipe do Projeto Biotupé. Ressalto aqui que tanto a Profa. Gal quanto a Profa. Veridiana foram minhas mães em criação e pesquisa no decorrer destes dois anos de estudo, devido a toda atenção que tive nos momentos em que precisei de forças para levar adiante minhas ideias de aluno que ainda precisavam ser amadurecidas (juntamente comigo).

Aos amigos da equipe do Biotupé e que participam nos projetos da Flora do Campus e Flora do Tupé. Cito alguns nomes aqui em destaque, como Wellison Rafael Brito, Luisa Brasil, Raydson Cruz, Diana Nunes, Cristiano Barbosa, Antônio Costa Linhares, Danielly Araújo, Hélio Márcio Ferreira, Érika Utumi, Camila Couto e ao Dr. Edinaldo Nelson dos Santos Silva, o “Prezado Dr. Nelson”, assim como outros membros que passaram por estes ambientes e deram sua contribuição.

À equipe do Laboratório de Botânica Agroflorestral (LABAF), em especial ao técnico Manoel Roberto Pereira Viana, que acompanhou durante muito tempo com os cortes anatômicos, que sei que ainda preciso aprimorar pela prática ainda mais intensa com o micrótomo. À Poliana Roversi Genovese, que me incentivou, auxiliou com os procedimentos laboratoriais, leu algumas vezes meus manuscritos e esteve sempre ressaltando a importância de publicar nossos trabalhos e que foi minha psicóloga quando a estafa estava à frente da minha pesquisa. À Maria Anália Duarte de Souza que me acompanhou em campo algumas vezes e por termos trocado ideias sobre as técnicas anatômicas. Às minhas colegas de orientação, que hoje também considero como minhas alunas Ana Flávia, Bruna Oliveira e

Danielle Nogueira que estiveram sempre dispostas a colaborar comigo em minha pesquisa, e que se tornaram parte da razão de gostar do que tenho feito até hoje.

Ao meu auxiliar de campo, o Thiago Marinho (Taco) que me acompanhou por vários meses pelas trilhas do projeto Flora da Reserva Ducke, algumas intocadas por anos. Graças ao seu esforço consegui várias das espécies que precisava para as análises morfoanatômicas. Trocamos ideias várias vezes também, o que me deixava sempre a par do que os colegas que trabalhavam com o sujeito estavam fazendo também.

Tenho que agradecer aqui também aos servidores da UFAM, incluindo o pessoal da prefeitura do campus, em especial ao pessoal do setor de transportes; ao pessoal do Restaurante Universitário e da Biblioteca. Meus agradecimentos também aos professores da universidade, incluindo o Prof. Antonio Carlos Webber, a Prof^a. Eva Atroch, e aos professores que sempre estavam perguntando sobre o andamento das pesquisas.

Durante o tempo de pesquisas também conheci algumas pessoas que encontrei por curto tempo ou que não cheguei a conhecer pessoalmente, mas que deram enorme contribuição porque tiveram a paciência de sempre ver os meus desenhos, fossem eles sérios ou não. Começo agradecendo aos professores Rogério Lupo e Diana Carneiro, grandes ilustradores e que me fizeram entender as noções iniciais da ilustração biológica. Fica a promessa de continuar melhorando meu traço, pois ilustrar é algo que alimenta minha própria essência de ser. Ainda no campo dos desenhos agradeço aqui aos companheiros da blogosfera/podosfera, André Luis, (o Zabuzza), Osni Andrade Júnior, (o chefe Juunin), ao Rodrigo Brito, o Erick Santos (Seika), o Pedro Henrique Nunes (Ninja Inimigo), o Carlos Pivotto (Ilapso), a Rebecca Gliosci (Bebs) e a Débora Rodrigues (Debs) que estão sempre denominando de “arte” os rabiscos que estou sempre mandando pra eles. Aos amigos com quem sempre troco ideias no Twitch.TV, que estão sempre levantando a moral e me fazendo dar risadas nos momentos de cansaço. Garanto que grande parte da motivação que tenho para representar como vejo o mundo vem de vocês.

Concluo aqui agradecendo a todos que se encaixaram em todas as “categorias” de agradecimento acima, mas que acabei não lembrando enquanto elaborava essa seção. Reitero meus agradecimentos a todos. Muito obrigado!

Resumo

Chrysobalanaceae apresenta organização taxonômica interna problemática e estudos são necessários contendo grande número de táxons. Este trabalho apresenta a descrição morfológica e anatômica de 20 espécies de Chrysobalanaceae dos gêneros *Couepia*, *Licania* e *Parinari* ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus – AM. A caracterização morfológica foi realizada com observação em estereomicroscópio, além de diafanização com hidróxido de sódio para detalhamento do padrão de venação. A epiderme foi caracterizada em vista frontal com uso do método de dissociação com solução de Franklin e cortes paradérmicos. O pecíolo, a nervura central e o mesofilo foram analisados a partir de cortes transversais no terço médio. As espécies possuem o padrão morfológico básico descrito para a família, com folhas simples, alternas, dísticas, pecioladas, com estípulas presentes geralmente nos ramos mais jovens. Caracteres macroscópicos como o formato do limbo, tipo de estípulas e a presença ou posição das glândulas variam entre espécies. O padrão de venação mais recorrente entre as espécies é o eucamptódromo, com a ocorrência em alguns casos de venação mista eucamptódroma/broquidódroma. A vascularização do pecíolo em todas as espécies é formada por anéis contínuos ou descontínuos, ou ainda arcos variando de dois a três. O feixe vascular da nervura central organiza-se em arcos formados por feixes colaterais que estão dispostos em número de dois ou três, ou formando um anel fechado no qual pode estar presente um arco floemático. O tipo de contorno anticlinal predominante na face adaxial das folhas é reto, com formas variáveis na face abaxial. Os estômatos são paracíticos, alguns ocorrendo em criptas estomáticas. O mesofilo de todas as espécies é dorsiventral, com ambas as faces revestidas por cutícula espessa. As células epidérmicas da face adaxial apresentam formato tabular, cúbico ou retangular. Ocorrem no parênquima paliádico de uma a três camadas de células alongadas e o parênquima lacunoso apresenta compactação variável de acordo com a espécie. Extensões de bainha e esclereides colunares são de ocorrência comum. As espécies apresentam características escleromórficas, como a cutícula espessa, extensões de bainhas de feixes vasculares e criptas estomáticas. Esses caracteres indicam adaptação ao ambiente florestal de solo pobre, bem como aos fatores que interferem na utilização adequada dos recursos hídricos. Estômatos acima da linha epidérmica foram a única característica que ocorreu exclusivamente em espécies de *Licania*. Foi elaborada uma chave de identificação, assim como descrições padronizadas utilizando os caracteres morfoanatômicos. Os caracteres anatômicos deram maior contribuição para a diagnose, pois apresentaram maior variação entre as espécies, sendo os principais utilizados na chave: posição das glândulas, posição dos estômatos na linha epidérmica, forma das estípulas, número de camadas da epiderme adaxial, número de feixes acessórios no pecíolo e desenvolvimento das aréolas. O conjunto de caracteres é eficaz na diferenciação entre espécies.

Abstract

The internal taxonomical organization of the Chrysobalanaceae is problematical and studies are needed with large numbers of taxa. This work is an anatomical and morphological description of 20 species of Chrysobalanaceae from the genera *Couepia*, *Licania* and *Parinari* occurring in the Adolpho Ducke Forest Reserve, Manaus – AM. Morphological observations were made using a stereomicroscope. In addition, leaves were cleared with sodium hydroxide to see details of venation pattern. We characterized the epidermis frontal view using the method of dissociation with Franklin solution and paradermal cuts. The petiole, midrib and mesophyll were analyzed by cross sections from the middle third. The species analyzed herein have the basic morphological pattern described for the family, with simple, alternate, distichous, petiolate leaves with stipules usually present in younger branches. Macroscopic characters such as the shape of the blade, stipule type and the presence or position of glands vary between species. The most recurrent venation pattern among the species studied is the eucamptodromous with the occurrence in some cases of mixed eucamptodromous / broquidodromous venation. The petiole vascularization in all species is formed by continuous or discontinuous rings, or two or three arcs. The vascular bundles of the midrib are organized into arcs formed by two or three collateral bundles or forming a closed ring which may present an inner phloematic arc. The predominant type of anticlinal contour in the upper surface of the leaves is straight, with varying forms in the lower surface. The species have paracytic stomata, some occurring in stomatal crypts. The mesophyll of all species is dorsiventral, with both sides lined by a thick cuticle in several species. The epidermal cells on the adaxial surface are tabular, cubic or rectangular in shape. Palisade tissue occurs in one to three layers of elongated cells and spongy parenchyma compression varies according to the species. Sheath extensions and columnar sclereids occur in various species. An identification key was developed, as well as standardized descriptions using morphological and anatomical features. The following anatomical characters contributed more to the diagnosis, showing greater variation per feature, and were of most use in the key: position of glands, position of stomata in the epidermal line, shape of the stipules, number of layers of the upper epidermis, number of accessory vascular bundles in the petiole and development of areoles. The character set is effective in differentiating between species.

Lista de tabelas

Capítulo 1. Anatomia foliar de 20 espécies de Chrysobalanaceae R. Br. de uma floresta de terra firme da Amazônia Central	12
Tabela 1: Lista de espécies e número de indivíduos de Chrysobalanaceae da Reserva Ducke empregados nas análises.	15
Tabela 2: Caracteres anatômicos do pecíolo de 20 espécies de Chrysobalanaceae.	18
Tabela 3: Caracteres anatômicos epidérmicos de espécies de Chrysobalanaceae.	20
Tabela 4: Caracteres anatômicos da nervura central e mesofilo de espécies de Chrysobalanaceae.	25
Capítulo 2: Aplicações taxonômicas da morfoanatomia foliar de espécies amazônicas de Chrysobalanaceae R. Br.	33
Tabela 1: Lista de espécies e número de indivíduos de Chrysobalanaceae da Reserva Ducke empregados nas análises.	36

Lista de figuras

Capítulo 1. Anatomia foliar de 20 espécies de Chrysobalanaceae R. Br. de uma floresta de terra firme da Amazônia Central	12
Figura 1: Esquemas de seções transversais do pecíolo de espécies de Chrysobalanaceae.	17
Figura 2: Detalhe de drusas no pecíolo de <i>Couepia robusta</i> , nervura central de <i>Couepia guianensis</i> e estômato na nervura central de <i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i> .	19
Figura 3: Padrões epidérmicos de espécies de Chrysobalanaceae.	20
Figura 4: Seções transversais do mesofilo de espécies de Chrysobalanaceae.	22
Figura 5: Seções transversais da epiderme adaxial e abaxial de espécies de Chrysobalanaceae.	23
Figura 6: Seções transversais na região mediana da nervura central de espécies de Chrysobalanaceae.	24
Capítulo 2: Aplicações taxonômicas da morfoanatomia foliar de espécies amazônicas de Chrysobalanaceae R. Br.	33
Figura 1: Hábito e detalhe das estípulas de <i>Couepia canomensis</i> , <i>C. guianensis</i> , <i>C. longipendula</i> e <i>C. robusta</i> .	39
Figura 2: Hábito e detalhe das estípulas de <i>Couepia ulei</i> , <i>Licania adolphoduckei</i> , <i>L. apetala</i> var. <i>aperta</i> e <i>L. bracteata</i> .	40
Figura 3: Hábito e detalhe das estípulas de <i>Licania canescens</i> , <i>L. heteromorpha</i> var. <i>heteromorpha</i> , <i>L. impressa</i> e <i>L. laevigata</i> .	41
Figura 4: Hábito e detalhe das estípulas de <i>Licania micrantha</i> , <i>L. niloi</i> , <i>L. oblongifolia</i> e <i>L. octandra</i> ssp. <i>pallida</i> .	42
Figura 5: Hábito e detalhe das estípulas de <i>Licania prismatocarpa</i> , <i>L. sandwithii</i> , <i>L. unguiculata</i> e <i>Parinari excelsa</i> .	43
Figura 6: Dispersão gráfica de 18 espécies de Chrysobalanaceae para os dois primeiros componentes principais referentes ao contorno.	44
Figura 7: Padrões de contorno do limbo para espécies de Chrysobalanaceae da Reserva Florestal Adolpho Ducke obtidos pelo pacote de programas SHAPE.	45
Figura 8: Dispersão gráfica de Chrysobalanaceae baseada em 16 variáveis morfológicas.	47
Figura 9: Padrão de venação de espécies de Chrysobalanaceae da Reserva Florestal Adolpho Ducke.	48

Figura 10: Desenvolvimento das aréolas de Chrysobalanaceae.

49

SUMÁRIO

Agradecimentos	VI
Resumo	IX
Abstract	X
Lista de Tabelas	XI
Lista de Figuras	XII
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
Chrysobalanaceae: informações gerais e usos para a família	5
História taxonômica de Chrysobalanaceae	7
A importância de estudos anatômicos de caracteres vegetativos	7
Estudos morfoanatômicos com Chrysobalanaceae	9
Capítulo 1. Anatomia foliar de 20 espécies de Chrysobalanaceae R. Br. de uma floresta de terra firme da Amazônia Central	12
Resumo	12
Abstract	12
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	14
Área de estudo	14
Amostragem	14
Estudo da epiderme em vista frontal	15
Anatomia do pecíolo e limbo em cortes transversais	15
RESULTADOS	16
Pecíolo	16
Epiderme foliar	19
Lâmina foliar e nervura central	21
DISCUSSÃO	26
Pecíolo	26
Epiderme foliar	26
Lâmina foliar e nervura central	27
CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	30

Capítulo 2. Aplicações taxonômicas da morfoanatomia foliar de espécies amazônicas de Chrysobalanaceae R. Br.	33
Resumo	33
Abstract	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
Área de estudo	35
Amostragem	35
Morfologia foliar	36
Anatomia foliar	37
Registros e análises	37
RESULTADOS	37
Morfologia	37
Anatomia	49
Chave de identificação	50
Descrições padronizadas das espécies de Chrysobalanaceae geradas pelo software DDescription Language for TAxonomy (DELTA)	51
DISCUSSÃO	56
Considerações taxonômicas	59
CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	60

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos centros de biodiversidade mais importantes do planeta, e são reconhecidas mais de 40.000 espécies da flora distribuídas em vários ecossistemas (Forzza et al., 2011). Dada a sua grande área física, a diversidade de climas e solos existentes em seu território, o país apresenta uma expressiva diversidade de ecossistemas florestais (Leitão Filho, 1987).

A planície do rio Amazonas inclui uma vasta área de aproximadamente 5.000.000 km² abrangendo o território de seis países sul-americanos (Hopkins, 2005). A Amazônia como um todo é composta por uma série contínua de formações vegetais que são floristicamente distintas (Leitão Filho, 1987; Oliveira e Daly, 1999). De acordo com Velloso et al. (1991) na Amazônia existem como tipos de vegetação: a floresta ombrófila densa, a floresta ombrófila aberta e a campinarana. O estudo florístico da Amazônia representa uma tarefa imensa, que nos dias de hoje está ainda escassamente abordada. Alguns problemas dificultam a execução de estudos na área: a extensão territorial, a grande diversidade florística, o difícil acesso às áreas de amostragem, a altura das árvores, a dificuldade de coleta, o uso inadequado de nomes vulgares, a escassez de taxonomistas e as dificuldades de preparo do material botânico são os principais obstáculos para um entendimento mais abrangente sobre os ambientes florestais da Amazônia (Leitão Filho, 1987).

A região amazônica é ambiente preferencial para muitas espécies e pode abrigar comunidades animais e vegetais únicas, e muitas espécies novas para a ciência podem estar restritas a determinados tipos de vegetação (Silveira, 2003).

Em estudos sobre delimitações taxonômicas, relações filogenéticas, especiação e distribuição geográfica das espécies é de suma importância o entendimento dos padrões morfológicos e o estabelecimento de descontinuidades entre indivíduos. Prance (1988) afirma que na maioria dos casos, a distribuição das espécies em si é de pouco valor sem dados sobre sua ecologia, seus mecanismos de dispersão, suas afinidades evolutivas ou cladísticas e a história de sua área de ocorrência. Dickinson (2001) argumenta que caracteres da arquitetura de organismos são utilizados na determinação de relações e a caracterização das partes componentes das plantas é um processo primário na explicação de modelos de radiação evolutiva. Determinar atributos em plantas, suas partes e tecidos é um pré-requisito para o estabelecimento de descontinuidades na forma e estrutura entre organismos.

Entre os órgãos vegetativos, as folhas são extremamente variadas do ponto de vista anatômico, sendo que esta variação fornece diversos caracteres de importância sistemática

(Judd et al., 2009). Estudos com morfologia e anatomia podem possibilitar a compilação de caracteres, levando a inferência sobre a evolução e filogenia. Muitos autores (Metcalf e Chalk, 1979; Ash et al., 1999; Ellis et al., 2009 e Gomes et al., 2009), consideram a importância da anatomia foliar, pois caracteres como arquitetura foliar tipo e número de células epidérmicas, tipo de mesofilo e formato dos feixes vasculares podem ser relevantes. A morfologia e anatomia de caracteres vegetativos é usada na descrição de novas espécies, como verificado para vários grupos vegetais (Mello-Silva, 2005; Albiero, 2005), além de informar caracteres úteis para seu reconhecimento (Silva, 2004). Ribeiro et al. (1999) abordam espécies da Reserva Florestal Adolpho Ducke utilizando somente caracteres morfológicos vegetativos para a identificação de espécies. Estudos com Cyperaceae e Velloziaceae indicam a anatomia foliar como um importante parâmetro de diferenciação (Cattai, 2007; Hefler e Longhi-Wagner, 2010).

Em Chrysobalanaceae, estruturas como estípulas e glândulas são importantes para a identificação das espécies. Sendo assim, um atlas ou guia ilustrado enfatizando estas características seria o tipo de publicação adequada para facilitar sua identificação. Caracterizações são realizadas de forma ampla atualmente com o uso de imagens e estas possuem como vantagem a velocidade na transmissão de informações quanto ao que se deseja mostrar. No entanto, de acordo com Guenther (2009), a ilustração manual acrescenta ao observador a interpretação que o desenhista teve ao perceber detalhes que a princípio passariam despercebidos em primeiro momento, além da possibilidade de recorrer a novas tecnologias para a produção da ilustração científica.

Existe a necessidade prioritária de se conhecer a composição e distribuição das espécies vegetais nos ecossistemas amazônicos, tendo em vista a fragilidade dos ambientes florestais da região, que são cada vez mais submetidos a modificações antrópicas. Esse conhecimento colabora na planificação eficiente em trabalhos de manejo e conservação da flora nativa regional (Oliveira et al., 2008). Torna-se importante um incremento do conhecimento acerca das características da biota vegetal amazônica, contribuindo com estudos de famílias botânicas representativas na região, a fim de fornecer subsídios para outros estudos, particularmente àqueles voltados para a taxonomia e filogenia. Assim sendo, este estudo objetiva contribuir para o conhecimento sobre 20 espécies de Chrysobalanaceae, uma família importante pelos seus usos e representatividade na Amazônia, ampliando a quantidade de estudos com o grupo sob o âmbito de caracterização morfoanatômica das folhas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Albiero, A.L.M. 2005. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. e K. (Piperaceae). **Acta botânica brasílica**. 19(2): 305-312.
- Ash, A. W.; Ellis, B.; Hickey, L. J.; Johnson, K. R.; Wilf, P. 1999. **Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledons and net-veined monocotyledonous angiosperms**. Washington D. C: Smithsonian Institution.
- Cattai, M.B. 2007. Anatomia em Velloziaceae: caracteres, evolução e filogenia. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica. São Paulo.
- Dickinson, W. C. 2001. **Integrative Plant Anatomy**. Academic Press. 533 p.
- Ellis, B.; Daly, D.C.; Hickey, L.J.; Johnson, K.R.; Mitchell, J.D.; Wilf, P.; Wing, S.L. 2009. **Manual of Leaf Architecture**. Cornell University Press, 190 p.
- Forzza, R. C. et al. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2011 *in* <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011> Acesso em: 15/11/2011
- Gomes, S. M. et al. 2009. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta botânica brasílica** 23(1): 223-238.
- Guenther, K. 2009. Scientific Illustration in Anthropology. **Journal of the Manitoba Anthropology Students' Association**. Volume 28: 123-132.
- Hefler, S. M.; Longhi-Wagner, H. M. 2010. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia das espécies de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* (Cyperaceae) ocorrentes no sul do Brasil. **Acta botânica brasílica** 24(3): 708-717.
- Hopkins, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia** 56 (86): 9-25.
- Judd, W.S.; Campbell, C. S.; Kellogg, E. A., Stevens, P. F.; Donoghue, M. J. 2009. Evidências Taxonômicas: Caracteres Estruturais e Bioquímicos. *in* **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético** – Porto Alegre: Artmed. 632 p.
- Leitão Filho, H. F. 1987. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **Instituto de Pesquisa de Estudos Florestais**. IPEF, n.35, p.41-46.
- Metcalf C. R.; Chalk L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**. Volume I. Oxford University Press. 276 p.
- Mello-Silva, R. 2005. Morphological analysis, phylogenies and classification in Velloziaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 148, p. 157–173

Oliveira, A. A.; Daly, D. C. 1999. Geographic distribution of tree species occurring in the region of Manaus, Brazil: implications for regional diversity and conservation. **Biodiversity and Conservation** 8: 1245-1259.

Oliveira, A.N. de. et al. 2008. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**. 38(4): 627 – 642

Prance, G.T. 1988. Padrões de distribuição e especiação em Chrysobalanaceae e outras famílias de plantas amazônicas. **Acta botanica brasílica**. 1(2):1-25

Ribeiro, J. E. L. S. et al. 1999. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. INPA. Manaus. 799 p.

Silva, C.I. 2004. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences Maringá, v. 26, no. 1, p. 91-100.

Silveira, M. 2003. Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico. Relatório Técnico; Relatório; 6; 16; Restrita; WWF/SOS Amazônia; Rio Branco; BRASIL.

Veloso, H. P.; Filho, A. L. R. R.; Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 123p.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Chrysobalanaceae: informações gerais e usos para a família

Chrysobalanaceae está entre as famílias mais representativas na Amazônia em número de espécies (Hopkins, 2005) e está posicionada na ordem Malpighiales, clado Fabids (Eurosids I), incluso em Rosids (Simpson, 2006; APG III, 2009). Está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais, e é constituída por 18 gêneros e cerca de 530 espécies. Sete gêneros são neotropicais (Prance, 2007). Possui o principal centro de diversidade nas florestas de terras baixas (Hemsing e Romero, 2010).

No Brasil ocorrem sete gêneros (*Acioa* Aubl., *Chrysobalanus* L., *Couepia* Aubl., *Exellodendron* Prance, *Hirtella* L., *Licania* Aubl., *Parinari* Aubl.) e 278 espécies, sendo 107 endêmicas no território nacional (Prance e Sothers, 2010). Na Reserva Florestal Adolpho Ducke, está representada por 53 espécies em cinco gêneros. O gênero *Exellodendron* foi registrado nas proximidades de Manaus, ocorrendo mais frequentemente em matas de igapó, embora não exclusivamente (Prance, 2007; Scudeller e Souza, 2009). O gênero *Acioa* ainda não foi registrado na reserva, embora ocorra em outras regiões, como o baixo Rio Purus, médio Negro e médio Solimões (Prance, 1989). Na Reserva Ducke, Chrysobalanaceae está entre as famílias com representantes predominantemente arbóreos (Hopkins, 2005).

