

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS
DE *Brosimum gaudichaudii* Trécul (MORACEAE)**

EZILDA JACOMASSI

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas
(Botânica), AC: Morfologia e
Diversidade Vegetal**

**BOTUCATU - SP
- 2006 -**

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS
DE *Brosimum gaudichaudii* Trécul (MORACEAE)**

EZILDA JACOMASSI

PROF^a DR^a SILVIA RODRIGUES MACHADO

ORIENTADORA

PROF. DR. ISMAR SEBASTIÃO MOSCHETA

CO-ORIENTADOR

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus de Botucatu,
UNESP, para obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas
(Botânica), AC: Morfologia e
Diversidade Vegetal**

BOTUCATU - SP

- 2006-

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Jacomassi, Ezilda.

Morfoanatomia e histoquímica de órgãos vegetativos e reprodutivos de
Brosimum gaudichaudii Trécul (Moraceae) / Ezilda Jacomassi. – 2006.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências
de Botucatu, 2006.

Orientadora: Silvia Rodrigues Machado

Co-orientador: Ismar Sebastião Moscheta

Assunto CAPES: 20302002

1. Morfologia vegetal 2. Anatomia vegetal

CDD 581.634

Palavras-chave: Anatomia; *Brosimum gaudichaudii*; Cerrado; Embrião;
Fruto; Inflorescência; Laticífero; Morfologia; Plântula; Semente

Agradecimentos

À Professora Dra. Silvia Rodrigues Machado pela dedicação e competência aos estudos botânicos do Cerrado e, sobre tudo pela confiança e respeito durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Ismar Sebastião Moscheta pela valiosa contribuição na realização deste trabalho, especialmente pela sua paciência em ajudar o outro.

À Universidade Paranaense-UNIPAR, em nome do Professor MSc. Arquimedes Gasparotto Junior, Coordenador do Curso de Farmácia, pela compreensão durante minhas ausências.

Ao amigo e colega de trabalho, Professor Dr. Flávio Augusto Seixas, pela ajuda na elaboração do abstract.

Aos meus familiares pela compreensão e carinho, especialmente ao meu irmão e grande amigo, Alexandro Jacomassi, sempre solícito nas coletas de campo.

Às Funcionárias da Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão, Lucimara Liberali e Rosimeri Mazzuchetti, pela atenção durante as coletas de campo.

Aos Funcionários do Laboratório de Botânica da Universidade Estadual de Maringá, sempre atenciosos durante os experimentos.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica, IB-UNESP-Botucatu, em nome do Funcionário Nivalde Antonio Basso pela importante colaboração.

Aos Funcionários da Biblioteca Central do IB-UNESP-Botucatu, que me auxiliaram durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Funcionários da Seção de Pós-Graduação do IB-UNESP-Botucatu, pelo atendimento continuamente exemplar.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Botânica, IB-UNESP-Botucatu e à FAPESP- Programa Biota (Processo 00/12469-3), pelo apoio financeiro à realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Os artigos foram escritos segundo as normas
da revista “**Acta Botanica Brasilica**”

Sumário

Resumo	1
Abstract	2
Introdução	3
Revisão Bibliográfica	6
Artigo 1 - Morfoanatomia e Histoquímica de Órgãos Vegetativos de <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul (Moraceae)	11
Ilustrações do Artigo 1	30
Artigo 2 - Morfoanatomia e Histoquímica de Órgãos Reprodutivos de <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul (Moraceae)	45
Ilustrações do Artigo 2	57
Considerações Finais	66
Referências Bibliográficas da Introdução e Revisão	67

JACOMASSI, E. MORFOANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS DE *Brosimum gaudichaudii* Trécul (MORACEAE).

2006. 73P. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO – O cerrado brasileiro, em termos de dimensão, representa o segundo maior bioma nacional com uma riquíssima flora medicinal. No entanto, a maioria das espécies ainda carece de estudos, considerando-se o número de espécies existentes. Entre as espécies medicinais mais utilizadas e industrialmente exploradas, destaca-se *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae), conhecida popularmente como mamacadela. Amplamente distribuída no país, *B. gaudichaudii* é uma árvore de pequeno porte com produção abundante de látex, cuja casca do caule e raiz é empregadas no tratamento do vitiligo. Estas partes da planta apresentam duas furanocumarinas, o bergapteno e psoraleno, responsáveis pela ação farmacológica da espécie. Apesar de tratar-se de uma espécie tão comum nos cerrados brasileiros, com grande valor na medicina tradicional e na indústria de medicamentos, poucos trabalhos relacionados aos estudos botânicos são encontrados em literatura. Desta forma, considerando a importância, somada a escassez de trabalhos literários, o objetivo deste estudo foi caracterizar a morfologia, a anatomia e a histoquímica dos órgãos vegetativos e reprodutivos de *B. gaudichaudii*. O material botânico foi coletado na Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão, região noroeste do Paraná, e posteriormente processado segundo as técnicas usuais para anatomia, histoquímica e ultra-estrutura vegetal. *B. gaudichaudii* apresenta embrião do tipo total e invaginado e plântula cripto-hipogéia; o sistema radicular do tirodendro é composto por raiz primária nem sempre desenvolvida quando então outras raízes, originadas provavelmente do hipocótilo, apresentam maior porte. As raízes gemíferas são longas, plagiotrópicas, originando ramos aéreos, situando-se aproximadamente entre 10 a 30 cm de profundidade, onde as de maior diâmetro constituem o principal ou único sistema radicular de manutenção e crescimento dos ramos caulinares. Estas raízes apresentam periderme com súber formado por várias camadas que se destacam facilmente ao serem manuseadas. O floema secundário é bastante desenvolvido em relação ao xilema, sendo também facilmente destacado quando manipulado, otimizando a coleta para fins terapêuticos, uma vez que este tecido constitui a parte mais utilizada. O caule e a folha apresentam epiderme unisseriada com grande densidade de tricomas tectores unicelulares e tricomas glandulares peltados. As inflorescências são captadas, globosas, pedunculadas, pendentes, predominantemente aos pares nas axilas foliares e recobertas por brácteas peltadas densamente pilosas. As flores masculinas são constituídas de apenas um estame envolvido por bractéolas. Cada inflorescência possui uma flor feminina representada por um pistilo com ovário ínfero composto de cinco carpelos, entretanto um só se desenvolve. É comum a presença de dois óvulos no lóculo desenvolvido; entretanto somente um se desenvolverá em semente. O óvulo é pêndulo, hemianátropo, bitegumentado apenas na região micropilar. No fruto maduro, as brácteas permanecem pouco alteradas com perda parcial da pilosidade e ao dissecá-lo, identificam-se partes distintas: polpa, porção vascularizada, endocarpo, tegumento membranáceo e embrião. O tecido parenquimático da polpa apresenta muitos espaços intercelulares, repletos de conteúdo aquoso. O endocarpo é esclerificado e encontra-se bem diferenciado no fruto maduro. Os laticíferos ocorrem em todos os órgãos e são do tipo não-articulado ramificado. O látex foi observado, com certa frequência, no interior dos elementos de vasos do sistema radicular. Idioblastos fenólicos estão distribuídos por todas as partes analisadas. Nos laticíferos de todos os órgãos analisados, a reação para os compostos fenólicos mostrou-se negativa, e positiva para substâncias lipídicas. Os resultados deste trabalho poderão subsidiar o controle de qualidade da droga vegetal empregada em escala industrial.

Palavras-chave: Anatomia; *Brosimum gaudichaudii*; Cerrado; Embrião; Fruto; Inflorescência; Laticífero; Morfologia; Plântula; Semente

JACOMASSI, E. MORPHOANATOMY AND HISTOCHEMISTRY OF THE VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE ORGANS FROM *Brosimum Gaudichaudii* TRÉCUL (MORACEAE). 2006. 73P. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

ABSTRACT – The Brazilian savannah represents the second biggest national biome with a huge diversity of medicinal flora. However, considering the number of existing species, the major part of them still need to be more studied. Among the most used species with medicinal and industrial interest is *B. gaudichaudii* Trécul (Moraceae), also known as “mamacadela”. Extensively distributed in the country, *B. gaudichaudii* is a small size tree with abundant latex production, which the stem and root bark are used on “vitiligo” treatment. These plant organs contain two furanocoumarins, the bergapten and psoralen which are responsible by the pharmacological activity of the species. In spite of to be an ordinary species on Brazilian savannah with a great value on popular medicine and pharmaceutical industry, there are few works on literature relative to its botanical studies. In this way, considering the importance of this species in addition to scarce literature data, we present this study to characterize the morphology, the anatomy and the histochemistry of vegetative and reproductive organs of *B. gaudichaudii*. The botanical material were collected at Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão, northwest of Paraná State, and lately processed by usual techniques for vegetal anatomy, histochemistry and ultra structure analysis. *B. gaudichaudii* presents the embryo of both total type and invaginate and the seedling is crypto-hypogeal; the tirodendro’s radicular system is composed by a primary root not always developed compared to the other roots that are probably originated of hypocotyl which present big size. The shoot bud-forming roots are long, plagiotropics originating with air branch situate between 10 to 30 cm depth, which the ones that have major diameter constitute the mainly or sometimes the only radicular system for maintenance and growth of the stem branch. These roots present periderm with phellem formed by several layers which easily detach on handle. The secondary phloem is more developed than xylem, also being easily detach on handle, fact that optimize the levy for therapeutic ends, once that this tissue constitutes the more utilized part. The stem and the leaf present uniseriate epidermis with a high density of unicellular trichomes non-glandular and glandular trichomes. The inflorescence is capitate, globose, pedunculate, pendent, predominant by pairs on leaf axilla and covered by thickly hairy peltate bracts. The male flowers are constituted by a stamen involved by bracteoles. Each inflorescence presents only one female flower constituted by a pistil with an inferior ovary with five carpels, nevertheless just one develops. It’s common the presence of two ovule on developed locum, however just one will develops on a seed. The ovule is pendulous, hemianatropous and bitegmic only in the micropilar region. In the mature fruit, the bracts remain less altered with a partial hairy loss and when dissect, identify distinctly regions: pulp, vascularised portion, endocarp, membranaceous tegument and embryo. The parenchymatic tissue of the pulp presents a lot of intercellular spaces replete of aqueous content. The endocarp is sclerified and shows to be well differentiable on mature fruit. The laticifers occur at all organs and are non-articulated branched. The presence of latex were observed frequently inside the vessel elements of the radicular system. The phenolic idioblasts are distributed through all analyzed parts. The reaction for phenolic compounds shows to be negative on the laticiferous of all analyzed organs, however shows to be positive for lipidic compounds. The results of this work could subsidy the quality control of the vegetal drug employed on industrial scale.

Key words: Anatomy; *Brosimum gaudichaudii*, Cerrado; Embryo; Fruit; Inflorescence; Laticifer; Morphology; Seedling; Seed

Introdução

O cerrado brasileiro, em dimensão, representa o segundo maior bioma nacional com uma riquíssima flora medicinal; no entanto, um processo histórico de extrativismo realizado pela população local, por laboratórios e por empresas exportadoras de plantas medicinais, está resultando na perda, sobretudo, da variabilidade genética de espécies medicinais e aromáticas (Vieira & Silva, 2002).

Segundo Neto & Moraes (2003), a flora do cerrado apresenta enorme riqueza, no entanto apenas 1,5% de sua extensão está protegida por lei. Desta forma, é preciso valorizar os recursos que ela oferece e que estão sob forte pressão de extinção, como as espécies medicinais.

As plantas medicinais são extensivamente utilizadas pelas populações que ocupam as áreas de cerrado, onde muitas espécies foram investigadas cientificamente sob vários aspectos, especialmente o farmacológico (Almeida et al., 1998). Entretanto, a maioria delas, ainda carece de estudos, considerando-se o número de espécies existentes (Souza & Couto, 2002).

Gottlieb & Borin (1994) enfatizaram a diversidade de espécies vegetais do cerrado brasileiro com uma gama de compostos bioativos, salientando portanto a importância de pesquisas com plantas medicinais deste bioma.

A variedade estrutural de substâncias naturais isoladas de plantas brasileiras pode ser classificada como um esqueleto básico de origem biogenética (Braz-Filho, 1999).

Em setembro de 2001, a Embrapa e o Ibama em parceria com o CNPq organizaram a “Primeira Reunião Técnica sobre Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas: Estratégias para a Conservação e Manejo Sustentável”, realizada no Distrito Federal, com o objetivo de diagnosticar a situação das espécies mais exploradas no país para redirecionar e otimizar os estudos realizados com estas plantas. O cerrado brasileiro figurou entre os biomas mais importantes para a pesquisa de plantas medicinais, onde *Brosimum gaudichaudii* Trécul foi considerada uma das espécies prioritárias como instrumento de estudos (Vieira & Silva, 2002).

Sales et al. (2002) relataram que a exploração inadequada dos recursos e da biodiversidade do cerrado poderá levar a extinção de *B. gaudichaudii*, sendo necessário estudos que contribuam especialmente para o conhecimento da forma mais adequada de propagação desta espécie.

Brosimum gaudichaudii pertence à família Moraceae e trata-se de uma árvore pequena com folhas elíptica a lanceolada, cuja face abaxial apresenta pilosidade variável; o receptáculo foral é andrógino, globoso e pedunculado (Carauta & Viana, 1977).

Segundo Romaniuc Neto & Wanderley (1992), a família Moraceae é compreendida por árvores, arbustos ou ervas, abundantemente latescentes, com folhas simples, pecioladas; inflorescências formadas por flores unissexuadas pestiladas e estaminadas. Entre os gêneros nativos importantes, destaca-se *Brosimum* Sw., que se caracteriza por apresentar uma só flor feminina no centro do receptáculo globoso e carnoso rodeada por flores estaminadas.

Barroso et al. (1999) relataram para *Brosimum*, a ocorrência de frutos monocárpicos com receptáculo latescente, globoso e carnosos englobando a núcula com semente pêndula, sem endosperma. O fruto, quando maduro apresenta coloração amarela, cuja polpa latescente é adocicada e comestível.

Brosimum gaudichaudii é popularmente conhecido como mama-cadela, mamica-de-cadela, mamica-de-porco, mamica-de-cachorra, entre outros (Lorenzi & Matos, 2002). Segundo estes autores, as raízes, cascas e folhas desta planta são amplamente empregadas na medicina popular em várias regiões do país.

Segundo Rodrigues & Carvalho (2001a,b), o extrato das raízes, folhas e casca do caule é empregado topicamente contra o vitiligo e outras manchas na pele. Azambuja (1981) relatou que vários medicamentos têm sido empregados no tratamento do vitiligo.

Estudos demonstraram que as substâncias responsáveis pela ação contra o vitiligo são duas furanocumarinas: o psoraleno e o bergapteno (Pozetti, 1969; McKeon, 1981; Caffieri et al., 1989). Estes compostos podem ser obtidos por síntese química; no entanto, trata-se de um processo oneroso, sendo assim, obtidos de plantas, como por exemplo *B. gaudichaudii* (Neves et al., 2002).

Segundo Lourenço (2001), os extratos aquosos e metanólicos mostraram efeitos mutagênicos. Varanda et al. (2002), além de mencionarem tais efeitos, demonstraram a genotoxicidade do psoraleno e do bergapteno.

Apesar da possível toxicidade das furanocumarinas presentes em mama-cadela, tais substâncias são de grande importância e exploradas em escala industrial para a elaboração de um medicamento contra o vitiligo, o VITICROMIN® (Leão et al., 2005).

Toledo et al. (2003) e Veiga Junior & Pinto (2005) enfatizaram a importância do uso seguro das plantas medicinais, discutindo a relevância de estudos multidisciplinares para a definição dos potenciais terapêuticos e tóxicos de extratos vegetais.

Alguns autores relataram a precariedade da qualidade da matéria prima vegetal empregada na elaboração de fitoterápicos, ressaltando a adulteração e até mesmo a falsificação, tornando-se um fato preocupante no Brasil (Matos (1997); Oliveira et al. (1998); Brandão et al. (2002); Veiga Junior & Pinto (2005).

De acordo com Ming (1994); Matos (1997); Oliveira et al. (1999); Mentz & Bordignon (2001); Rates (2001); Zaniolo et al. (2001); Kato & Akisue (2002), a correta identificação e a caracterização morfoanatômica das plantas medicinais são fundamentais para o controle de qualidade da matéria prima utilizada na elaboração de fitoterápicos, garantindo assim a confiabilidade dos mesmos.

Vilegas & Lanças (1997) relataram a importância do uso de técnicas cromatográficas instrumentais para o controle de qualidade, sendo a CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) uma das principais alternativas. Entretanto, Jacomassi & Machado (2003), demonstraram o grande valor da caracterização morfoanatômica para o controle de qualidade de plantas medicinais, pois por meio de

técnicas simples, preparo rápido, fácil visualização e custo reduzido, pode-se garantir a autenticidade do material em questão.

Sendo assim, tendo em vista o valor de estudos morfoanatômicos de espécies medicinais, somada a importância farmacológica de *Brosimum gaudichaudii* e a escassez de estudos botânicos detalhados sobre esta planta, o presente trabalho objetivou a caracterização morfoanatômica e histoquímica de órgãos vegetativos e reprodutivos desta espécie. Os resultados deste trabalho serão de grande valor, especialmente para o controle de qualidade da droga vegetal, planta seca com substância ativa, empregada em escala industrial para a produção de medicamentos.

Revisão Bibliográfica

A nova classificação de Angiospermae proposta pela APG II (Angiosperm Phylogeny Group II/2003), a família Moraceae juntamente com Rosaceae, Rhamnaceae, Ulmaceae, Cannabaceae e Urticaceae pertence à ordem Rosales (Souza & Lorenzi, 2005). Segundo Cronquist (1981), esta família é composta por aproximadamente 40 gêneros com cerca de 1.000 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre com poucas ocorrências em clima temperado. Joly (1993) relatou para a Moraceae aproximadamente 61 gêneros com mais de 1.000 espécies encontrando-se bem representadas no Brasil, tanto por espécies nativas como por cultivadas. Barroso et al. (2002) citaram para a mesma família aproximadamente 63 gêneros com 1.500 espécies tropicais, indicando também pouca ocorrência nas regiões temperadas. De acordo com Souza & Lorenzi (2005), a família Moraceae inclui cerca de 50 gêneros e 1.500 espécies, predominantemente tropicais e subtropicais.

No Brasil ocorrem 27 gêneros com aproximadamente 250 espécies, incluindo árvores, arbustos, ervas ou lianas, geralmente latescentes (Souza & Lorenzi, 2005). Metcalfe & Chalk (1950); Cronquist (1981) relataram que a maioria das espécies de Moraceae é representada por árvores ou arbustos e poucos membros herbáceos.

Segundo Cronquist (1981), a família Moraceae apresenta alguns gêneros amplos, como por exemplo, *Ficus* e *Dorstenia* com cerca de 500 e 100 espécies, respectivamente. Neves et al. (2002), em trabalho sobre a anatomia de *Ficus* aplicado à taxonomia, mencionaram a relevância da presença dos cistólitos como um caráter importante e preciso para a identificação do gênero, bem como a ocorrência de inflorescências peculiares, os sicônios.

Em particular algumas espécies de Moraceae são úteis ao homem e comercialmente exploradas como: *Ficus elastica*, importante fonte de borracha comparada a *Hevea brasiliensis* que é uma Euphorbiaceae; *Morus alba*, na produção indireta da seda; *Broussonetia papyrifera*, na fabricação de papel; e muitas outras espécies, entre elas, *Brosimum paraense*, explorada como fonte de madeira (Metcalfe & Chalk, 1950). Lourenço et al. (1994) e Sales-Campos et al. (2001) enfatizaram a importância da madeira extraída de *Brosimum rubescens* por apresentar alto valor decorativo.

Detiene & Jacquet (1983); Maniere & Chimelo (1989); Fedalto et al. (1989); Coradin et al. (1991) descreveram a anatomia da madeira de várias espécies de *Brosimum*, por serem de grande importância na indústria madeireira.

Várias espécies são também extensivamente conhecidas pela produção de frutos comestíveis, como por exemplo *Ficus carica* (figo); *Artocarpus altilis* (fruta-pão) e espécies de *Morus* (amora) (Cronquist, 1981), bem como, outras de grande importância na produção de moléculas biologicamente ativas, por exemplo: *Brosimum acutifolium*, *B. rubescens*, *B. potabile*, *B. alicastrum* e *B. gaudichaudi* (Pozetti, 1969; Elisabetsky & Castilhos, 1990; Vilegas et al., 1993a,b; Simopoulos, 1995; Shiota et al., 1997; Torres et al., 1997; Alcântara et al., 2000; Takashima & Ohsaki, 2001; Takashima et al., 2002).

Brosimum Sw. está entre os importantes gêneros nativos da família Moraceae, e que se destaca com freqüentes representantes nos campos cerrados (Souza & Lorenzi, 2005), ambiente este com uma riquíssima flora medicinal, onde *Brosimum gaudichaudii* tem sido considerada uma espécie relevante, especialmente por suas propriedades medicinais (Vieira & Silva, 2002).

Almeida et al. (1998), referindo-se às espécies úteis do cerrado brasileiro, relataram que *B. gaudichaudii*, popularmente conhecida como mama-cadela, é de grande importância na alimentação e na medicina popular. Em alguns trabalhos etnobotânicos realizados especialmente nos estados de Minas Gerais e Mato Grosso, descreveram a importância desta espécie como planta medicinal de uso relevante pelas populações locais (Rodrigues & Carvalho, 2001a,b; Amorozo, 2002; Neto & Moraes, 2003).

Miranda & Faria (2001) enfatizaram a importância ecológica de *B. gaudichaudii*, cujos frutos servem como alimento aos primatas do cerrado e cerrado denso no planalto central.

Segundo Pott & Pott (1994), esta espécie ocorre no cerrado e capão de cerrado, em solos arenosos, nos estados do nordeste, Amazonas e Pará ao Paraná, Piauí a São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás; no Paraguai, Bolívia e na mata ciliar do chaco oriental argentino.

Em amplo levantamento de espécies lenhosas do cerrado brasileiro, realizado nos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Bahia, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rondônia, *B. gaudichaudii* apareceu entre as espécies mais freqüentes (Ratter et al., 2001).