A arquitetura de Chrysobalanaceae é relativamente uniforme (Yakandawala et al., 2010). São árvores, arbustos ou arvoretas. Folhas simples, alternas, inteiras, geralmente coriáceas, glabras ou com indumento na face abaxial. Possuem duas glândulas (às vezes de difícil visualização) na base da lâmina ou no pecíolo. Duas estípulas, variando de minúsculas e caducas a grandes e permanentes, de formas variadas. Domácias podem estar presentes (Prance, 1972; Kerrigan e Dixon, 2011).

Trabalhos relativos à resistência física dos frutos (Pessoa et al., 2004; Pessoa et al., 2005) e farmacognósticos (Joulain et al., 2004; Braca et al., 2005; Carvalho e Costa, 2009; Carvalho e Azevedo, 2010) foram realizados com algumas espécies da família, demonstrando propriedades físicas e químicas do grupo. Estudos revelam que espécies da família apresentam propriedades fitoterápicas (antitumoral, antimicrobial e antioxidante) (Carvalho e Costa, 2009). *Licania macrophylla* é usada em tratamentos de disenteria por populações tradicionais. Algumas espécies são usadas na extração de madeira, como *Licania tomentosa* e *Couepia grandiflora*. Outras são usadas na alimentação, como *Chrysobalanus icaco* e *Couepia bracteosa*. Podem ser úteis também na arborização urbana (*L. tomentosa*) ou

de forma ornamental (*Chrysobalanus icaco*) (Prance e Sothers, 1999; Lorenzi, 2002; Yakandawala, 2010).

A maioria dos polinizadores da família são insetos, como verificado em *Couepia bracteosa* por Falcão et al. (1981). Em *Chrysobalanus icaco* vespas são os principais visitantes e polinizadores (Freitas e Locatteli, 2007) e em *Couepia uiti* abelhas e vespas são visitantes frequentes e efetivos polinizadores (Paulino-Neto, 2007).

História taxonômica de Chrysobalanaceae

Existem dificuldades envolvendo o reconhecimento taxonômico da família desde a sua definição como tal por Robert Brown (1818). Trabalhos subseqüentes trataram-na como uma tribo ou subfamília de Rosaceae, apesar da existência de evidências para o seu reconhecimento como uma família separada (Prance, 1972). Uma relação mais próxima com Theales parece mais possível à luz de estudos moleculares recentes (Prance, 2007). Em 1963, Prance agrupou Chrysobalanaceae como uma família distinta, na época formada por 17 gêneros (Yakandawala et al., 2010). Entre as características que as diferem de Rosaceae estão estilete ginobásico, óvulo ereto e anátropo em Chrysobalanaceae, tendência a zigomorfia floral, estômatos paracíticos (tipo rubiáceos), presença de sílica, morfologia do pólen e características do xilema secundário (Prance, 1972; Espinosa-Osornio et al., 2002). Os trabalhos de Prance com a morfologia e anatomia contribuíram para resolução de problemas taxonômicos com o grupo.

Prance e White (1988) definiram quatro tribos na família: Chrysobalaneae, Couepieae, Hirtelleae e Pariarieae. Em estudo realizado por Yakandawala et al. (2001) e corroborado posteriormente (Yakandawala et al., 2010), constatou-se que todas as tribos eram parafiléticas e a organização interna da família ainda precisava de investigações mais profundas e que abordassem grande número de táxons em análises posteriores. Nesses estudos, *Licania* foi definido como sendo um gênero parafilético. Atualmente é crescente o uso de ferramentas morfológicas e moleculares para inferências sobre as relações internas (Prance, 2007; Espinosa-Osornio et al., 2002, Yakandawala et al., 2010;).

A importância de estudos anatômicos de caracteres vegetativos

Existe um número muito grande de plantas que foram classificadas usando apenas características macromorfológicas. Entretanto, certos caracteres macromorfológicos podem apresentar grande plasticidade, aumentando a dificuldade na distinção entre espécies próximas

ou levando a identificações equivocadas. Isso não indica que os estudos e revisões realizadas com lupas e material herborizado não sejam importantes, mas que a incorporação de características anatômicas e outros dados podem com certeza conduzir a identificações e classificações melhores e mais fáceis. Os dados anatômicos são facilmente aplicados para melhorar a classificação e com frequência podem ser utilizados para realizar identificações. Hickey (1973, 1979) afirma que trabalhos envolvendo arquitetura foliar, no que se refere aos padrões de venação, a configuração marginal, a forma da folha e a posição de glândulas, constitui-se em um aspecto consistente no reconhecimento de plantas em nível de espécie, bem como compreender efeitos ambientais sobre tais estruturas. Cutler et al. (2011) destaca que quando flores e frutos estão ausentes, os estudos anatômicos são necessários. Os fragmentos foliares, de madeira e raízes ou ramos podem ter características de reconhecimento imediato que podem ser visualizadas com uma lente, porém muitas vezes a identidade precisa ser confirmada ao microscópio.

Conforme Metcalfe (1979), os estudos anatômicos realizados como ferramenta para a sistemática vegetal, indiretamente têm contribuído para o desenvolvimento de técnicas de histologia vegetal, bem como, contribuído para a atualização dos estudos com a anatomia clássica. O autor salienta que as técnicas com aumentos mais precisos, como os resultantes da microscopia eletrônica, estão ampliando consideravelmente os horizontes em relação ao conhecimento estrutural da planta. Na época, o autor afirmou que a contribuição dos conhecimentos anatômicos para classificação botânica ainda era uma questão de conjectura, porque a proporção da flora conhecida anatomicamente e ontogeneticamente ainda é pequena para que conclusões mais confiáveis sejam tomadas.

Estudos morfológicos e anatômicos dos órgãos vegetativos se constituem como uma importante ferramenta em estudos de filogenia, com a possibilidade de focar relações taxonômicas dentro de uma família, como registrado para vários grupos vegetais (Albiero, 2005; Silva, 2004; Cattai, 2007). Além disso, pode-se focar a importância de caracteres morfológicos e anatômicos quanto às adaptações ecológicas dos mesmos (Albiero, 2005).

Os estudos morfoanatômicos fornecem ainda informações para o auxílio na interpretação de testes de germinação em laboratório e também orientam quanto ao armazenamento de sementes e métodos de cultivo. Esses estudos também são úteis para controle de qualidade na medicina tradicional e etnobotânica como verificado para *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) que pode ser confundida com outras espécies parecidas morfológicamente, mas não possuem suas propriedades fitoterápicas (Machado e Santos,

2004). Em estudo com *Eugenia rotundifolia* (Myrtaceae) situação similar foi encontrada, que pode ser comercializada para populações tradicionais como folhas de *Chrysobalanus icaco* (Defaveri et al., 2010).

Estudos morfoanatômicos com Chrysobalanaceae

Estudos de morfologia e anatomia envolvendo Chrysobalanaceae têm sido empregados como uma ferramenta para a filogenia e reconhecimento das espécies (Yakandawala et al., 2001; Espinosa-Osornio et. al, 2002; Yakandawala et. al, 2010).

Estudos morfoanatômicos com Chrysobalanaceae são escassos, antigos como o estudo de Bonne (1926) sobre o gineceu das flores, restritos a poucas espécies ou ainda de difícil acesso. Prance (1972), ao descrever as medidas morfométricas das folhas, utilizou apenas folhas de ramos férteis, embora segundo o autor, folhas de ramos estéreis comumente apresentam medidas muito maiores. Destaca-se o trabalho relativo à anatomia foliar de *Licania cariae* e *L. pittieri* realizado por Jáuregui e Cardozo (2000). Espinosa-Osornio et al. (2002) contribuíram para o estudo da anatomia foliar de *Chrysobalanus icaco*. Lopes et al. (2007) demonstraram que diferentes níveis de irradiância influem sobre o desenvolvimento dos órgãos vegetativos em *Licania rigida* e Leroy et al. (2008) realizaram o estudo comparativo da anatomia da lâmina foliar e das domácias de *Hirtella physophora*.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Albiero, A.L.M. 2005. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K. (Piperaceae). **Acta botanica brasílica**. 19(2): 305-312.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 161: 105-121.

Araújo, J.S.; Azevedo, A.A.; Silva L.C.; Meira, R.M.S.A. 2010. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). **Plant Systematics and Evolution** (2010) 286:117–131

Bonne, G. 1926. Sur la constitution du gynécée chez les Chrysobalanées. **Comptes rendus de l'Académie des sciences**. Paris 182: 1404-1406.

Braca, A. et al. 2005. A new kaurane diterpene dimer from *Parinari campestris*. **Fitoterapia** 76 (2005) 614–619.

Carvalho, M.G.; Costa, P.M. 2009. Outros constituintes isolados de *Licania arianeae* (Chrysobalanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** 19(1B): 290-293.

- Carvalho, M. C.; Azevedo, L. C. 2010. Determinação físico-química do oití (*Licania tomentosa*) encontrado no Vale do São Francisco (Petrolina/PE). In: V CONNEPI, 2010, Maceió. Anais do V CONNEPI.
- Cattai, M.B. 2007. Anatomia em Velloziaceae: caracteres, evolução e filogenia. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica. São Paulo.
- Cutler, D.F; Botha, T.; Stevenson, D.S. 2011. **Anatomia vegetal: uma abordagem aplicada**. Porto Alegre: Artmed. 304 p.
- Defaveri, A.C.A.; Arruda, R.C.O.; Sato, A. 2010. Leaf anatomy and morphology of *Eugenia rotundifolia* Casar., Myrtaceae, applied to the authentication of the “abajurú” commercially sold. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, 21(3).
- Espinosa-Osornio G., Vargas-Simón, G.; Engleman, M. 2002. Contribución al Estudio de la Anatomía Foliar del Icaco (*Chrysobalanus icaco* L.). **Bioagro** 14(1): 29-36.
- Falcão, M. A.; Lleras, E.; Kerr, W.E. 1981. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do pajurá (*Couepia bracteosa* Benth) (Chrysobalanaceae). **Acta Amazonica**, 11(3):473-482.
- Freitas, T. Locatelli, E. 2009. Ecologia da polinização de *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae): uma espécie fixadora de dunas. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG.
- Hemsing, P.K.B.; Romero, R. 2010. Chrysobalanaceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 61(2): 281-288.
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledoneous leaves. **American Journal of Botany** 60(1): 17-33.
- _____. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. in Metcalfe C. R.; Chalk L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**. Volume I. Oxford University Press.
- Hopkins, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia** 56 (86): 9-25.
- Jáuregui, D.; A. Cardozo. 2000. Anatomía foliar de dos especies de Chrysobalanaceae presentes en el Parque Nacional Henri Pittier. **Acta Botánica Venezolana** 23(1):9-18.
- Joulain, D. et al. 2004. Volatile Flavor Constituents of Fruits from Southern Africa: Mobola Plum (*Parinari curatellifolia*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, 2322-2325.
- Kerrigan, R. A.; Dixon, D. J. 2011. Chrysobalanaceae in Short, P.S.; Cowie, I.D. (eds), **Flora of the Darwin Region**. (Northern Territory Herbarium, Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport). Vol. 1, pp. 1–4.

Leroy, C. Jauneau, A., Quilichini, A., Dejean, A.; Orivel J. 2008. Comparison between the Anatomical and Morphological Structure of Leaf Blades and Foliar Domatia in the Ant-plant *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae). **Annals of Botany** 101: 501–507.

Lopes, C. M.; Gallão, M. I.; Araújo F. S. 2007. Crescimento Inicial de *Licania rigida* Benth. (Chrysobalanaceae) sob Diferentes Níveis de Irradiância, em viveiro. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG.

Lorenzi, H. 2002. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, vol. 1. 4. ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.

Machado, A.V.; Santos, M. 2004. Morfo-anatomia foliar comparativa de espécies conhecidas como espinheira-santa: *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae), *Sorocea bonplandii* (Moraceae) e *Zollernia ilicifolia* (Leguminosae). **Insula**, 33: 1-19

Metcalf, C. R. History of systematic anatomy. in Metcalf C. R.; Chalk L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**. Volume I. Oxford University Press.

Oliveira, M.L. et al. 2008. Reserva Ducke: **A biodiversidade amazônica através de uma grade**. Áttema Design Editorial. Manaus: PPBio.

Pessoa, J. D. C.; Assis, O. B. G.; Braz, D. C. 2004. Caracterização morfomecânica para beneficiamento do fruto da castanha-de-cutia (*Couepia edulis*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 103-106.

Pessoa, J. D. C. et al. 2005. Contribuições da pesquisa para o beneficiamento da castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance) e aproveitamento de seus resíduos. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**. São Carlos 17 p.

Prance, G.T. 1972. Chrysobalanaceae. **Flora Neotropica**, 9: 1-409

_____. 1989. Chrysobalanaceae (Supplement) **Flora Neotropica**, 9:1-267

_____. 2007. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Chrysobalanaceae. **Rodriguésia** 58 (3): 493-531.

Prance, G.T.; Sothers, C.A. 1999. Chrysobalanaceae in Ribeiro, J. E. L. S. et al. 1999. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. INPA. Manaus. 799 p.

Prance, G.T.; Sothers, C.A. 2010. Chrysobalanaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000085>
Acesso em 05/05/2011

Prance, G.T.; White, F. 1988. The Genera of Chrysobalanaceae: A Study in Practical and Theoretical Taxonomy and Its Relevance to Evolutionary Biology. **Transactions of the Royal Society of London** 320: 1 -184.

Silva, C.I. da. 2004. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences Maringá, v. 26, no. 1, p. 91-100.

Simpson, M. G. 2006. **Plant Systematics**. Elsevier Academic Press. Burlington, MA, USA.

Scudeller, V. V.; Souza, A. M. G. 2009. Florística da mata de igapó na Amazônia Central. In Santos-Silva E. N., Scudeller V. V. **Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central**. Volume 2, UEA Edições, Manaus.

Yakandawala, D., Morton, C.M. and Prance, G.T. 2001. A phylogenetic study of the Chrysobalanaceae using morphological data. **Ceylon Journal of Science (Biological Science)** 28: 1-17.

Yakandawala, D.; Morton, C. M.; Prance, G. T. 2010. Phylogenetic Relationships of the Chrysobalanaceae Inferred from Chloroplast, Nuclear, and Morphological Data. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Vol. 97, No. 2. (1 June 2010), pp. 259-281.

Capítulo 1: Anatomia foliar de 20 espécies de Chrysobalanaceae R. Br. de uma floresta de terra firme da Amazônia Central

Resumo: Chrysobalanaceae apresenta organização taxonômica interna problemática e estudos abrangendo grande número de táxons são necessários. Considerando a importância de caracteres anatômicos para a identificação, filogenia e autoecologia das espécies, neste estudo caracterizou-se a estrutura anatômica foliar de 20 espécies de Chrysobalanaceae ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus – AM. Foram caracterizadas as epidermes em vista frontal com uso do método de dissociação e cortes paradérmicos. O pecíolo, a nervura central e o mesófilo foram analisados a partir de cortes transversais no terço médio. As espécies apresentam características escleromórficas, como a cutícula espessa, extensões de bainhas de feixes vasculares e criptas estomáticas. Esses caracteres indicam adaptação ao ambiente florestal de solo pobre em que ocorrem, bem como a outros fatores abióticos. Estômatos acima da linha epidérmica foram a única característica que ocorreu somente em espécies de *Licania*. Um conjunto de caracteres distingue as espécies, embora estruturas do pecíolo, do mesófilo ou da nervura central não sejam exclusivas para um gênero.

Abstract: (Leaf anatomy of 20 species of Chrysobalanaceae R. Br. from an upland forest in Central Amazonia) The internal taxonomic organization of the Chrysobalanaceae is problematic and studies of large numbers of taxa are needed. Considering the importance of anatomical characters for identification, phylogeny and autoecology of species, this study was conducted by analyzing the leaf traits of Chrysobalanaceae species occurring in Adolpho Ducke Forest Reserve, Manaus – AM. Each epidermis was characterized in frontal view using the dissociation method and paradermal cuts. The petiole, the midrib and mesophyll were analyzed by cross sections from the middle third. The species have scleromorphic features such as thick cuticle, sheath extensions of vascular bundles and stomatal crypts. These characters indicate adaptations to the poor soil forest environment in which they occur, as well as other abiotic factors. Stomata above the epidermis line were the only feature which occurred exclusively in *Licania*. The character set differs between species, although there is not any petiolar structure, from the mesophyll or midrib exclusive to one genus.

INTRODUÇÃO

Dentre as famílias mais representativas na Amazônia está Chrysobalanaceae. Ocorre nas regiões tropicais e subtropicais e é constituída por 18 gêneros e cerca de 530 espécies. Sete gêneros são neotropicais (Prance, 2007), sendo o principal centro de diversidade nas florestas de terras baixas (Hemsling e Romero, 2010).

Chrysobalanaceae apresenta morfologia relativamente uniforme (Yakandawala et al, 2010), com hábito arbustivo, arvoretas ou arbóreo. As folhas são simples, alternas, inteiras, predominantemente coriáceas, glabras ou com indumento na face abaxial. Glândulas são presentes (às vezes de difícil visualização) comumente na base da lâmina ou no pecíolo. Ocorrem duas estípulas, variando de minúsculas e caducas a grandes e permanentes, de formas variadas e domácias também podem ocorrer (Prance, 1972; Kerrigan e Dixon, 2011).

Caracteres morfológicos são utilizados na determinação de relações entre organismos, e a caracterização e descrição dos vegetais é um processo importante na elucidação de modelos de radiação evolutiva, bem como para o estabelecimento de padrões em sua forma e estrutura. (Dickinson, 2001).

Estudos anatômicos em Chrysobalanaceae, apesar de escassos têm auxiliado a resolução de problemas relativos à posição sistemática da família e contribuído para identificação de espécies. É uma família que tem uma história taxonômica controversa, onde Prance (1972) indica vários estudos que a trataram como uma tribo ou subtribo de Rosaceae e neste mesmo estudo, caracteres anatômicos foliares, florais e caulinares serviram como evidência para a separação de Chrysobalanaceae e Rosaceae. Conforme Prance e White (1988), a família foi dividida em tribos, que posteriormente foram definidas como parafiléticas em um estudo filogenético com o grupo (Yakandawala et al. 2010).

Dentre os estudos que abordam descrições anatômicas de folhas com representantes da família, destacam-se os trabalhos de Jáuregui e Cardozo (2000) com *Licania cariae* e *L. pittieri*, o de Espinosa-Osornio et al. (2002), que contribuíram com informações sobre *Chrysobalanus icaco* e o de Leroy et al. (2010) que compararam a estrutura anatômica da lâmina foliar e das domácias de *Hirtella physophora*.

Estudos filogenéticos abordando caracteres morfológicos afirmam que o grupo apresenta organização interna problemática, com destaque para *Licania*, definido como

gênero parafilético (Yakandawala et al., 2001). Conforme o resultado desses trabalhos, mais estudos são necessários contendo maior número de táxons de Chrysobalanaceae.

Considerando a importância de caracteres anatômicos para a identificação, filogenia e autoecologia das espécies, foi realizado este estudo analisando a estrutura anatômica foliar de espécies de Chrysobalanaceae ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus – AM. Na reserva, a família está representada por 53 espécies, das quais 20 foram selecionadas para estudos anatômicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Reserva Florestal Adolpho Ducke é uma área de floresta amazônica primária de 100 km², localizada próxima à cidade de Manaus e pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Situa-se entre as coordenadas oeste: -59° 59', -59° 53', norte: -2° 55', -3° 01'. A Reserva está se transformando-se em um fragmento florestal isolado devido à devastação decorrente do aumento da população de Manaus (Hopkins, 2005).

Amostragem

Os indivíduos dos quais foram coletadas as folhas pertencem a 20 espécies e três gêneros, que estão marcados e identificados como resultado das atividades do Projeto Flora da Reserva Ducke, e possuem material testemunho depositado no Herbário INPA. Para todos os parâmetros anatômicos foram utilizadas folhas de três a quatro indivíduos de cada espécie, localizadas em ramos mais externos da copa. Para algumas espécies foi utilizado material auxiliar do Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Tabela 1). Os procedimentos foram realizados com material fresco ou fixado em FAA₅₀.

Tabela 1: Lista de espécies e número de indivíduos de Chrysobalanaceae da Reserva Ducke empregados nas análises. (*espécies em que as análises foram feitas exclusivamente com material herborizado)

nº	Espécie	Nº de indivíduos	Material auxiliar
1	<i>Couepia canomensis</i> (Mart.) Benth. ex Hook. f.	2	INPA178329
2	<i>Couepia guianensis</i> Aubl. subsp. <i>guianensis</i>	3	
3	<i>Couepia longipendula</i> Pilg.	3	
4	<i>Couepia robusta</i> Huber	4	
5	<i>Couepia ulei</i> Pilg.	3	
6	<i>Licania adolphoduckei</i> Prance	3	
7	<i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i> (Benth) Prance	2	INPA178395
8	<i>Licania bracteata</i> Prance	2	INPA190954
9	<i>Licania canescens</i> Benoist	3	
10	<i>Licania heteromorpha</i> Benth var. <i>heteromorpha</i>	2	INPA191032
11	<i>Licania impressa</i> Prance*	1	INPA191040
12	<i>Licania laevigata</i> Prance	2	INPA189808
13	<i>Licania micrantha</i> Miq.	3	
14	<i>Licania niloi</i> Prance	2	INPA190959
15	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	2	INPA178642
16	<i>Licania octandra</i> ssp. <i>pallida</i> (Hook.f.) Prance	3	
17	<i>Licania prismatocarpa</i> Spruce ex Hook.f.*	1	INPA188277
18	<i>Licania sandwithii</i> Prance	2	INPA178321
19	<i>Licania unguiculata</i> Prance	3	
20	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	3	

Estudo da epiderme em vista frontal

Na caracterização do tecido epidérmico observou-se o contorno e forma das células, tipo de estômatos, presença de tricomas e idioblastos. A dissociação das epidermes foi feita com peróxido de hidrogênio 30% + ácido acético P.A. (1:1), coloração com safranina 1% em etanol 50% e montagem em gelatina glicerinada para montagem em lâminas semipermanentes ou glicerina para lâminas temporárias. Cortes paradérmicos corados em azul de astra e safranina foram usados como método auxiliar (Franklin, 1945, modificado em Kraus e Arduin, 1997).

Anatomia do pecíolo e limbo em cortes transversais

Cortes seriados foram efetuados na região mediana do pecíolo e do limbo utilizando micrótopo manual. Estes foram clareados em hipoclorito de sódio, corados com azul de astra e safranina e montados em glicerina e gelatina glicerinada (Kraus e Arduin, 1997).