Vários trabalhos florísticos e/ou fitossociológicos do cerrado demonstraram a ocorrência de *B. gaudichaudii* em diferentes regiões do país, como por exemplo: em Piracicaba, estado de São Paulo, sendo destacada entre as espécies mais comuns; nos municípios de Abaeté e Bom Despacho, estado de Minas Gerais, encontrando-se entre as espécies que apresentaram maior valor de importância (VI); além da ocorrência em Mato Grosso, Goiás e Piauí (Rodrigues, 1999; Felfili et al., 2002; Silva et al., 2002; Santos & Kinoshita, 2003; Saporetti Junior et al., 2003a,b; Pereira-Silva et al., 2004; Farias & Castro, 2004; Borges & Shepherd, 2005).

Em estudos das formações vegetais do Brasil central, Rizzini & Heringer (1962) enfatizaram a espécie *B. gaudichaudii* entre a vegetação arbustiva do cerrado. Pott & Pott (1994) mencionaram que esta espécie pode apresentar entre um a oito metros de altura com produção de flores de agosto a novembro e frutos de outubro a janeiro. Carauta & Vianna (1977) relataram para *B. gaudichaudii* a presença de receptáculos andróginos, globosos, longos e pedunculados. Lourenço & Silva (1968) mencionaram para a espécie *B. parinarioides*, também receptáculo florífero globoso, pedunculado, com uma flor feminina e várias flores masculinas aperiantadas. Segundo Romaniuc Neto & Wanderley (1992), o gênero *Brosimum* é caracterizado por apresentar inflorescências do tipo espiga, globosas, com única flor pistilada imersa na raque carnosa, rodeada por flores estaminadas. Barroso et al. (2002) descreveram para o gênero, a ocorrência de inflorescências captadas, bissexuadas, cuja superfície externa encontra-se revestida por brácteas circulares, peltadas.

Segundo Almeida et al. (1998), esta espécie trata-se de um arbusto, podendo tornar-se uma árvoreta de até 4m de altura, com produção abundante de látex, com ampla distribuição no país, encontrando-se nos estados: do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal, com ocorrência no cerrado, cerradão e mata mesofítica.

Solereider (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) relataram a presença de elementos laticíferos para a maioria dos gêneros desta família, entre eles, *Brosimum* que se destaca por apresentar tais estruturas bem desenvolvidas nas folhas e caule jovem. Esau (1965) e Fahn (1969) destacaram a presença de laticíferos não articulados, podendo ramificar-se, para várias famílias, entre elas, Moraceae. Cronquist (1981) enfatizou a ocorrência de laticíferos presentes no tecido parenquimático do caule e folha com conteúdo extraordinariamente diverso em diferentes membros da família Moraceae. Milanez (1974) discutiu a ontogênese dos tubos contínuos que ocorrem na maioria dos membros algumas famílias, como por exemplo, Moraceae, originados a partir de células iniciais laticíferas que não sofrem citodiérese.

De acordo com Mahlberg (1993), o reconhecimento das diferenças estruturais entre os laticíferos contribuiu para o desenvolvimento de vários esquemas de classificação; onde diversos autores propuseram modelos de acordo com suas formas.

Esau (1965) e Fahn (1969) classificaram os laticíferos em: 1) não articulados, isto é, formados a partir de única célula que pode se ramificar ou não; 2) laticíferos articulados, isto é, formados por séries simples ou ramificadas de células.

Além da ampla distribuição geográfica muitos autores relataram especialmente a importância terapêutica e alimentar de *B. gaudichaudii*. Os índios misturam a polpa do fruto com a farinha de mandioca, formando uma pasta densa, maleável e adocicada, para ser utilizada como alimento (Ferreira, 1973). A polpa amarela dos frutos de mama-cadela é muito apreciada pelas crianças que usam esta polpa por ser semelhante à goma de mascar (Matos, 1982). Pio Correia (1984) descreveu a presença de frutos leitosos de sabor agradável para *B. gaudichaudii*.

De acordo com Melo et al. (1998), os frutos maduros de *B. gaudichaudii* são amarelos, carnosos, com tamanho médio, entre quatro a cinco centímetros de diâmetro e devem ser colhidos no período de setembro a novembro.

Barroso et al. (1999) relataram para *Brosimum*, a ocorrência de frutos monocárpicos, latescentes, cujo receptáculo globoso e carnosos engloba a núcula com semente pêndula, sem endosperma, com embrião crasso e cotilédones iguais ou desiguais entre si. O fruto, quando maduro apresenta coloração amarela com polpa latescente adocicada e comestível.

Añez et al. (2002), em trabalho realizado sobre a germinação das sementes de *B. gaudichaudii*, ressaltaram a importância do conhecimento sobre as condições ótimas para a germinação de espécies medicinais, principalmente no processo de domesticação das espécies. De acordo com Sales et al. (2002),

o tamanho das sementes não influencia a germinação, que obteve maior índice quando foram isoladas totalmente do tegumento.

Ressel *et al.* (2004), trabalhando com espécies do cerrado em Uberlândia - MG, utilizaram o sistema de classificação proposto por Miquel (1987) que compreende cinco tipos morfofuncionais de plântulas segundo os critérios de exposição, posição e textura dos cotilédones, enquadrando *B. gaudichaudii* no tipo cripto-hipógeo-armazenador. No cerrado, este tipo de plântula perfaz 23% das espécies estudadas e, quando relacionado com as condições de luz do ambiente, dentre as espécies clímax de sombra, representa 52%. Lima (1989) sugeriu que os tipos morfofuncionais de plântulas estariam distribuídos em habitats específicos, como por exemplo, o tipo cripto-hipógeo-armazenador que está relacionado aos ambientes com condições edáficas e/ou climáticas adversas como aquelas encontradas no cerrado.

Brosimum gaudichaudii encontra-se em destaque entre as espécies medicinais do cerrado, onde o uso tópico do extrato das raízes, folhas e casca do caule é empregado no tratamento do vitiligo e outras manchas na pele, bem como o uso interno para combater reumatismo, intoxicações crônicas, dermatoses em geral e como depurativo (Caribé & Campos, 1977).

Carauta & Vianna (1977) descreveram para *B. gaudichaudii* a presença de folhas elípticas a lanceoladas, com dimorfismo acentuado cuja face inferior apresenta pilosidade variável.

Aguiar *et al.* (1988) estudaram a atividade antibiótica de algumas espécies nordestinas, entre elas, *B. gaudichaudii*. Segundo Affonso *et al.* (1991), esta planta tem sido utilizada como analgésica e antiinflamatória. Alves *et al.* (2000) relataram a ação antifúngica de compostos presentes nas raízes de mama-cadela.

Em levantamento etnobotânico realizado na região do Alto do Rio Grande, Minas Gerais, *B. gaudichaudii* aparece entre as espécies medicinais mais utilizadas, onde toda a planta pode ser empregada contra gripe, resfriado e bronquite; os ramos com folhas são usados como depurativo ou contra a má circulação sanguínea; as raízes e casca do caule contra o vitiligo e manchas na pele (Rodrigues & Carvalho, 2001a,b).

Cardoso *et al.* (2002) citaram o uso de soluções tópicas, a partir de *B. gaudichaudii*, empregadas no tratamento do vitiligo e psoríase.

Apesar da variedade de usos desta espécie, o emprego mais freqüente tem sido para combater o vitiligo que se trata de uma despigmentação da pele (Azambuja, 1981; Alves *et al.*, 2000; Lourenço, 2001; Sampaio & Rivitti, 2001).

Rizzini & Mors (1976) relataram que da casca, raiz e fruto de mama-cadela é extraída uma substância ativa que, em contato com as células endodérmicas, sob o estímulo da luz solar, age sobre os melanócitos provocando a repigmentação das áreas afetadas. Neves *et al.* (2002) mencionaram a mesma ação, mas para substâncias extraídas da casca do caule de mama-cadela.

Segundo Pozetti (1969), McKeon (1981) e Caffieri et al. (1989), os principais componentes de *B. gaudichaudii* utilizados contra o vitiligo, são duas furanocumarinas: psoraleno e bergapteno.

No final da década de 60 e início dos anos 70, o gênero *Brosimum* foi muito estudado sob o ponto de vista fitoquímico devido à presença de furanocumarinas; substâncias estas, naquela época, utilizadas como aromatizantes na indústria de inseticidas e cigarros (Pozetti, 1967; Pozetti, 1969; Braz-Filho et al., 1970a,b; Gottlieb et al. 1972).

A grande produção de furanocumarinas pelas espécies de *Brosimum*, substâncias estas responsáveis por forte ação fotossensibilizante, foi relatada por Monteiro et al. (2002).

O bergapteno e psoraleno foram isolados da casca das raízes de *B. gaudichaudii* e estudados por Lima & Ribeiro (1967), Pozetti (1969), Vilegas et al. (1993) e Vieira et al. (1998); além destas furanocumarinas, Vilegas et al. (1993) ressaltou também a presença marcante de terpenóides. Pozetti & Bernardi (1971) isolaram o bergapteno dos frutos de *B. gaudichaudii*. Loureço (2001), em análise do córtex e cerne da raiz, folhas, galhos, e látex de *B. gaudichaudii*, concluiu que a parte da planta que conteve maior concentração de furanocumarinas foi o córtex da raiz, estando ausentes no látex.

Fidelis et al. (2000) observaram a presença de dois tipos de raízes existentes em *B. gaudichaudii*: raiz primária com origem no embrião da semente e raízes adventícias originadas a partir de segmentos nodais no caule.

De acordo com Pozzetti (1993a,b), apesar das propriedades terapêuticas, o uso da planta via oral pode causar consequências adversas, especialmente danos hepáticos e dermatites de contato.

Varanda et al. (2002), que também relataram o uso da casca das raízes de mama-cadela na medicina popular para o tratamento do vitiligo, ressaltaram que as furanocumarinas presentes em extratos aquosos e metanólicos podem contribuir para uma atividade mutagênica.

Amorim (2003), através de ensaios farmacológicos pré-clínicos, administrou o extrato da casca da raiz e verificou a hepatotoxicidade, nefrotoxicidade e leucopenia de absoluta *B. gaudichaudii*.

Haddad Junior (2004) e Veiga Junior & Pinto (2005) relataram a ocorrência de fotodermatites ocasionadas por algumas espécies vegetais, entre elas, *B. gaudichaudii* que é utilizado no tratamento do vitiligo.

Entretanto, a extração do bergapteno e psoraleno da casca da raiz e da casca do caule de mama-cadela, é utilizada para a elaboração de um fitoterápico, o VITICROMIN[®], sob as formas de: pomada, loção ou comprimido para o tratamento do vitiligo e outras discromias (Sampaio & Rivitti, 2001; Leão et al., 2005); este último autor ressalta que ainda não existe tratamento totalmente eficaz para o vitiligo.

Enfim, *B. gaudichaudii* é uma das espécies medicinais do cerrado brasileiro que representam um universo interessante para o desenvolvimento de estudos aplicados e integrados, permitindo assim a utilização racional dos recursos naturais.

Morfoanatomia e Histoquímica de Órgãos Vegetativos de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae)

RESUMO – (Morfoanatomia e histoquímica de órgãos vegetativos de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Brosimum gaudichaudii*, conhecida como mamacadela, é espécie comum nos cerrados, com grande valor na medicina popular e na indústria de medicamentos. A casca da raiz e do caule é empregada no tratamento do vitiligo, sendo o bergapteno e psoraleno, duas furanocumarinas, responsáveis pela ação farmacológica. Neste trabalho são apresentadas a caracterização morfoanatômica e a histoquímica de órgãos vegetativos de *B. gaudichaudii*, com informações sobre o embrião e o desenvolvimento pós-seminal. Amostras foram processadas segundo técnicas usuais em anatomia e ultra-estrutura vegetal. O embrião é do tipo total e invaginado, a plântula cripto-hipogéia e o sistema radicular do tirodendro é composto por raiz primária pouco desenvolvida em relação às raízes laterais. Plantas adultas apresentam raízes gemíferas longas, plagiotrópicas originando ramos caulinares aéreos; tais raízes possuem periderme com súber desenvolvido e floema secundário abundante em relação ao xilema, sendo facilmente destacados quando manipulados. O caule jovem e a folha apresentam epiderme unisseriada, grande densidade de tricomas tectores unicelulares e tricomas glandulares. Laticíferos não-articulados ramificados ocorrem em todos os órgãos, sendo freqüentemente observados no interior dos elementos de vaso. Idioblastos fenólicos ocorrem em abundância em todos tecidos e órgãos analisados. O valor das características anatômicas observadas no controle de qualidade da droga é discutido.

Palavras-chave: *Brosimum gaudichaudii*, histoquímica, laticíferos, morfoanatomia, raízes gemíferas

ABSTRACT – (Morphoanatomy and histochemistry of the vegetative organs from *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Brosimum gaudichaudii* known as “mamacadela” is a common cerrado species with a great importance on medicine folk and in the pharmaceutical industry. The bark of the root and stem is used on the treatment of “vitiligo” being the bergapten and psoralen two furocoumarins responsible for pharmacological activity. This work presents the morphoanatomical and histochemical characterization of the vegetative organs of *B. gaudichaudii*, with information about its embryo and post-seminal development. Samples were processed by usual techniques of plant anatomy and ultra-structure. The embryo is of the total type and invaginate, the seedling is crypto-hypogeal and the tirodentro's radicular system is composed by primary root that is not always well developed when compared to other roots that probably are derived of the hypocotyl which have greater size. The adult plants present long shoot bud-forming roots and plagiotropics originating with air branch. These roots present a periderm with developed phellem and secondary phloem more developed than xylem, being both easily eminent when manipulated. The stem and the leaf show unisseriate epidermis with a high density of unicellular trichomes non-glandular and glandular trichomes. The laticiferous are branched and non-articulate, occurring at all organs mostly frequently inside of the vessel elements. Phenolic-idioblasts occur abundantly at all organs.

Key words: *Brosimum gaudichaudii*, histochemistry, laticifers, morphoanatomy, root

Introdução

A família Moraceae inclui aproximadamente 50 gêneros e 1.500 espécies, predominantemente tropicais e subtropicais, estando representada, no Brasil, por 27 gêneros com cerca de 250 espécies incluindo árvores, arbustos, ervas ou lianas, geralmente latexcentes (Souza & Lorenzi, 2005). Muitas espécies de Moraceae são comercialmente exploradas pela indústria de madeira, papel, borracha e de forma indireta, na obtenção da seda (Metcalf & Chalk, 1950; Détiene & Jacquet, 1983; Maniere & Chimelo, 1989; Fedalto *et al.*, 1989; Coradin *et al.* 1991). Além disso, algumas espécies são de grande importância na obtenção de moléculas biologicamente ativas (Pozetti, 1969; Elisabetsky & Castilhos, 1990; Vilegas *et al.*, 1993; Simopoulos, 1995; Shirota *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 1997; Alcântara *et al.*, 2000; Takashima & Ohsaki, 2001; Takashima *et al.*, 2002).

Entre os gêneros nativos da família Moraceae, destaca-se *Brosimum* Sw. com representantes nos cerrados (Souza & Lorenzi, 2005), onde *B. gaudichaudii* Trécul tem sido considerada uma espécie relevante para estudos multidisciplinares, principalmente por suas propriedades medicinais (Vieira & Silva, 2002). Popularmente conhecida como mama-cadela, mamica-de-cadela, mamica-de-porca, mamica-de-cachorra, entre outros (Lorenzi & Matos, 2002), com ampla distribuição no país, *B. gaudichaudii* possui porte arbustivo, podendo tornar-se uma arvoreta de até 4 m de altura, encontrando-se nos estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal. Distribui-se no cerrado típico, cerradão e mata mesofítica (Almeida *et al.*, 1998).

As plantas de *B. gaudichaudii* caracterizam-se pela produção abundante de látex, sendo suas raízes, casca do caule e folhas amplamente empregadas na medicina popular em várias regiões do país (Lorenzi & Matos, 2002). O extrato desses órgãos é empregado topicamente contra o vitiligo e outras manchas na pele (Azambuja, 1981; Rodrigues & Carvalho, 2001). Estudos fitoquímicos demonstraram que as substâncias responsáveis pela ação contra o vitiligo são duas furanocumarinas: o psoraleno e o bergapteno (Pozetti, 1969; McKeon, 1981; Caffieri *et al.*, 1989). Estes compostos podem ser obtidos por síntese química; no entanto, trata-se de um processo oneroso, podendo ser facilmente extraídos de plantas de *B. gaudichaudii* (Neves *et al.*, 2002).

Apesar de *B. gaudichaudii* tratar-se de uma espécie comum nos cerrados brasileiros, com grande valor na medicina tradicional e na indústria de medicamentos, o único trabalho com enfoque estrutural encontrado em literatura foi o de Fidelis *et al.* (2000) que descreveram, de um modo geral, a anatomia de órgãos vegetativos desta espécie *in vivo* e *in vitro*. Sabe-se que estudos estruturais detalhados são necessários para subsidiar o controle de qualidade da matéria prima empregada em escala industrial, contribuindo desta forma para a conservação e exploração racional desta espécie. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a morfologia, a anatomia e a histoquímica dos órgãos vegetativos

em desenvolvimento de plantas de *B. gaudichaudii*, com informações sobre a germinação e o desenvolvimento pós-seminal.

Material e métodos

Local de estudo

Amostras de ápices caulinares, além de folhas, caules e raízes em estrutura primária e secundária foram obtidas de exemplares de *B. gaudichaudii* ocorrentes na Estação Ecológica do Cerrado, localizada no município de Campo Mourão (24°18'S, 23°55'24"N, 630m), região noroeste do estado do Paraná. Ramos férteis foram herborizados e depositados no Herbário "Irina Delanova Gemtchujnicov", do Departamento de Botânica, UNESP, Campus de Botucatu (BOTU). O clima de Campo Mourão, segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa - clima subtropical úmido, com média térmica no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio, inferior a 18°C. A precipitação média, por ano, encontra-se entre 1.200 e 1.600 mm, com tendência de concentração das chuvas no verão (Maack, 1981; IAPAR, 1994).

Amostragem

Foram amostrados 15 exemplares de uma mesma população. A coleta das raízes foi realizada em exemplares com altura variando de 0,20 a 5 m, sendo feitas escavações à cerca de 10 a 30 cm de profundidade ao redor de cada planta, procurando evitar danos que comprometessem o seu desenvolvimento. Neste processo, apenas cinco exemplares foram integralmente retirados. Amostras do caule foram coletadas na região distal (1º e 2º entrenós) de ramos com todas as folhas ainda em desenvolvimento. Amostras de caule foram retiradas de ramos com as folhas completamente expandidas, entre o 3º e o 6º entrenós. A casca do caule foi coletada de três exemplares adultos em diferentes estágios de desenvolvimento: caule com 7 cm, 14 cm e 32 cm de diâmetro. As folhas foram coletadas dos respectivos entrenós do caule adulto, sendo retiradas amostras do pecíolo nas regiões proximal, mediana e distal, e do terço mediano do limbo, incluindo nervura principal, área internervural e bordo.

Amostras de raízes em estrutura primária foram retiradas de plântulas obtidas a partir da germinação de sementes e mantidas em laboratório.

Germinação de sementes e obtenção de plântulas

A coleta e o processamento das sementes para obtenção de plântulas foram realizados da seguinte forma: imediatamente a colheita dos frutos, 10 sementes foram desinfetadas em hipoclorito de sódio a 20% e colocadas para germinar em placa de Petri com algodão umedecido em água destilada. As placas de Petri permaneceram no interior do laboratório, em ambiente limpo, arejado, com luz indireta mantendo

sempre o algodão umedecido com água destilada. Após 19 dias, foram transplantadas para vasos plásticos com terra preparada com húmus de minhoca, sendo mantidas no mesmo ambiente, entretanto com maior luminosidade indireta. Após nove semanas de cultivo, a raiz primária foi amostrada em três regiões: proximal, mediana e distal (Fig. 1).

Estudo morfológico

Foram feitas observações sobre as modificações morfológicas durante o desenvolvimento das plântulas, até 46 dias a partir da germinação. Os aspectos mais relevantes foram documentados por meio de fotografias com câmera digital. Neste trabalho adotou-se a terminologia plântula considerando a fase que abrange o vegetal desde a germinação consumada da semente até a formação da primeira folha, ou seja, o eófilo ou protofilo; e tirodendro, após esta fase até o momento em que aparecem os primeiros metafilos (Souza, 2003).

Estudo anatômico

As amostras foram imersas em FAA 50 durante 48 horas e, posteriormente, transferidas para o etanol 70% (Johansen, 1940). Parte do material foi seccionado à mão livre, com auxílio de lâminas de barbear e também com micrótomo de rotação. As amostras seccionadas à mão livre foram clarificadas em hipoclorito de sódio 20%, posteriormente lavadas em água destilada, coradas com safranina e azul de astra (Gerlach, 1969) e montadas em lâmina com gelatina glicerínada. Para a confecção de lâminas permanentes, as amostras fixadas foram desidratadas em série etílica e incluídas em resina hidróxi-etil-metacrilato (Gerrits, 1991). As secções, com 7 µm de espessura, obtidas em micrótomo de rotação foram coradas com Azul de Toluidina 0,05% em tampão fosfato pH 4,3 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em Permount.

Para o estudo da arquitetura foliar utilizou-se a técnica de diafanização do limbo segundo Fuchs (1963), e o padrão geral de venação foi descrito de acordo com os critérios propostos por Hickey (1973).

As fotomicrografias foram obtidas por captura de imagem pelo programa Image Pro-Plus, versão 4.0. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas através de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Testes histoquímicos

Para os testes histoquímicos, cortes de material fresco foram tratados com: Sudan IV para detecção de lipídios totais (Johansen 1940); solução aquosa de cloreto férrico a 10% para marcação de compostos fenólicos (Johansen 1940); solução aquosa de Vermelho de Rutênio a 0,02% para identificação de polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); Solução de Lugol (iodo + iodeto de

potássio) para amido e alcalóides (Johansen 1940); Solução de Azul Mercúrio de Bromofenol para proteínas (Mazia *et al.* 1953); ácido sulfúrico para os cristais de oxalato de cálcio (Johansen 1940). Os controles para cada teste seguiram as indicações dos respectivos autores. Lâminas temporárias foram montadas em glicerina.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A caracterização morfológica das superfícies caulinares e foliares foi complementada com análise ao microscópio eletrônico de varredura segundo a técnica de Robards (1978). Para isso, as amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% (tampão fosfato 0,1M pH 7,3 por 24 horas); pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1%, no mesmo tampão; desidratadas em série alcoólica; secadas em ponto crítico com CO₂ e metalizadas com camada de 10nm de ouro. O material foi observado ao microscópio eletrônico de varredura SEM 515 da Philips, em 20 KV, e documentação com filme Technical Pan Asa 25.