Analisou-se o padrão de distribuição dos tecidos de revestimento, sustentação e preenchimento e arranjo do sistema vascular do pecíolo e da nervura central. Foram caracterizadas as epidermes adaxial e abaxial e os tecidos do mesofilo (parênquima clorofiliano e sistema vascular). Registrou-se a presença de idioblastos com inclusões de

oxalato de cálcio (drusas, ráfides, cristais prismáticos, etc.), corpos silicosos e carbonato de cálcio.

Fotomicrografias com máquina digital Canon PC1252 acoplada a um estereomicroscópio Zeiss Primo Star MicroImaging 37081 foram tiradas, além do uso de ilustrações em nanquim para o registro das observações anatômicas realizadas sobre o material.

RESULTADOS

Pecíolo

O terço médio do pecíolo é convexo em ambas as faces em *Couepia canomensis*, *Licania bracteata*, *L. oblongifolia* e *L. sandwithii*. O formato canaliculado ocorre em *C. guianensis*, *L. unguiculata* e *P. excelsa*. *Couepia longipendula*, *L. canescens*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. laevigata*, *L. micrantha* e *L. niloi* apresentam formato côncavo na face adaxial e convexo na face abaxial. *C. robusta*, *C. ulei*, *L. adolphoduckei* e *L. prismatocarpa* possuem formato plano-convexo. *L. apetala* var. *aperta* e *L. octandra* ssp. *pallida* possuem formato convexo-côncavo (Figura 1).

Tricomas tectores unicelulares ocorrem esparsamente em *C. canomensis*, *C. ulei*, *L. apetala* var. *aperta*, *L. octandra* ssp. *pallida* e *L. sandwithii* (Figura 1A, E, G, P, R) enquanto em *C. robusta*, *L. bracteata*, *L. impressa*, *L. micrantha*, *L. prismatocarpa* e *P. excelsa* (Figura 1D, H, K, M, Q, T) os tricomas formam pilosidade densa. Esclereídes ocorrem dispersos no tecido parenquimático de *C. guianensis*, *C. robusta*, *L. bracteata*, *L. micrantha*, *L. octandra* ssp. *pallida* e *L. sandwithii* (Figura 1B, D, H, M, P, R).

Os feixes vasculares apresentam disposição colateral em todas as espécies formando anéis contínuos ou descontínuos, ou ainda formando arcos variando em números de dois ou três. Calotas esclerenquimáticas ocorrem em todas as espécies analisadas, sendo mais coesas em *C. longipendula*, *C. bracteata*, *C. ulei*, *L. bracteta*, *L. impressa*, *L. micrantha*, *L. niloi*, *L. oblongifolia*, *L. octandra* ssp. *pallida*, *L. prismatocarpa*, *L. sandwithii* e *P. excelsa* (Figura 1C-E, H, K, M-R, T).

Em *C. longipendula*, *C. ulei*, *L. adolphoduckei*, *L. laevigata*, *L. prismatocarpa* e *L. sandwithii* observou-se uma medula definida entre os tecidos vasculares (Figura 1C, E-F, L, Q-R). Feixes vasculares acessórios ocorrem próximos à região abaxial, com número e posição variáveis. *Parinari excelsa* não possui feixes vasculares acessórios (Figura 1T).

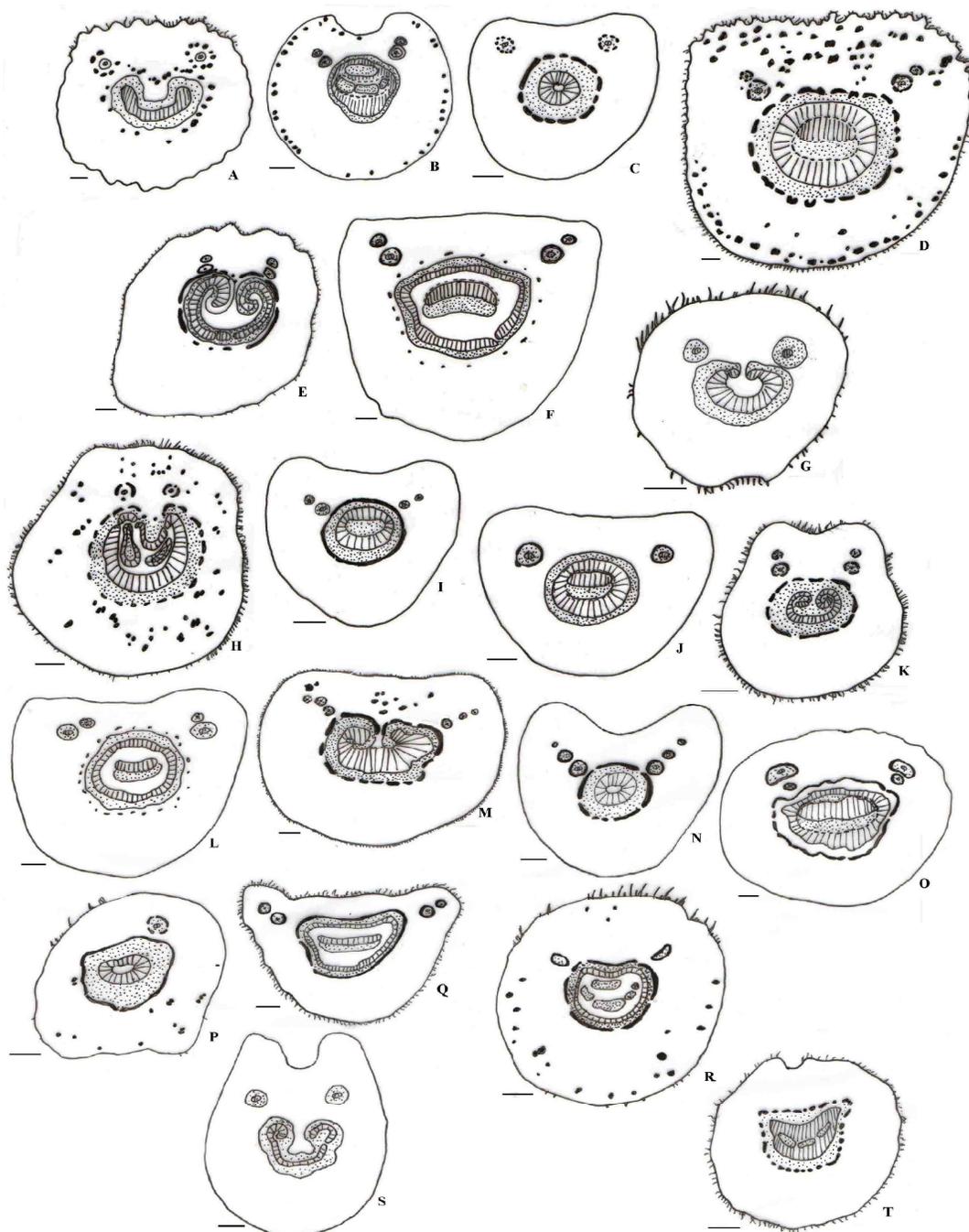


Figura 1: Esquemas de seções transversais do pecíolo de espécies de Chrysobalanaceae. A) *Couepia canomensis*, B) *C. guianensis* ssp. *guianensis*, C) *C. longipendula*, D) *C. robusta*, E) *C. ulei*, F) *Licania adolphoduckei*, G) *L. apetala* var. *aperta*, H) *L. bracteata*, I) *L. canescens*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, K) *L. impressa*, L) *L. laevigata*, M) *L. micrantha*, N) *L. niloi*, O) *L. oblongifolia*, P) *L. octandra* ssp. *pallida*, Q) *L. prismatocarpa*, R) *L. sandwithii*, S) *L. unguiculata*, T) *Parinari excelsa*. Escala: 200 μ m.

O conjunto de caracteres peciolares para cada espécie está representado na Tabela 2.

Tabela 2: Caracteres anatômicos do pecíolo de 20 espécies de Chrysobalanaceae. FP: forma do pecíolo, DTRIC: densidade de tricomas, MED: medula, ED: esclereides dispersas, FVASC: feixe vascular, FA (PAR): feixes acessórios (pares), A: ausentes, P: presentes.

ESPÉCIE	FP	DTRIC	MED	ED	FVASC	FA (PAR)
<i>Couepia canomensis</i>	convexo-convexo	esparcos	A	A	1 arco	1
<i>Couepia guianensis</i>	canaliculado	glabro	A	P	1 anel + 2 arcos floema	2
<i>Couepia longipendula</i>	côncavo-convexo	glabro	P	A	1 anel	1
<i>Couepia robusta</i>	plano-convexo	denso	A	P	1 anel + 1 arco	2
<i>Couepia ulei</i>	plano-convexo	esparcos	P	A	1 arco invaginado	2
<i>Licania adolphoduckei</i>	plano-convexo	glabro	P	A	1 anel + 1 arco	2
<i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i>	convexo-côncavo	esparcos	A	A	1 arco invaginado	1
<i>Licania bracteata</i>	convexo-convexo	denso	A	P	1 arco fechado + 1 anel floema	1
<i>Licania canescens</i>	côncavo-convexo	glabro	A	A	1 anel + 1 arco floema	2
<i>Licania heteromorpha</i> var. <i>heteromorpha</i>	côncavo-convexo	glabro	A	A	1 anel + 1 arco	1
<i>Licania impressa</i>	côncavo-convexo	denso	A	A	1 arco invaginado	2
<i>Licania laevigata</i>	côncavo-convexo	glabro	P	A	1 anel + 1 arco	2
<i>Licania micrantha</i>	côncavo-convexo	denso	A	P	1 arco invaginado	3
<i>Licania niloi</i>	côncavo-convexo	glabro	A	A	1 anel	3
<i>Licania oblongifolia</i>	convexo-convexo	glabro	A	A	1 anel + 1 arco floema	2
<i>Licania octandra</i> ssp. <i>pallida</i>	convexo-côncavo	esparcos	A	P	1 anel	0
<i>Licania prismatocarpa</i>	plano-convexo	denso	P	A	1 arco fechado + 1 arco v	2
<i>Licania sandwithii</i>	convexo-convexo	esparcos	P	P	1 arco fechado + 2 arcos	1
<i>Licania unguiculata</i>	canaliculado	glabro	A	A	1 arco invaginado	1
<i>Parinari excelsa</i>	canaliculado	denso	A	A	1 arco fechado + 1 arco floema	0

No parênquima cortical há presença de drusas em todas as espécies (Figura 2A, B), não sendo este um caráter de valor taxonômico para o reconhecimento das espécies analisadas.

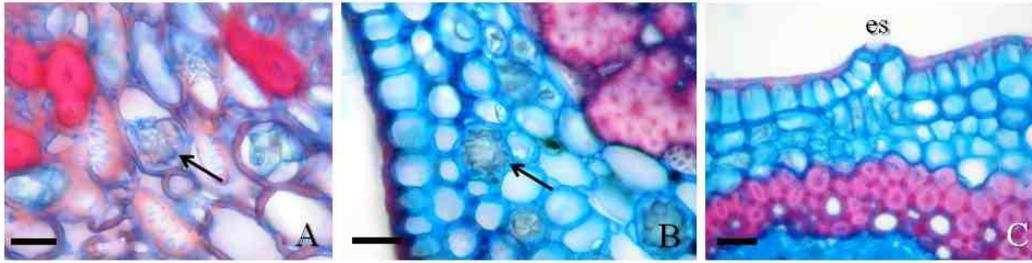


Figura 2: Detalhe de drusas no A) pecíolo de *Couepia robusta*, B) nervura central de *Couepia guianensis* e estômato na nervura central de C) *Licania apetala* var. *aperta*. Setas indicam drusas no parênquima cortical. es: estômato. Escala: 20µm

Epiderme foliar

Couepia longipendula, *L. adolphoduckei*, *L. apetala* var. *aperta*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. oblongifolia* e *L. unguiculata* são glabras, enquanto todas as outras possuem tricomas tectores restritos à face abaxial (Figura 3, 4, 5). Devido à técnica de dissociação, essas estruturas são perdidas em algumas espécies deixando apenas as cicatrizes, como visto em *L. adolphoduckei* (Figura 3E) e em outras elas formam um denso arcabouço no qual não é possível constatar sem o auxílio de técnicas mais apuradas que tipos de tricomas ocorrem, como em *L. impressa* e *L. sandwithii* (Figura 3H-J).

O contorno anticlinal predominante nas células da face adaxial é reto, com exceção de *L. octandra* ssp. *pallida* que apresentou contornos ondulados na face adaxial (Figura 3A-C). *Parinari excelsa* apresentou contornos sinuosos, com ocorrência de contornos retos em menor número na mesma amostra (Figura 3D).

As espécies estudadas possuem estômatos paracíticos. Em *Licania impressa*, foram encontrados estômatos ocorrendo na borda de criptas estomáticas (Figura 3J). Em *Licania prismatocarpa* ocorrem oito células epidérmicas arranjadas em anel em torno dos estômatos (Figura 3L). Em *Licania apetala* var. *aperta* ocorrem estômatos na nervura central (Figura 2C).

Devido à técnica de dissociação, em *Licania adolphoduckei* (Figura 3E) são observadas apenas as cicatrizes deixadas pelos tricomas. Nas demais espécies, estes permanecem (Figura 3H-K), dificultando a descrição dos complexos estomáticos.

As diferenças de caracteres para cada espécie estão representadas na Tabela 3.

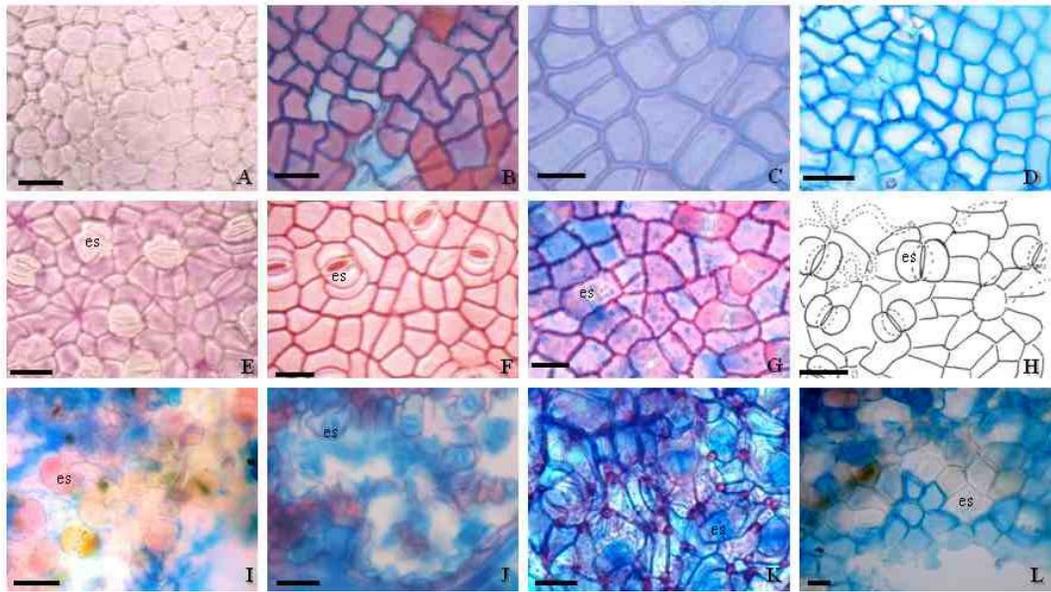


Figura 3: Padrões epidérmicos de espécies de Chrysobalanaceae. Células da face adaxial com paredes anticliniais retas: A) *Licania adolphoduckei*, sinuosas: B) *L. octandra* ssp. *pallida*, curvas: C) *L. sandwithii*, retas/sinuosas: D) *Parinari excelsa*. Células da face abaxial com paredes retas: E) *L. adolphoduckei* e F) *L. unguiculata*, paredes curvas: G) *L. apetala* var. *aperta*, estômatos em criptas: H) *L. sandwithii* e I) *L. bracteata*, estômatos paracíticos na borda de criptas: J) *L. impressa*, células retangulares: K) *L. niloi* e anel de células epidérmicas em L) *L. prismatocarpa*. Escala: 20 μm .

Tabela 3: Caracteres anatômicos epidérmicos de 20 espécies de Chrysobalanaceae.

ESPÉCIE	PAREDES CEL EP ADAXIAL	PAREDES CEL EP ABAXIAL	TIPO ESTÔMATOS
<i>Couepia canomensis</i>	retas	não visíveis	não visíveis
<i>Couepia guianensis</i>	curvas	pouco sinuosas	paracíticos
<i>Couepia longipendula</i>	retas	curvas	paracíticos
<i>Couepia robusta</i>	retas	alongadas curvas	paracíticos
<i>Couepia ulei</i>	curvas	pouco sinuosas	paracíticos
<i>Licania adolphoduckei</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i>	curvas	curvas	paracíticos
<i>Licania bracteata</i>	retas	não visíveis	paracíticos
<i>Licania canescens</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Licania heteromorpha</i> var. <i>heteromorpha</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Licania impressa</i>	retas	não visíveis	paracíticos
<i>Licania laevigata</i>	retas	curvas	paracíticos
<i>Licania micrantha</i>	retas	curvas	paracíticos
<i>Licania niloi</i>	retas	pouco sinuosas	paracíticos
<i>Licania oblongifolia</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Licania octandra</i> ssp. <i>pallida</i>	sinuosas	não visíveis	não visíveis
<i>Licania prismatocarpa</i>	retas	retas	ciclocíticos
<i>Licania sandwithii</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Licania unguiculata</i>	retas	retas	paracíticos
<i>Parinari excelsa</i>	sinuosas	retas	não visíveis

Lâmina foliar e nervura central

O mesofilo de todas as espécies é do tipo dorsiventral, com parênquimas paliçádico e lacunoso bem definidos (Figura 4). As células epidérmicas da face adaxial apresentam formato tabular em *Couepia canomensis*, *C. robusta*, *C. ulei*, *Licania heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. laevigata*, *L. oblongifolia*, *L. prismatocarpa* e *L. unguiculata* (Figura 5A, D-E, J, L, O, Q, S) sendo tabulares com paredes anticlinais sinuosas em *L. impressa* (Figura 5K). O formato das células é cúbico em *C. guianensis*, *L. adolphoduckei*, *L. apetala* var. *aperta*, *L. bracteata*, *L. micrantha*, *L. octandra* ssp. *pallida*, *L. sandwithii* e *P. excelsa* (Figura 5B, F, G, M, P, R, T), enquanto *C. longipendula*, *L. canescens* e *L. niloi* (Figura 5C, I, N) possuem células de formato retangular.

No parênquima paliçádico ocorre uma a três camadas de células alongadas. Foram observadas células de formato predominantemente cúbico ao longo do parênquima lacunar, com compactação variável de acordo com a espécie (Figuras 4 e 5). Extensões de bainha de feixes vasculares voltadas para a face adaxial da folha ocorrem em *C. canomensis*, *C. guianensis*, *C. robusta*, *C. ulei*, *L. bracteata*, *L. canescens*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. impressa*, *L. micrantha*, *L. niloi*, *L. prismatocarpa* e *L. sandwithii* (Figura 4A-B, D-E, H-K, M-N, Q, R) e esclereides colunares percorrendo o mesofilo em direção à face adaxial em *C. longipendula*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. niloi* e *L. unguiculata* (Figura 4C, J, N, S).

A posição dos estômatos em relação à linha epidérmica também variou entre as espécies, auxiliando na sua diferenciação. Em *C. guianensis*, *C. longipendula*, *C. robusta*, *L. adolphoduckei*, *L. apetala* var. *aperta*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. laevigata*, *L. oblongifolia* e *L. prismatocarpa* os estômatos estão no mesmo nível da linha epidérmica (Figura 5B-D, F-G, J, L, O, Q). Em *C. ulei* os estômatos ocorrem abaixo da linha epidérmica (Figura 5E). *Licania canescens*, *L. micrantha*, *L. niloi* e *L. unguiculata* possuem estômatos acima do nível epidérmico (Figura 5I, M-N), sendo neste estudo a única característica exclusiva para algumas espécies de *Licania*. Em *Couepia canomensis*, *L. bracteata*, *L. impressa*, *L. octandra* ssp. *pallida*, *L. sandwithii* e *P. excelsa* os estômatos ocorrem em criptas na face adaxial (Figura 5A, H, K, P, R, T).



Figura 4: Secções transversais da lâmina foliar de espécies de Chrysobalanaceae. A) *Couepia canomensis*, B) *C. guianensis*, C) *C. longipendula*, D) *C. robusta*, E) *C. ulei*, F) *Licania adolphoduckei*, G) *L. apetala* var. *aperta*, H) *L. bracteata*, I) *L. canescens*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, K) *L. impressa*, L) *L. laevigata*, M) *L. micrantha*, N) *L. niloi*, O) *L. oblongifolia*, P) *L. octandra* ssp. *pallida*, Q) *L. prismatocarpa*, R) *L. sandwithii*, S) *L. unguiculata*, T) *Parinari excelsa*. cr: cripta estomática, ex: extensão de bainha, pp: parênquima paliçádico, pl: parênquima lacunoso. Escala: 100 μ m.

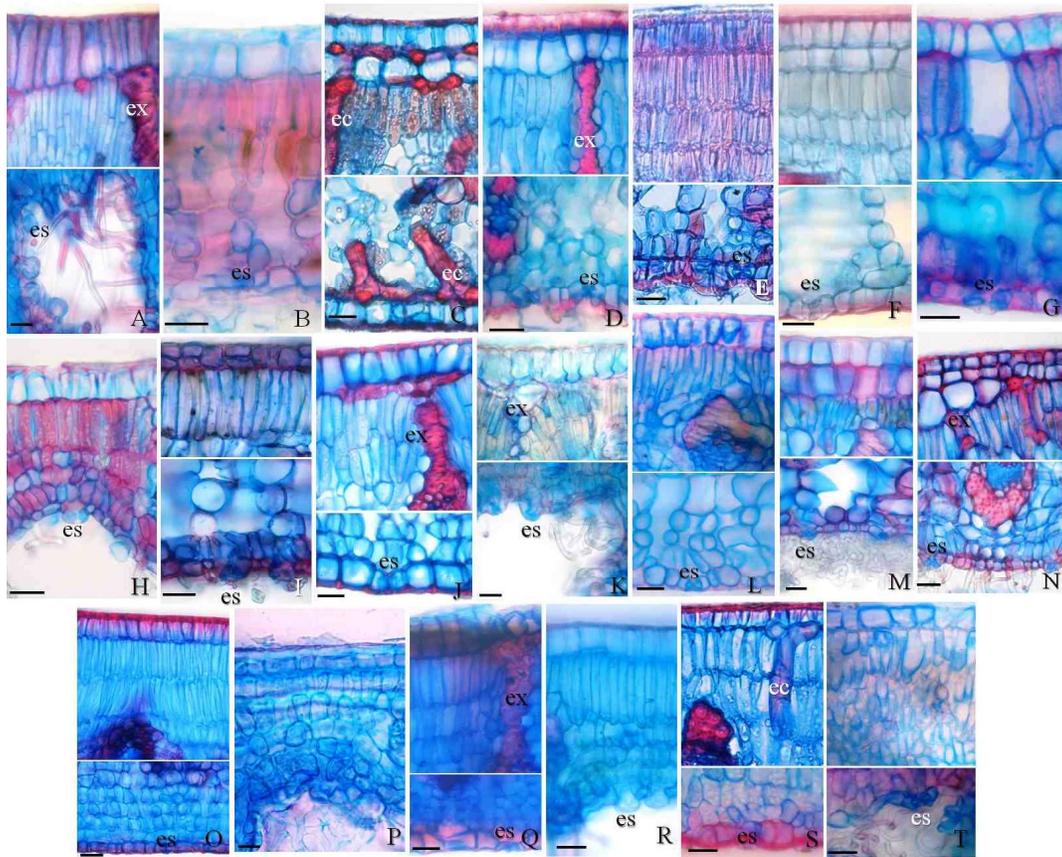


Figura 5: Secções transversais da lâmina foliar de espécies de Chrysobalanaceae. A) *Couepia canomensis*, B) *C. guianensis*, C) *C. longipendula*, D) *C. robusta*, E) *C. ulei*, F) *Licania adolphoduckei*, G) *L. apetala* var. *aperta*, H) *L. bracteata*, I) *L. canescens*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, K) *L. impressa*, L) *L. laevigata*, M) *L. micrantha*, N) *L. niloi*, O) *L. oblongifolia*, P) *L. octandra* ssp. *pallida*, Q) *L. prismatocarpa*, R) *L. sandwithii*, S) *L. unguiculata*, T) *Parinari excelsa*. ec: esclereide colunar, es: estômato, ex: extensão de bainha. Escala: 20 µm.

O formato da nervura central também é variável entre as espécies. Todas possuem nervura central convexa na face abaxial. *Couepia canomensis*, *L. bracteata*, *L. impressa* e *P. excelsa* apresentam face adaxial côncava, com o mesofilo formando ângulos abertos em relação à nervura principal (Figura 6A, H, K, T). *Couepia guianensis*, *C. longipendula*, *C. robusta*, *L. adolphoduckei*, *L. canescens*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, *L. laevigata*, *L. oblongifolia*, *L. octandra* ssp. *pallida*, *L. sandwithii* e *L. unguiculata* possuem forma convexa para a face adaxial, com os lados do limbo formando ângulos abertos (Figura 6B-D, F, I-J, L, O, P, R-S). *Licania apetala* var. *aperta* apresenta a face adaxial da nervura central convexa e elevada comparada ao nível do limbo (Figura 6G). *Couepia ulei* e *L. prismatocarpa* possuem face adaxial formando uma proeminência (Figura 6E, Q). Face adaxial plana foi

observada em *Licania micrantha* e *L. niloi* (Figura 6M-N). O feixe vascular da nervura central organiza-se em arcos formados por feixes colaterais que estão dispostos em número de dois ou três, ou formando um anel fechado no qual pode estar presente um arco floemático. A espessura da calota esclerenquimática é visivelmente diferente entre as espécies (Figura 6).

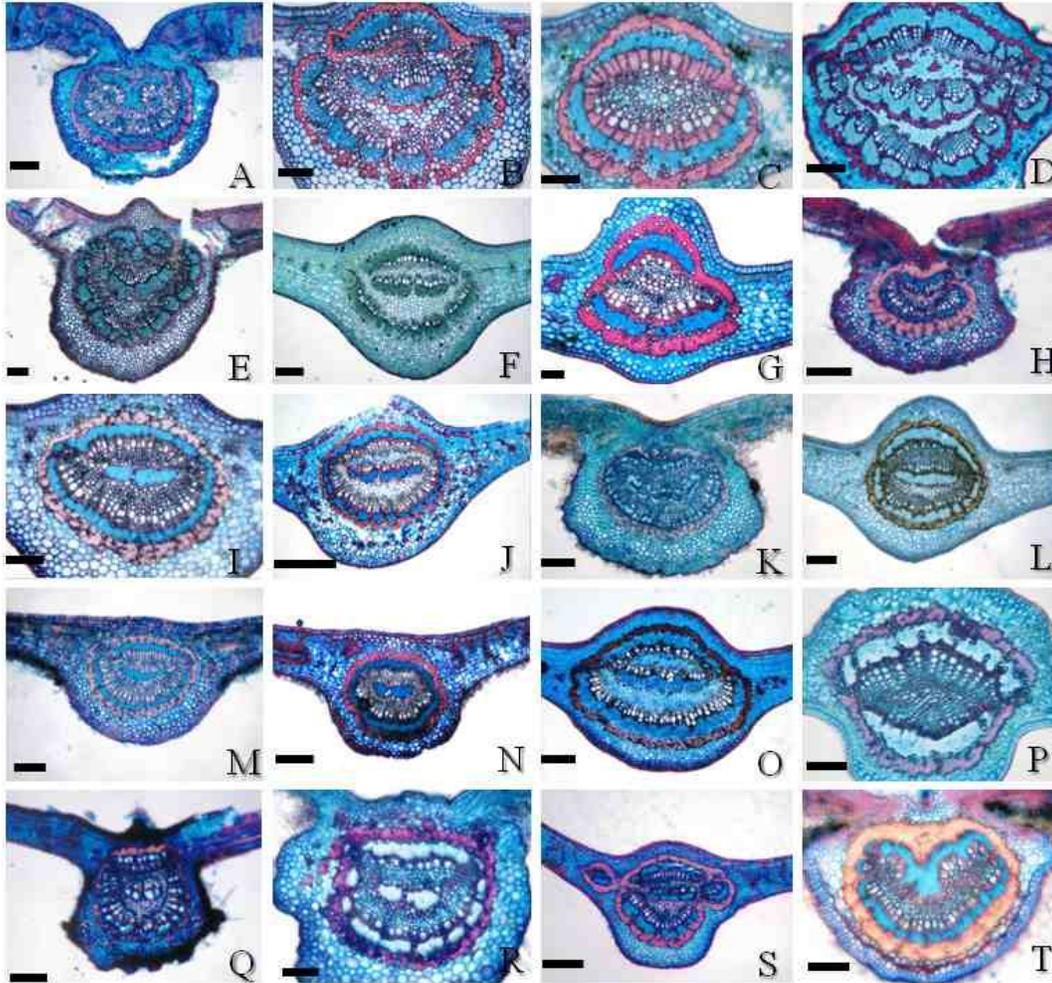


Figura 6: Secções transversais na região mediana da nervura central de espécies de Chrysobalanaceae. A) *Couepia canomensis*, B) *C. guianensis*, C) *C. longipendula*, D) *C. robusta*, E) *C. ulei*, F) *Licania adolphoduckei*, G) *L. apetala* var. *aperta*, H) *L. bracteata*, I) *L. canescens*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, K) *L. impressa*, L) *L. laevigata*, M) *L. micrantha*, N) *L. niloi*, O) *L. oblongifolia*, P) *L. octandra* ssp. *pallida*, Q) *L. prismatocarpa*, R) *L. sandwithii*, S) *L. unguiculata*, T) *Parinari excelsa*. Escala: A, D-H, J-O, Q-S: 200µm; B, C, I, P, T. Escala:100µm

O conjunto de caracteres do mesofilo e nervura central para cada espécie está representado na Tabela 4.

Tabela 4: Caracteres anatômicos da nervura central e mesofilo de 20 espécies de Chrysobalanaceae. FX VASC: feixe vascular, DR: drusas, CUT: cutícula, CEL EP AD: células da epiderme adaxial, POS TRIC: posição dos tricomas, PP: parênquima paliçádico (n° de camadas), CPL: compactação do parênquima lacunoso, EXT: extensões de bainha, ESC COL: esclereides colunares, EST NC: estômatos na nervura central, POS EST: posição dos estômatos. A: ausente(s), P: presente(s)

ESPÉCIE	FX VASC	DR	CUT MESOFILO	CEL EP AD	EP ADAXIAL	POS TRIC	PP	CPL	EXT	ESC COL	EST NC	POS EST
<i>Couepia canomensis</i>	1 arco invaginado	P	pouco espessa	alongadas	unisseriada	abaxial	3	compacto	P	A	A	acima da linha epidérmica
<i>Couepia guianensis</i>	3 arcos sobrepostos	A	pouco espessa	cúbicas	unisseriada	abaxial	2	compacto	P	A	A	linha epidérmica
<i>Couepia longipendula</i>	2 arcos voltados ao centro	P	pouco espessa	retangulares	bisseriada	glabro	2	frouxo	A	P	A	linha epidérmica
<i>Couepia robusta</i>	3 arcos sobrepostos	P	muito espessa	alongadas	unisseriada	abaxial	3	frouxo	P	A	A	linha epidérmica
<i>Couepia ulei</i>	3 arcos sobrepostos	A	espessa	alongadas	unisseriada	abaxial	3	frouxo	P	A	A	abaixo da linha epidérmica
<i>Licania adolphoduckei</i>	3 arcos sobrepostos	A	pouco espessa	cúbicas	bisseriada	glabro	3	compacto	A	A	A	linha epidérmica
<i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i>	2 arcos voltados ao centro	P	pouco espessa	cúbicas	unisseriada	glabro	1	compacto	A	A	P	linha epidérmica
<i>Licania bracteata</i>	2 arcos voltados ao centro	P	pouco espessa	cúbicas	unisseriada	abaxial	1	compacto	P	A	A	acima da linha epidérmica
<i>Licania canescens</i>	3 arcos sobrepostos	P	pouco espessa	retangulares	bisseriada	abaxial	1	frouxo	P	A	A	acima da linha epidérmica
<i>Licania heteromorpha</i> var. <i>heteromorpha</i>	1 anel c/ 1 arco	A	espessa	alongadas	unisseriada	glabro	2	compacto	P	P	A	linha epidérmica
<i>Licania impressa</i>	1 anel c/ 1 arco	P	pouco espessa	alongadas sinuosas	unisseriada	abaxial	2	compacto	P	A	A	acima da linha epidérmica
<i>Licania laevigata</i>	1 anel c/ 1 arco	P	espessa	alongadas	unisseriada	glabro	1	compacto	A	A	A	linha epidérmica
<i>Licania micrantha</i>	1 anel c/ 1 arco	P	pouco espessa	cúbicas	bisseriada	abaxial	2	frouxo	P	A	A	acima da linha epidérmica
<i>Licania niloi</i>	1 anel c/ 1 arco	A	espessa	retangulares	bisseriada	abaxial	2	frouxo	P	P	A	acima da linha epidérmica
<i>Licania oblongifolia</i>	3 arcos sobrepostos	A	espessa	alongadas	unisseriada	glabro	3	compacto	A	A	A	linha epidérmica
<i>Licania octandra</i> ssp. <i>pallida</i>	2 arcos voltados ao centro	P	pouco espessa	semi-cúbicas	unisseriada	criptas	1	compacto	A	A	A	criptas estomáticas
<i>Licania prismatocarpa</i>	1 feixe quadrado c/ 1 arco	A	pouco espessa	alongadas	unisseriada	abaxial caducos	3	compacto	P	A	A	linha epidérmica
<i>Licania sandwithii</i>	1 anel c/ 1 arco	P	pouco espessa	cúbicas	unisseriada	abaxial 2 tipos	1	compacto	P	A	A	criptas estomáticas
<i>Licania unguiculata</i>	1 anel c/ 1 arco	P	muito espessa	alongadas	unisseriada	glabro	3	compacto	A	P	A	acima da linha epidérmica
<i>Parinari excelsa</i>	1 anel fechado	P	pouco espessa	cúbicas	unisseriada	abaxial	3	compacto	A	A	A	criptas estomáticas

DISCUSSÃO

Pecíolo

Os caracteres peciolares de formato e vascularização variam entre espécies, embora não tenham sido observados padrões que apoiem a distinção de gêneros.

Em *Licania cariae* e *L. pittieri*, Jáuregui e Cardozo (2000) descrevem diferenças na vascularização do pecíolo das espécies, que incluem variações na quantidade de esclerênquima circundando os feixes vasculares, na organização dos feixes e no número e posição dos feixes acessórios. Os autores descrevem ainda para as duas espécies a ocorrência de uma periderme ocorrendo juntamente com vestígios da epiderme original. A periderme não foi relatada neste trabalho, pois tecido meristemático (felogênio) não pôde ser observado na região periférica do pecíolo. Estudos mais detalhados são necessários para uma caracterização mais acurada, uma vez que de acordo com Cutler et al. (2011), crescimento secundário pode ocorrer em pecíolos de gimnospermas e pecíolos e nervuras centrais de algumas monocotiledôneas. Mauro et al. (2007) observaram crescimento secundário no pecíolo de *Zeyheria montana* (Bignoniaceae).

Estudos com a anatomia do pecíolo têm facilitado a diferenciação entre espécies de vários grupos. Em Anacardiaceae, Andrés-Hernández e Terrazas (2006) estudaram a anatomia do pecíolo e do mesófilo de 33 espécies de *Rhus*, apoiando sua classificação infragenérica, com diferenças na vascularização entre subgêneros distintos. Em Lauraceae, Santos e Oliveira (1995) encontraram caracteres de valor taxonômico para distinguir quatro espécies de *Ocotea*, destacando a forma geral do pecíolo e a vascularização. Essiett (2010) fornece caracteres de valor sistemático para *Eremomastax polysperma*, *Justicia insularis* e *Asystacia gangetica* (Acanthaceae), incluindo forma, vascularização e indumento do pecíolo.

Epiderme foliar

As espécies que apresentam pilosidade possuem tricomas tectores restritos à face abaxial. Metcalfe e Chalk (1979) descrevem para Chrysobalanaceae a ocorrência de tricomas de formas variadas: simples (não ramificados) ou simples curtos, ambos glandulares; estrelados não glandulares, estrelados multiangulares não glandulares, escamas glandulares e escamas peltadas. Yakandawala et al. (2010) afirmam que em *Couepia*, *Exellodendron*, e *Maranthes* os tricomas são longos, de paredes pouco espessas, flexuosos, aracnóides e formando uma estrutura como uma teia cobrindo as

folhas. Solereder (1908) havia registrado o mesmo tipo de tricoma para *Couepia*, *Licania* e *Parinari* e Monteiro et al. (2011) observaram que a lanugem na folha de *Licania tomentosa* é formada por enrolamentos dos tricomas extensos. Para observações mais detalhadas quanto à morfologia dos tricomas das espécies deste estudo, estudos com microscopia eletrônica de varredura (MEV) são necessários.

Em *Parinari excelsa* ocorreram células epidérmicas com contornos de formatos diferentes na mesma folha, indicando forte influência ambiental sobre a forma das paredes celulares. Conforme Esau (1976), um fator que influencia fortemente o desenvolvimento de variações estruturais na folha é a luz. Como as amostras foram coletadas de regiões externas da copa, a luminosidade pode estar atuando como um dos fatores influentes na forma das paredes celulares epidérmicas.

As espécies deste estudo apresentaram estômatos paracíticos, corroborando os dados de Metcalfe e Chalk (1979), que definiram estômatos paracíticos como característicos em *Chrysobalanaceae*. Neste trabalho, os complexos estomáticos de *C. canomensis*, *L. octandra* ssp. *pallida* e *P. excelsa*, que possuem criptas estomáticas não puderam ser visualizados devido ao fato de estarem alojados no interior da cavidade e da densidade de tricomas ocorrentes no local. Espinosa-Osornio et al. (2002) descrevem para *Chrysobalanus icaco* estômatos paracíticos, assim como Jáuregui e Cardozo (2000) para *Licania cariae* e *L. pittieri*. Complexos estomáticos do tipo anomocítico foram descritos por Silva et al. (2007) para *Couepia impressa* numa área de restinga. Os estômatos encontrados na nervura central de *L. laevigata* poderiam ser confundidos com hidatódios em vista frontal, mas verifica-se que não apresentam o aparato encontrado nas referidas estruturas secretoras: bainha de feixe aberta, elementos xilemáticos, epitema (parênquima de paredes finas) e câmaras aquíferas (Apezato-da-Glória e Carmelo-Guerreiro, 2012).

Lâmina foliar e nervura central

O mesofilo de todas as espécies é dorsiventral, o que contrasta com Metcalfe e Chalk (1979) que definiram o tipo de mesofilo para *Chrysobalanaceae* como homogêneo, sem diferenciação entre parênquima paliçádico e lacunoso. Waldhoff (2003) definiu mesofilo homogêneo para *Couepia paraensis*, com ausência de parênquima lacunoso, o que pode ser explicado pela época da cheia em que as folhas foram coletadas no referido estudo. O estresse hídrico a que as folhas são submetidas nessa época pode ser o responsável pela alteração estrutural do mesofilo. Ambas as

faces do mesofilo são revestidas por cutícula espessa em várias espécies (Figura 5). Em *Hirtella physophora*, Leroy et al. (2010) encontrou mesofilo nitidamente dorsiventral, com parênquima paliádico e lacunoso bem desenvolvidos, com epiderme unisseriada recoberta por uma cutícula fina. Waldhoff (2003) observou ornamentações cuticulares e tricomas não glandulares na epiderme abaxial de *Couepia paraensis*.

No presente estudo foram observadas camadas múltiplas na epiderme adaxial em *C. longipendula*, *L. adolphoduckei*, *L. canescens*, *L. micrantha*, *L. niloi* e *L. octandra* ssp. *pallida* (Figura 5C, F, J, M-N, P). Entretanto, para afirmar se são epidermes múltiplas ou hipoderme, são necessários estudos ontogenéticos com as folhas. Metcalfe e Chalk (1979) afirmam que algumas espécies de Chrysobalanaceae apresentam epiderme papilosa e hipoderme.

A posição dos estômatos em relação à linha epidérmica varia entre as espécies deste estudo, ocorrendo abaixo, acima, no mesmo nível da epiderme ou em criptas estomáticas, sendo predominante a ocorrência de espécies com estômatos no mesmo nível da epiderme. Espinosa-Osornio et al. (2002) descreveram estômatos no mesmo nível das demais células epidérmicas para *Chrysobalanus icaco*, assim como Leroy et al. (2010) para *Hirtella physophora*.

Welle (1976) encontrou corpos de sílica no xilema secundário de *Couepia guianensis*, *Licania apetala* var. *aperta*, *L. canescens*, *L. heteromorpha* var. *heteromorpha* e *Parinari excelsa*, bem como em outras 57 espécies de Chrysobalanaceae de diferentes lugares. A presença de sílica foi utilizada por Prance (1972) como uma das evidências para a separação de Chrysobalanaceae de Rosaceae.

No estudo de Coste et al. (2005), *Licania heteromorpha* é agrupada entre espécies tolerantes à sombra. A ausência de uma calota esclerenquimática espessa, bem como de esclereides na região cortical do pecíolo e a ausência de tricomas são elementos que podem apoiar o enquadramento de *L. heteromorpha* var. *heteromorpha* como tolerante a ambientes sombreados.

A estrutura de feixes vasculares formando arcos foi observada em *Licania cariae* e *L. pittieri* por Jáuregui e Cardozo (2000). Neste estudo a vascularização do pecíolo e da nervura central foi distinta entre as espécies com várias configurações dos feixes vasculares, presença ou ausência de medula, além de uma camada de esclerênquima de espessura variável. Em um estudo com 16 espécies de Malpighiaceae, Araújo et al. (2010) dentre outros caracteres diferenciaram as espécies por meio do formato e vascularização do pecíolo e da nervura central, ocorrendo feixes em forma de arcos

contínuos e descontínuos com presença de feixes acessórios. Chrysobalanaceae está atualmente posicionada em Malpighiales, e as espécies deste trabalho apresentaram similaridades na disposição dos feixes do pecíolo e da nervura central.

Conforme Esau (1976), folhas mais expostas à radiação solar apresentam características relacionadas à xeromorfia. Todas as espécies analisadas são árvores de dossel alcançando em torno de 35-40 metros de altura, deixando parte da copa e por consequência parte das folhas dos nós das extremidades dos ramos expostas à radiação solar. As extensões de bainhas de feixes vasculares espessas, células epidérmicas alongadas, cutícula espessa, criptas estomáticas são características escleromórficas. Araújo e Mendonça (1998), em estudo com *Aldina heterophylla* (Fabaceae), uma árvore das campinas amazônicas, afirmam que nesse ambiente além da água há fatores como a luz, temperatura, solo e nutrientes que contribuem para o estabelecimento de plantas no ambiente, com características xeromórficas. Como o termo “xeromorfismo” é usado para ambientes mais secos, para plantas amazônicas usa-se o termo “escleromorfismo”.

Conforme Waldhoff e Parolin (2011), características escleromórficas atuam como um mecanismo de compensação em casos de plantas de solos pobres, como as de terra firme da floresta ombrófila densa. Read et al. (2006) compararam esclerofilia na vegetação de dois ambientes com condições diferentes de umidade e constataram que as principais influências para as folhas são a massa por área e espessura da lâmina. Folhas com maior espessura acumulam mais biomassa e compensam a produção de novos ramos em ambientes com condições de estresse.

O conjunto de caracteres analisados distingue as espécies, embora não haja estrutura peciolar, do mesófilo ou da nervura central exclusiva para um gênero. Isso é reforçado pelo fato de *Licania* ser um gênero parafilético (Yakandawala, 2002) e a família ter uma organização interna problemática (Prance e White, 1988). Estudos abordando a morfologia, a anatomia e a filogenia de Chrysobalanaceae ainda estão surgindo e a resolução de problemas com as relações internas do grupo por meio dos estudos que vem sendo realizados ainda é uma incógnita.

CONCLUSÃO

As espécies analisadas apresentam características como a cutícula espessa, extensões de bainhas de feixes vasculares e criptas estomáticas, que são adaptações para ambientes propícios ao escleromorfismo, auxiliam a otimizar o uso da água e contribuem para que espécies da família se desenvolvam na região amazônica, que é o seu centro de diversidade. Os caracteres anatômicos foliares analisados em conjunto auxiliam a identificação das espécies de forma mais eficaz.

Este trabalho contribui para estudos da flora local e para Chrysobalanaceae, assim como para o conhecimento anatômico das espécies vegetais ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke.