Resultados e discussão

Morfologia do embrião, plântula e tirodendro

O embrião apresenta dois cotilédones carnosos, curto-peciolados, curvos e assimétricos em relação à forma e tamanho (Fig. 2). A face abaxial dos dois cotilédones é convexa enquanto a face adaxial é plano-convexa em um e plano-côncava em outro (Fig. 3). É comum o desenvolvimento diferenciado dos cotilédones onde um deles pode apresentar redução de até 1/3 do tamanho. Barroso *et al.* (1999) mencionaram a presença de cotilédones iguais ou desiguais entre si para o gênero *Brosimum*. A reserva dos cotilédones de *B. gaudichaudii* é composta de amido, além de proteína e lipídio, igualmente encontrada por Balerone *et al.* (2002) nesta espécie. O eixo hipocótilo-radicular é curto e ligeiramente achatado, com plúmula pouco desenvolvida, sem diferenciação evidente dos primórdios foliares (Fig. 3). O embrião preenche todo o volume da cavidade seminal, sendo classificado, segundo Martin (1946), como total e invaginado.

A plântula de *B. gaudichaudii* é cripto-hipogéia com cotilédones carnosos, hipocótilo curto e intumescido, com alongamento insuficiente para elevar a semente acima do solo (Fig. 4). Esta terminologia cripto-hipogéia foi proposta inicialmente por Duke & Polhil (1981) para plântulas de leguminosas; no entanto, tem sido aplicada de forma generalizada. Ressel *et al.* (2004), trabalhando com espécies do cerrado em Uberlândia - MG, utilizaram o sistema de classificação proposto por Miquel (1987) que compreende cinco tipos morfofuncionais de plântulas segundo os critérios de exposição, posição e textura dos cotilédones, enquadrando *B. gaudichaudii* no tipo cripto-hipogeu-armazenador. No cerrado, este tipo de plântula perfaz 23% das espécies estudadas e, quando relacionado com as condições de luz do ambiente, dentre as espécies clímax de sombra, representa 52%. Lima (1989) sugeriu que os

tipos morfofuncionais de plântulas estariam distribuídos em habitats específicos, como por exemplo, o tipo cripto-hipogeu-armazenador que está relacionado aos ambientes com condições edáficas e/ou climáticas adversas como aquelas encontradas no cerrado.

Embora *B. gaudichaudii* apresente os cotilédones tipicamente com reservas como citados anteriormente, Fidelis (1998) considerou que as sementes desta espécie são recalcitrantes, devido à perda da viabilidade após a secagem.

Observa-se a presença de catafilos com filotaxia alterna helicoidal variando entre quatro a sete até o primeiro eófilo, também alterno (Fig. 5 e 6). Os eófilos, tanto da plântula como do tirodendro, são simples, sem estípulas, membranáceos, peciolados, elípticos, base obtusa, ápice agudo e margem serrada (Fig. 6 e 7). Diferenciam-se dos metafilos que, além do maior tamanho, apresentam consistência coriácea, base assimétrica e margem lisa ou ligeiramente ondulada. Os eófilos são diferentes dos metafilos na maioria das espécies de dicotiledôneas conforme registrado por Vogel (1980) em seu extenso trabalho com plântulas de espécies arbóreas tropicais onde aparece, com frequência, eófilos simples precedendo metafilos compostos, pinados ou bipinados. No entanto, em *B. gaudichaudii*, que também é uma espécie arbórea, os metafilos são simples.

O sistema radicular do tirodendro é composto por raiz primária e suas ramificações. A raiz primária nem sempre é bem desenvolvida quando então outras raízes, originadas provavelmente do hipocótilo, apresentam maior porte (Fig. 8 e 9). Como o hipocótilo é curto e os estudos anatômicos foram realizados apenas em raízes primárias, não foi possível determinar a origem precisa destas outras raízes, se adventícias ou não. Moreira & Klink (2000) enfatizaram que espécies típicas do cerrado tendem a desenvolver sistemas radiculares mais profundos e/ou espessados, em busca de camadas mais úmidas do solo o que as capacita sobreviverem à seca sazonal, que é bem delimitada no cerrado, e às queimadas ocasionais, comuns a este ambiente.

Anatomia da raiz principal do tirodendro

A raiz principal, na região distal, apresenta estrutura tipicamente primária. A epiderme apresenta pêlos absorventes (Fig. 10) e o córtex é formado por aproximadamente 11 camadas de células parenquimáticas com diâmetros variados. Segundo Fidelis *et al.* (2000), tal região é composta por células heterodimensionais com pequenos espaços intercelulares. Na região mediana, observa-se o início do desenvolvimento de tecido vascular secundário com raios parenquimáticos expandidos e fibras gelatinosas dispersas pelo floema (Fig. 11). O xilema primário, nesta região (Fig. 12), bem como na distal, é triarco. No entanto, na região proximal, com tecido vascular secundário mais desenvolvido (Fig. 13), observa-se que o xilema primário é diarco (Fig. 14). Esta região proximal da raiz corresponde ao início da região de transição, uma vez que as células do metaxilema encontram-se ligeiramente afastadas, sendo o espaço preenchido por células parenquimáticas que constituirão a região medular do caule.

Fidelis *et al.* (2000) descreveram para plantas de *B. gaudichaudii* a ocorrência de raiz tetraarca. Eames & MacDaniels (1947), Esau (1965) e Fahn (1990) relataram que, na maioria das espécies, o número de pólos xilemáticos pode variar entre plantas diferentes ou em raízes diferentes de uma mesma planta. Appezzato-da-Glória & Estelita (2000) descreveram que as raízes de *Mandevilla illustris* e *M. velutina* apresentam variação de triarco a hexarco.

Nas regiões mediana e proximal da raiz do tirodendro com nove semanas observa-se periderme com cinco camadas de células e a presença de câmbio vascular (Fig. 15). As raízes laterais são formadas nas regiões proximal (Fig. 16) e mediana, onde são mais freqüentes. Cristais prismáticos de oxalato de cálcio foram observados no parênquima somente nestas duas regiões (Fig. 17). Wu & Kuo-Huang (1997) relataram a ocorrência de cristais prismáticos nas folhas de várias espécies de Moraceae, pertencentes a outros gêneros. Todos os órgãos do tirodendro, ao serem seccionados, liberaram látex de coloração branca e aspecto leitoso.

Anatomia de raízes adventícias da planta adulta

A anatomia das raízes adventícias com diâmetro equivalente ao da raiz principal do tirodendro, em torno de 2 mm, é semelhante a esta. No entanto, os elementos de vaso do xilema secundário das raízes adventícias apresentam diâmetros visivelmente maiores (Fig. 18), bem como a presença abundante de células parenquimáticas amilíferas e de laticíferos no floema secundário (Fig. 19). Nas raízes com diâmetro menor, em torno de 0,5mm, embora ocorram tecidos vasculares secundários, nota-se com maior facilidade o xilema primário diarco (Fig. 20 e 21). Fibras gelatinosas são abundantes no floema (Fig. 22). Os laticíferos estão localizados, no floema, paralelamente ao eixo maior com ramificações perpendiculares (Fig. 24). A periderme é composta por várias camadas de súber, além do felogênio e feloderme (Fig. 22 e 23). Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) relataram a presença de laticíferos para a maioria dos gêneros de Moraceae, entre eles, *Brosimum* que se destaca por apresentar tais estruturas bem desenvolvidas nas folhas e caule jovem. Esau (1965) e Fahn (1990) descreveram a presença de laticíferos não-articulados, que podem ramificar-se ou não, para várias famílias, entre elas, Moraceae. Cronquist (1981) enfatizou os laticíferos presentes no tecido parenquimático do caule e folha com conteúdos extraordinariamente diversos em diferentes membros da família Moraceae. Veenendaal & Outer (1990) descreveram a ocorrência de laticíferos não-articulados ramificados em todos os órgãos vegetativos de *Morus nigra*, discutindo que em Moraceae não há presença de laticíferos articulados. O látex também foi observado no interior dos elementos de vasos destas raízes (Fig. 20 e 21), como descrito por Appezzato-da-Glória & Estelita (1997), para espécies de *Mandevilla* (Apocynaceae). Esses autores verificaram o crescimento de laticíferos para dentro dos elementos traqueais.

Morfologia e anatomia da raiz gemífera

Todos os indivíduos coletados no campo, independentemente do porte, apresentam raízes gemíferas de coloração marron-avermelhado com odor característico semelhante ao de *Ficus carica*, possibilitando um reconhecimento mais preciso da espécie. Estas raízes (Fig. 25-29) são longas, plagiotrópicas, originando ramos aéreos, e situam-se aproximadamente entre 10 a 30 cm de profundidade. Raízes de pequeno diâmetro, até 0,3cm (Fig. 25), ou com diâmetro médio, cerca de 0,7cm (Fig. 26 e 27) já desenvolvem ramos caulinares aéreos. Raízes de maior diâmetro, com 1,7cm ou maiores (Fig. 28 e 29), constituem o principal ou único sistema radicular de manutenção e crescimento dos ramos caulinares. Este mecanismo de propagação parece estar associado à perpetuação de espécies formando populações clonais, conforme observado por Bosela & Ewers (1997), em árvores de *Sassafras albidum*. Hayashi *et al.* (2001) relataram a presença de brotos caulinares aéreos a partir de raízes longas, localizadas paralelamente à superfície do solo, para algumas espécies arbóreas de um remanescente florestal que sofreu vários incêndios. Embora os estudos de raízes gemíferas não sejam tão comuns, trabalhos de Rizzini & Heringer (1966), Matthes (1992) e Castellani & Stubblebine (1993) registraram sua ocorrência em ambientes de cerrado e floresta tropical. De acordo com Rodrigues *et al.* (2004), em estudo realizado com árvores de floresta semidecídua afetada por fogo, 27 espécies arbóreas, pertencentes a 17 famílias, apresentaram raízes com brotos caulinares. Este número representou aproximadamente 31,8% das espécies arbóreas da área de estudo. Appezzato-da-Glória (2003) discutiu a importância ecológica destas raízes em diversas espécies de cerrado e de florestas tropicais que sofrem agressões pela ocorrência de queimadas. Hayashi & Appezzato-da-Glória (2005) enfatizaram que raízes gemíferas representam uma das estratégias que as plantas do cerrado desenvolveram para resistirem, especialmente ao fogo.

A raiz gemífera de *B. gaudichaudii* é composta por uma periderme (Fig. 31) com súber formado por várias camadas de células tabulares, predominantemente retangulares (Fig. 32) que se destacam facilmente ao serem manuseadas. O floema secundário é bastante desenvolvido em relação ao xilema (Fig. 29 e 30), sendo também facilmente destacado quando manipulado, otimizando a coleta para fins medicinais, uma vez que este tecido constitui a parte mais utilizada.

O câmbio vascular é facilmente identificado, com várias camadas celulares, e os raios parenquimáticos, especialmente os floemáticos, apresentam-se repletos de grãos de amido (Fig. 30e 33). A maior quantidade deste amido localiza-se na região periférica do floema, nos raios dilatados (Fig. 30 e 34). Os grãos de amido têm formatos e tamanhos variados com predominância de formas esféricas e

truncadas (Fig. 35). A presença de amido em raízes gemíferas é comum, conforme verificado por Apezatto-da-Glória (2003), em espécies arbóreas.

A ocorrência de elementos de vasos com tiloses (Fig. 36) nas raízes gemíferas de *B. gaudichaudii* é muito freqüente, sendo uma característica relatada por Metcalfe & Chalk (1950) em vários gêneros de Moraceae incluindo *Brosimum*. Fedalto *et al.* (1989), em estudos da madeira de algumas espécies de *Brosimum*, descreveram a obliteração de elementos de vasos por tiloses globosas.

Os ramos caulinares originam-se, nas raízes gemíferas, de gemas exógenas (Fig. 37). Segundo Apezatto-da-Glória (2003), estas gemas diferem das gemas adicionais que apresentam origem endógena e são providas de traços contíguos com o centro da raiz.

É comum a presença de fibras gelatinosas distribuídas na região periférica do floema, bem como de laticíferos por todo o floema (Fig. 38). Estes laticíferos são ramificados (Fig. 39). Igualmente verificado nas raízes adventícias, há ocorrência freqüente de látex no interior dos elementos de vasos (Fig. 40).

Cabe ressaltar que as raízes, tanto as gemíferas como as adventícias e as do tirodendro, apresentam odor característico semelhante ao de *Ficus carica*, principalmente ao serem manuseadas. Segundo Pozetti (1969), das cascas das raízes de *B. gaudichaudii*, que especificamente trata-se do floema secundário e periderme, são extraídas duas furanocumarinas, o bergapteno e o psoraleno, empregadas no tratamento do vitiligo. No final da década de 60 e início dos anos 70, o gênero *Brosimum* foi muito estudado sob o ponto de vista fitoquímico devido à presença destas furanocumarinas, substâncias estas aromatizantes de largo emprego na indústria de inseticidas, cigarros, bem como na medicina (Pozetti, 1967; Pozetti, 1969; Braz-Filho *et al.*, 1970; Gottlieb *et al.* 1972). Gibernau *et al.* (1997), em estudos sobre os compostos voláteis do extrato de *Ficus carica*, relataram a presença de substâncias comuns aos de *B. gaudichaudii*, como, por exemplo, os sesquiterpenos e as furanocumarinas.

Anatomia do caule

Em secção transversal, o caule em estrutura secundária inicial, apresenta formato cilíndrico. A epiderme é unisseriada com células de formas e tamanhos variados (Fig. 45) e possui cutícula espessa. A superfície epidérmica é estriada com grande densidade de tricomas tectores unicelulares com tamanhos variados, além de tricomas glandulares peltados (Fig. 41, 42 e 45). O córtex é composto por aproximadamente 19 camadas de células parenquimáticas (Fig. 47) e região medular ampla (Fig. 44). O sistema vascular primário está representado por feixes colaterais separados por parênquima interfascicular estreito, constituindo um cilindro descontínuo (Fig. 44). O câmbio vascular inicial já está ativo originando xilema secundário inicial (Fig. 47). Idioblastos fenólicos (Fig. 46 e 47) são observados nas regiões cortical, floemática e medular.

No caule com estrutura secundária mais avançada, o córtex (Fig. 48) e tecido epidérmico com tricomas esparsos (Fig. 43 e 49) ainda estão presentes. Neste estágio, os maiores elementos de vasos do xilema secundário encontram-se alinhados (Fig. 50). Este desenvolvimento inicial do caule segue o padrão de crescimento típico deste órgão para as dicotiledôneas.

Os laticíferos e idioblastos fenólicos, igualmente àqueles da raiz, são observados tanto no córtex como na medula (Fig. 51 e 52). Metcalfe & Chalk (1950) relataram a presença de laticíferos ramificados presentes no córtex, medula, periciclo, floema primário e secundário em *Brosimum* e outros gêneros da família; no entanto, citam células secretoras, provavelmente de conteúdo mucilaginoso e não fenólico. Quintanar & Castrejón (2004) mencionaram a ocorrência de polifenóis em células parenquimáticas do floema secundário de cinco espécies de Moraceae.

Os estudos anatômicos da casca dos caules com diferentes diâmetros (7cm, 14cm e 32cm) não demonstraram diferenças em seu padrão estrutural, exceto o acréscimo de estratos celulares. A periderme apresenta súber compacto, composto por várias camadas de células com espessamento em forma de U (Fig. 54, 58 e 59). Internamente à periderme, ocorre uma faixa irregular de parênquima com células esclerificadas ou não (Fig. 53, 54 e 58), provavelmente oriundas do córtex. O floema secundário apresenta tubos crivados com parede celular nacarada (Fig. 57) e raios parenquimáticos uni, bi ou trisseriados (Fig. 56) que se dilatam em direção à periferia (Fig. 53). Na região mais interna do floema observa-se a ocorrência de fibras gelatinosas isoladas distribuídas aleatoriamente, bem como a presença de laticíferos com parede celular espessa (Fig. 55). Quintanar & Castrejón (2004) relataram a presença de fibras, sem lignificação, solitárias ou em pequenos grupos com distribuição difusa, e laticíferos isolados no floema secundário de espécies de *Ficus* e *Morus*.

Morfologia e anatomia da folha – os nomofilos

Os nomofilos de *B. gaudichaudii* são simples, coriáceas, esparsadamente pilosas na face adaxial, e pilosas na abaxial, cujo comprimento varia entre 5 a 13 cm, e a largura entre 1,5 a 6 cm. A filotaxia é alterna, o limbo tem forma elíptica à oblonga, base oblíqua, ápice cuspidado (Fig. 60-62) e margem revoluta (Fig. 82). Em estudo do gênero *Brosimum*, Carauta & Vianna (1977) descreveram folhas elíptica a lanceolada, com dimorfismo acentuado para a espécie *B. gaudichaudii*.

A nervura primária é individual e mais desenvolvida, comparada às demais nervuras do limbo (Fig. 61), com o padrão de venação, segundo Hickey (1973), do tipo campitódromo, isto é, as nervuras secundárias não terminam na margem; e subtipo broquidódromo, pois as nervuras secundárias se unem próximas à margem, e em conjunto formam uma série de arcos proeminentes (Fig. 61 e 65). Felipe & Alencastro (1966), que realizaram amplo trabalho com espécies de Asteraceae do cerrado, classificaram este tipo de venação apenas como broquidódromo. As aréolas são bem definidas, formando malhas com

tamanhos e formatos consistentes (Fig. 63), variando de quadrangular à pentagonal (Fig. 63 e 65). As terminações vasculares no interior das aréolas são representadas por traqueídes com número variável de terminações, geralmente duas (Fig. 64). A venação marginal é incompleta, pois pequenas nervuras terminam livremente em direção à margem (Fig. 61 e 65).

O limbo é dorsiventral (Fig. 74, 77, 78 e 81), hipostomático e recoberto por indumento denso constituído por papilas, tricomas tectores e tricomas glandulares na face abaxial. Metcalfe & Chalk (1950) relataram que normalmente, em Moraceae, as folhas são dorsiventrais. As nervuras são proeminentes nesta face (Fig. 66 e 67) e delimitam depressões (Fig. 67 e 68), onde se localizam os estômatos circundados por um anel elevado de cera epicuticular (Fig. 69). Os tricomas tectores são unicelulares pontiagudos ou em gancho, e apresentam tamanhos variados, enquanto os glandulares são do tipo peltado (Fig. 70), e menos freqüentes. Metcalfe & Chalk (1950) mencionaram a ocorrência de tricomas tectores unicelulares para o gênero *Brosimum*. As papilas ocorrem tanto nas depressões como ao longo das nervuras (Fig. 69 e 70). Na face adaxial a superfície é estriada e os tricomas são esparsos (Fig. 71). Carauta & Vianna (1977) relataram a presença de pilosidade apenas na face abaxial das folhas de *B. gaudichaudii*. Romaniuc Neto & Wanderley (1992) mencionaram a ocorrência de papilas ásperas nas folhas de *B. glazioui*. Metcalfe & Chalk (1950) enfatizaram que vários tipos de papilas epidérmicas ocorrem em numerosas espécies de *Brosimum*.

O pecíolo, nas três regiões estudadas (proximal, mediana e distal) apresenta formato circular a oval (Fig. 72). A epiderme é unisseriada e apresenta tricomas tectores e glandulares, semelhantes aos observados no caule. O córtex é formado por aproximadamente 17 camadas de células parenquimáticas (Fig. 73). Muitas destas células possuem conteúdo denso constituindo os idioblastos fenólicos que se coram em verde com o Azul de Toluídina e em preto ou marrom com cloreto férrico (Fig. 73). O sistema vascular é formado por feixes colaterais dispostos em anel (Fig. 72 e 73). A região central é composta por cerca de sete feixes floemáticos circundados por idioblastos fenólicos (Fig. 72). Neves *et al.* (1993) mencionaram que é muito comum a presença de porções floemáticas e mais raramente de alguns elementos de vaso na região central do pecíolo e da nervura mediana de *Ficus elliotiana*. Valente & Carauta (1977), em amplo trabalho realizado com espécies de *Dorstenia*, enfatizaram a importância taxonômica da disposição dos feixes vasculares no pecíolo.

A nervura principal é proeminente na face abaxial com leve reentrância na face adaxial (Fig. 74) onde ocorrem seis camadas de células colenquimatosas, enquanto na abaxial, notam-se quatro camadas, seguidas, em ambas as faces, de nove camadas de células parenquimáticas. Calotas de fibras gelatinosas ocorrem externamente ao floema, provavelmente de origem pericíclica (Fig. 75). O floema circunda o xilema (Fig. 74 e 75). Na região central da nervura principal nota-se a presença de floema medular interno (Fig. 76), semelhante ao encontrado no pecíolo. As nervuras laterais de maior calibre apresentam-se

levemente proeminentes na face abaxial e sistema vascular representado por um único feixe vascular colateral envolvido pela bainha de células parenquimáticas de conteúdo fenólico, com extensão até a epiderme de ambas as faces (Fig. 77). Neves *et al.* (1993) relataram a ocorrência de extensões de bainha, de natureza parenquimática, nas nervuras menores de *Ficus elliotiana*.

Na região internervural, o tecido epidérmico é formado por células de formatos variados e maiores na face adaxial (Fig. 78) com cutícula espessa em ambas as faces. Valente & Carauta (1977) descreveram para várias espécies de *Dorstenia* a presença de cutícula espessa e epiderme formada por única camada de células variando na forma e tamanho. Em vista frontal estas células apresentam paredes celulares grossas, retas à ligeiramente curvas (Fig. 79). Na face abaxial não foi possível determinar, em vista frontal, o formato das células epidérmicas indiferenciadas, devido às depressões e da alta densidade de tricomas (Fig. 80). O mesofilo, dorsiventral, é constituído por duas camadas de parênquima paliçádico e duas ou três camadas reduzidas de parênquima lacunoso (Fig. 81). As células da camada mais externa do parênquima paliçádico são maiores que as da camada mais interna (Fig. 78 e 81). Mello-Filho *et al.* (1982), em estudo anatômico das folhas de *Ficus auriculata*, relataram a presença de parênquima paliçádico bisseriado, sendo a camada mais interna composta por elementos celulares menores. Fidelis *et al.* (2000) mencionaram para folhas de *B. gaudichaudii* a ocorrência de uma camada de parênquima paliçádico e duas camadas compactas de lacunoso.