REFERÊNCIAS

- Andrés-Hernández, R, Terrazas, T. 2006. Anatomía foliar y del pecíolo del género *Rhus* s.str. (Anacardiaceae). **Boletín de la Sociedad Botánica de México**. 78: 95-106.
- Apezato-da-Glória, B.; Carmelo-Guerreiro, S.M. 2012. **Anatomia vegetal**. 3.ed. Viçosa, MG. Ed. UFV.
- Araújo, M.G.P.; Mendonça, M.S. 1998. Escleromorfismo Foliar de *Aldina heterophylla* Spruce ex Benth (Leguminosae: Papilionoidade) em Três Campinas da Amazônia Central. **Acta Amazonica** 28(4): 353-371
- Araújo, J.S.; Azevedo, A.A.; Silva L.C.; Meira, R.M.S.A. 2010. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). **Plant Systematics and Evolution** 286:117–131
- Coste, S.; Roggy J-C; Imbert, P.; Born, C.; Bonal, D.; Dreyer, E. 2005. Leaf photosynthetic traits of 14 tropical rain forest species in relation to leaf nitrogen concentration and shade tolerance. **Tree Physiology**. 25.
- Dickinson, W. C. 2001. **Integrative Plant Anatomy**. Academic press.
- Esau, K. 1976. **Anatomy of seed plants**. 3.ed. John Willey and Sons, New York.
- Espinosa-Osornio G., Vargas-Simón, G.; Engleman, M. 2002. Contribución al Estudio de La Anatomía Foliar del Icacó (*Chrysobalanus icaco* L.). **Bioagro** 14(1): 29-36.
- Essiett, U.A. 2010. Petiole anatomy for systematic purposes in *Eremomastax polysperma*, *Justicia insularis* and *Asystacia gangetica* (Acanthaceae). **World Journal of Applied Science and Technology**. 2(1): 69-75

- Hemsling, P.K.B.; Romero, R. 2010. Chrysobalanaceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 61(2): 281-288.
- Hopkins, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia** 56 (86): 9-25.
- Jáuregui, D. y A. Cardozo. 2000. Anatomía foliar de dos especies de Chrysobalanaceae presentes en el Parque Nacional Henri Pittier. **Acta Botánica Venezolana** 23(1):9-18.
- Kerrigan, R.A.; Dixon, D.J. 2011. Chrysobalanaceae. In Short, P.S.; Cowie, I.D. **Flora of the Darwin region**. (Northern Territory Herbarium, Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport). Vol. 1. 1-4.
- Kraus, J.E.; Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ. Edur. 198 p.
- Leroy, C. Jauneau, A., Quilichini, A., Dejean, A.; Orivel J. 2008. Comparison between the anatomical and morphological structure of leaf blades and foliar domatia in the ant-plant *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae). **Annals of Botany** 101: 501-507.
- Mauro, C.; Pereira, A.M.S.; Silva, C.P.; Missima, J.; Ohnuki, T.; Rinaldi, R.B. 2007. Estudo anatômico das espécies de cerrado *Anemopaegma arvense* (Vell.) Steff. ex de Souza (catuaba), *Zeyheria montana* Mart. (bolsa-de-pastor) e *Jacaranda decurrens* Chamisso (caroba) Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 17(2), 262-265.
- Metcalf C. R.; Chalk L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**. Volume I. Oxford University Press.
- Monteiro, K. L.; Oliveira, C.; Silva, B. M. S.; Môro, F. V.; Carvalho, D. A. 2011. Caracterização morfológica de frutos, de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.90-97.
- Prance, G.T. 1972. Chrysobalanaceae. **Flora Neotropica**, Vol. 9, Jun. 8, pp. 1-409
- _____. 2007. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Chrysobalanaceae. **Rodriguésia** 58 (3): 493-531.
- Prance, G.T. and White, F. 1988. The Genera of Chrysobalanaceae: A study in practical and theoretical taxonomy and its relevance to evolutionary biology. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London** 320: 1 -184.
- Read, J.; Sanson, G.D.; Garine-Wichatitsky, M.; Jaffre, T. 2006. Sclerophylly in two contrasting tropical environments: low nutrients vs. low rainfall. **American Journal of Botany** 93(11): 1601-1614.
- Santos, M.; Oliveira, P.L. 1995. Aspectos anatômicos do pecíolo de quatro espécies do gênero *Ocotea* Aubl. (Lauraceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **Insula** 24: 3-14.

Silva, M. D.; Chagas, M. G. S.; Pimentel, R. M. M. 2007. Anatomia Foliar de Espécies Lenhosas Dominantes numa Área de Restinga. **Revista Brasileira de Biociências**, 5(1): 543-545.

Solereider, H. 1908. **Systematic anatomy of the dicotyledons. A handbook for laboratories of pure and applied Botany.** Oxford: Clarendon Press, 2v. 1182 p.

Waldhoff, D. 2003. Leaf structure in trees of Central Amazonian floodplain forests (Brazil). **Amazoniana**. 17:451-469.

Waldhoff, D.; Parolin, P. 2011. Morphology and Anatomy of Leaves. In Junk, W.J; Piedade, M.T.F.; Wittman, F; Schöngart, J; Parolin, P. **Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management.** Springer. 615 p.

Welle, B.J.H. 1976. On the occurrence of silica grains in the secondary xylem of the Chrysobalanaceae. **Iawa Bulletin**, 2: 19-29.

Yakandawala, D., Morton, C.M. and Prance, G.T. 2001. A phylogenetic study of the Chrysobalanaceae using morphological data. *Ceylon Journal of Science (Biological Science)* 28: 1-17.

Yakandawala, D.; Morton, C. M.; Prance, G. T. 2010. Phylogenetic Relationships of the Chrysobalanaceae Inferred from Chloroplast, Nuclear, and Morphological Data. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(2): 259-281.

Capítulo 2: Aplicações taxonômicas da morfoanatomia foliar de espécies amazônicas de Chrysobalanaceae R. Br.

Resumo: Estudos morfológicos e anatômicos em Chrysobalanaceae, apesar de escassos têm auxiliado na resolução de problemas relativos à posição sistemática da família e contribuído para identificação de espécies, na elaboração de hipóteses filogenéticas e na autoecologia das espécies. Nesse sentido, este trabalho apresenta a descrição morfológica e anatômica de 20 espécies de Chrysobalanaceae dos gêneros *Couepia*, *Licania* e *Parinari* ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus – AM bem como uma análise numérica da eficiência dessas informações. A caracterização morfológica foi realizada com observação em lupa e estereomicroscópio, além de diafanização com hidróxido de sódio para detalhamento do padrão de venação. Técnicas usuais foram utilizadas no estudo anatômico. Foram elaboradas uma chave de identificação, descrições padronizadas, além da análise de contorno foliar e de componentes principais dos caracteres morfológicos. A análise de contorno foi influenciada pela variação do formato do limbo e na análise de componentes principais destacam-se variações da venação e forma do limbo. Características anatômicas deram maior contribuição para a diagnose, pois apresentaram maior variação entre as espécies. Os principais caracteres empregados na chave foram: posição das glândulas, posição dos estômatos na linha epidérmica, forma das estípulas, número de camadas da epiderme adaxial, número de feixes acessórios no pecíolo e desenvolvimento das aréolas. O conjunto de caracteres é eficaz na diferenciação entre espécies.

Abstract: (Taxonomical applications of leaf morphoanatomy of Amazonian species of Chrysobalanaceae R. Br.) Morphological and anatomical studies on Chrysobalanaceae, despite scarce have helped to solve problems related to systematic position of the family and contributed to species identification, assisting in the development of hypotheses regarding autoecology and phylogeny of species. Therefore, this work presents the anatomical and morphological description of 20 species of Chrysobalanaceae from genera *Couepia*, *Licania* and *Parinari* occurring in the Adolpho Ducke Forest Reserve, Manaus – AM. The morphological observation was done with a stereomicroscope and magnifying glass. In addition, leaves were cleared with sodium hydroxide to details of venation pattern. Usual techniques were used to anatomical studies. We prepared an identification key, standardized descriptions, analysis of leaf outline and principal component analysis of morphological characters. The contour analysis was influenced by variation on the shape of leaf blade and principal component analysis highlights variations of venation and leaf shape. The anatomical characters have greater contribution to the diagnosis, showing greater variation per feature, being mainly used in the key: position of glands, position of stomata in epidermal line, shape of the stipules, number of layers of the upper epidermis, number of accessory vascular bundles in the petiole and development of areoles. The character set is effective in differentiating between species.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é ambiente preferencial para muitos organismos e pode alojar comunidades animais e vegetais únicas, e muitas espécies novas para a ciência podem estar restritas a determinados tipos de vegetação encontrados apenas pontualmente na Amazônia (Silveira, 2003).

Dentre as famílias de angiospermas mais representativas na Amazônia em número de espécies, está Chrysobalanaceae, posicionada na ordem Malpighiales, clado Fabids (Eurosids I), incluso em Rosids (Simpson, 2006; APG III, 2009). A família apresenta distribuição tropical e subtropical, constituída por 18 gêneros e cerca de 530 espécies. Possui o principal centro de diversidade nas florestas de terras baixas (Hemsing e Romero, 2010).

Chrysobalanaceae apresenta morfologia externa relativamente uniforme (Yakandawala et. al, 2010). São árvores, arbustos ou arvoretas, possuem folhas simples, alternas, inteiras, geralmente coriáceas, glabras ou com indumento na face abaxial, duas glândulas (às vezes de difícil visualização) na base da lâmina ou no pecíolo. Apresentam duas estípulas, variando de minúsculas e caducas a grandes e permanentes, de formas variadas e domácias podem estar presentes (Prance, 1972; Kerrigan e Dixon, 2011). Espécies da família são utilizadas na extração de madeira, alimentação, arborização urbana e paisagismo (Prance e Sothers, 1999; Lorenzi, 2002), além de várias espécies possuírem propriedades antitumoral, antimicrobial e antioxidante (Carvalho e Costa, 2009).

Estudos taxonômicos realizados com Chrysobalanaceae baseiam-se geralmente em caracteres morfológicos florais (Prance, 1972; Prance, 1989; Prance, 2007; El Ottra et al., 2008; Hemsing e Romero, 2010). No entanto, Prance e Sothers (1999) afirmam que caracteres vegetativos como estípulas e glândulas podem ser eficazes na identificação de espécies da família.

A anatomia foliar tem sido cada vez mais utilizada como ferramenta para a identificação de espécies, assim como para inferir relações filogenéticas. Estudos morfológicos com foco em caracteres vegetativos são úteis na identificação de espécies quando a coleta de material fértil não é viável (Cutler, 2011). Trabalhos com a abordagem morfoanatômica têm auxiliado na identificação de espécies, bem como na definição de padrões morfológicos não observados em estudos anteriores (Araújo et al., 2010). A morfoanatomia também é uma ferramenta de utilidade para estudos para identificação de espécies a partir de plântulas (Monteiro, 2012).

Chrysobalanaceae possui uma história taxonômica problemática. Prance (1972) utilizou caracteres anatômicos para separar a família de Rosaceae, na qual estava inserida como uma subtribo. Prance e White (1988) definiram quatro tribos em Chrysobalanaceae, que foram constatadas como sendo parafiléticas em estudos filogenéticos posteriores. Nesses trabalhos, o gênero *Licania* foi definido como parafilético, e é ressaltada a necessidade de estudos com vários táxons para elucidar questões sobre relações internas do grupo (Yakandawala et al., 2001, 2010).

Este estudo teve como objetivo a análise de características morfológicas e anatômicas das folhas de 20 espécies de Chrysobalanaceae ocorrentes na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus – AM, o preparo de ilustrações, a definição de caracteres diagnósticos, a aplicação da técnica de análise do contorno e análise de componentes principais (PCA) da morfologia das folhas, bem como a elaboração de chaves de identificação e descrições padronizadas para as espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Reserva Florestal Adolpho Ducke é uma área de floresta amazônica primária de 100 km², localizada próxima à cidade de Manaus e pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Situa-se entre as coordenadas oeste: -59° 59', -59° 53', norte: -2° 55', -3° 01'. A Reserva vem transformando-se em um fragmento florestal isolado devido à devastação decorrente do aumento da população de Manaus (Hopkins, 2005).

Amostragem

Os indivíduos dos quais foram coletadas folhas pertencem a 20 espécies em três gêneros, que estão marcados e identificados como resultado das atividades do Projeto Flora da Reserva Ducke, e possuem material testemunho armazenado no herbário INPA. Para todos os parâmetros morfológicos e anatômicos foram utilizadas folhas de três a quatro indivíduos de cada espécie, localizadas em ramos mais externos da copa. Para algumas espécies foi utilizado material auxiliar do Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, sendo que para *Licania impressa* e *L. prismatocarpa* foi utilizado somente material herborizado (Tabela 1). Os procedimentos para análise anatômica foram realizados com material fresco ou fixado em FAA₅₀.

Tabela 1: Lista de espécies e número de indivíduos de Chrysobalanaceae da Reserva Ducke empregados nas análises. (*espécies em que as análises foram feitas exclusivamente com material herborizado)

n ^o	Espécie	N ^o de indivíduos	Material auxiliar
1	<i>Couepia canomensis</i> (Mart.) Benth. ex Hook. f.	2	INPA178329
2	<i>Couepia guianensis</i> Aubl. subsp. <i>guianensis</i>	3	
3	<i>Couepia longipendula</i> Pilg.	3	
4	<i>Couepia robusta</i> Huber	4	
5	<i>Couepia ulei</i> Pilg.	3	
6	<i>Licania adolphoduckei</i> Prance	3	
7	<i>Licania apetala</i> var. <i>aperta</i> (Benth) Prance	2	INPA178395
8	<i>Licania bracteata</i> Prance	2	INPA190954
9	<i>Licania canescens</i> Benoist	3	
10	<i>Licania heteromorpha</i> Benth var. <i>heteromorpha</i>	2	INPA191032
11	<i>Licania impressa</i> Prance*	1	INPA191040
12	<i>Licania laevigata</i> Prance	2	INPA189808
13	<i>Licania micrantha</i> Miq.	3	
14	<i>Licania niloi</i> Prance	2	INPA190959
15	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	2	INPA178642
16	<i>Licania octandra</i> ssp. <i>pallida</i> (Hook.f.) Prance	3	
17	<i>Licania prismatocarpa</i> Spruce ex Hook.f.*	1	INPA188277
18	<i>Licania sandwithii</i> Prance	2	INPA178321
19	<i>Licania unguiculata</i> Prance	3	
20	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	3	

Morfologia foliar

Folhas plenamente desenvolvidas, inseridas no terceiro ou quarto nó abaixo da gema apical, preferencialmente removidas de ramos não-férteis foram usadas nas análises morfométricas. *Licania impressa* e *L. prismatocarpa* não foram utilizadas neste tratamento, excepcionalmente por não terem indivíduos coletados em campo. Mediu-se para cada folha a largura e o comprimento do limbo, o diâmetro e comprimento do pecíolo, utilizando paquímetro digital de precisão. Os pares de nervuras secundárias também foram quantificados.

Para a morfologia foliar foi verificado: filotaxia, presença e forma da estípula, forma do limbo (contorno, margem, base e ápice), venação, coloração, glândulas (presença / ausência, posição), consistência e tipo de superfície (glabra ou pilosa), além do contorno do pecíolo. A terminologia utilizada segue o estabelecido por Hickey (1979) e Hickey e King (2000). Para definir os padrões da forma do limbo de forma não-subjetiva realizou-se análise com uso de pacote de softwares para análise quantitativa de contornos de estruturas biológicas, SHAPE (Iwata e Ukai, 2002). O programa também realiza análise de componentes principais (PCA) para a reconstrução dos contornos e informa os dados da matriz de variância/covariância e os autovalores e autovetores gerados nas análises.

Para observações a respeito do padrão de venação utilizou-se o método de diafanização com hidróxido de sódio 5%, coloração com safranina 1%, desidratação em série etanólica (Arnott, 1959 modificado por Lersten, 1967, descrito por Kraus e Arduin, 1997) e

montagem em verniz vitral, meio de montagem sugerido por Paiva (2006). A descrição segue os padrões estabelecidos por Hickey (1973, 1979) e Ellis (2009). Diafanizou-se as folhas inteiras para evitar erros na descrição por distorção na forma da venação, exceto em *L. prismatocarpa*.

Anatomia foliar

Para as análises anatômicas foram utilizadas técnicas para visualização frontal de células epidérmicas, além de cortes transversais na porção mediana do pecíolo e do limbo. Maiores detalhes sobre as técnicas estão no capítulo I deste trabalho.

Registros e análises

A ilustração do trabalho foi feita por meio de fotografias e ilustrações em nanquim para registro de caracteres morfológicos, além de fotomicrografias obtidas com câmera digital Canon PC1252 acoplada a um estereomicroscópio Zeiss Primo Star MicroImaging 37081 para as observações anatômicas realizadas sobre o material.

A partir dos autovalores das análises de contorno e da análise de componentes principais dos caracteres morfológicos foram gerados gráficos de dispersão das 18 espécies cujo material foi coletado em campo com uso do software PC-ORD.

Foi elaborada uma chave de identificação e descrições padronizadas com o uso do software Description Language for Taxonomy (DELTA) utilizando 20 caracteres morfológicos e 11 caracteres anatômicos. Apenas os caracteres que diferenciaram entre espécies e que podem ter valor taxonômico foram inseridos. O sistema é útil como meio de produção de chaves em linguagem simples para identificação e busca de informações, além de codificar dados para estudos filogenéticos e fenéticos (Dallwitz et al., 1993).

RESULTADOS

Morfologia

As espécies de Chrysobalanaceae analisadas aqui possuem o padrão morfológico básico descrito para a família, com folhas simples, alternas, dísticas, pecioladas, com estípulas presentes geralmente nos ramos mais jovens (Figuras 1-5). O pecíolo apresenta forma, diâmetro e comprimento variável entre as espécies, assim como a presença ou posição das glândulas. Glândulas não foram observadas em *C. canomensis*, *C. robusta*, *L. bracteata*, *L. canescens* e *L. sandwithii* (Figura 1A, D, 2D, 3A, 5B), ocorrem na base do limbo em *C.*

guianensis ssp. *guianensis*, *C. longipendula*, *L. micrantha*, *L. niloi*, *L. oblongifolia* e *L. prismatocarpa* (Figura 1B-C, 4A-C, 5A), nas axilas das nervuras secundárias em *C. ulei* (Figura 2A), distribuídas no limbo em *L. adolphoduckei* e *L. laevigata* (Figura 2B, 3D). Em *L. apetala* var. *aperta*, as glândulas ocorrem na margem da base e no limbo (Figura 2C), em *L. heteromorpha* var. *heteromorpha* no ápice do pecíolo e no limbo (Figura 3B), em *L. impressa* e *P. excelsa* no meio do pecíolo (Figura 3C, 5D). As glândulas ocorrem no ápice do pecíolo em *L. octandra* ssp. *pallida* e *L. unguiculata* (Figura 4D, 5C).

O formato do limbo também variou entre as espécies, com a maioria apresentando o formato elíptico. A margem geralmente é inteira, sendo pouco revoluto em *L. impressa* e nitidamente revoluto em *L. niloi* (Figura 4B). A base apresenta formato variável com predominância de forma decurrente, enquanto o ápice é acuminado na maioria dos casos. Estípulas são presentes em todas as espécies com formatos variáveis, sendo que predomina o formato linear, ocorrendo estípulas lanceoladas em *C. longipendula*, *C. robusta*, *L. adolphoduckei*, *L. bracteata*, *L. heteromorpha*, *L. prismatocarpa* e *L. unguiculata* (Figura 1C, D, 2B, D, 3B, 5A, C), e estípulas elípticas são encontradas somente em *L. sandwithii* e *P. excelsa* (Figura 5B, D).

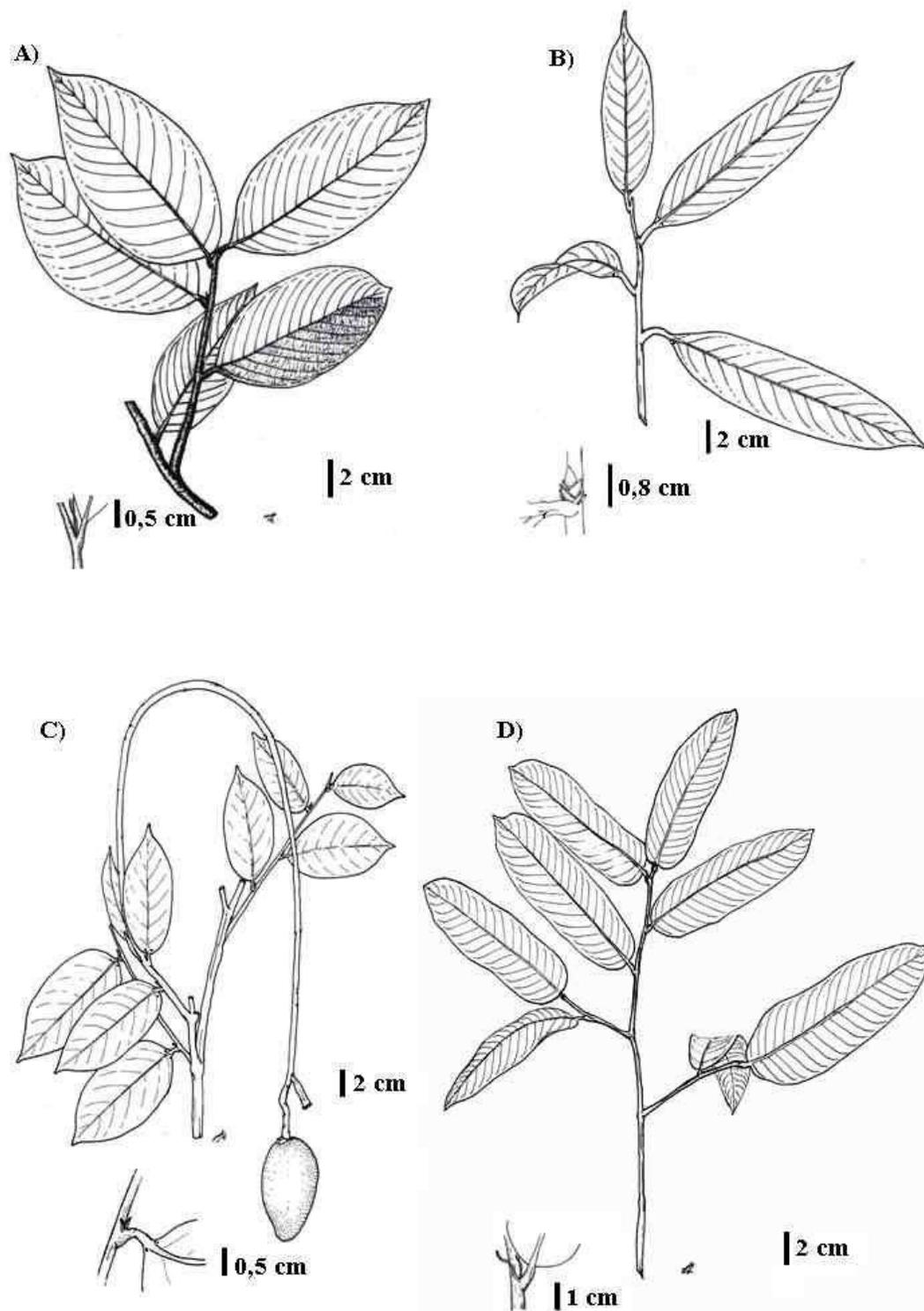


Figura 1: Hábito e detalhe das estípulas de a) *Couepia canomensis*, b) *C. guianensis*, c) *C. longipendula* e d) *C. robusta*.

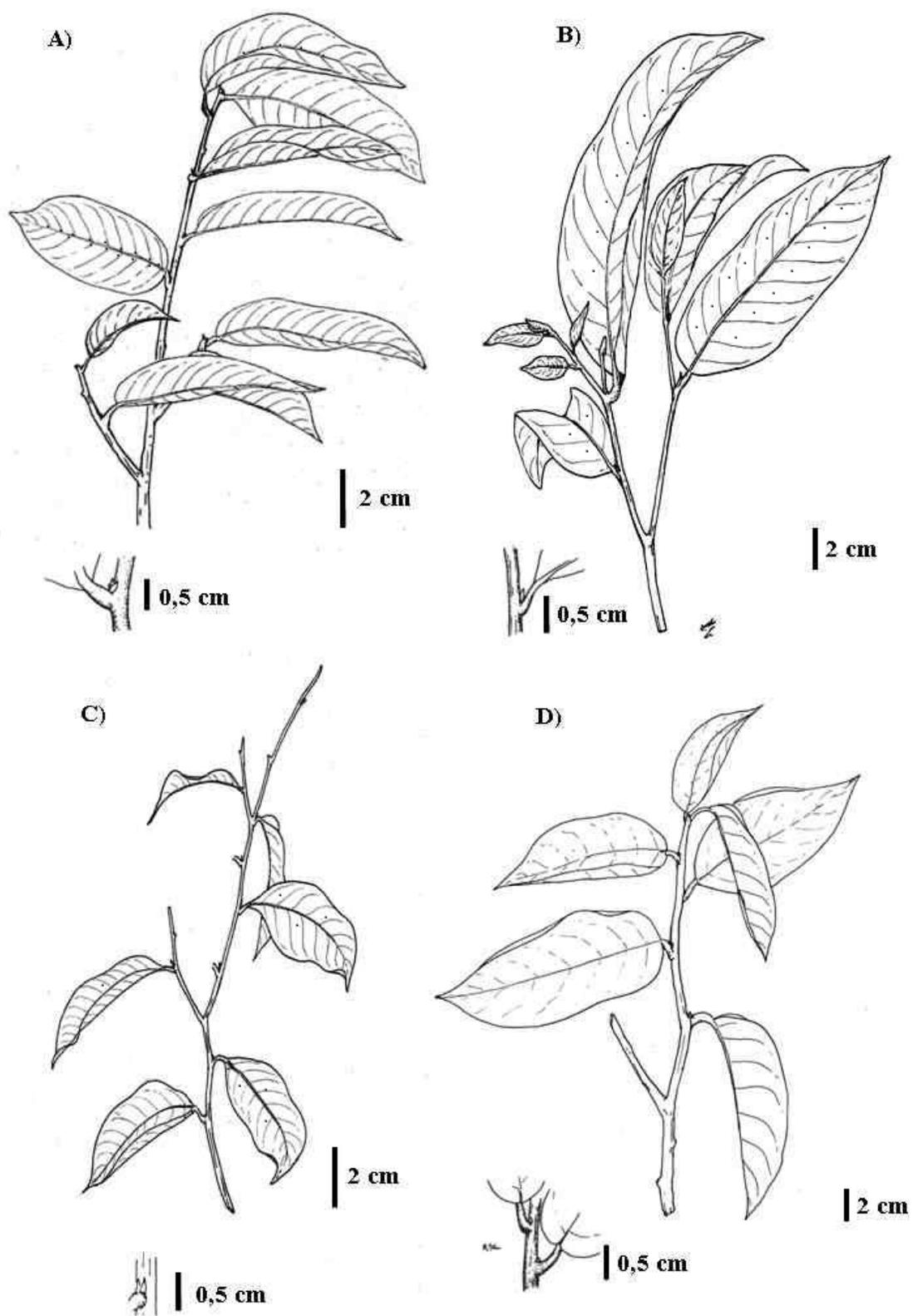


Figura 2: Hábito e detalhe das estípulas de a) *Couepia ullei*, b) *Licania adolphoduckei*, c) *L. apetala* var. *aperta* e d) *L. bracteata*.

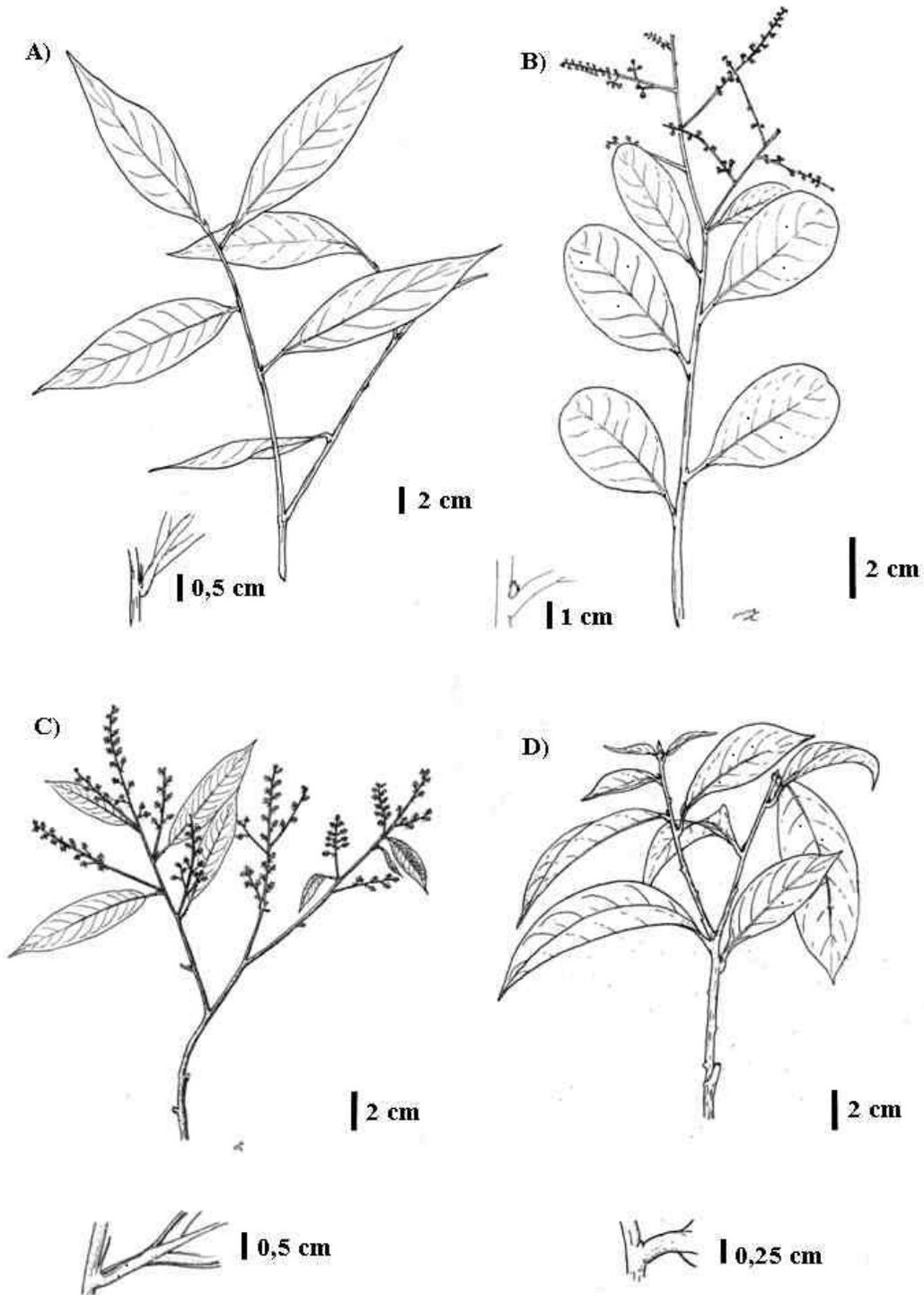


Figura 3: Hábito e detalhe das estípulas de a) *Licania canescens*, b) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, c) *L. impressa* e d) *L. laevigata*.

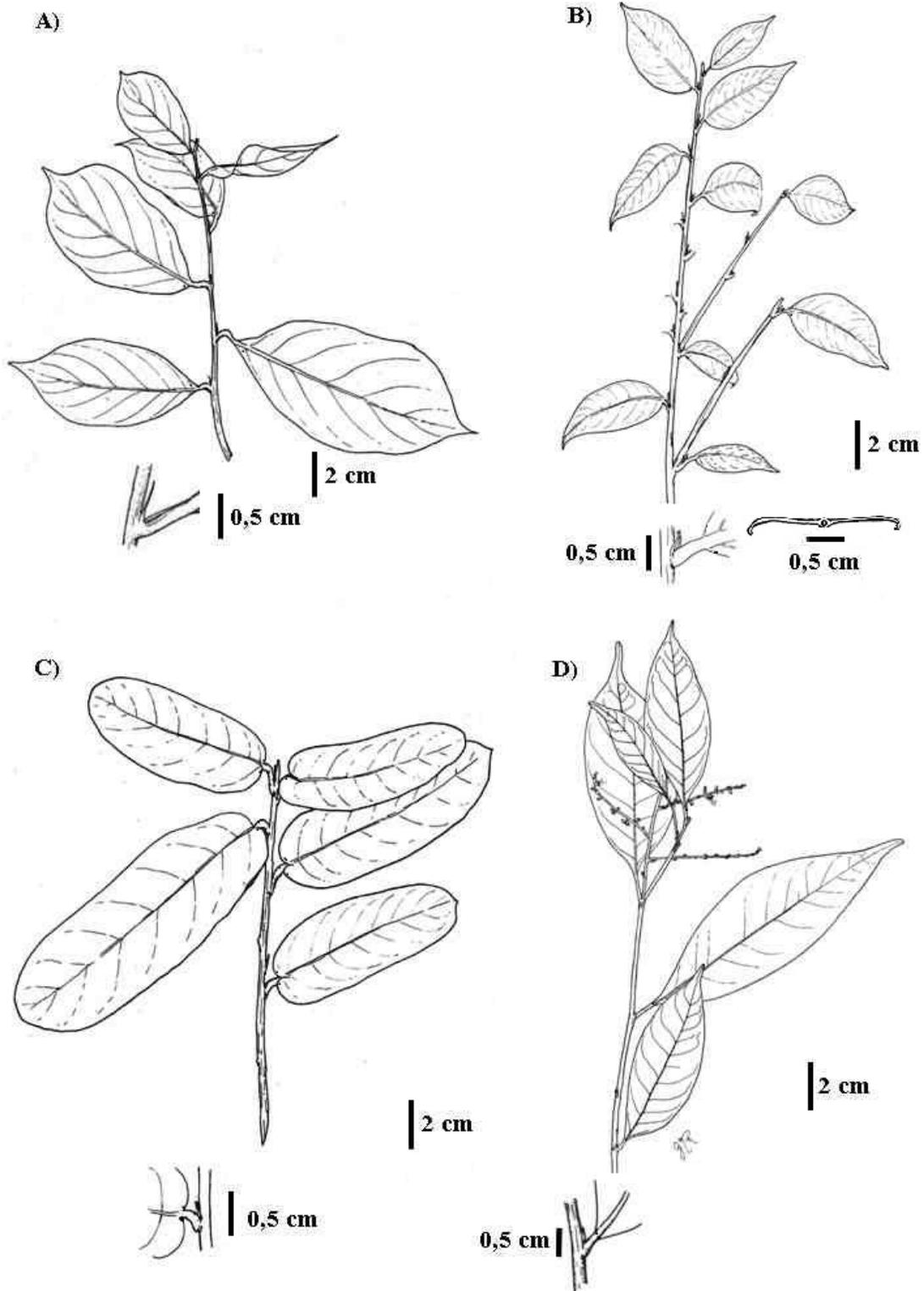


Figura 4: Hábito e detalhe das estípulas de a) *Licania micrantha*, b) *L. niloi*, c) *L. oblongifolia* e d) *L. octandra* ssp. *pallida*.

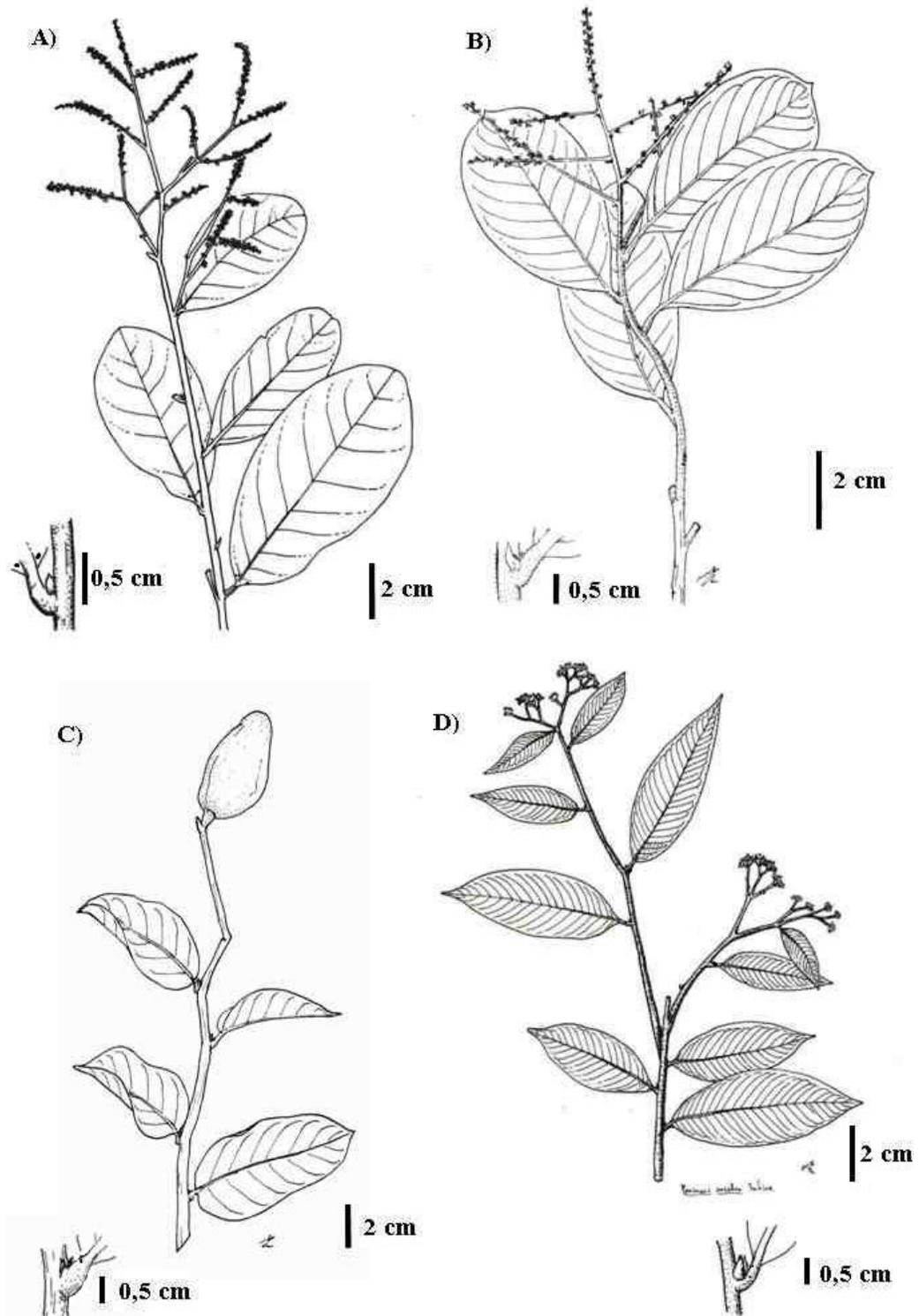


Figura 5: Hábito e detalhe das estípulas de a) *Licania prismatocarpa*, b) *L. sandwithii*, c) *L. unguiculata* e d) *Parinari excelsa*.

Após as análises dos contornos foliares realizadas no pacote de softwares SHAPE foi possível confirmar que as espécies que apresentaram maior variação no tipo de forma do limbo (*Couepia longipendula*, *Licania heteromorpha* var. *heteromorpha* e *L. sandwithii*) possuem os maiores valores para os dois componentes principais para o contorno (Figura 6). No entanto, um grupo de espécies apresentou pouca variação (baixos autovalores nos dois eixos analisados), como *L. adolphoduckei* e *L. bracteata*. Também foram informados os tipos principais de contorno das folhas analisadas por reconstrução vetorial além das amplitudes de variação dos mesmos (Figura 7), sendo possível observar alta sobreposição de forma e tamanho em várias espécies, como *L. adolphoduckei* e *L. niloi*, que estão em um grupo com menor variação.

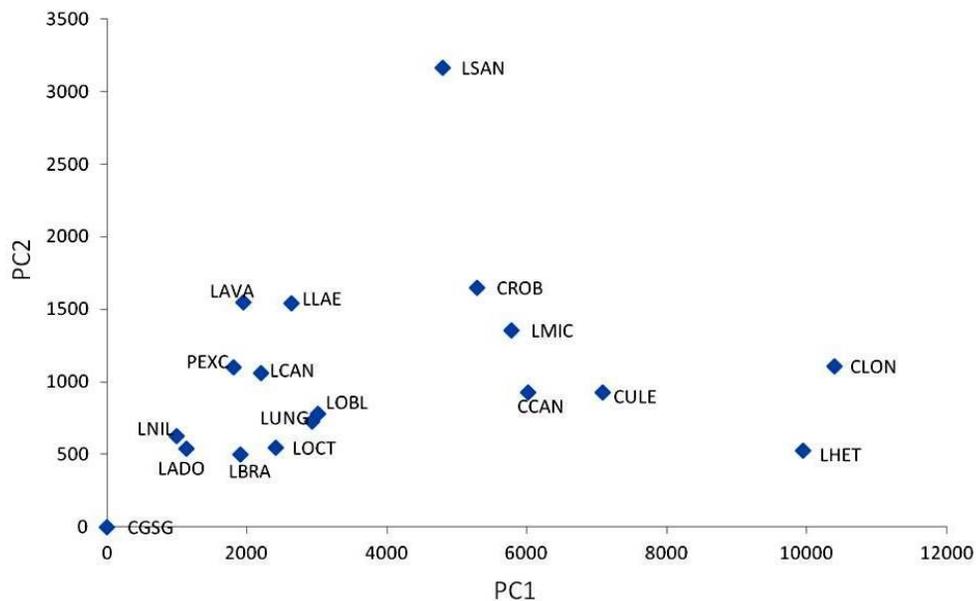


Figura 6: Dispersão gráfica de 18 espécies de Chrysobalanaceae para os dois primeiros componentes principais referentes ao contorno. Dados gerados pelo pacote SHAPE. CCA: *Couepia canomensis*, CGSG: *C. guianensis* ssp *guianensis*, CLON: *C. longipendula*, CROB, *C. robusta*, CULE: *C. ulei*, LADO: *Licania adolphoduckei*, LAVA: *L. apetala* var. *aperta*, LBRA: *L. bracteata*, LCAN: *L. canescens*, LHET: *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, LLAE: *L. laevigata*, LMIC: *L. micrantha*, LNIL: *L. niloi*, LOBL: *L. oblongifolia*, LOCT: *L. octandra* ssp. *pallida*, LSAN: *L. sandwithii*, LUNG: *L. unguiculata*, PEXC: *Parinari excelsa*.

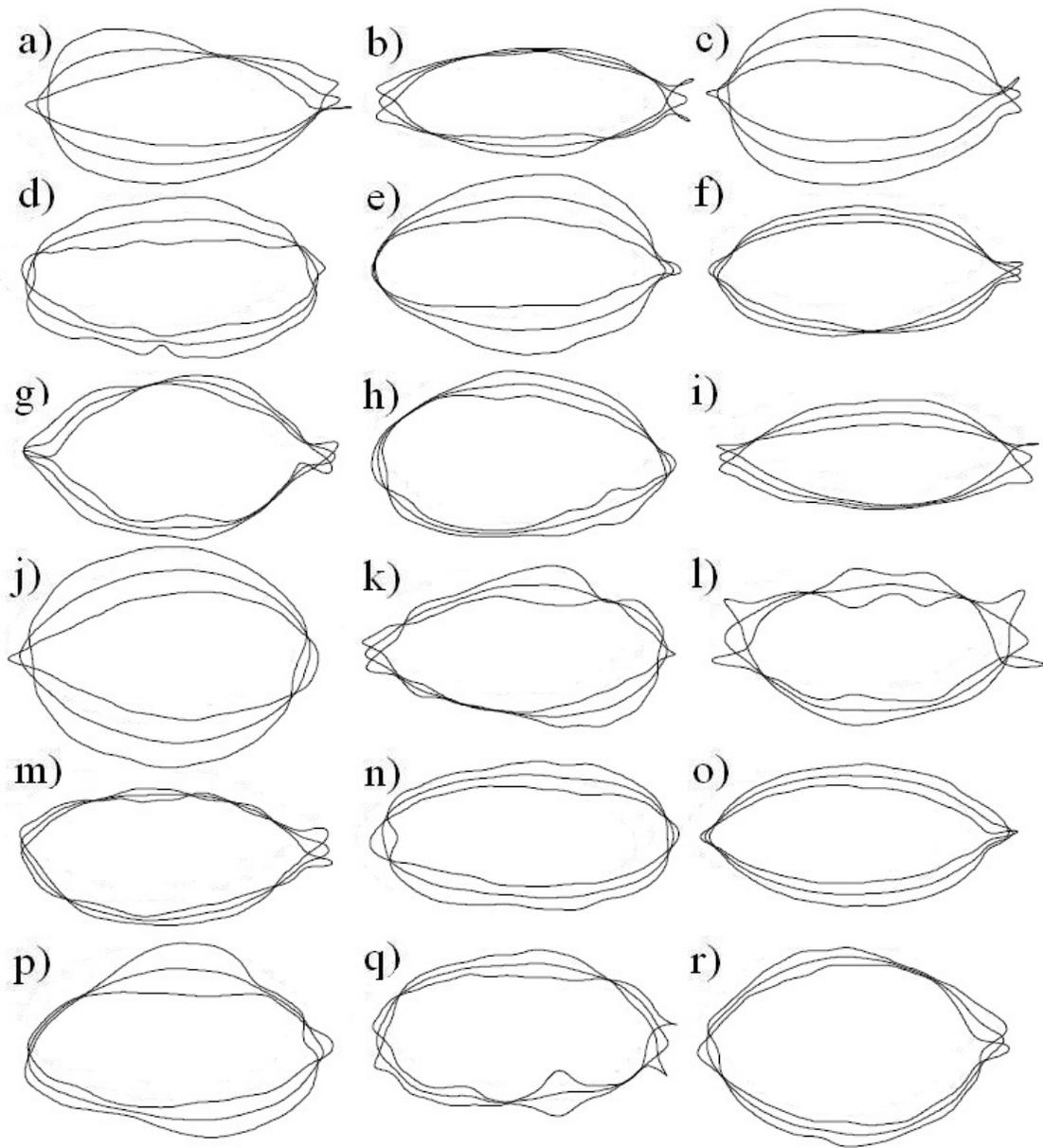


Figura 7: Padrões de contorno do limbo para espécies de Chrysobalanaceae da Reserva Florestal Adolpho Ducke obtidos pelo pacote de programas SHAPE. Elípticos: A) *Couepia canomensis*, B) *C. guianensis* ssp. *guianensis*, E) *C. ulei*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, L) *L. micrantha*, O) *L. octandra* ssp. *pallida*, R) *Parinari excelsa*. Ovoido-oblongo: C) *C. longipendula*, M) *L. niloi*, Q) *L. unguiculata*. Elíptico-oblongo: D) *C. robusta*. Obovado-oblongo: F) *Licania adolphoduckei*. Ovoido: G) *L. apetala* var. *aperta*, H) *L. bracteata*. Lanceolado: I) *L. canescens*. Obovado-elíptico: K) *L. laevigata*, P) *L. sandwithii*. Oblongo: N) *L. oblongifolia*. As imagens correspondem à sobreposição das médias dos componentes principais e dos desvios padrões multiplicados por +2 e -2.