No bordo observa-se a presença de aproximadamente 10 camadas de células parenquimáticas colenquimatosas onde o sistema vascular está representado por um único feixe vascular colateral. Nesta região há ocorrência de idioblastos fenólicos (Fig. 82).

As fibras gelatinosas estão amplamente distribuídas nos órgãos vegetativos de *B. gaudichaudii*, provavelmente pelo fato destas estruturas apresentarem substâncias altamente higroscópicas na camada parietal interna, atuando como possíveis reservatórios de água, como descrito por Paviani (1978). Este autor já sugeria em 1974, tal função às fibras gelatinosas do xilopódio de *Plathymenia reticulata*, espécie de cerrado. Marcati *et al.* (2001) e Luchi (2004) relataram maior quantidade de fibras gelatinosas no lenho de espécies xerófitas, quando comparadas as mesófitas ou higrófitas.

Em todos os órgãos vegetativos analisados, o látex apresenta coloração branca e aspecto leitoso. Romaniuc Neto & Wanderley (1992), enfatizaram para Moraceae, a ocorrência abundante de laticíferos distribuídos em todas as partes da planta, cujo látex é leitoso. Lewinsohn (1991) relatou que é muito comum a ocorrência de plantas laticíferas na vegetação do cerrado brasileiro, ressaltando a importância do látex como um mecanismo de defesa do vegetal contra a herbivoria.

Além disso, a ocorrência de raízes gemíferas, em *B. gaudichaudii*, também representam uma das estratégias que as plantas do cerrado desenvolveram para resistirem, especialmente ao fogo, como enfatizado por Hayashi & Appezzato-da-Glória (2005). Recentemente Galvão & Porfírio-da-Silva (2005)

ressaltaram o elevado potencial de regeneração natural da vegetação do cerrado, especialmente se comparado aos ecossistemas florestais submetidos aos mesmos impactos.

Histoquímica

Os resultados dos testes histoquímicos estão resumidos na Tabela 1. Os grãos de amido estão presentes em todos os tecidos da raiz gemífera, mas em grande quantidade na região periférica do floema (Fig. 30); no pecíolo (Fig. 83), caule jovem e adulto, formam uma bainha amilífera sendo que nestes dois últimos, estão também presentes na zona perimedular. Na casca do caule, os grãos de amido ocorrem principalmente nos raios parenquimáticos do floema secundário. Quintanar & Castrejón (2004), em estudos da casca do caule de cinco espécies de moráceas, relataram a ampla ocorrência de amido no floema, além de polifenóis no parênquima radial.

As substâncias lipídicas presentes em todos os órgãos analisados (Tabela 1), estão bem evidenciadas nos laticíferos (Fig. 84), elementos de vasos com conteúdo laticescente (Fig. 85 e 86), cutícula (Fig. 87) e súber. Estas substâncias ocorrem no interior de células parenquimáticas (Fig. 84), sob a forma de gotículas. Vilegas *et al.* (1993), em ensaios fitoquímicos de *B. gaudichaudii*, ressaltaram a presença marcante de terpenóides, substâncias estas de natureza lipídica.

Os compostos fenólicos com cloreto férrico estão presentes em todos os órgãos, mostrando reação fortemente positiva na raiz gemífera, caule jovem (Fig. 47), adulto (Fig. 48), casca do caule (Fig. 88) e pecíolo (Fig. 66 e 67), com idioblastos fenólicos distribuídos por todas as partes destes órgãos. Nos laticíferos de todos os órgãos analisados, a reação para os compostos fenólicos mostrou-se negativa.

Os polissacarídeos, com reação fortemente positiva, exceto na região internervural, ocorrem em todos os órgãos (Tabela 1), permitindo a visualização mais precisa das fibras gelatinosas amplamente presentes (Fig. 89).

As proteínas, com reação moderadamente positiva (Tabela 1), ocorrem em todos os órgãos e estão presentes especialmente no floema e laticíferos (Fig. 90).

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que *B. gaudichaudii* apresenta algumas características morfoanatômicas importantes para a sobrevivência e perpetuação da espécie em um meio adverso, tais como: plântula com germinação cripto-hipogéia; ocorrência de raízes gemíferas; a presença de fibras gelatinosas amplamente distribuídas em todos os órgãos, assim como os laticíferos e os idioblastos fenólicos, ambos com papéis importantes na defesa do vegetal, em especial os laticíferos nos processos de cicatrização.

Considerando a importância medicinal de *B. gaudichaudii*, onde especialmente as raízes são exploradas em escala industrial, algumas características morfoanatômicas são de valor para a diagnose da droga vegetal, tais como: coloração marron-avermelhado das raízes gemíferas; odor característico; súber com camadas facilmente destacáveis, especialmente quando manuseado; fibras gelatinosas; formato dos

grãos de amido presentes especialmente no floema secundário, elementos de vaso com tiloses e conteúdo latescente; laticíferos não-articulados ramificados; idioblastos fenólicos. Com base nessas características, o controle de qualidade da droga vegetal, no caso *B. gaudichaudii* poderá ser realizado por meio de técnicas simples, preparo rápido, fácil visualização e custos reduzidos.

Referências bibliográficas

- Alcantara, A. F. de C.; Souza, M. R.; Pilo-Veloso, D. 2000. Constituents of *Brosimum potale*. **Fitoterapia** **71**: 613-615.
- Almeida, S. P. de; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. 1998. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC.
- Appezatto-da-Glória, B.; Estelita, M. E. M. 1997. Laticifer systems in *Mandevilla illustris* and *M. velutina* Apocynaceae. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae** **66**: 301-306.
- Appezatto-da-Glória, B.; Estelita, M. E. M. 2000. The developmental anatomy of the subterranean system in *Mandevilla illustris* (Vell.) Woodson and *M. velutina* (Mart. ex Stadelm.) Woodson Apocynaceae. **Revista Brasileira de Botânica** **23**: 27-35.
- Appezatto-da-Glória, B. 2003. **Morfologia de sistemas subterrâneos**: histórico e evolução do conhecimento no Brasil. Ribeirão Preto: A. S. Pinto.
- Azambuja, R. 1981. The treatment of vitiligo. **Brasília Médica** **18**: 69-73.
- Baleroni, C. R. S.; Moraes, M. L. T.; Moraes, S. M. B; Souza, C. S.; Sá, M. E. 2002. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.), marolo rasteiro (*Annona dioica* St. Hil.), chichá-do-cerrado (*Sterculia striata* St. Hil. ex Turpin) e imbia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde** **2**: 28-32.
- Barroso, G. M; Morim, M. P.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV.
- Braz-Filho, R; Magalhães, A. F.; Gottlieb, O. R. 1970. A química das moráceas brasileiras: II brosiprenina e outras cumarinas do *Brosimum rubescens*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **43**: 585-586.
- Bosela, M. J.; Ewers, F.W. 1997. The mode of origin of root buds and root sprouts in the clonal tree *Sassafras albidum* (Lauraceae). **American Journal of Botany** **84**: 1466-1481.
- Caffieri, S. et al. 1989. Photosensitizing furanocoumarins: photocycloaddition to unsaturated fatty acids. **Proceedings of International Psoralens** **1988** **87**: 137-145.

- Carauta, J. P. P.; Vianna, M. C. 1977. *Brosimum* Swartz (Moraceae) do estado do Rio de Janeiro. In: **Congresso Nacional de Botânica 26**: 75-89. Rio de Janeiro.
- Castellani, T. T.; Stubblebine, W. H.. 1993. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica 16**: 181-203.
- Coradin, V. T. R.; Marques, M. H. B.; Camargo, J. A. A.; Muniz, G. B. 1991. **Chave de identificação das principais madeiras da floresta nacional do Tapajós**. Brasília: IBAMA/LPF.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press.
- Détiene, P.; Jacquet, P. 1983. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et regions voisines**. Centro Technique Forestier Tripartite. Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche.
- Duke, J. A.; Polhill, R. M. 1981. Seedlings of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. **Advances in legume systematics**. Kew: Crow Copyright.
- Eames, A. J.; MacDaniels, L. H. 1947. **An introduction to plant anatomy**. New York: Macgraw-Hill.
- Elisabetsky, E.; Castilhos, Z. C. 1990. Plants used as analgesics by Amazonian caboclos as a basis selecting plants for investigation. **International Journal of Crude Drug Research 38**: 309-320.
- Esau, K. 1965. **Plant anatomy**. 2ª ed. New York: Wiley & Sons.
- Fahn, A. 1990. **Plant anatomy**. 4ª ed. Oxford: Pergamon Press.
- Fedalto, L. C.; Mendes, I. C. A.; Coradin, V. T. R. 1989. **Madeiras da Amazônia**: descrição de lenho de 40 espécies ocorrentes na floresta nacional do Tapajós. Brasília: IBAMA/DIRPE/LPF.
- Felippe, G. M.; Alencastro, F. M. M. R. 1966. Contribuição ao estudo foliar das Compositae dos cerrados: I– Tribus Helenieae, Heliantheae, Inuleae, Mustisieae e Senecionae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências 38**: 125-157.
- Fidelis, I. 1998. Micropropagação de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) uma espécie considerada medicinal. Lavras. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.
- Fidelis, I., Castro, E. M. de, Pinto, J. E. B. P., Gavilanes, M. L., Santiago, E. J. A. de. 2000. Características anatômicas de estruturas vegetativas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. desenvolvidas in vitro e in vivo. **Ciências e Agrotecnologia 24**: 327-336.
- Fuchs, C.H. 1963. Fuchsin staining with NaOH clearing for lignified elements of whole plants or plants organs. **Stain Technology 38**: 141-144.
- Galvão, A. P. M.; Porfírio-da-Silva, V. 2005. **Restauração florestal**: fundamentos e estudos de caso. Colombo: Embrapa Florestas.
- Gerlach, D. 1969. **Botanische microtechnik**. Stuttgart, George Thieme Eine Einführung.

- Gerrits, P. O. 1991. **The application of glycol metacrylate in histotechnology**: some fundamental principles. Germany: Leica Gmbh.
- Gibernau, M.; Buser, H. R.; Jürg, E. F.; Hossaert-Mckey, M. 1997. Volatile compounds extracts of figs of *Fucus carica*. **Phytochemistry** **46**: 241-244.
- Gottlieb, O. R.; Silva, M. L.; Maia, J. G. S. 1972. Distribution of coumarins in Amazonian *Brosimum* species. **Phytochemistry** **11**: 3479-3489.
- Hayashi, A. H.; Penha, A.S.; Rodrigues, R. R.; Appezzato-da-Glória, B. 2001. Anatomical studies of shoot bud-forming roots of Brazilian tree species. **Australian Journal of Botany** **49**: 745-751.
- Hayashi, A. H.; Appezzato-da-Glória, B. 2005. The origin and anatomy of rhizophores in *Vernonia herbacea* and *V. platensis* (Asteraceae) from the Brazilian Cerrado. **Australian Journal of Botany** **53**: 273-279.
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany** **60**: 17-33.
- Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR. 1994. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina: IAPAR/SAA.
- Jensen, W. A. 1962. **Botanical histochemistry**. San Francisco. W. H. Freeman.
- Johansen, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York: McGraw - Hill.
- Lewinsohn; T. M. 1991. The geographical distribution of plant latex. **Chemoecology** **2**: 64-68.
- Lima; H.C. 1989. Tribo Dalbergiae (Leguminosae, Papilionoideae): morfologia dos frutos, sementes e plântulas e sua aplicação na sistemática. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** **30**: 1-42.
- Lorenzi, H.; Matos, J. de A. 2002. **Plantas Medicinais no Brasil**: nativas e exóticas cultivadas. São Paulo: Instituto Plantarum.
- Luchi, A. E. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 271-280.
- Maak, R. 1981. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio S/A.
- Manieri, C.; Chimelo, J. P. 1989. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- Marcati, C. R.; Angyalossy-Alfonso, V.; Benetati, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** **24**: 311-320.
- Martin, A. C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. **American Midland Naturalist** **36**: 513-629.

- Matthes, L. A. F. 1992. **Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo – Santa Genebra – Campinas – São Paulo**. Campinas. 216p. Tese (Doutorado em Ciências), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- Mazia, D., Brewer, P. A., Alfert, M. 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. **Biological Bulletin** **104**: 57-67.
- McKeon, J. J. 1981. PUVA for psoriasis. **American Pharmacy** **9**: 530-532.
- Mello-Filho, L. E; Neves, L. J.; Fernandes, L. D. R. S. 1982. Contribuição ao estudo da anatomia foliar de *Ficus auriculata* Lour. **Boletim do Museu Nacional** **66**: 1-26.
- Metcalf, C. R., Chalk, L. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, v.2.
- Miquel, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle** **9**: 101-121.
- Moreira, A. G.; Klink, C. A. 2000. Biomass allocation and growth of tree species seedlings from two contrasting Brazilian savannas. **Ecotropicos** **13**: 43-51.
- Neves, L. J.; Isaias, R. M. S.; Mello-Filho, L. E. 1993. Estudo anatômico da folha de *Ficus elliotiana* Moore. **Bradea** **6**: 196-204.
- Neves, M. L. P.; Ferreira Neto, P. G.; Silva, S. M. S.; Araújo, J. M. 2002. Ensaio para detectar bergapteno na casca e no caule de *Brosimum gaudichaudii* Trec através da produção de melanina em actinomicetes. **Revista Brasileira de Farmacognosia** **12**: 53-54.
- O'Brien, T. P.; Feder, N.; McCully, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** **59**: 368-373.
- Paviani, T. I. 1974. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência e Cultura** **26**: 783-786.
- Paviani, T. I. 1978. Anatomia vegetal do cerrado. **Ciência e Cultura** **30**: 1076-1086.
- Pozetti, G. L. 1967. Contribuição ao estudo do *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Tribuna Farmacêutica** **35**: 27.
- Pozetti, G. L. 1969. Chemical study of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. 1. isolation and identification of bergapten, and psoralene from the roots of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara** **3**: 215-223.
- Quintanar, A.; Castrejón, J. L. Z. 2004. Anatomia e histoquímica de la corteza de cinco espécies de moraceae. **Polibotânica** **17**: 15-38.
- Ressel, K.; Guilherme, F. A. G.; Schiavini, I.; Oliveira, P. E. 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 311-323.

- Rizzini, C. T.; Heringer, E. P. 1966. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** **38**: 85-112.
- Robards, A. W. 1978. An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. In: Hall, J. L. **Electron microscopy and cytochemistry of plant cells**. New York: Elsevier.
- Rodrigues, R. R.; Torres, R. B.; Matthes, L. A. F.; Penha, A. S. 2004. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. **Brazilian Archives Biology and Technology** **47**: 127-133.
- Rodrigues, V. E. G.; Carvalho, D. A. 2001. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Lavras: Editora UFLA.
- Romaniuc Neto, S.; Wanderley, M. G. L. 1992. Flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea** **19**: 165-169.
- Shirota, O.; Takizawa, K.; Sekita, S.; Satake, M.; Hirayama, Y.; Hakamata, Y.; Hayashi, T.; Yanagawa, T. 1997. Antiandrogenic natural diels-alder-type adducts from *Brosimum rubescens*. **Journal of Natural Products** **60**: 997-1002.
- Simopoulos, A. P. 1995. **Plants in human nutrition**. USA: S karger Publishers.
- Solereider, H. 1908. **Sistematic anatomy of the dicotyledons**: a handbook for laboratories of pure and applied botany. Transl. By L. A. Boodle & F. E. Fritsch. Oxford: Claredon Press, v.1.
- Souza, L. A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal**: célula, tecidos, órgãos e plântula. Ponta Grossa: Editora UEPG.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2005. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum.
- Takashima, J.; Ohsaki, A. 2001. Acutifolins A-F, a new flavan-derived constituent and five new flavans from *Brosimum acutifolium*. **Journal of Natural Products** **64**: 1493-1496.
- Takashima, J.; Asano, S.; Ohsaki, A. 2002. Mururins A-C, three new lignoids from *Brosimum acutifolium* and their protein kinase inhibitory activity. **Planta Medica** **68**: 621-665.
- Torres, S. L.; Monteiro, J. C. M.; Arruda, M. S.; Muller, A. H.; Arruda, A. C. 1997. Two flavans from *Brosimum acutifolium*. **Phytochemistry** **44**: 347-349.
- Valente, M. DA C.; Carauta, J. P. P. 1977. Comparação das espécies brasileiras de *Dorsteni* L. (Moraceae). In: **Congresso Nacional de Botânica** **26**: 597-633. Rio de Janeiro.
- Veenendaal, W. L. H. V.; Outer, R. W. D. 1990. Distribution and development of the non-articulated branched laticifers of *Morus nigra* L. (Moraceae). **Acta Botanica Neerlandica** **39**: 285-296.
- Vieira, R. F.; Silva, S. R. 2002. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas**: resultados da 1ª reunião técnica. Brasília: Embrapa/Ibama/CNPq.
- Vilegas, W., Pozetti, G. L., Vilegas, J. H. Y. 1993. Coumarins from *Brosimum gaudichaudii*. **Journal Natural Products** **56**: 416-417.

- Vogel, E. F. de. 1980. **Seedlings of dicotyledons**: structure, development, types, descriptions of 150 woody Malesian taxa. Wageningen: Pudoc.
- Wu, C.; Kuo-Huang, L. 1997. Calcium crystals in the leaves of some species of Moraceae. **Botanical Bulletin of Academia Sinica** 38: 97-104.

Tabela 1. Testes histoquímicos dos órgãos vegetativos, ou parte deles, de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae)

Substâncias	Amido	Lipídios	Compostos fenólicos	Polissacarídeos	Proteínas
Partes do vegetal					
Raiz gemífera					
Periderme	—	++	+	+	+
Floema 2 ^{ário}	++	+	++	+	+
Xilema 2 ^{ário}	+	+	—	+	—
Caule					
Epiderme	—	+	+	+	+
Parênquima cortical	+	+	++	+	+
Parênquima medular	+	+	+	+	+
Floema 1 ^{ário} e 2 ^{ário}	—	+	+	+	++
Xilema 1 ^{ário} e 2 ^{ário}	—	+	—	+	—
Casca do caule					
Periderme	—	++	+	+	+
Floema 2 ^{ário}	++	+	++	+	+
Pecíolo					
Epiderme	—	+	+	+	+
Parênquima	+	+	++	+	+
Floema	—	+	+	+	++
Xilema	—	+	—	+	—
Nervura principal					
Epiderme	—	+	+	+	+
Parênquima	+	+	++	+	+
Floema	—	+	+	+	++
Xilema	—	+	—	+	—
Região internervural					
Epiderme	—	+	+	+	+
Parênquima paliçádico	+	+	++	+	+
Parênquima lacunoso	—	+	++	+	+
Laticíferos	+	+	—	+	+
Trigomas glandulares	—	+	—	+	—

Reação negativa (—), moderadamente positiva (+) e fortemente positiva (++)

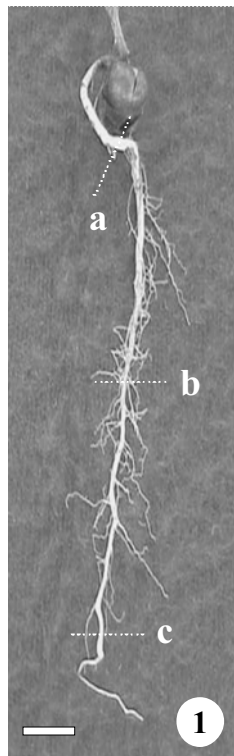


Figura 1. Raiz primária da plântula de *B. gaudichaudii* a. região proximal; b. região mediana; c. região distal; (barra= 1 cm).

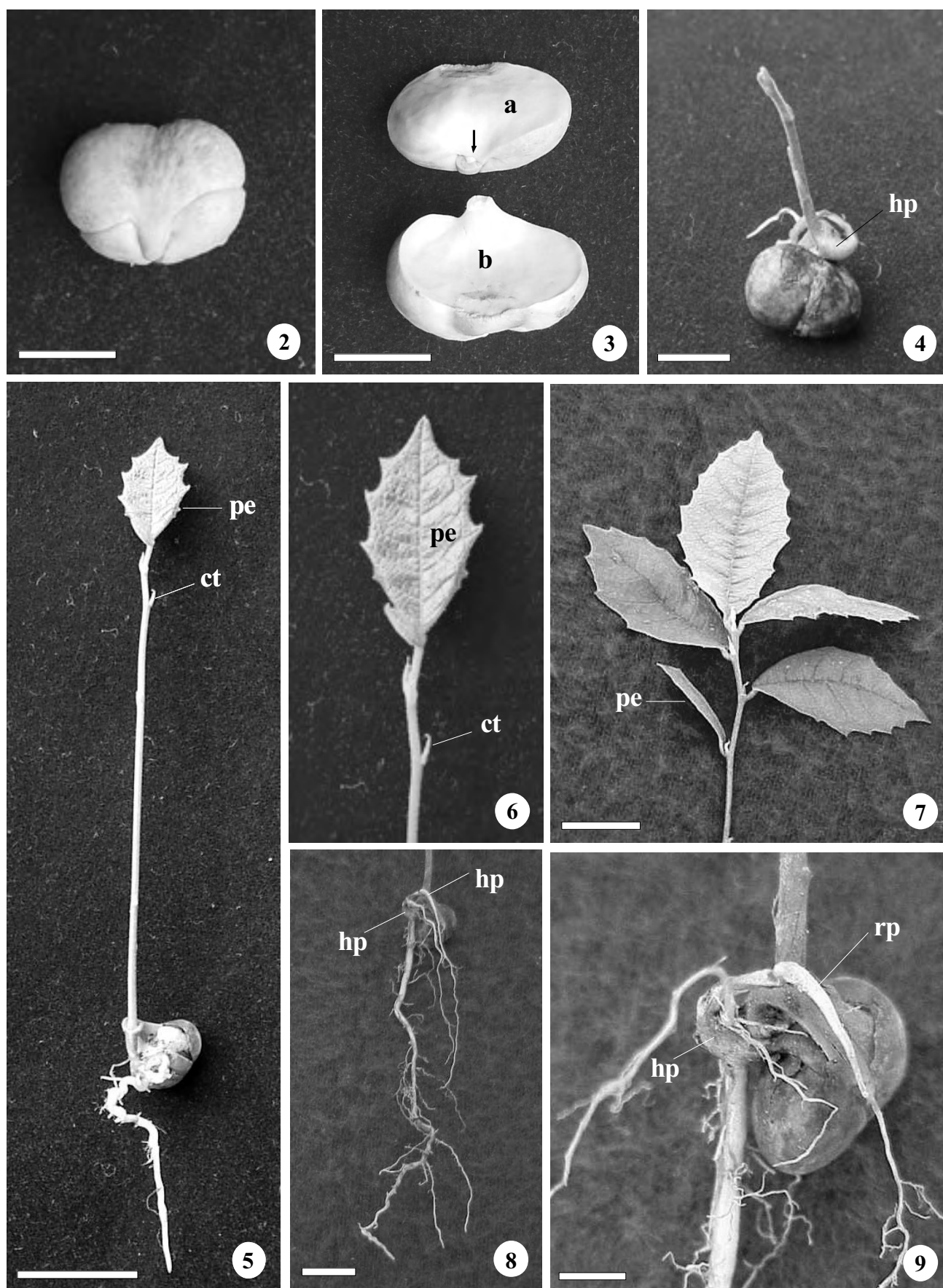


Figura 2-9. Embrião (2-3), plântula (4-6) e tirodendro (7-9) de *B. gaudichaudii* 2. cotilédones carnosos (barra= 1 cm); 3. cotilédones com face abaxial convexa, face adaxial planoconvexa (a), plano-côncava (b) e plúmula pouco desenvolvida (seta) (barra= 1 cm); 4. hipótilo curto e intumescido (barra= 1 cm); 5. plântula com catafilo (barra= 2 cm); 6 e 7. eófilos elípticos, peciolados com margem serrada (barras= 1 e 2 cm, respectivamente); 8 e 9. sistema radicular (barra= 1 cm e 0,5 cm, respectivamente). ct= catafilo; hp= hipótilo; pe= primeiro eófilo; rp= raiz primária.

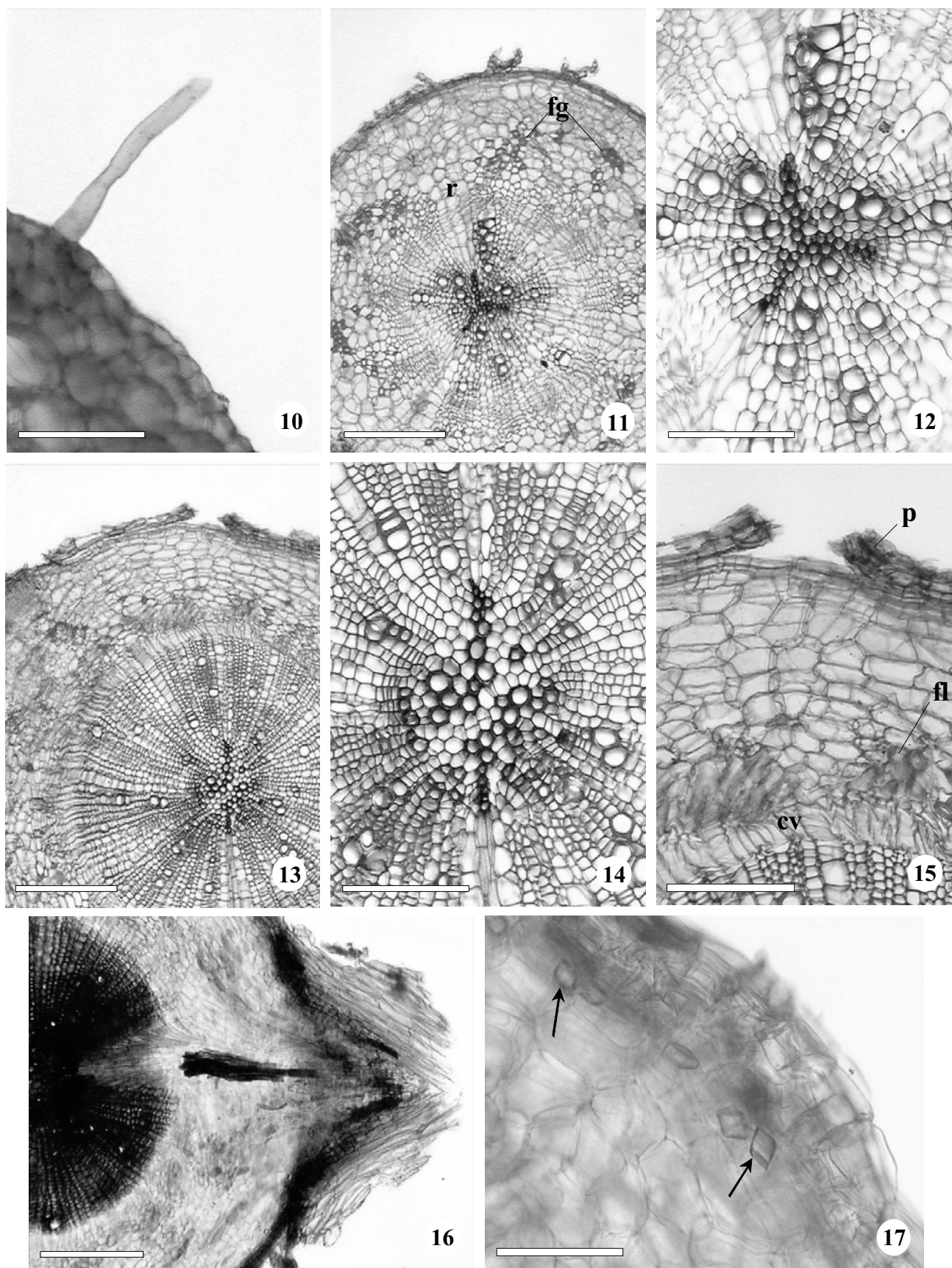


Figura 10-17. Seções transversais da raiz principal dotirodendro de *B. gaudichaudii* 10. epiderme da região distal com pêlo absorvente (barra= 50µm); 11. região mediana no início do desenvolvimento secundário (barra= 200 µm); 12. xilema primário triarco (barra= 100 µm). 13. região proximal com tecidos vasculares secundários e periderme (barra= 200 µm); 14. xilema primário diarco (barra= 100 µm); 15. câmbio vascular, floema secundário e periderme (barra= 100 µm); 16. região proximal com raiz lateral em formação (barra= 200 µm); 17. região proximal com cristais prismáticos (setas) (barra= 50 µm). cv= câmbio vascular; fg= fibras gelatinosas; fl= floema secundário; p= periderme; r= raio parenquimático.

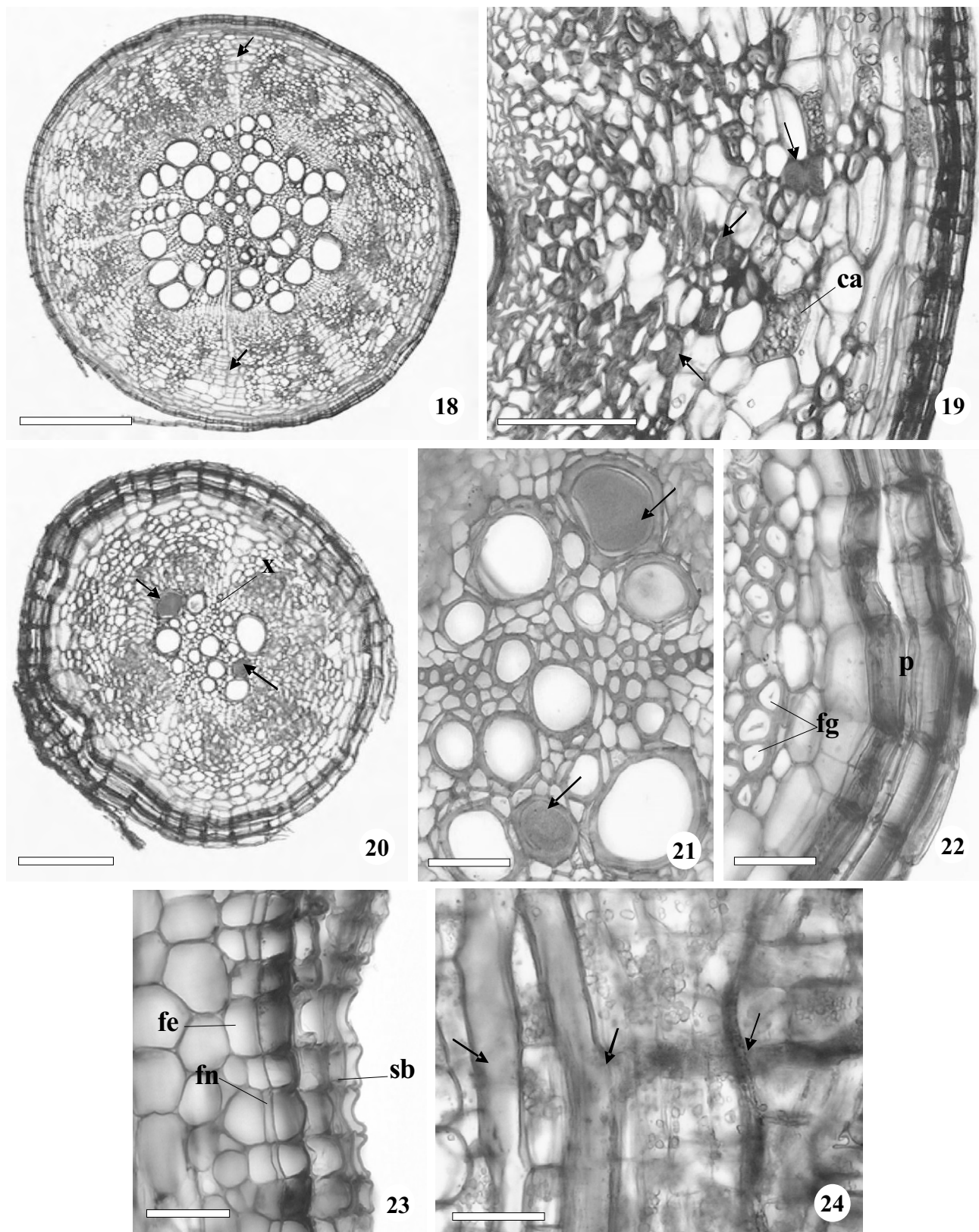


Figura 18-24. Raízes adventícias da planta adulta de *B. gaudichaudii* em secções transversais (18-22) e secções longitudinais (23-24). 18. sistema vascular secundário e raios parenquimáticos expandidos do floema (setas) (barra= 500 μ m); 19. laticíferos (setas) e célula parenquimática amilífera (barra= 100 μ m); 20. xilema primário diarco com elementos de vasos com conteúdo latescente (setas) (barra= 100 μ m); 21. elementos de vasos com conteúdo latescente (setas) (barra= 50 μ m); 22. periderme e a presença de fibras gelatinosas no floema (barra= 50 μ m); 23. periderme com várias camadas de súber, felogénio e feloderme (barra= 50 μ m); 24. região floemática com laticíferos (setas) (barra= 50 μ m). ca= célula parenquimática amilífera; fg= fibras gelatinosas; fe= feloderme; fn= felogénio; p= periderme; sb= súber; x= xilema primário.

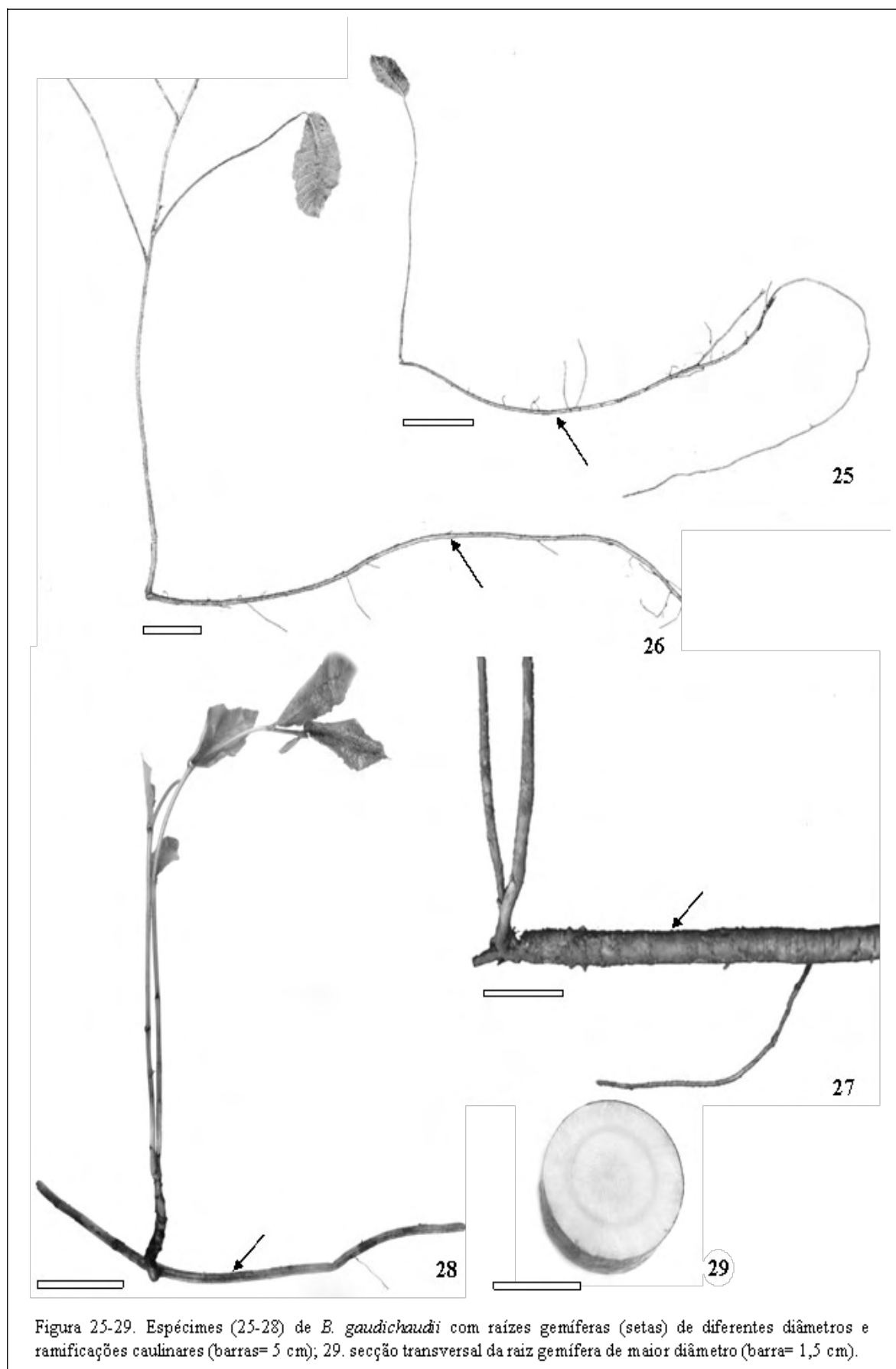


Figura 25-29. Espécimes (25-28) de *B. gaudichaudii* com raízes gemíferas (setas) de diferentes diâmetros e ramificações caulinares (barras= 5 cm); 29. secção transversal da raiz gemífera de maior diâmetro (barra= 1,5 cm).

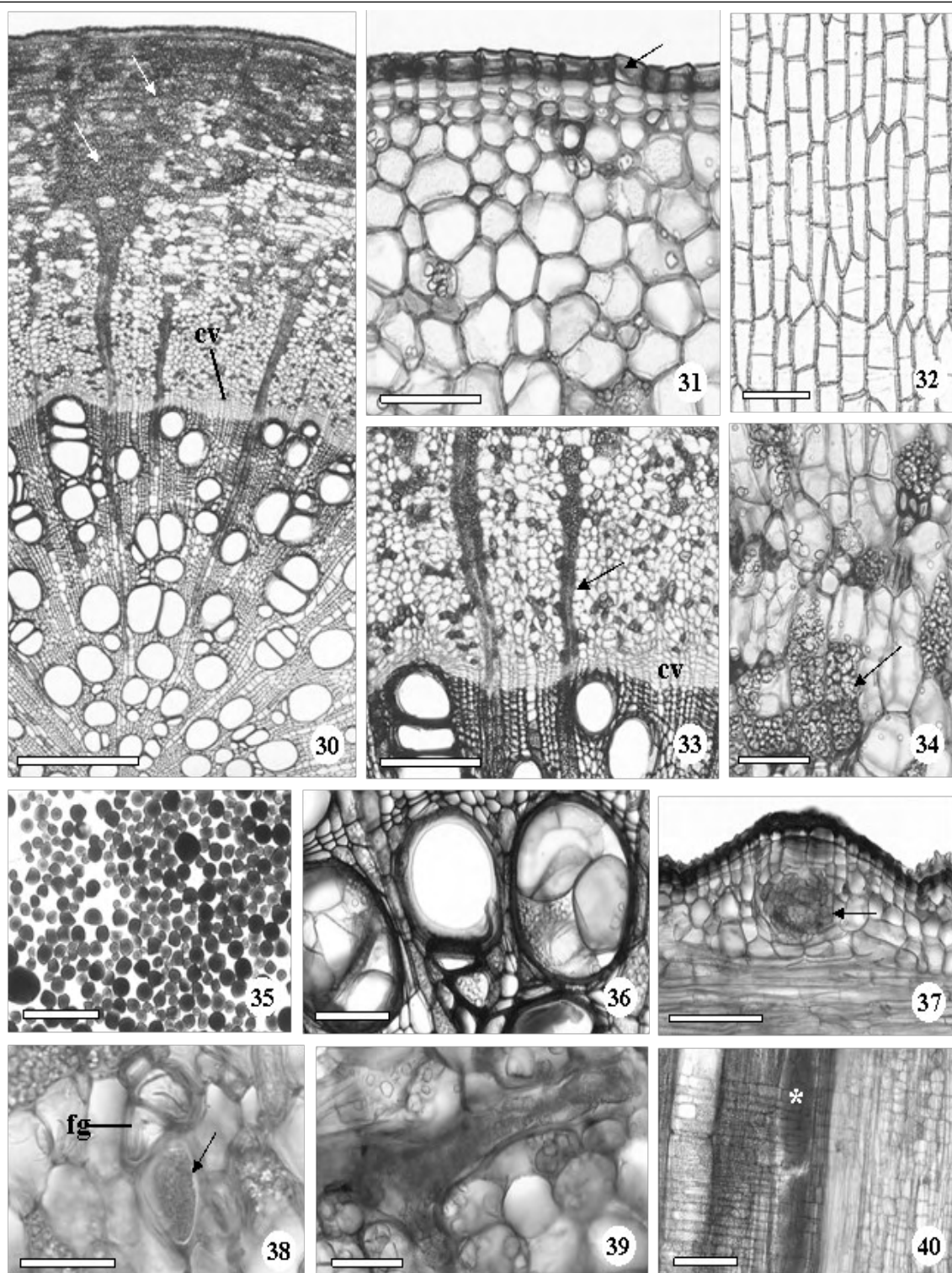


Figura 30-40. Seções transversais (30, 31, 33, 34, 36 e 38), parádérmica (32) e longitudinais (37, 39 e 40) da raiz gemífera da planta adulta de *B. gaudichaudii*. 30. raiz em desenvolvimento secundário com grande quantidade de grãos de amido na região periférica do floema (setas) (barra= 600 μ m); 31. periderme parcial (seta) (barra= 100 μ m); 32. camada isolada do súber (barra= 50 μ m); 33. tecidos vasculares, câmbio vascular e raios parênquimáticos repletos de grãos de amido (seta) (barra= 300 μ m); 34. região floemática periférica com células parenquimáticas amilíferas (seta) (barra= 100 μ m); 35. grãos de amido isolados (barra= 50 μ m); 36. elementos de vasos contendo tiloses (barra= 100 μ m); 37. gema exógena (seta) (barra= 150 μ m); 38. laticífero (seta) e fibras gelatinosas localizados no floema (barra= 50 μ m); 39. laticífero ramificado (barra= 50 μ m); 40. elementos de vaso contendo látex (asterisco) (barra= 100 μ m). cv= câmbio vascular; fg= fibras gelatinosas.

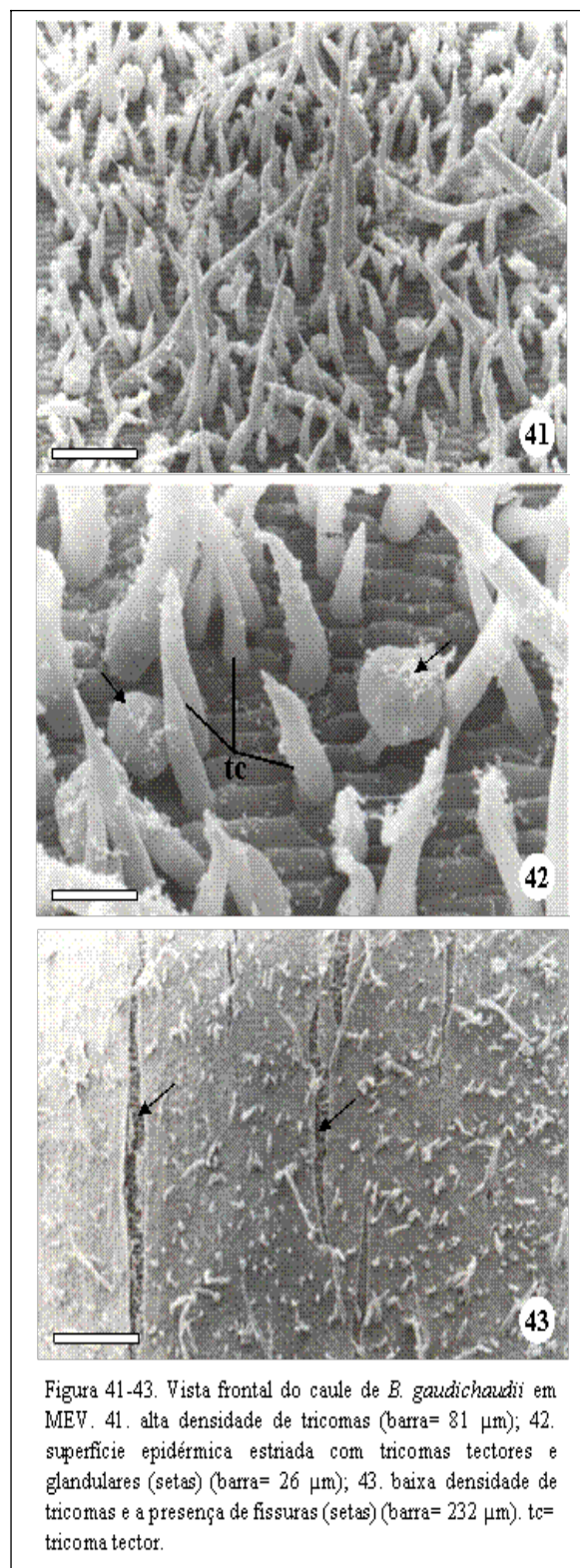


Figura 41-43. Vista frontal do caule de *E. gaudichaudii* em MEV. 41. alta densidade de tricomas (barra= 81 μm); 42. superfície epidérmica estriada com tricomas tectores e glandulares (setas) (barra= 26 μm); 43. baixa densidade de tricomas e a presença de fissuras (setas) (barra= 232 μm). tc= tricoma tector.