A análise de contorno conseguiu separar as espécies de acordo com a variação intraespecífica do formato do limbo, mas muitas estão organizadas em um grupo com pouca variação e consequente sobreposição de forma (Figuras 6 e 7). De maneira complementar, essas espécies podem ser diferenciadas pelo tamanho do limbo, quantidade de nervuras secundárias ou pelos caracteres anatômicos (vide capítulo 1 deste trabalho). Pode-se citar como exemplo *L. apetala* var. *aperta* e *L. bracteata*, que possuem valores próximos para o primeiro componente, mas apresentam forma da base, tamanho do limbo, vascularização do pecíolo e posição dos estômatos distintos. *Couepia longipendula* e *L. heteromorpha* apresentaram os maiores valores para o primeiro componente, e por consequência, maior plasticidade na forma do limbo. As espécies também são amplamente distintas pela sua estrutura anatômica, apresentando vascularização, forma e número de camadas epidérmicas, medula e organização do esclerênquima distintos.

A dispersão gráfica resultante do conjunto de caracteres morfológicos obtida pela análise de componentes principais organizou alguns grupos, sendo que considerando os dois componentes principais da análise ($\lambda_1=8,534$; variância explicada = 43,813%; $\lambda_2 = 4,424$ e variância explicada = 22,714%) os caracteres que deram maior contribuição para a organização dos grupos foram: forma do ápice, cor, saliência da venação abaxial com autovalores positivos; posição das glândulas, base e forma do limbo com autovalores negativos, enquanto para o segundo eixo a forma do limbo, do ápice e tipo de venação influem por um lado, enquanto o número de pares de nervuras secundárias, a saliência da venação adaxial e a posição das glândulas apresentaram os maiores autovalores em outro. Essa organização resulta na formação de pequenos blocos relativamente homogêneos e outras espécies, principalmente de *Licania* dispersas nos eixos sob influência do formato do limbo (Figura 8). A formação de grupos nesta dispersão difere nas espécies que compõem cada grupo daquela observada na dispersão baseada nos componentes principais para o contorno. Entretanto, esta dispersão destaca a variação de forma do limbo entre espécies, principalmente de *Licania*, mostrando que as duas análises podem ser utilizadas de forma complementar como ferramentas para o reconhecimento das espécies de Chrysobalanaceae.

A consistência do limbo é cartácea em *C. guianensis*, *L. adolphoduckei*, *L. laevigata*, *L. oblongifolia* e *P. excelsa*, enquanto nas demais espécies a lâmina é coriácea. Dentre os caracteres morfológicos utilizados na PCA, um dos que mais teve influência foi o padrão de venação, sendo mais recorrente entre as espécies deste trabalho o eucamptódromo, com a ocorrência em alguns casos de venação mista eucamptódroma/broquidódroma. As nervuras

secundárias formam ângulos agudos com cursos curvados abruptamente próximos a margem. Nervuras intersecundárias simples ocorrem em várias espécies e nervuras terciárias seguem o modelo percurrente, com variações na orientação através da área intercostal formando ângulos obtusos em relação à nervura central (Figura 9). Aréolas formam padrões variando entre moderadamente e bem desenvolvidas. Vênulas geralmente formam ramificações dendríticas, ocorrendo também vênulas não ramificadas. O padrão “não ramificado” não ocorreu em *Licania* (Figura 10).

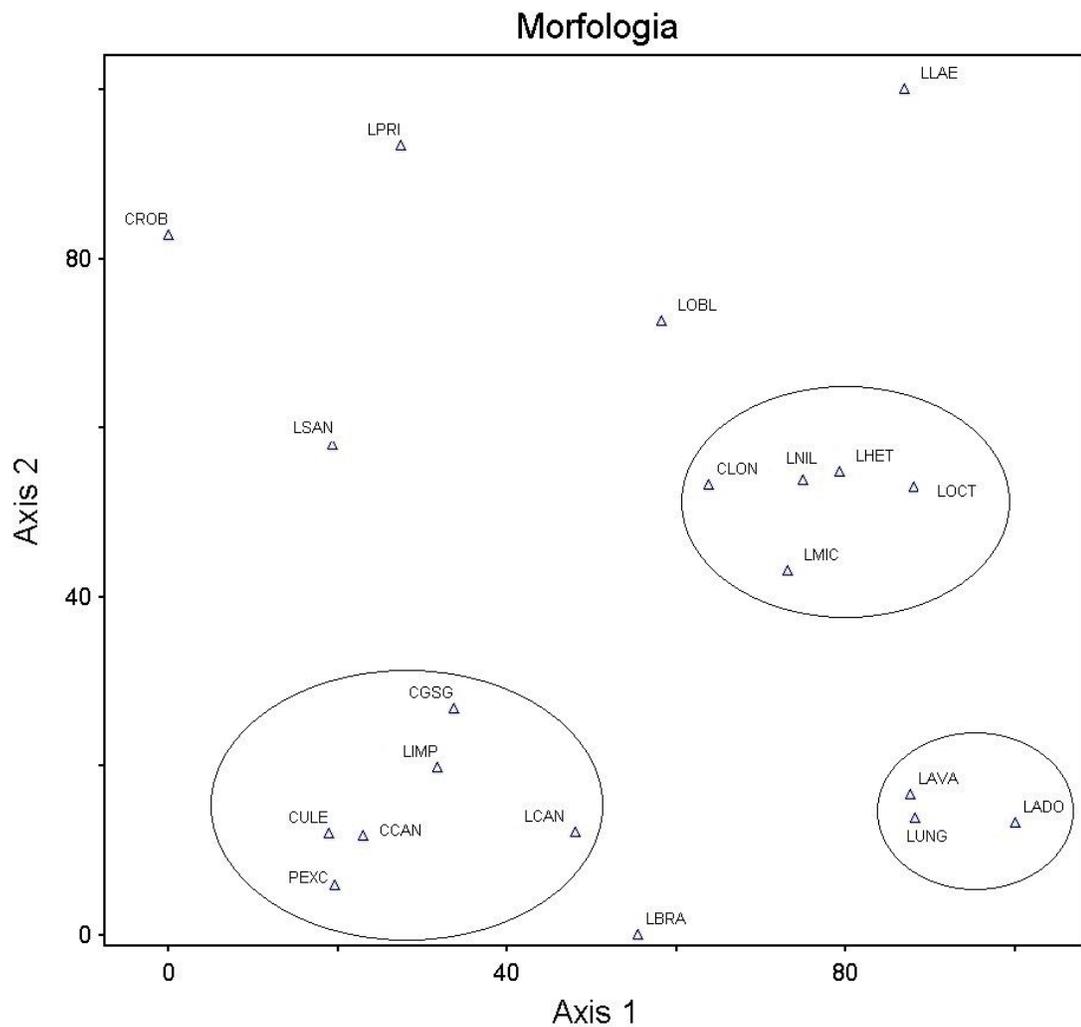


Figura 8: Dispersão gráfica de Chrysobalanaceae baseada em 16 variáveis morfológicas. CCA: *Couepia canomensis*, CGSG: *C. guianensis* ssp. *guianensis*, CLON: *C. longipendula*, CROB: *C. robusta*, CULE: *C. ulei*, LADO: *Licania adolphoduckei*, LAVA: *L. apetala* var. *aperta*, LBRA: *L. bracteata*, LCAN: *L. canescens*, LHET: *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, LIMP: *L. impressa*, LLAE: *L. laevigata*, LMIC: *L. micrantha*, LNIL: *L. niloi*, LOBL: *L. oblongifolia*, LOCT: *L. octandra* ssp. *pallida*, LPRI: *L. prismatocarpa*, LSAN: *L. sandwithii*, LUNG: *L. unguiculata*, PEXC: *Parinari excelsa*.



Figura 9: Padrão de venação de espécies de Chrysobalanaceae da Reserva Florestal Adolpho Ducke. Camptódromo-eucamptódromo: A) *Couepia canomensis*, C) *C. longipendula*, D) *C. robusta*, H) *L. bracteata*, J) *L. heteromorpha* var. *heteromorpha*, K) *L. impressa*, L) *L. laevigata*, M) *L. micrantha*, O) *L. oblongifolia*, P) *L. octandra* ssp. *pallida*, Q) *L. prismatocarpa*, R) *L. sandwithii*, T) *Parinari excelsa*. Eucamptódromo / brochidódromo: B) *C. guianensis* ssp. *guianensis*, F) *Licania adolphoduckei*, I) *L. canescens*, N) *L. niloi*, S) *L. unguiculata*. Camptódromo-brochidódromo: E) *C. ulei*, G) *L. apetala* var. *aperta*. Escala: 3 cm

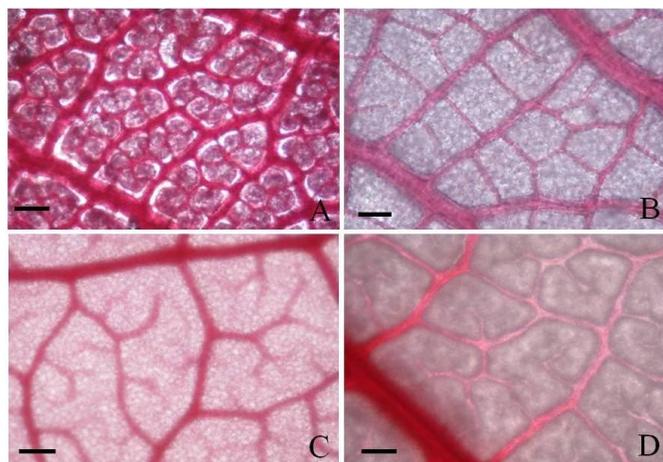


Figura 10: Desenvolvimento das aréolas de Chrysobalanaceae: Desenvolvimento moderado (forma regular e tamanho variável): A) *Couepia canomensis*, C) *Licania adolphoduckei*. Bem desenvolvidas (forma e tamanho regulares): B) *C. guianensis* ssp. *guianensis*. Pobremente desenvolvidas (forma e tamanho irregulares): D) *Parinari excelsa*. Vênulas dendríticas ocorrem em A, C e D; não ramificadas em B. Escala: 200 μm .

Anatomia

As informações detalhadas referentes à caracterização anatômica de cada espécie constam no capítulo 1 deste trabalho. Os caracteres anatômicos utilizados para a diagnose das espécies estão inclusos na chave de identificação e nas descrições das espécies a seguir.

Chave de identificação para espécies de Chrysobalanaceae baseada em caracteres morfoanatômicos foliares

1. Pecíolo convexo em ambas as faces 2
 Pecíolo plano-convexo 5
 Pecíolo côncavo-convexo 7
- 2(1). Estípulas lanceoladas *Licania bracteata*
 Estípulas elípticas *Licania sandwithii*
 Estípulas lineares 3
- 3(2).
 Feixes acessórios 2 pares *Licania oblongifolia*
 Feixes acessórios 1 feixe *Licania octandra ssp. pallida*
 Feixes acessórios 1 par 4
- 4(3). Venação eucamptódroma; nervuras intercundárias ausentes; nervura central com face adaxial côncava;
 estômatos em criptas estomáticas *Couepia canomensis*
 Venação broquidódroma; nervuras intercundárias presentes; nervura central com face adaxial convexa;
 estômatos na linha epidérmica *Licania apetala var. aperta*
- 5(1). Venação broquidódroma; pilosidade esparsa no pecíolo; venação adaxial impressa *Couepia ulei*
 Venação mista eucamptódroma/broquidódroma; pecíolo glabro; venação adaxial saliente *Licania adolphoduckei*
 Venação eucamptódroma; pilosidade densa no pecíolo; venação adaxial imersa 6
- 6(5). Aréolas fechadas com formas irregulares; vênulas dendríticas; células epidérmicas formam anel em torno dos
 estômatos paracíticos; glândulas na base do limbo *Licania prismatocarpa*
 Aréolas fechadas com forma e tamanho regular; vênulas não ramificadas; estômatos paracíticos sem anel de
 células epidérmicas; glândulas ausentes *Couepia robusta*
- 7(1). Glândulas ausentes *Licania canescens*
 Glândulas distribuídas no limbo *Licania laevigata*
 Glândulas restritas à margem da base *Licania niloi*
 Glândulas no ápice do pecíolo *Licania unguiculata*
 Glândulas no ápice do pecíolo e ao longo do limbo *Licania heteromorpha*
 Glândulas no meio do pecíolo 8
 Glândulas na base do limbo 9
- 8(7). Estípulas lineares; aréolas fechadas com formas irregulares; pecíolo com 2 pares de feixes acessórios; nervuras
 intercundárias ausentes *Licania impressa*
 Estípulas elípticas; aréolas com forma e tamanho irregulares; pecíolo sem feixes acessórios; nervuras
 intercundárias presentes *Parinari excelsa*
- 9(7). Pecíolo com 1 par de feixes acessórios; 7-8 pares de nervuras secundárias; pecíolo com 1 anel vascular fechado.
 *Couepia longipendula*
 Pecíolo com 2 pares de feixes acessórios; 13-15 pares de nervuras secundárias; pecíolo 1 anel vascular fechado
 com dois arcos floemáticos internos *Couepia guianensis ssp. guianensis*
 Pecíolo com 3 pares de feixes acessórios; 5-6 pares de nervuras secundárias; pecíolo com 1 arco invaginado
 *Licania micrantha*

Descrições padronizadas das espécies de Chrysobalanaceae geradas pelo software DDescription Language for TAXonomy (DELTA)

Couepia canomensis (Mart.) Benth. ex Hook. f.

Pecíolo convexo em ambas as faces, com tricomas esparsos, 4,4-(7,9 ± 2,1)-12,9 mm de comprimento, 1,2-(2,0 ± 0,4)-2,9 mm de diâmetro. **Limbo** elíptico, com base arredondada, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 61,8-(98,6 ± 20,5)-135,4 mm, largura 28,8-(39,8 ± 7,9)-52,0 mm. Coriáceo, discolor, glândulas ausentes, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma, com 13–15 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Venação terciária percurrente convexa. Venação adaxial impressa e abaxial saliente. Aréolas fechadas de tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial côncava. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos em criptas estomáticas. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

Couepia guianensis Aubl. subsp. *guianensis*

Pecíolo canaliculado, glabro, comprimento 7,6-(9,1 ± 0,8)-10,9 mm, diâmetro 1,1-(1,5 ± 0,2)-1,9 mm. **Limbo** elíptico, com base aguda, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 90,6-(148,0 ± 25,3)-206,3 mm, largura 35,1-(42,4 ± 4,2)-51,9 mm. Cartáceo, discolor, glândulas na base do limbo, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** mista eucamptódroma / broquidódroma, 13-15 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas de tamanho regular. Vênulas não ramificadas. **Vascularização do pecíolo** com um anel com dois arcos floemáticos internos. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

Couepia longipendula Pilg.

Pecíolo côncavo-convexo, glabro, comprimento 7,6-(9,1 ± 1,1)-11,1 mm, diâmetro 1,7-(1,9 ± 0,2)-2,3 mm. **Limbo** ovado-oblongo com base decurrente, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 102,7-(132,7 ± 16,9)-172,3 mm, largura 32,7-(46,9 ± 6,5)-58,3 mm. Coriáceo, discolor, glândulas na base do limbo, glabro, estípulas lanceoladas. **Venação** eucamptódroma, com 7-8 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas de tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel fechado. Medula presente. Esclereídes no córtex ausentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial múltipla. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. Mesofilo com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares presentes.

Couepia robusta Huber

Pecíolo plano-convexo, com pilosidade densa, comprimento 13,1-(17,2 ± 2,4)-21,5 mm, diâmetro 5,0-(6,5 ± 1,0)-9,8 mm. **Limbo** elíptico-oblongo com base cordada, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 190,0-(286,5 ± 41,8)-383,0 mm, largura 82,0-(115,2 ± 18,8)-163,5 mm. Coriáceo, discolor, glândulas ausentes, tricomas na face abaxial. Estípulas lanceoladas. Venação eucamptódroma, com 20-21 pares de nervuras secundárias. **Venação** secundária excurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho regular. Vênulas não ramificadas. **Vascularização do pecíolo** com um anel fechado e um arco interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex presentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Couepia ulei* Pilg.**

Peciolo plano-convexo, com pilosidade esparsa, comprimento 2,2-(9,8 ± 5,0)-9,8 mm, diâmetro 1,6-(2,3 ± 0,8)-6,8 mm. **Limbo** elíptico com base arredondada, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 37,1-(98,4 ± 123,7)-123,0 mm, largura 32,4-(42,9 ± 5,6)-52,3 mm. Coriáceo, discolor, glândulas nas axilas das nervuras secundárias, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** broquidódroma com 11-12 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial impressa e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho regular. Vênulas não ramificadas. **Vascularização do peciolo** com um arco invaginado. Medula presente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial proeminente. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos abaixo da linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania adolphoduckei* Prance**

Peciolo plano-convexo, glabro, 5,6-(8,2 ± 1,5)-11,6 mm, diâmetro 1,6-(2,8 ± 0,7)-4,8 mm. **Limbo** obovado a oblongo, base decurrente, ápice acuminado e margem inteira, comprimento 79,6-(134,8 ± 28,0)-179,3 mm, largura 39,8 -(59,8 ± 10,7)-78,4 mm. Cartáceo, discolor, glândulas distribuídas no limbo, glabro, estípulas lanceoladas. **Venação** mista eucamptódroma / broquidódroma, com 13-15 pares de nervuras secundárias. **Venação** secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do peciolo** com um anel e um arco interno voltado para a face abaxial. Medula presente. Esclereídes no córtex presentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial múltipla. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania apetala* var. *aperta* (Benth) Prance**

Peciolo convexo na face adaxial e levemente côncavo na abaxial com tricomas esparsos, comprimento 3,0-(3,9 ± 0,4)-4,5 mm, diâmetro 0,9-(1,2 ± 0,1)-1,4 mm. **Limbo** ovado, com base decurrente, ápice acuminado e margem inteira, comprimento 37,2-(51,1 ± 7,9)-69,8 mm, largura 18,5-(25,7 ± 3,7)-33,9 mm. Coriáceo, concolor, glândulas na margem da base e do limbo, glabra, estípulas lineares. **Venação** broquidódroma, com 11-12 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Nervação terciária percurrente mista. Venação adaxial Obscura e abaxial imersa. Aréolas fechadas de tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do peciolo** com um arco invaginado. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial elevada. Drusas na nervura central presentes. Epiderme adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos localizados na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania bracteata* Prance**

Peciolo convexo em ambas as faces, com pilosidade densa comprimento 7,0-(11,2 ± 1,4)-13,2 mm, diâmetro 1,8-(2,7 ± 0,4)-3,4 mm. Limbo ovado, com base subcordada, ápice agudo e margem inteira, comprimento 93,9-(119,7 ± 12,0)-140,4 mm, largura 34,9-(63,9 ± 12,8)-89,1 mm. Coriáceo, discolor, glândulas ausentes, tricomas na face abaxial, estípulas lanceoladas. **Venação** eucamptódroma com 11-12 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Nervação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas e de tamanho regular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do peciolo** com um anel e um arco floemático interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex presentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial côncava. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos em criptas estomáticas. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania canescens* Benoist**

Pecíolo côncavo-convexo, glabro, comprimento 5,5-(7,7 ± 0,8)-9,2 mm, diâmetro 1,3-(1,6 ± 0,2)-2,2 mm. **Limbo** lanceolado, com base cuneada, ápice acuminado e margem inteira, comprimento 88,4-(133,2 ± 15,0)-151,1 mm, largura 29,3-(40,2 ± 4,7)-52,9 mm. Coriáceo, discolor, glândulas não-visíveis, glabro, estípulas lineares. **Venação** mista, com 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente alterna. Venação adaxial obscura e abaxial saliente. Aréolas de tamanho e forma irregulares. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel e um arco floemático interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial múltipla. Estômatos paracíticos acima da linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

Licania heteromorpha* Benth var. *heteromorpha

Pecíolo côncavo-convexo, glabro, comprimento 3,2-(4,6 ± 1,4)-9,0 mm, diâmetro 1,4-(2,1 ± 0,3)-2,5mm. **Limbo** elíptico, com base decurrente, ápice arredondado e margem inteira, comprimento 60,0-(75,2 ± 9,1)-95,2 mm, largura 32,9-(45,0 ± 6,6)-60,3 mm. Coriáceo, discolor, glândulas no ápice do pecíolo e ao longo do limbo, glabro, estípulas lanceoladas. **Venação** eucamptódroma com 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel e um arco interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos localizados na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares presentes.

***Licania impressa* Prance**

Pecíolo côncavo-convexo, pilosidade densa. **Limbo** elíptico, base arredondada, ápice acuminado, margem revoluta. Discolor, glândulas no meio do pecíolo, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma, com 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial impressa e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco invaginado. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial côncava. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos em criptas estomáticas. Mesofilo com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania laevigata* Prance**

Pecíolo côncavo-convexo, glabro, comprimento 3,1-(7,0 ± 1,5)-10,8 mm, diâmetro 1,2-(1,9 ± 0,3)-2,6 mm. Limbo obovado a elíptico, comprimento 91,7-(124,0 ± 21,3)-164,6 mm, largura 39,6-(53,9 ± 9,3)-67,6 mm. Cartáceo, discolor, glândulas distribuídas no limbo, glabro, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma, com 7-8 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Nervação terciária percurrente mista. Venação adaxial e abaxial saliente. Aréolas com tamanho e forma irregulares. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel e um arco interno. Medula presente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania micrantha* Miq.**

Pecíolo côncavo-convexo com pilosidade densa, comprimento 6,7-(9,1 ± 1,4)-12,1 mm, diâmetro 1,7-(2,3 ± 0,4)-3,0 mm. Limbo elíptico, base decurrente, ápice acuminado e margem inteira, comprimento 96,0-(131,2 ± 23,8)-168,9 mm, largura 36,2-(62,0 ± 13,7)-85,2 mm. Coriáceo, discolor, glândulas na base do limbo, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma, 5-6 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco invaginado. Medula ausente. Esclereídes no córtex presentes. Três pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial plana. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial múltipla. Estômatos paracíticos acima da linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania niloi* Prance**

Pecíolo côncavo-convexo, glabro, comprimento 3,5-(5,1 ± 0,8)-6,7 mm, diâmetro 0,9-(1,2 ± 0,2)-1,6mm. **Limbo** ovado a oblongo, com base decurrente, ápice acuminado, margem revoluta, comprimento 49,4-(68,6 ± 13,6)-97,1 mm, largura 19,2-(27,7 ± 5,0)-38,5 mm. Coriáceo, discolor, glândulas na margem da base, tricomas na face abaxial, estípulas lineares. **Venação** mista eucamptódroma / broquidódroma, 11-12 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente alterna. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas de tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel fechado. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Três pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial plana. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos acima da linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares presentes.