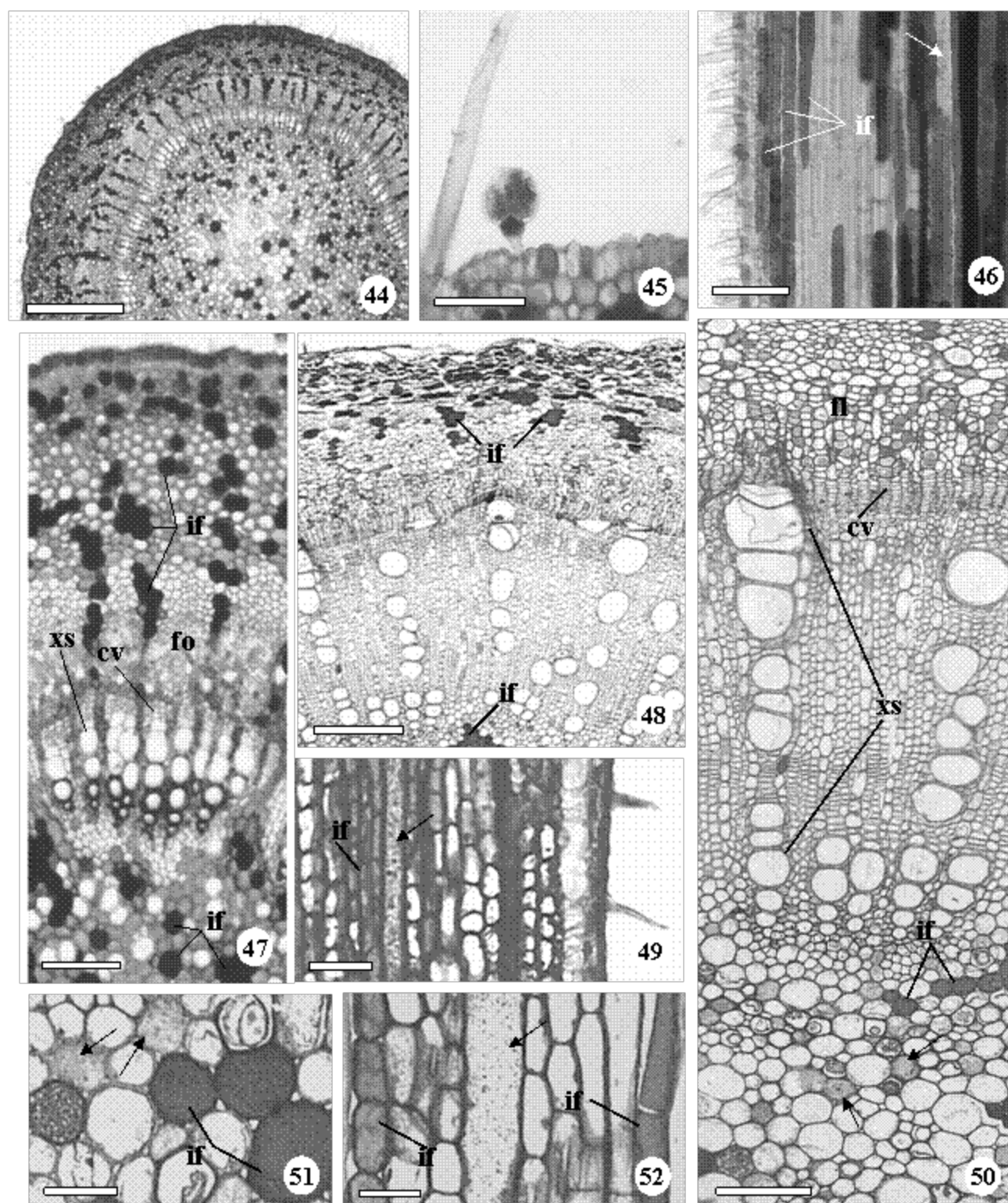


Figura 44-52. Seções transversais (44, 45, 47, 48, 50 e 51) e longitudinais (46, 49 e 52) do caule de *B. gaudichaudii*. 44. aspecto geral do caule com início do desenvolvimento secundário (barra= 500 µm); 45. epiderme unisseriada com tricomas tector e glandular (barra= 50 µm); 46. idioblastos fenólicos e laticífero (seta) (barra= 100 µm); 47. idioblastos fenólicos presentes nas regiões cortical, medular e floemática (barra= 100 µm); 48. caule com desenvolvimento secundário mais avançado (barra= 200 µm); 49. epiderme com tricomas tectores, idioblastos fenólicos e laticífero (seta) (barra= 50 µm); 50. câmbio vascular, floema e xilema secundários (barra= 100 µm); 51. região medular com idioblastos fenólicos e laticíferos (setas) (barra= 30 µm); 52. região cortical com idioblastos fenólicos e laticífero (seta) (barra= 50 µm). cv= câmbio vascular; fl= floema secundário; fo= floema; if= idioblastos fenólicos; xs= xilema secundário.

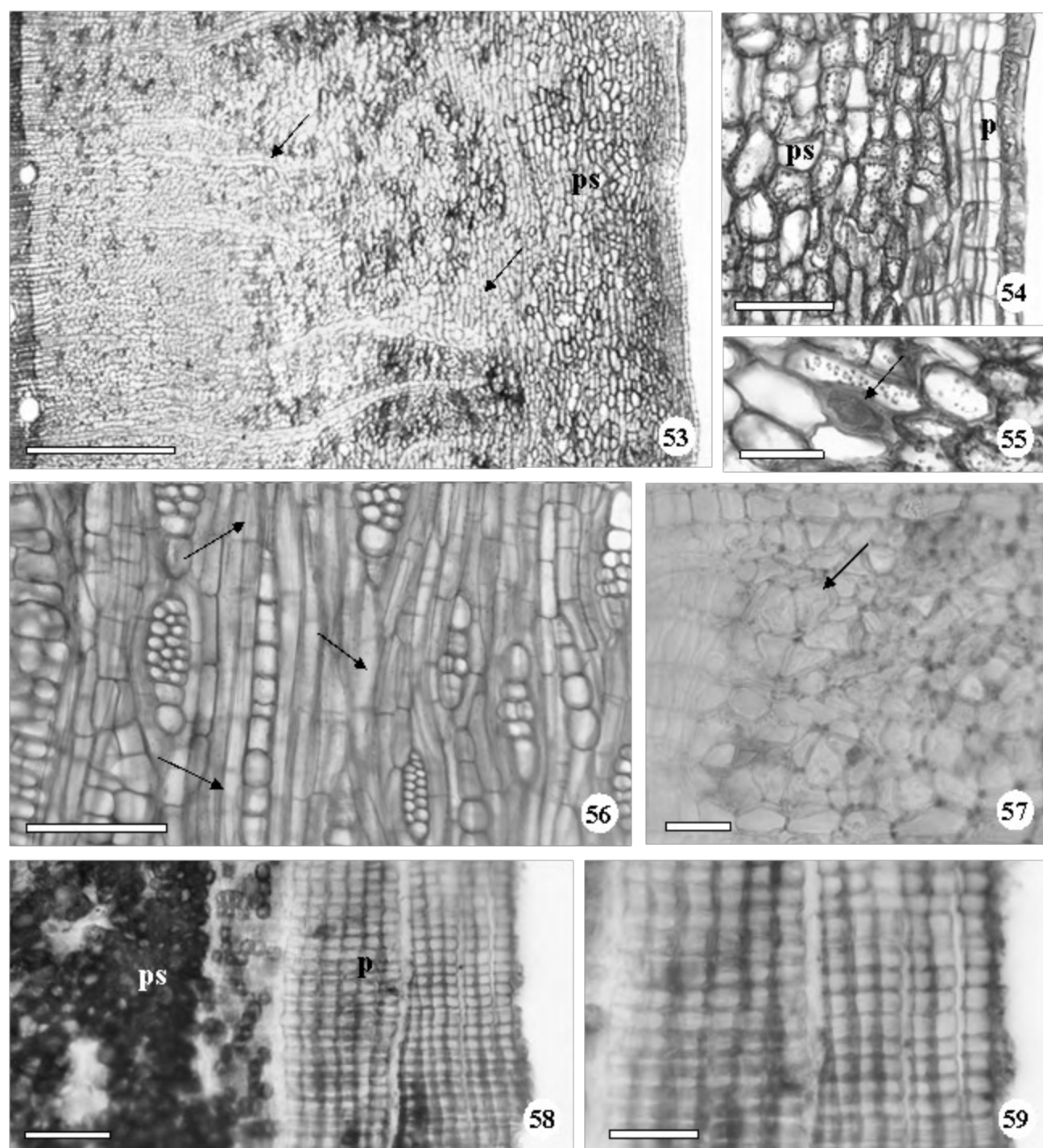


Figura 53-59. Seções transversais da casca do caule adulto, com 14cm de diâmetro (53-57) e com 32cm (58 e 59), de *B. gaudichaudii*. 53. raios parenquimáticos floemáticos dilatados na periferia (setas) e faixa de parênquima esclerificado (barra= 600 μ m); 54. periderme e parênquima esclerificado (barra= 100 μ m); 55. laticífero com parede celular espessa (seta) presente no floema secundário (barra= 50 μ m); 56. raios parenquimáticos (setas) (barra= 200 μ m); 57. floema secundário com tubos crivados com parede celular nacarada (seta) (barra= 100 μ m); 58. periderme e faixa de parênquima esclerificado (barra= 200 μ m); 59. súber com espessamento em U da parede celular (barra= 125 μ m). p= periderme; ps= parênquima esclerificado.

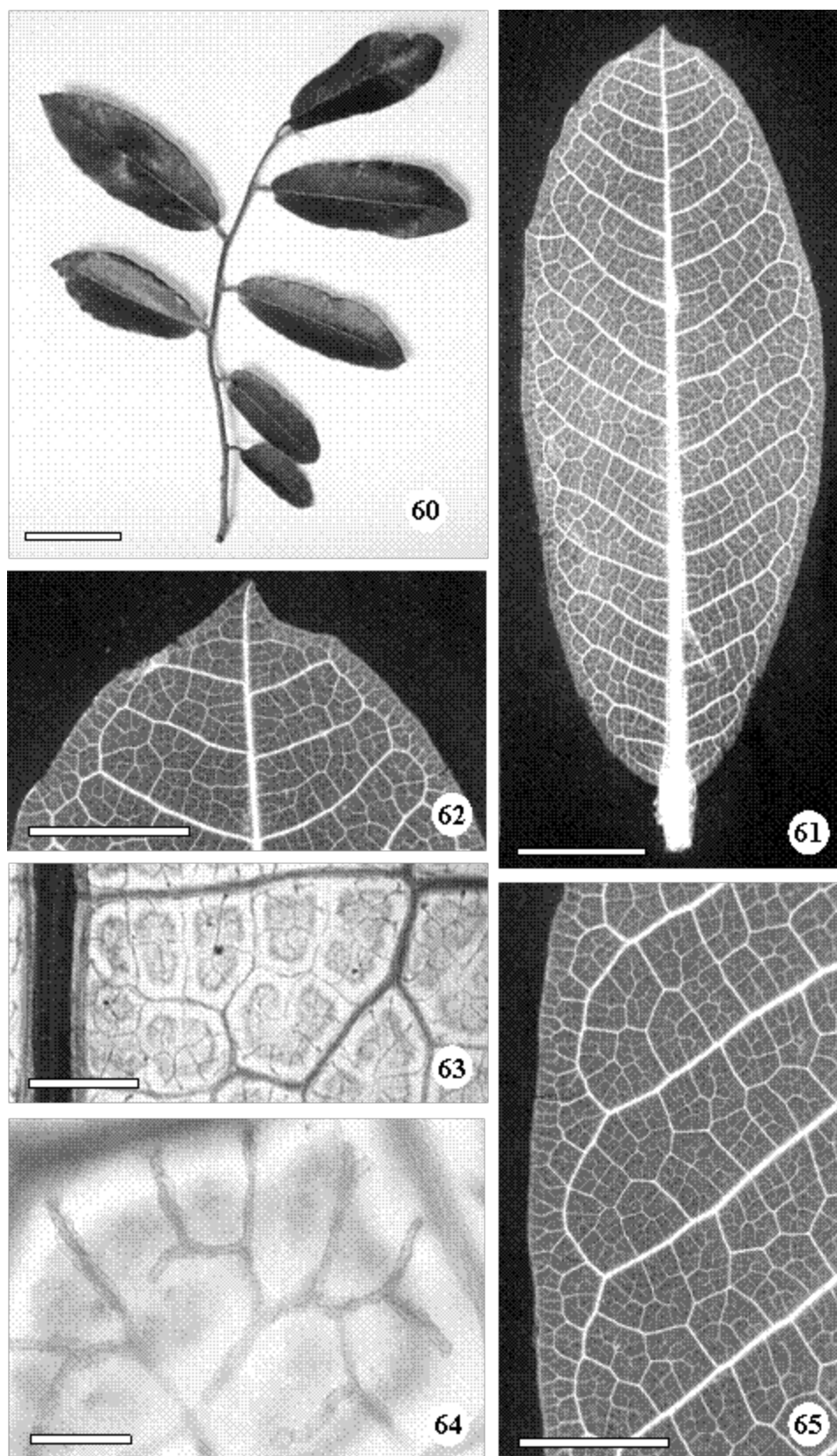


Figura 60-65. Folha de *B. gaudichaudii*. 60. ramo mostrando filotaxia alterna (barra= 5 cm); 61. folha com padrão de venação broquidódromo (barra= 2 cm); 62. ápice cuspidado (barra= 1 cm); 63. aréolas bem definidas (barra= 500 µm); 64. terminações vasculares no interior da aréola (barra= 100 µm); 65. venação marginal incompleta (barra= 0,8 cm).

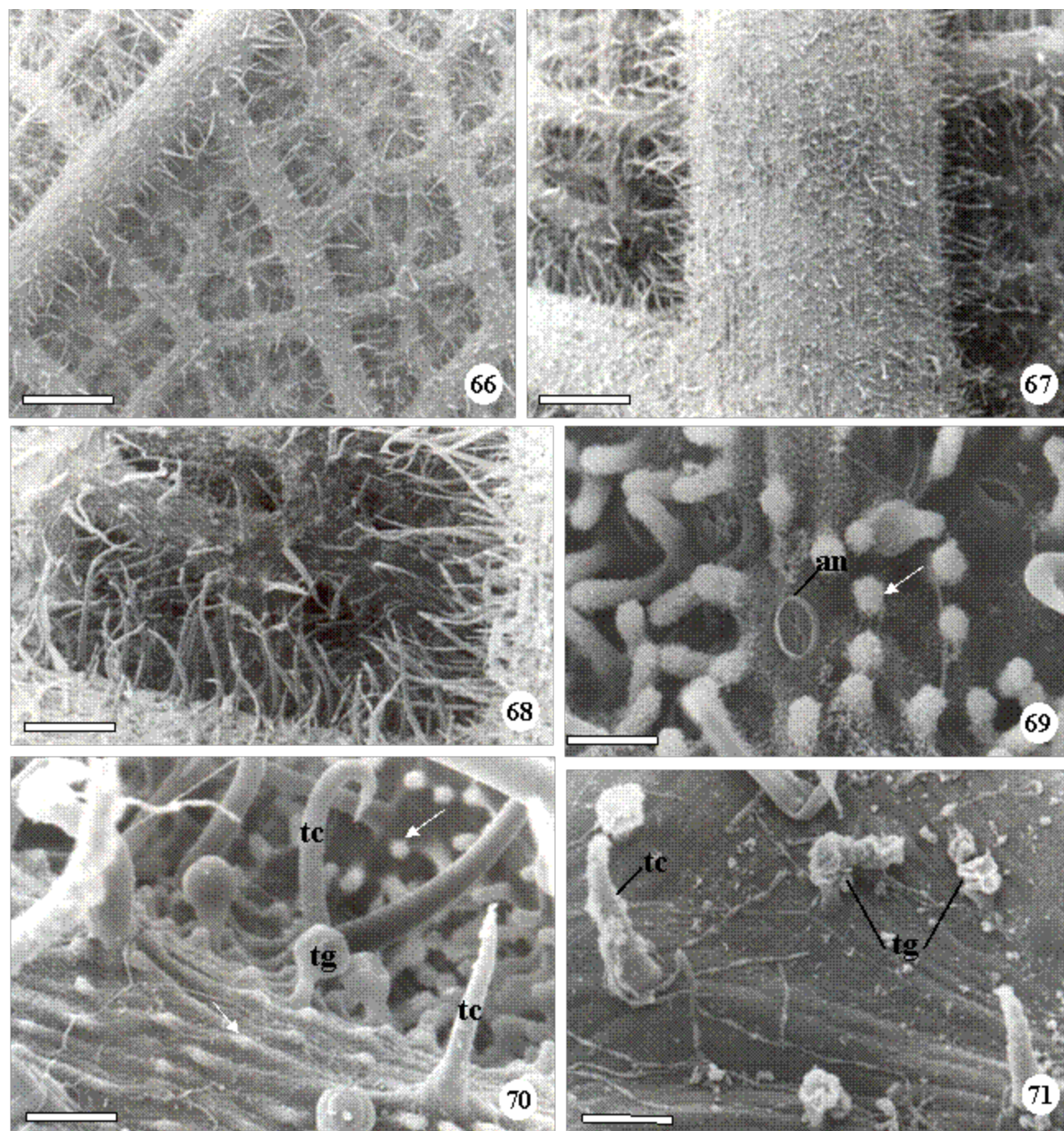


Figura 66-71. Vista frontal da face abaxial (66-70) e adaxial (71) da folha de *B. gaudichaudii* em MEV. 66. região internervual com aréolas, críptas e alta densidade de tricomas (barra= 852 μ m); 67. nervuras principal e secundária proeminentes (barra= 562 μ m); 68. alta densidade de tricomas tectores na região periférica da aréola (barra= 568 μ m); 69. estômato com anel elevado e papilas (seta) (barra= 27 μ m); 70. superfície papilosa (setas) com tricomas glandulares, tectores pontiagudos e em gancho (barra= 27 μ m); 71. região internervual com tricomas esparsos (barra= 59 μ m). an= anel; tc= tricoma tector; tg= tricoma glandular.

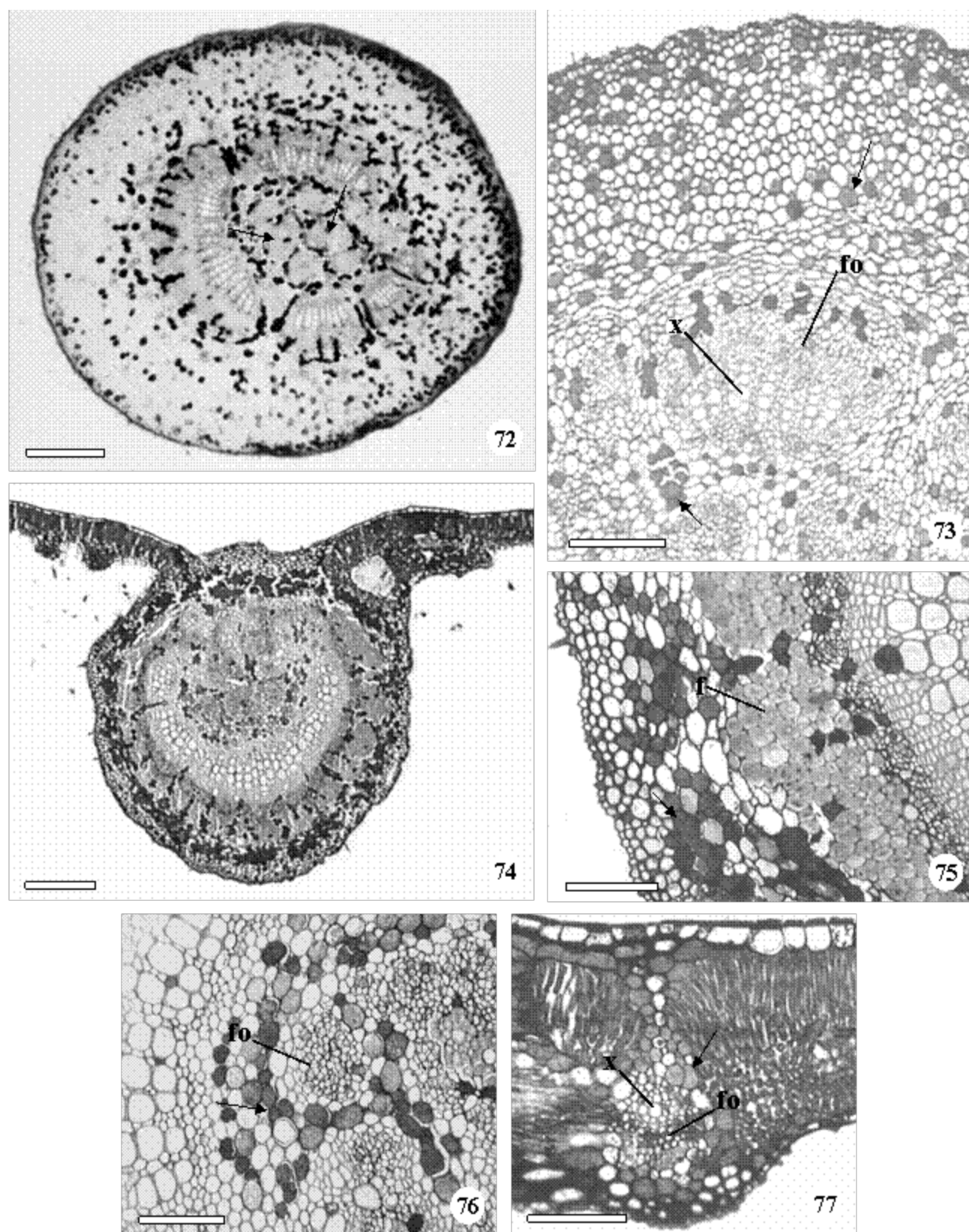


Figura 72-77. Seções transversais da folha de *B. gaudichaudii*. 72. pecíolo com formato circular, sistema vascular formado por feixes colaterais e floema medular (setas) (barra= 400 µm); 73. feixe vascular colateral e idioblastos fenólicos (setas) (barra= 200 µm); 74. nervura principal com face abaxial proeminente (barra= 300 µm); 75. fibras perivascular e idioblastos fenólicos (seta) (barra= 100 µm); 76. floema incluído e idioblastos fenólicos localizados na região central da nervura (seta) (barra= 100 µm); 77. nervura lateral com face abaxial levemente proeminente e feixe vascular colateral circundado por bainha composta de células parenquimáticas com conteúdo fenólico (seta) (barra= 100 µm). f= fibras; fo= floema ; x= xilema.

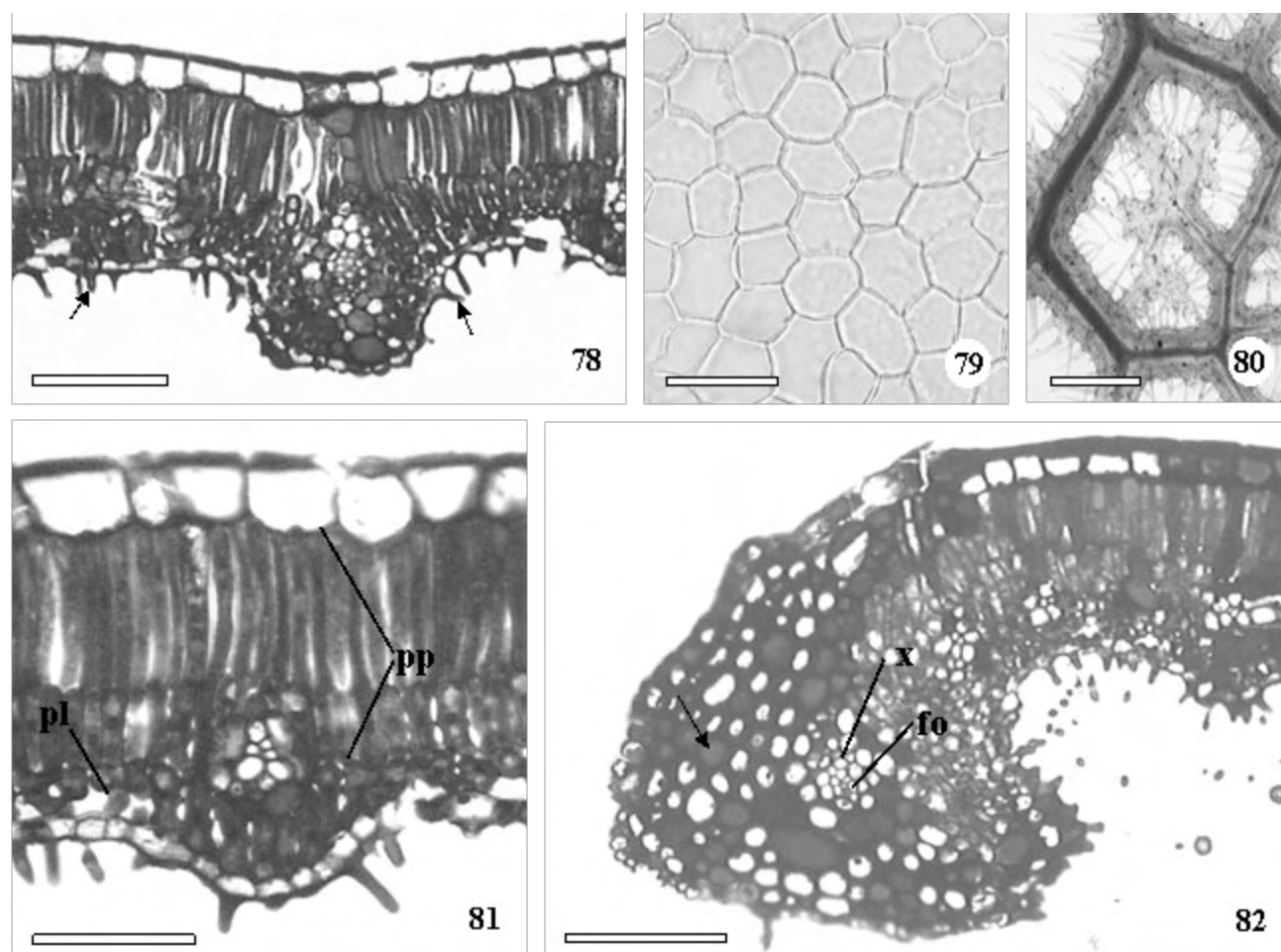


Figura 78-82. Secções transversais (78, 81 e 82) e paradérmicas (79 e 80) da folha de *E. gaudichaudii*. 78. região internervural com epiderme unisseriada, em ambas as faces, com cutícula espessa e presença de papilas (setas) apenas na face abaxial (barra= 100 μ m); 79. face adaxial da epiderme evidenciando células com formatos variados e paredes retas à ligeiramente curvas (barra= 50 μ m); 80. face abaxial da epiderme enfatizando as criptas repletas de tricomas (barra= 500 μ m); 81. parênquima paliçádico e parênquima lacunoso (barra= 60 μ m); 82. bordo com parênquima colenquimatoso, feixe vascular colateral e idioblastos fenólicos (barra= 100 μ m). fo= floema; pl= parênquima lacunoso; pp= parênquima paliçádico; x= xilema.

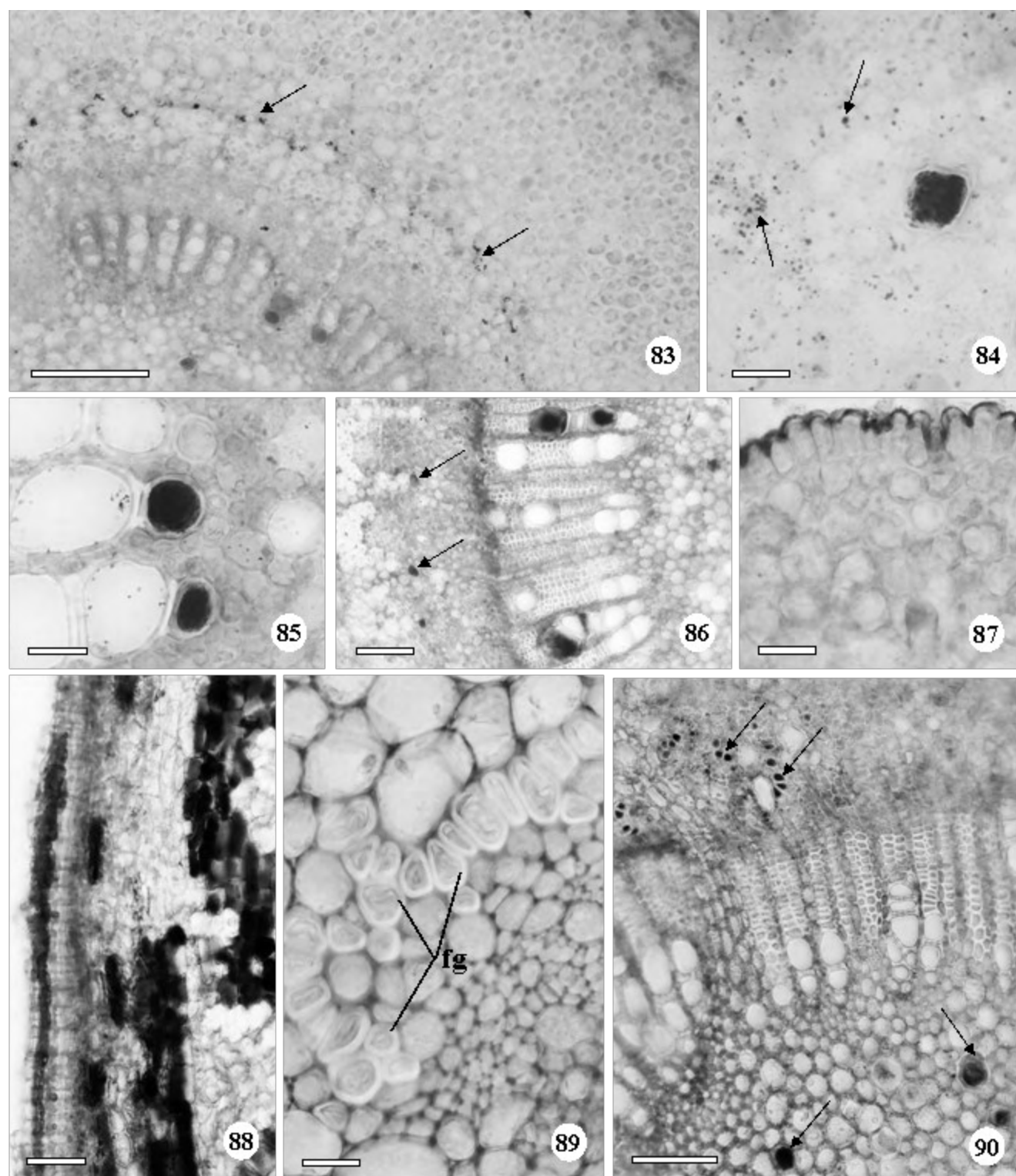


Figura 83-90. Seções transversais do pecíolo (83 e 89), caule (84-87 e 90) e casca do caule com 7cm de diâmetro (88) de *B. gaudichaudii*, submetidos aos testes histoquímicos. 83. pecíolo com bainha amilífera (setas) (barra= 200 µm); 84. região medular com laticífero de conteúdo lipídico e células parenquimáticas com gotículas lipídicas (setas) (barra= 25 µm); 85. elementos de vasos do proto xilema com látex com reação positiva para lipídios (barra= 25 µm); 86. laticíferos no floema com conteúdo lipídico (setas) e elementos de vasos do xilema secundário com látex com reação positiva para lipídios (barra= 100 µm); 87. epiderme com cutícula espessa e compostos lipídicos (barra= 25 µm); 88. região periférica do floema secundário repleta de idioblastos fenólicos (barra= 100 µm); 89. fibras gelatinosas perivasculares (barra= 25 µm); 90. floema e laticíferos com reação positiva para proteínas (setas) (barra= 200 µm). fg= fibras gelatinosas.

Morfoanatomia e Histoquímica de Órgãos Reprodutivos de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae)

RESUMO – (Morfoanatomia e histoquímica de órgãos reprodutivos de *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Brosimum gaudichaudii*, popularmente conhecida como mamacadela, trata-se uma espécie arbórea comum nos cerrados brasileiros, de grande importância na alimentação e na medicina popular. A polpa amarela dos frutos é muito apreciada pelas crianças por ser semelhante à goma de mascar. Neste trabalho é apresentada a caracterização morfoanatômica da inflorescência, fruto e semente e histoquímica do fruto e semente de *B. gaudichaudii*. O material foi processado segundo técnicas usuais para estudos anatômicos e ultra-estruturais. As inflorescências são captadas, globosas, pedunculadas, pendentes, predominantemente aos pares nas axilas foliares e recobertas por brácteas peltadas densamente pilosas. As flores masculinas são constituídas por um estame envolvido por bractéolas. Cada inflorescência apresenta uma só flor feminina constituída por um pistilo com ovário ínfero penta-carpelar, entretanto um só se desenvolve. É comum a presença de dois óvulos no lóculo desenvolvido; entretanto somente um se desenvolve em semente. O óvulo é pêndulo, hemianátropo e bitegumentado apenas na região micropilar. No fruto maduro, identificam-se: a polpa, correspondente a parte comestível, e endocarpo; na semente, o tegumento é membranáceo e o embrião não apresenta endosperma secundário. O tecido parenquimático da polpa apresenta muitos espaços intercelulares, repletos de conteúdo aquoso. O endocarpo é esclerificado e encontra-se bem diferenciado no fruto maduro. Os laticíferos são do tipo não-articulado ramificado, com paredes espessas e ocorrem no receptáculo da inflorescência, são abundantes no pedúnculo e na polpa do fruto maduro e no embrião. Os idioblastos fenólicos estão distribuídos por todas as partes analisadas.

Palavras-chave: anatomia, *Brosimum gaudichaudii*, fruto, inflorescência, morfologia, semente

ABSTRACT – (Morphoanatomy and histochemistry of the reproductive organs from *Brosimum gaudichaudii* Trécul (Moraceae). *Brosimum gaudichaudii*, ordinary known as “mamacadela”, is an arboreous species common on brazilian savannah with a great importance on popular food and medicine. The yellow pulp of its fruit is very appreciated by the children cause its like a chewing gum. This work presents the morphoanatomical characterization of the inflorescence, fruit and seed, as well *B. gaudichaudii* fruit and seed histochemistry. The material were processed by anatomical and ultra-structural usual techniques. The inflorescence is capitate, globose, pedunculate, pendent, predominant by pairs on leaf axilla and covered by thickly hairy peltate bracts. The male flowers are constituted by a stamen involved by bracteoles. Each inflorescence presents only one female flower constituted by a pistil with an inferior ovary with five carpels, nevertheless just one develops. It's common the presence of two ovule on developed locule, however just one will develops on a seed. The ovule is pendulous, hemianatropous and bitegmic only on the micropilar region. The mature fruit shows: the pulp which correspond to the comestible region and endocarp; the seeds with only one tegument which is membranaceous and the embryo without secondary endosperm. The parenchymatic tissue of the pulp presents a lot of intercellular spaces replete of aqueous content. The endocarp is sclerified and shows to be well differentiable on mature fruit. The laticiferous are non-articulated branched with thick walls occurring on inflorescence receptaculum, being abundant on peduncle and both in the pulp of the mature fruit and embryo. The phenolic idioblasts are distributed through all analyzed parts.

Key words: Anatomy, *Brosimum gaudichaudii*, fruit, inflorescence, morphology, seed

Introdução

A família Moraceae inclui árvores, arbustos ou ervas, monóicos ou dióicos, com laticíferos abundantemente distribuídos em todas as partes da planta (Romaniuc Neto & Wanderley, 1992). Segundo Cronquist (1981), a família Moraceae apresenta alguns gêneros amplos, como por exemplo, *Ficus* e *Dorstenia* com cerca de 500 e 100 espécies, respectivamente. Souza & Lorenzi (2005) relataram, para esta família, a ocorrência de aproximadamente 50 gêneros e 1.500 espécies, predominantemente tropicais e subtropicais, estando representada, no Brasil, por 27 gêneros com cerca de 250 espécies, entre elas *Brosimum gaudichaudii* Trécul espécie arbórea, popularmente conhecida como mama-cadela, muito comum nos campos de cerrado.

Carauta & Vianna (1977) relataram para o mesmo gênero a presença de inflorescências globosas em disco convexo, e mais especificamente para *B. gaudichaudii*, receptáculos andróginos, globosos, longo-pedunculados. Romaniuc Neto & Wanderley (1992) descreveram para o gênero *Brosimum* a ocorrência de inflorescências globosas ou obovóides com única flor pistilada imersa na raque carnosa, rodeada por flores estaminadas. Segundo Barroso *et al.* (2002), o gênero *Brosimum* apresenta inflorescências captadas, bissexuadas, cuja superfície externa encontra-se revestida por brácteas circulares, peltadas.

Almeida *et al.* (1998), referindo-se às espécies úteis do cerrado, relataram que *B. gaudichaudii* é de grande importância na alimentação e na medicina popular. As raízes, cascas e folhas desta planta são amplamente empregadas na medicina popular em várias regiões do país (Lorenzi & Matos, 2002). Entretanto, o uso mais comum e cientificamente comprovado é no tratamento do vitiligo que se trata de uma despigmentação da pele (Azambuja, 1981; Alves *et al.*, 2000). Os princípios ativos responsáveis pela ação contra o vitiligo são duas furanocumarinas: o bergapteno e o psoralelo, ambas as substâncias isoladas das raízes (Pozetti, 1969), enquanto nos frutos maduros foi isolado o bergapteno (Pozetti & Bernardi, 1971).

Os frutos maduros de *B. gaudichaudii* são leitosos e de sabor agradável (Pio Correia, 1984), amarelos, carnosos, com tamanho médio entre quatro a cinco centímetros de diâmetro e devem ser colhidos no período de setembro a novembro (Melo *et al.* 1998) ou, de outubro a janeiro (Lorenzi, 1998). Os índios misturam a polpa do fruto com a farinha de mandioca formando uma pasta densa, maleável e adocicada para ser utilizada como alimento (Ferreira, 1973). A polpa amarela dos frutos é muito apreciada pelas crianças por ser semelhante à goma de mascar (Matos, 1982).

Baseado apenas em características morfológicas, Romaniuc Neto & Wanderley (1992), na elaboração de chave de identificação para gêneros de Moraceae, denominaram de frutos geralmente drupáceos, utilizando a terminologia drupa globosa para *Brosimum glazioui*. Barroso *et al.* (1999) trataram os frutos do gênero *Brosimum* como monocárpicos de receptáculo globoso e carnoso que engloba a núcula com semente pêndula, sem endosperma.

Entre os gêneros de Moraceae mais investigados sob o ponto de vista da morfoanatomia reprodutiva estão: *Ficus*, *Morus*, *Prunus*, *Dorstenia* e *Artocarpus*, apresentando características distintas e peculiares, tornando-se difícil a comparação com outros gêneros da família. Desta forma, considerando a importância medicinal e alimentícia de *B. gaudichaudii*, somado a escassez de literatura, neste trabalho é apresentada a caracterização morfoanatômica e histoquímica de órgãos reprodutivos desta espécie.

Material e métodos

Local de estudo

Amostras de flores, frutos e sementes foram obtidas de exemplares de *B. gaudichaudii* ocorrentes na Estação Ecológica do Cerrado, localizada no município de Campo Mourão (24°18'S, 23°55'24"N, 630m), região noroeste do estado do Paraná. Ramos férteis foram herborizados e depositados no Herbário "Irina Delanova Gemtchujnicov", do Departamento de Botânica, UNESP, Campus de Botucatu (BOTU). O clima de Campo Mourão segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa -clima subtropical úmido, com média térmica no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio, inferior a 18°C. A precipitação média, por ano, encontra-se entre 1.200 e 1.600 mm, com tendência de concentração das chuvas no verão (Maack, 1981; IAPAR, 1994).

Amostragem

Foram amostrados cinco exemplares de uma mesma população. As inflorescências foram coletadas no início do desenvolvimento, sem abertura das flores. Das inflorescências adultas, foram amostradas flores masculina, feminina e região mediana do pedúnculo. Os frutos foram estudados em três estágios de desenvolvimento: jovem, imaturo e maduro, isto é, com 1 cm, 1,5 cm e 2 cm de diâmetro, respectivamente. O pedúnculo do fruto foi amostrado somente na fase madura.

Estudo morfoanatômico

As amostras foram imersas em FAA 50 durante 48 horas e posteriormente, transferidas para o etanol 70% (Johansen, 1940). Parte do material foi seccionado à mão livre, com auxílio de lâminas de barbear e também com micrótomo de rotação. As amostras seccionadas à mão livre foram clarificadas em hipoclorito de sódio 20%, posteriormente lavadas em água destilada, coradas com safranina e azul de astra (Gerlach, 1969) e montadas em lâmina com gelatina glicerizada. Para a confecção de lâminas permanentes, as amostras fixadas foram desidratadas em série etílica e incluídas em resina hidróxi-etil-metacrilato (Gerrits, 1991). As secções obtidas ao micrótomo de rotação, com 7µm de espessura, foram coradas com hematoxilina de Erlich (Johansen, 1940). Apenas o pedúnculo foi corado com Azul de

Toluidina 0,05% em tampão fosfato pH 4,3 (O'Brien *et al.* 1964). Posteriormente, as lâminas foram montadas em Permount.

As fotomicrografias foram obtidas por captura de imagem pelo programa Image Pro-Plus, versão 4.0. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas através de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Testes histoquímicos

Para os testes histoquímicos, cortes de material fresco foram tratados com: Sudan IV para detecção de lipídios totais (Johansen 1940); solução aquosa de cloreto férrico a 10% para marcação de compostos fenólicos (Johansen 1940); solução aquosa de Vermelho de Rutênio a 0,02% para identificação de polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); Solução de Lugol (iodo + iodeto de potássio) para amido e alcalóides (Johansen 1940); Solução de Azul Mercúrio de Bromofenol para proteínas (Mazia *et al.* 1953). Os controles para cada teste seguiram as indicações dos respectivos autores. Lâminas temporárias foram montadas em glicerina.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A caracterização morfológica das superfícies caulinares e foliares foi complementada com análise ao microscópio eletrônico de varredura segundo a técnica de Robards (1978). Para isso, as amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5% (tampão fosfato 0,1M pH 7,3 por 24 horas); pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1%, no mesmo tampão; desidratadas em série alcoólica; secadas em ponto crítico com CO₂ e metalizadas com camada de 10nm de ouro. O material foi observado ao microscópio eletrônico de varredura SEM 515 da Philips, em 20 KV, e documentação com filme Technical Pan Asa 25.