***Licania oblongifolia* Standl.**

Pecíolo convexo-convexo, glabro, comprimento 4,4-(7,6 ± 1,4)-11,2 mm, diâmetro 1,1-(2,0 ± 0,5)-2,6 mm. **Limbo** oblongo, com base subcordada, ápice arredondado e margem inteira, comprimento 60,9-(92,1 ± 12,9)-121,1 mm, largura 32,1-(41,3 ± 6,4)-61,3 mm. Cartáceo, discolor, glândulas na base do limbo, glabro, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma com 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial saliente e abaxial obscura. Aréolas com formato e tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel e um arco floemático interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania octandra* ssp. *pallida* (Hook.f.) Prance**

Pecíolo convexo na face adaxial e levemente côncavo na abaxial, tricomas esparsos, comprimento 5,6-(7,3 ± 0,9)-9,4, diâmetro 0,8-(1,2 ± 0,2)-1,6 mm. **Limbo** elíptico com base decurrente, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 69,4-(89,1 ± 14,6)-124,6 mm, largura 28,8-(40,3 ± 6,1)-57,7 mm. Coriáceo, discolor, glândulas no ápice do pecíolo, tricomas na face abaxial da lâmina, estípulas lineares. **Venação** eucamptódroma, 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um anel fechado. Medula ausente. Esclereídes no córtex presentes. Um feixe acessório. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial múltipla. Estômatos em criptas estomáticas. Mesofilo com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania prismatocarpa* Spruce ex Hook.f.**

Pecíolo plano-convexo, com pilosidade densa. **Limbo** obovado-elíptico, base aguda, margem inteira. Discolor, glândulas na base do limbo, glabro, estípulas lanceoladas. **Venação** eucamptódroma, 5-6 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco fechado e um arco interno voltado para a face abaxial. Medula presente. Esclereídes no córtex ausentes. Dois pares de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial proeminente. Drusas na nervura central ausentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos ciclocíticos na linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania sandwithii* Prance**

Pecíolo convexo em ambas as faces com tricomas esparsos, comprimento 5,4-(6,8 ± 0,7)-8,0 mm, diâmetro 1,4-(1,8 ± 0,2)-2,3 mm. **Limbo** obovado-elíptico com base arredondada, ápice acuminado e margem inteira, comprimento 71,6-(89,3 ± 13,2)-118,5 mm, largura 30,5-(47,1 ± 9,8)- 65,9 mm. Coriáceo, discolor, glândulas ausentes, tricomas na face abaxial, estípulas elípticas. **Venação** eucamptódroma, 11-12 pares de nervuras secundárias. Venação secundária excurrente. Nervuras intersecundárias ausentes. Venação terciária percurrente reta. Venação adaxial obscura e abaxial saliente. Aréolas fechadas com tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco fechado e dois arcos internos. Medula presente. Esclereídes no córtex presentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas na nervura central presentes. Epiderme adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos em criptas estomáticas. **Mesofilo** com extensões de bainha presentes. Esclereídes colunares ausentes.

***Licania unguiculata* Prance**

Pecíolo canaliculado, glabro, comprimento 4,5-(6,6 ± 0,8)-8,1 mm, diâmetro 1,9-(2,5 ± 0,3)-3,5 mm. **Limbo** ovado, base decurrente, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 51,1-(87,8 ± 16,3)-136,3 mm, largura 34,9-(45,7 ± 6,0)- 60,7 mm. Coriáceo, discolor, glândulas no ápice do pecíolo, tricomas na face abaxial da nervura central, estípulas lanceoladas. **Venação** mista eucamptódroma / broquidódroma, 9-10 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente mista. Venação adaxial imersa e abaxial saliente. Aréolas de forma e tamanho irregular. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco invaginado. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Um par de feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial convexa. Drusas presentes na nervura central. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos paracíticos acima da linha epidérmica. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares presentes.

***Parinari excelsa* Sabine**

Pecíolo canaliculado, pilosidade densa, comprimento 3,6-(4,9 ± 0,8)-6,6 mm, diâmetro 1,0-(1,3 ± 0,2)-1,7mm. **Limbo** elíptico, base arredondada, ápice acuminado, margem inteira, comprimento 36,8-(47,9 ± 7,9)-61,7 mm, largura 20,8-(27,1 ± 4,4)-36,6 mm. Cartáceo, limbo discolor, glândulas no meio do pecíolo, tricomas na face abaxial, estípulas elípticas. **Venação** eucamptódroma, 23-25 pares de nervuras secundárias. Venação secundária decurrente. Nervuras intersecundárias presentes. Venação terciária percurrente sinuosa. Venação adaxial impressa e abaxial saliente. Aréolas com tamanho e forma irregulares. Vênulas dendríticas. **Vascularização do pecíolo** com um arco fechado e um arco floema interno. Medula ausente. Esclereídes no córtex ausentes. Sem feixes acessórios. **Nervura central** com face adaxial côncava. Drusas na nervura central presentes. **Epiderme** adaxial unisseriada. Estômatos em criptas estomáticas. **Mesofilo** com extensões de bainha ausentes. Esclereídes colunares ausentes.

DISCUSSÃO

Neste trabalho, caracteres morfológicos como o formato do limbo, tipo de estípulas e a presença ou posição das glândulas variam entre espécies e auxiliam na identificação em Chrysobalanaceae. Os dados corroboram os resultados previamente encontrados por Prance e Sothers (1999), com algumas divergências. Como exemplo, em *L. prismatocarpa*, as glândulas são referidas pelos autores como ocorrendo na região basal do limbo e no ápice do pecíolo. Aqui foram visualizadas glândulas somente na região apical do pecíolo. Um das possíveis causas é o tamanho diminuto das estruturas, aliado ao fato de que a espécie não pôde ser coletada em campo, sendo utilizado somente material herborizado no laboratório.

Caracteres epidérmicos como o formato das paredes anticlinais são altamente associáveis a condições ambientais ou de desenvolvimento, e por isso não foram inclusos na chave de identificação gerada com uso do DELTA. Essas características foram verificadas em *Annona glabra* (Annonaceae) por Decetti et al. (2008), cujas folhas apresentam variações desta característica em diferentes condições de umidade e luminosidade. O grau de sinuosidade das paredes celulares também varia em função do estágio de desenvolvimento da planta, como verificado por Mayer (2008) para folhas da plântula e do tirodendro de *Rollinia sylvatica* (Annonaceae).

A análise de contorno mostrou-se útil como ferramenta adicional para descrição morfológica indicando variação na forma do limbo foliar, como realizado por Magrini e Scopolla (2010). Os autores definem pela análise de componentes principais a forma do limbo e a forma da base como principais variáveis para a diferenciação de espécies de samambaias do gênero *Ophioglossum*. Truong et al. (2005) usaram o pacote de programas SHAPE para comparar 20 diferentes genótipos de soja (*Glycine max*) e constataram que a forma, a centróide do contorno, as extremidades e a forma da base da vagem são as principais características para separar os grupos.

As espécies analisadas apresentam brilho levemente fosco nas folhas, característica que não foi inclusa entre aquelas utilizadas na chave de identificação devido à variação entre indivíduos da mesma espécie e ao fato de *L. impressa* e *L. prismatocarpa* terem todas as análises realizadas com uso de material herborizado. De acordo com Solereder (1908), o brilho semi-metálico das folhas de muitas Chrysobalanaceae é causado pela presença de sílica nas paredes celulares da epiderme foliar de espécies da família. Uma camada espessa de cutícula ocorre em algumas espécies.

A coloração não foi tomada de forma geral como caráter de valor taxonômico, uma vez que a face abaxial das folhas geralmente apresentava coloração variável nas espécies que possuem tricomas, como em *C. guianensis* que apresenta coloração esbranquiçada em folhas mais jovens e ferrugínea em folhas mais maduras. Muitos níveis de descontinuidade teriam que ser criados para classificar a coloração entre as espécies e realizar separação taxonômica com base nesse caráter. Entretanto, a diferença de coloração entre as faces adaxial e abaxial pode ser utilizada como caráter discriminatório, sendo *L. apetala* var. *aperta* a única espécie com a mesma coloração em ambas as faces. Em *L. impressa* e *L. prismatocarpa* a coloração e a consistência não foram avaliadas, devido aos tratamentos destas espécies terem sido realizados somente com material herborizado. A coloração nas faces da folha não está associada a um gênero em particular, pois foi relatada por Hemsing e Romero (2010) em *Hirtella gracilipes* e *Licania humilis*.

O padrão de venação comum na família é o eucamptódromo, com a ocorrência de folhas eucamptódromas que se tornam “broquidódromas próximas ao ápice” em algumas espécies, denominadas dessa forma por Ellis et al. (2009). Este tipo de venação é referida neste estudo como “mista”. Exceções ao padrão recorrente neste trabalho ocorre em *C. ulei* e *L. apetala* var. *aperta*, que apresentam padrão camptódromo-broquidódromo (Figura 9E, G). A venação eucamptódroma com nervuras intersecundárias foi descrita em Ellis et al. (2009) para *Couepia paraensis*, sendo para *Licania michauxii* o tipo de venação encontrado o broquidódromo sem nervação intersecundária. Prance (1972; 1988), Prance e Sothers (1999) descrevem nervuras salientes na face abaxial e diferenças na proeminência das nervuras da face adaxial de folhas da família.

Os aspectos morfométricos mensurados neste estudo tem utilidade descritiva e aliados a outras variáveis morfométricas podem gerar um conjunto eficaz na separação de espécies ou na formação de grupos baseados na similaridade de variáveis mensuráveis. Riggins et al. (1977) utilizaram variáveis morfométricas de órgãos vegetativos e reprodutivos para estabelecer a distribuição geográfica de *Lupinus nanus* (Fabaceae), auxiliando na descrição de caracteres morfológicos altamente variáveis intrínsecos à espécie. Estudos com morfometria para separação de táxons relacionados foram realizados por Romero e Real (2004) em espécies de *Isoetes*. Henderson (2006) destaca a importância de estudos morfométricos com *Arecaceae*, nos quais é possível ampliar a diversidade intraespecífica, identificar zonas de hibridação, aumentar o número de espécies de palmeiras conhecidas e afirmar que o conhecimento atual sobre *Arecaceae* ainda é escasso, dada a grande variação morfológica

entre os caracteres mensuráveis que podem ser avaliados. De acordo com Prance (1972), folhas de ramos estéreis comumente apresentam medidas muito maiores que a de ramos férteis.

A análise de componentes principais resultou na formação de grupos distintos daqueles formados pela análise do contorno, uma vez que foram inseridos mais caracteres na análise. Nesse caso, caracteres da venação secundária e terciária tiveram destaque. Em estudos anteriores, Rodella et al. (2006) e Costa et al. (2006) utilizaram a análise considerando caracteres anatômicos foliares quantitativos para a distinção entre plantas aquáticas daninhas. Rocha et al. (2007) empregaram caracteres morfológicos aliados à PCA para distinção de espécies de *Commelina* fornecendo ferramentas adicionais à identificação das espécies.

A forma e vascularização do pecíolo tem sido usada em alguns grupos para caracterizar ou diferenciar espécies em trabalhos morfoanatômicos, como em espécies de Lauraceae (Santos e Oliveira, 1995), Fabaceae (Ogundipe et al., 2009) e Lamiaceae (Akçin et al., 2011). Em Chrysobalanaceae, Jáuregui e Cardozo (2000) descrevem e diferenciam a estrutura anatômica do pecíolo de *Licania cariae* e *L. pittieri*. Araújo et al. (2010), analisaram a estrutura do pecíolo, limbo, o formato e vascularização da nervura central de espécies de Malpighiaceae, definindo a anatomia foliar como uma ferramenta taxonômica adicional para a família.

O formato das células e o número de camadas epidérmicas variaram entre as espécies, sendo incluso entre os caracteres utilizados no programa DELTA. Dentre os formatos, foram observadas células epidérmicas alongadas, como descrito por Solereder (1908) para a família, antigamente posicionado em Rosaceae como tribo Chrysobalaneae. Neste estudo as espécies apresentaram estômatos paracíticos, corroborando o padrão definido por Metcalfe e Chalk (1979), que definem estômatos paracíticos como característicos em Chrysobalanaceae. Entretanto, os autores definiram o tipo de mesofilo da família como homogêneo, sendo este o maior contraste com os resultados deste trabalho, uma vez que todas as espécies analisadas aqui possuem o mesofilo do tipo dorsiventral, com parênquima clorofiliano diferenciado em paliçádico e lacunoso.

Considerações taxonômicas

Os caracteres tomados em conjunto facilitam a identificação das espécies, embora não tenham sido observadas características exclusivas a um gênero, exceto quanto à inserção das nervuras secundárias que é excurrente em todas as espécies de *Couepia* analisadas e o fato das espécies de *Licania* não apresentarem vênulas sem ramificações. *Licania* não apresentou nenhum caráter exclusivo, sendo isso reforçado pelo estudo filogenético de Yakandawala et al. (2001) no qual caracteres morfológicos foram utilizados nas análises, e *Licania* foi considerado como um gênero parafilético. Poucos estudos abordam a morfologia e anatomia de Chrysobalanaceae em conjunto. Grande parte das informações morfológicas para Chrysobalanaceae consta nas descrições para as espécies em trabalhos taxonômicos com o grupo (Prance, 1972; Prance, 1989; Prance, 2007; El Ottra et al., 2008; Hemsing e Romero, 2010).

Para a construção da chave de identificação, os caracteres anatômicos deram maior contribuição, pois apresentaram maior variação para cada caráter mesmo com estruturas como estípulas e glândulas apresentando maior diversidade de formas entre as características morfológicas. Os principais caracteres utilizados na chave foram: posição das glândulas, posição dos estômatos na linha epidérmica, forma das estípulas, número de camadas da epiderme, número de feixes acessórios no pecíolo e desenvolvimento das aréolas. Aspectos anatômicos têm sido usados em diversos grupos para uma delimitação taxonômica mais precisa. Em *Raddia* (Poaceae), Oliveira et al. (2007) não encontraram caracteres exclusivos para o gênero, mas a vascularização da nervura central e a epiderme em vista frontal revelaram características exclusivas para algumas espécies. Silva e Potiguara (2008) utilizaram a anatomia como ferramenta para diferenciação de espécies de *Oenocarpus* (Arecaceae). Diferenças estruturais qualitativas na estrutura anatômica foram encontradas e subsidiaram a construção de uma chave de identificação para espécies do gênero. Dettke (2009) utilizou a morfoanatomia como ferramenta na distinção de espécies de *Phoradendron* (Viscaceae). Nesse caso, os caracteres morfológicos foram mais eficazes, sendo os dados anatômicos complementares e úteis para interpretações ecológicas.

CONCLUSÕES

Os principais caracteres para a diagnose das espécies neste estudo foram: posição das glândulas, posição dos estômatos na linha epidérmica, forma das estípulas, número de camadas da epiderme, número de feixes acessórios no pecíolo e desenvolvimento das aréolas.

As análises de contorno e de componentes principais mostraram-se úteis como ferramentas adicionais para a avaliação de características de grande plasticidade, assim como para corroborar estatisticamente as diferenças baseadas em caracteres morfológicos.

Os caracteres morfoanatômicos foliares analisados em conjunto fornecem bons caracteres diagnósticos para a identificação das espécies de Chrysobalanaceae de forma mais eficaz, somando ao conhecimento a respeito da família. Este trabalho contribui para estudos da flora local e para o conhecimento sobre Chrysobalanaceae no âmbito de caracterização morfológica e anatômica.

REFERÊNCIAS

- Akçin, O.E.; Öziurt, M.S.; Senel, G. 2011. Petiole anatomy of some Lamiaceae taxa. **Pakistan Journal of Botany**, 43(3): 1437-1443.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 161: 105-121.
- Araújo, J.S.; Azevedo, A.A.; Silva L.C.; Meira, R.M.S.A. 2010. Leaf anatomy as an additional taxonomy tool for 16 species of Malpighiaceae found in the Cerrado area (Brazil). **Plant Systematics and Evolution** 286:117-131
- Carvalho, M.G.; Costa, P.M. 2009. Outros constituintes isolados de *Licania arianeae* (Chrysobalanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** 19(1B): 290-293.
- Costa, N.V. Rodella, R.A.; Martins, D. 2006. Diferenciação de espécies daninhas aquáticas pela análise multivariada de caracteres estruturais foliares. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, 24(1), p. 13-20
- Cutler, D.F; Botha, T.; Stevenson, D.S. 2011. **Anatomia vegetal: uma abordagem aplicada**. Porto Alegre: Artmed. 304 p.

- Dallwitz, M.J., Paine, T.A. and Zurcher, E.J. 1993. **User's guide to the DELTA System: a general system for processing taxonomic descriptions**. 4th edition. <http://delta-intkey.com> Acesso em: 15/11/2011
- Decchetti, S.F.C.; Soares, A.M.; Paiva, R.; Castro, E.M. 2008. Effect of the culture environment on stomatal features, epidermal cells and water loss of micropropagated *Annona glabra* L. plants. **Scientia Horticulturae** 117 341–344
- Dettke, G.A.; Milaneze-Gutierrez, M.A. 2009. Morfoanatomia e venação foliar de seis espécies de *Phoradendron* Nutt. (Viscaceae). **Revista de Biologia Neotropical**. 6(1):13-23.
- El Ottra, J.H.L.; Pirani, J.R.; Prance, G.T. 2008. Flora da Serra Do Cipó, Minas Gerais: Chrysobalanaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 26(2): 155-160.
- Ellis, B.; Daly, D.C.; Hickey, L.J.; Johnson, K.R.; Mitchell, J.D.; Wilf, P.; Wing, S.L. 2009. **Manual of Leaf Architecture**. Cornell University Press, 190 p.
- Hemsling, P.K.B.; Romero, R. 2010. Chrysobalanaceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 61(2): 281-288.
- Henderson, A. Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. 2006. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 151: 103–111.
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany** 60(1): 17-33.
- Hickey, L. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. in Metcalfe C. R.; Chalk L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**. Volume I. Oxford University Press.
- Hickey, M; King, C. 2000. **The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms**. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hopkins, M. J. G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia** 56 (86): 9-25.
- Iwata, H; Ukai, Y. 2002. SHAPE: A Computer Program Package for Quantitative Evaluation of Biological Shapes Based on Elliptic Fourier Descriptors. **The Journal of Heredity** 2002:93(5)
- Jáuregui, D.; A. Cardozo. 2000. Anatomía foliar de dos especies de Chrysobalanaceae presentes en el Parque Nacional Henri Pittier. **Acta Botánica Venezolana** 23(1):9-18.
- Kerrigan, R. A.; Dixon, D. J. 2011. Chrysobalanaceae in Short, P.S.; Cowie, I.D. (eds), **Flora of the Darwin Region**. (Northern Territory Herbarium, Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport). Vol. 1, p. 1–4.
- Kraus, J.E.; Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ. Edur. 198 p.

- Lorenzi, H. 2002. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP.
- Magrini, S.; Scoppola, A. 2010. Geometric morphometrics as a tool to resolve taxonomic problems: the case of *Ophioglossum* species (ferns). **Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems** – p. 251-256.
- Mayer, J.L.S.; Alves, A.C.A.; Souza, L.A.; Bona, C. 2008. Morfoanatomia da plântula e tirodendro de *Rollinia sylvatica* (A. St.-Hil.) Mart. (Annonaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 31(4), p. 689-700
- Metcalf, C.R.; Chalk, L. 1979. **Anatomy of Dicotyledons**, 2nd ed., Oxford: Oxford University Press, v. 1, 288p.
- Monteiro, K. L.; Oliveira, C.; Silva, B. M. S.; Môro, F. V.; Carvalho, D. A. 2011. Caracterização morfológica de frutos, de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p. 90-97.
- Ogundipe, O.T.; Kadiri, A.B.; Adekanmbi, O.H. 2009. Foliar epidermal morphology of some Nigerian species of *Senna* (Caesalpinaceae). **Indian Journal of Science and Technology** 2:5-10.
- Oliveira, L.P.; Longhi-Wagner, H.M.; Leite, K.R.B. 2008. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia de *Raddia* Bertol. (Poaceae: Bambusoideae). **Acta Botanica Brasilica**. 22(1): 1-19.
- Paiva, J.G.A. 2006. Verniz vitral incolor 500[®]: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**. 20(2): 257-264.
- Prance, G.T. 1972. Chrysobalanaceae. **Flora Neotropica**, Vol. 9, p. 1-409
- _____. 1989. Chrysobalanaceae (Supplement) **Flora Neotropica**, Vol. 9, p. 1-267
- _____. 2007. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Chrysobalanaceae. **Rodriguésia** 58 (3): 493-531.
- Prance, G.T.; Sothers, C.A. 1999. Chrysobalanaceae in Ribeiro, J. E. L. S. et al. 1999. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. INPA. Manaus. p. 345-359.
- Prance, G.T.; White, F. 1988. The Genera of Chrysobalanaceae: A Study in Practical and Theoretical Taxonomy and Its Relevance to Evolutionary Biology. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. 320: 1-184
- Riggins, R.; Pimentel, R.A.; Walters, D.R. 1977. Morphometrics of *Lupinus nanus* (Leguminosae). I. Variation in Natural Populations. **Systematic Botany**, 2(4): 317-326.
- Rocha, D.C.; Rodella, R.A.; Martins, D. 2007. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, 25(4): 671-678

- Rodella, R.A.; Costa, N.V; Costa, L.D.N.C; Martins, D. 2006. Diferenciação entre *Egeria densa* e *Egeria najas* pelos caracteres anatômicos foliares. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, 24(2): 211-220.
- Romero M.I.; Real, C. 2005. A morphometric study of three closely related taxa in the European *Isoetes velata* complex. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 148: 459–464.
- Santos M.; Oliveira P.L. 1995. Aspectos anatômicos do pecíolo de quatro espécies do gênero *Ocotea* Aubl. (Lauraceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **Insula** 24: 3-14.
- Silveira, M. 2003. Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste Amazônico. Relatório Técnico; Relatório; 6; 16; Restrita; WWF/SOS Amazônia; Rio Branco.
- Silva, R.J.F; Potiguara, R.C.V. 2008. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae). **Acta Botanica Brasílica**. 22(4): 999-1014.
- Solereder, H. 1908. **Systematic anatomy of the dicotyledons. A handbook for laboratories of pure and applied Botany**. Oxford: Clarendon Press, v2. 1182 p.
- Truong, N.T.; Gwag J.G.; Park, Y.J.; Lee S. H. 2005. Genetic Diversity of Soybean Pod Shape Based on Elliptic Fourier Descriptors. **Korean Journal of Crop Science**. 50(1):1-7
- Yakandawala, D., Morton, C.M. and Prance, G.T. 2001. A phylogenetic study of the Chrysobalanaceae using morphological data. **Ceylon Journal of Science (Biological Science)** 28: 1-17.
- Yakandawala, D.; Morton, C. M.; Prance, G. T. 2010. Phylogenetic Relationships of the Chrysobalanaceae Inferred from Chloroplast, Nuclear, and Morphological Data. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 97(2): 259-281.