Resultados e discussão

Morfologia e anatomia da inflorescência

No início do desenvolvimento, as inflorescências são popularmente denominadas “cápsulas de inflorescência”. Neste estágio não apresentam pedúnculo diferenciado, são recobertas por brácteas foliáceas densamente pilosas (Fig. 1 e 2) e estomatíferas. Dois tipos de tricomas estão presentes na superfície externa das brácteas: tectores unicelulares, pontiagudos e glandulares peltados (Fig. 2). As inflorescências desenvolvidas são captadas, globosas, pedunculadas, pendentes, ocorrem predominantemente aos pares nas axilas foliares (Fig. 3 e 4) e são recobertas por brácteas peltadas (Fig. 5 e 9). Estas brácteas apresentam epiderme unisseriada com compostos fenólicos, parênquima repleto de idioblastos fenólicos e traços vasculares (Fig. 9). Tais características coincidem com àquelas descritas por Barroso *et al.* (2002), que descreveram para o gênero *Brosimum* a ocorrência de inflorescências captadas, bissexuadas, cuja superfície externa encontra-se revestida por brácteas circulares, peltadas.

Na fase de antese, as brácteas ainda sobrepostas umas às outras (Fig. 5), permitem a exposição das flores masculinas, constituídas de apenas um estame circundado por bractéolas foliáceas (Fig. 6 e 11), onde ocorre a emergência apenas das anteras (Fig. 7), distribuídas por toda a superfície da inflorescência. Os autores (Carauta & Vianna, (1977); Romaniuc Neto & Wanderley, (1992); Barroso *et al.*, (1999 e 2002), quando se referiram às inflorescências de *Brosimum*, relataram apenas ocorrência de brácteas e não de bractéolas. O estame apresenta filete curto, conectivo amplo e duas tecas (Fig. 11) com deiscência rimosa (Fig. 7). Durante a maturação dos grãos de pólen, cada teca contém dois sacos polínicos bem desenvolvidos com numerosos micrósporos (Fig. 12). A parede da antera, junto aos sacos polínicos, é formada pela epiderme unisseriada, endotécio de células maiores, duas camadas médias e pelo tapete secretor (Fig. 13). Na antera madura a epiderme torna-se delgada e rompida. Mariath *et al.* (2003) descreveram como característica típica, para as plantas em geral, a ocorrência de epiderme fina na maturidade, podendo ocorrer colapso, compressão, distensão ou ruptura de suas células e, neste caso, o endotécio pode então constituir a camada mais externa da antera.

A inflorescência é composta por apenas uma flor feminina, representada por um pistilo com estigma bífido, estilete que se projeta durante a antese para exposição do estigma e ovário ínfero imerso no receptáculo carnosos bem desenvolvidos (Fig. 8), composto por epiderme unisseriada e parênquima com muitos idioblastos fenólicos (Fig. 9) e laticíferos (Fig. 10). Romaniuc Neto & Wanderley (1992) descreveram para o gênero *Brosimum* a ocorrência de inflorescências globosas ou obovóides com única flor pistilada imersa na raque carnosos, rodeada por flores estaminadas. Carauta & Vianna (1977) relataram para o mesmo gênero a presença de inflorescências globosas em disco convexo, e mais especificamente para *B. gaudichaudii*, receptáculos andróginos, globosos, longo-pedunculados, o que foi exatamente observado neste estudo, para as flores de *B. gaudichaudii*.

O ovário apresenta cinco carpelos, apenas um se desenvolve e os outros quatro são atrofiados, sem óvulos, podendo ser reconhecidos pelos lóculos vestigiais (Fig. 16). É comum a presença de dois óvulos no lóculo desenvolvido, entretanto somente um se desenvolverá em semente (Fig. 16). O óvulo pêndulo do tipo hemianátropo com funículo curto (Fig. 14) é unitegumentado. Entretanto, na região micropilar nota-se a ocorrência de dois tegumentos: interno e externo (Fig. 15). Corner (1976) descreveu para Moraceae óvulos mais ou menos anátropos, suspensos, solitários, bitegumentados e crassinucelados. Esta descrição pode ser aplicada para *B. gaudichaudii*, entretanto com óvulo unitegumentado.

Morfologia e anatomia do fruto jovem e da semente

Nesta fase de maturação, o fruto apresenta-se morfológicamente muito semelhante à inflorescência, com maior volume, resultante da multiplicação celular. As camadas celulares mais internas da polpa, equivalente ao pericarpo, apresentam arranjo denso, sem a presença de espaços intercelulares (Fig. 17 e 18). Com o desenvolvimento da semente, o tegumento único, não multiplicativo, praticamente mantém o número de camadas celulares presentes no óvulo. A espessura do tegumento da

semente, na região da calaza, é maior e mais vascularizada, bem como o número de idioblastos fenólicos (Fig. 17). Segundo a descrição de Corner (1976) para as formas das sementes, *B. gaudichaudii* pode ser enquadrada no tipo paquicalazal, no entanto, sem apresentar vascularização em toda a extensão do tegumento. A epiderme externa do tegumento da semente é composta por células de paredes espessadas com impregnação de compostos fenólicos (Fig. 18 e 19). Pode ocorrer impregnação destes compostos também na camada subepidérmica (Fig. 19). Nesta fase de desenvolvimento o endosperma celularizado, bastante evidente (Fig. 17), permanece íntegro na região mais externa (Fig. 20), enquanto na região interna, junto ao embrião em crescimento, notam-se indícios de alteração estrutural (Fig. 21) devido à absorção. Os idioblastos fenólicos são observados especialmente na polpa do fruto e no tegumento da semente (Fig. 17, 19 e 20).

Morfologia e anatomia do fruto imaturo e maduro

O fruto imaturo (Fig. 22) apresenta-se morfologicamente muito semelhante ao fruto maduro (Fig. 23). No fruto imaturo, a polpa, latescente, resultante do receptáculo carnoso desenvolvido é de coloração esverdeada, adquirindo a cor amarelo-ouro ou amarelo-alaranjado quando maduro, bem como o aumento de diâmetro neste último estágio (Fig. 24). Esta polpa constitui a parte comestível quando madura, e abundância de laticíferos, justificando sua semelhança com a goma de mascar. As brácteas permanecem pouco alteradas com perda parcial da pilosidade (Fig. 25). Barroso *et al.* (1999) relataram para o gênero *Brosimum* um receptáculo globoso, carnoso, latescente, amarelo, com polpa adocicada e comestível, recoberto por bractéolas que protegem as flores masculinas no estágio de inflorescência. No entanto, conforme verificado neste trabalho, em *B. gaudichaudii* tratam-se de brácteas peltadas (Fig. 25), aquelas que recobriam a inflorescência.

Dissecando o fruto maduro, identificam-se partes distintas: polpa, porção vascularizada, endocarpo, tegumento membranáceo e embrião (Fig. 26). O embrião apresenta dois cotilédones carnosos, curto-peciolados, curvos e assimétricos em relação à forma e tamanho. A face abaxial dos dois cotilédones é convexa enquanto a face adaxial é plano-convexa em um e plano-côncava em outro (Fig. 27). É comum o desenvolvimento diferenciado dos cotilédones onde um deles pode apresentar redução de até 1/3 do tamanho. Barroso *et al.* (1999) mencionaram a presença de cotilédones iguais ou desiguais entre si para o gênero *Brosimum*. A reserva dos cotilédones de *B. gaudichaudii* é composta de amido, além de proteína e lipídio, igualmente encontrada por Balerone *et al.* (2002) nesta espécie. O eixo hipocótilo-radicular é curto e ligeiramente achatado, com plúmula inconspícua, sem diferenciação evidente dos primórdios foliares (Fig. 27). O embrião preenche todo o volume da semente, sendo classificado segundo Martin (1946), como total e invaginado.

No fruto imaturo, a polpa (Fig. 28) não evidencia grandes mudanças anatômicas comparadas ao fruto jovem. A epiderme externa apresenta cutícula espessa e células com conteúdo fenólico (Fig. 29). Ainda neste estágio ocorrem divisões celulares em diversos planos. Nas camadas mais internas,

equivalente ao pericarpo, há predominância de divisões periclinais (Fig. 30). Camadas estas que em conjunto com a epiderme e camada subepidérmica constituirão o endocarpo e o mesocarpo. As células do tegumento da semente do fruto imaturo (Fig. 32 e 33) e maduro (Fig. 39) tornam-se colapsadas e comprimidas, possivelmente em decorrência da compressão exercida pelo crescimento do embrião e resistência do endocarpo esclerificado. Há dúvidas se as sementes de espécies de Moraceae podem ser consideradas como exotestais (Corner, 1976). Em *B. gaudichaudii* esta dificuldade é confirmada uma vez que o tegumento não apresenta camada mecânica distinta. Os feixes vasculares, mais abundantes na região interna da polpa, são do tipo anficrival (Fig. 31). Eames & MacDaniels (1947) relataram que pequenos feixes anficrivais, comuns nas pteridófitas, podem ocorrer em flores, frutos e óvulos de angiospermas. O endosperma, que no fruto jovem já apresentava sinais de alteração estrutural, é totalmente consumido nestes dois estágios (Fig. 32 e 39), exceto resquícios na região da calaza em estágio do fruto imaturo (Fig. 33).

No fruto maduro a epiderme não mais contém compostos fenólicos e o tecido parenquimático da polpa apresenta muitos espaços intercelulares (Fig. 34 e 36), repletos de conteúdo aquoso e maiores na região mais interna (Fig. 35). O parênquima da polpa é equivalente ao descrito para frutos carnosos, que segundo Eames & MacDaniels (1947) é composto por células com paredes delgadas mais ou menos túrgidas com fluídos, algumas contendo taninos ou mucilagens. Neste estágio de desenvolvimento, as brácteas permanecem estruturalmente pouco modificadas em relação à inflorescência, inclusive com idioblastos fenólicos (Fig. 37). O mesocarpo é formado por aproximadamente seis camadas de células parenquimáticas e o endocarpo esclerificado encontra-se bem diferenciado formado por aproximadamente seis camadas compactas de macroesclereides (Fig. 38) que constitui o envoltório protetor mecânico do diásporo. Uma pequena porção da polpa permanece aderida ao endocarpo quando a parte comestível é retirada (Fig. 38).

Barroso *et al.* (1999) trataram os frutos do gênero *Brosimum* como monocárpicos de receptáculo globoso e carnoso que engloba a núcula com semente pêndula, sem endosperma. Romaniuc Neto & Wanderley (1992), quando utilizaram características morfológicas em chave de identificação para gêneros de Moraceae, denominaram de frutos geralmente drupáceos, utilizando a terminologia drupa globosa para *Brosimum glazioui*. Embora tenham sido realizadas observações a respeito da estrutura anatômica de *B. gaudichaudii*, torna-se difícil o enquadramento deste tipo de fruto na classificação convencional, uma vez que a descrição para drupa, segundo Font Quer (1985), se refere ao fruto originado de uma flor e não de uma inflorescência, geralmente monocáptico e com ovário súpero. Como exemplo pode-se citar *Prunus*, descrito anatomicamente por Roth (1977) como uma drupa típica. Em *B. gaudichaudii*, o ovário é ínfero condescido com o receptáculo da inflorescência e o endocarpo, embora rígido, é delgado e não condescido com a semente.

Brosimum gaudichaudii também não se encaixa no amplo sistema de classificação proposto por Spjut (1994) que descreveu alguns tipos que são adequados para outros gêneros de Moraceae, como

sicônio para *Ficus*, pseudodrupa para *Pseudolmedia* e sorose para *Morus*. Souza & Rosa (2005) descreveram para *Sorocea bonplandii* (Moraceae) o fruto do tipo pomáceo que não é adequado para *B. gaudichaudii*, pois diferentemente, *S. bonplandii* é originado de apenas uma flor.

Enfim, levando-se em consideração que o receptáculo que envolve o frutéolo é da inflorescência e não de uma flor, o fruto de *B. gaudichaudii* pode ser enquadrado como múltiplo, segundo Souza (2003), monocárpico, com frutéolo do tipo nukulânio, pois somente um lóculo se desenvolve.

Os laticíferos são do tipo não-articulado ramificado, com paredes espessas (Fig. 35 e 48) e estão localizados no receptáculo da inflorescência (Fig. 10), na polpa do fruto (Fig. 28, 30-31 e 34-36), no embrião da semente, no pedúnculo da inflorescência e do fruto (Fig. 43). Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950) relataram a presença de laticíferos para a maioria dos gêneros de Moraceae, entre eles, *Brosimum*. Esau (1965) e Fahn (1969) descreveram a presença de laticíferos não-articulados, que podem ramificar-se ou não, para várias famílias, entre elas, Moraceae. Cronquist (1981) enfatizou os laticíferos presentes no tecido parenquimático do caule e folha com conteúdos extraordinariamente diversos em diferentes membros da família Moraceae. Veenendaal & Outer (1990) descreveram a ocorrência de laticíferos não-articulados ramificados em todos os órgãos vegetativos de *Morus nigra*, discutindo que em Moraceae não há presença de laticíferos articulados.

Anatomia do pedúnculo da inflorescência e do fruto maduro

A estrutura anatômica do pedúnculo da inflorescência e do fruto maduro não apresenta grandes diferenças, exceto pela baixa densidade de tricomas tectores, tricomas glandulares e a presença de lenticelas no pedúnculo do fruto maduro. A epiderme é unisseriada com células repletas de compostos fenólicos (Fig. 41); os tipos de tricomas são os mesmos observados nas inflorescências. A região cortical é compreendida por aproximadamente 20 camadas de células parenquimáticas. O sistema vascular está distribuído em círculo com uma medula parenquimática (Fig. 42). Calotas de fibras gelatinosas ocorrem externamente ao floema (Fig. 48). Estas fibras apresentam substâncias altamente higroscópicas na camada parietal interna, atuando como possíveis reservatórios de água, como descrito por Paviani (1978). Este autor já sugeria em 1974, tal função às fibras gelatinosas do xilopódio de *Plathymenia reticulata*, espécie de cerrado. Os laticíferos (Fig. 43) e os idioblastos fenólicos (Fig. 40-43) estão presentes no córtex, medula e floema.

Histoquímica

Os grãos de amido estão presentes no pedúnculo da inflorescência e do fruto, especialmente na região cortical, bem como em células parenquimáticas da polpa do fruto (Fig. 44). São abundantes nos cotilédones, onde apresentam formas e tamanhos variados com predominância de formas esféricas e truncadas (Fig. 45).

Sudan IV, utilizado para identificação de lipídios em geral, mostrou reação positiva em todas as partes analisadas estando bem evidenciados na cutícula e nos laticíferos, bem como na forma de gotículas em células parenquimáticas (Fig. 46).

O cloreto férrico, empregado para identificação de compostos fenólicos, mostrou reação fortemente positiva, especialmente no parênquima, inclusive no parênquima xilemático, do pedúnculo da inflorescência (Fig. 40 e 41) e do fruto (Fig. 42, 43 e 47), sendo moderadamente positiva em células parenquimáticas da região periférica da polpa do fruto e negativa para a semente.

Vermelho de rutênio, utilizado para a identificação de polissacarídeos, indicou reação fortemente positiva para todas as partes analisadas, evidenciando a ocorrência de fibras gelatinosas (Fig. 48) no pedúnculo da inflorescência e do fruto, ressaltando também a maior espessura das paredes dos laticíferos (Fig. 48).

O azul de bromofenol, empregado para a identificação de proteínas, mostrou reação positiva para todas as partes analisadas, sendo mais evidentes no floema e laticíferos (Fig. 49). Silva *et al.* (2001) relataram a ocorrência de glicídios e proteínas para os frutos de *B. gaudichaudii*. Baleroni *et al.* (2002), em trabalho realizado sobre a composição química de sementes de algumas espécies do cerrado, entre elas, *B. gaudichaudii* destacaram a presença de proteínas, lipídios e carboidratos, ficando acima da média quanto à concentração de amido e proteínas.

O presente estudo demonstrou que as estruturas reprodutoras de *B. gaudichaudii* são complexas e possuem características muito peculiares, distintas de outras espécies da família Moraceae descritas na literatura. Entretanto, alguns aspectos morfoanatômicos foram elucidados, tais como: presença de brácteas e bractéolas; óvulo e carpelos atrofiados; óvulo e semente unitegumentados; semente exalbuminosa; endocarpo esclerificado como camada mecânica do diásporo; a polpa, comestível quando madura, provém do receptáculo carnoso da inflorescência; abundância de laticíferos na polpa, justificando sua semelhança com a goma de mascar.

Referências bibliográficas

- Almeida, S. P. de; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC.
- Alves, T. M. A.; Silva, A. F.; Brandão, M.; Grandi, T. S. M.; Smania, E. F. A.; Smania Junior, A.; Zani, C. L. 2000. Biological screening of brazilian medicinal plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95**: 367-373.
- Azambuja, R. 1981. The treatment of vitiligo. **Brasília Médica** **18**: 69-73.
- Baleroni, C. R. S.; Moraes, M. L. T.; Moraes, S. M. B; Souza, C. S.; Sá, M. E. 2002. Composição química de sementes das espécies florestais mamica-de-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc), marolo arbóreo (*Annona crassiflora* Mart.), marolo rasteiro (*Annona dioica* St. Hil.), chichá-do-cerrado

- (*Sterculia striata* St. Hil. ex Turpin) e imbia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso). **Ciências Agrárias e da Saúde 2**: 28-32.
- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV.
- Barroso, G. M.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F.; Guimarães, E. F.; Costa, C. G. 2002. **Sistemática de angiospermas**. Viçosa: Editora UFV, v.1.
- Carauta, J. P. P.; Vianna, M. C. 1977. *Brosimum* Swartz (Moraceae) do estado do Rio de Janeiro. *In*: **Congresso Nacional de Botânica 26**: 75-89. Rio de Janeiro.
- Corner, E. J. H. 1976. **The seeds of dicotyledons**. New York: Cambridge University Press, v.1.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press.
- Eames, A. J.; MacDaniels, L. H. 1947. **An introduction to plant anatomy**. 2ª ed. New York: McGraw-Hill Book Company-Inc.
- Esau, K. 1965. **Plant anatomy**. 2ª ed. New York: Wiley & Sons.
- Fahn, A. 1969. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press.
- Ferreira, M. B. 1973. Frutos comestíveis nativos do DF (II): gabioba, araças, amoreira e cajus. **Cerrado 5**: 25-28.
- Font Quer, P. 1985. **Diccionario de botánica**. Barcelona: Editorial Labor S.A.
- Gerlach, D. 1969. **Botanische microtechnik**. Stuttgart, George Thieme Eine Einführung.
- Gerrits, P. O. 1991. **The application of glycol metacrylate in histotechnology**: some fundamental principles. Germany: Leica Gmbh.
- Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR. 1994. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina: IAPAR/SAA.
- Jensen, W. A. 1962. **Botanical histochemistry**. San Francisco. W. H. Freeman.
- Johansen, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York: McGraw – Hill.
- Lorenzi, H. 1998. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum, v.2.
- Lorenzi, H.; Matos, J. de A. 2002. **Plantas Medicinais no Brasil**: nativas e exóticas cultivadas. São Paulo: Instituto Plantarum.
- Maak, R. 1981. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio S/A.
- Mariath, J. E. A.; Santos, R. P.; Bittencourt Júnior, N. S. 2006. Flor. *In*: Appezzato-da-Glória, B.; Carmello-Guerreiro, S. M. **Anatomia vegetal**. 2ª ed. Viçosa, Editora UFV.
- Martin, A. C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. **American Midland Naturalist 36**: 513-629.

- Matos, F. J. A. 1982. Aproveitamento de plantas medicinais da região do nordeste. **Silvicultura em São Paulo 16A**: 219-225.
- Mazia, D., Brewer, P. A., Alfert, M. 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. **Biological Bulletin 104**: 57-67.
- Melo, J. T. de; Silva, J. A. da; Torres, R. A. de A.; Silveira, C. E. dos S. da; Caldas, L. S. 1998. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC.
- Metcalf, C. R., Chalk, L. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, v.2.
- O'Brien, T. P.; Feder, N.; McCully, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma 59**: 368-373.
- Paviani, T. I. 1974. Sobre a ocorrência de fibras gelatinosas em *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência e Cultura 26**: 783-786.
- Paviani, T. I. 1978. Anatomia vegetal do cerrado. **Ciência e Cultura 30**: 1076-1086.
- Pio Corrêa, M. 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e de exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v.1.
- Pozetti, G. L.; Bernardi, A. C. 1971. Chemical study of *Brosimum gaudichaudii*. 2. occurrence of bergapten in fruits of *Brosimum gaudichaudii*. **Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara 5**: 189-193.
- Pozetti, G. L. 1969. Chemical study of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. 1. isolation and identification of bergapten, and psoralene from the roots of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara 3**: 215-223.
- Robards, A. W. 1978. An introduction to techniques for scanning electron microscopy of plant cells. In: Hall, J. L. **Electron microscopy and cytochemistry of plant cells**. New York: Elsevier.
- Romaniuc Neto, S.; Wanderley, M. das G. L. 1992. Flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): 19 – Moraceae. **Hoehnea 19**: 165-169.
- Roth, I. 1977. Fruits of angiosperms. In: Linsbauer, K. **Encyclopedia of plant anatomy**. Berlin: Gebrüder Borntraeger; v.10.
- Silva, D. B.; Silva, J. A.; Junqueira, N. T. V.; Andrade, L. R. M.. 2001. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Solender, H. 1908. **Sistematic anatomy of the dicotyledons**: a handbook for laboratories of pure and applied botany. Transl. By L. A. Boodle & F. E. Fritsch. Oxford: Clarendon Press, v.1.
- Souza, L. A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal**: célula, tecidos, órgãos e plântula. Ponta Grossa: Editora UEPG.

- Souza, L. A.; Rosa, S. M. da. 2005. Morfo-anatomia do fruto em desenvolvimento de *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burger, Lanjow & Boer (Moraceae). **Acta Scientiarum** **27**: 433-438.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2005. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum.
- Spjut, R. W. 1994. A systematic treatment of fruit types. **Member Ney York Botanical Garden**. Ney York; v.26.
- Veenendaal, W. L. H. V.; Outer, R. W. D. 1990. Distribution and development of the non-articulated branched laticifers of *Morus nigra* L. (Moraceae). **Acta Botanica Neerlandica** **39**: 285-296.

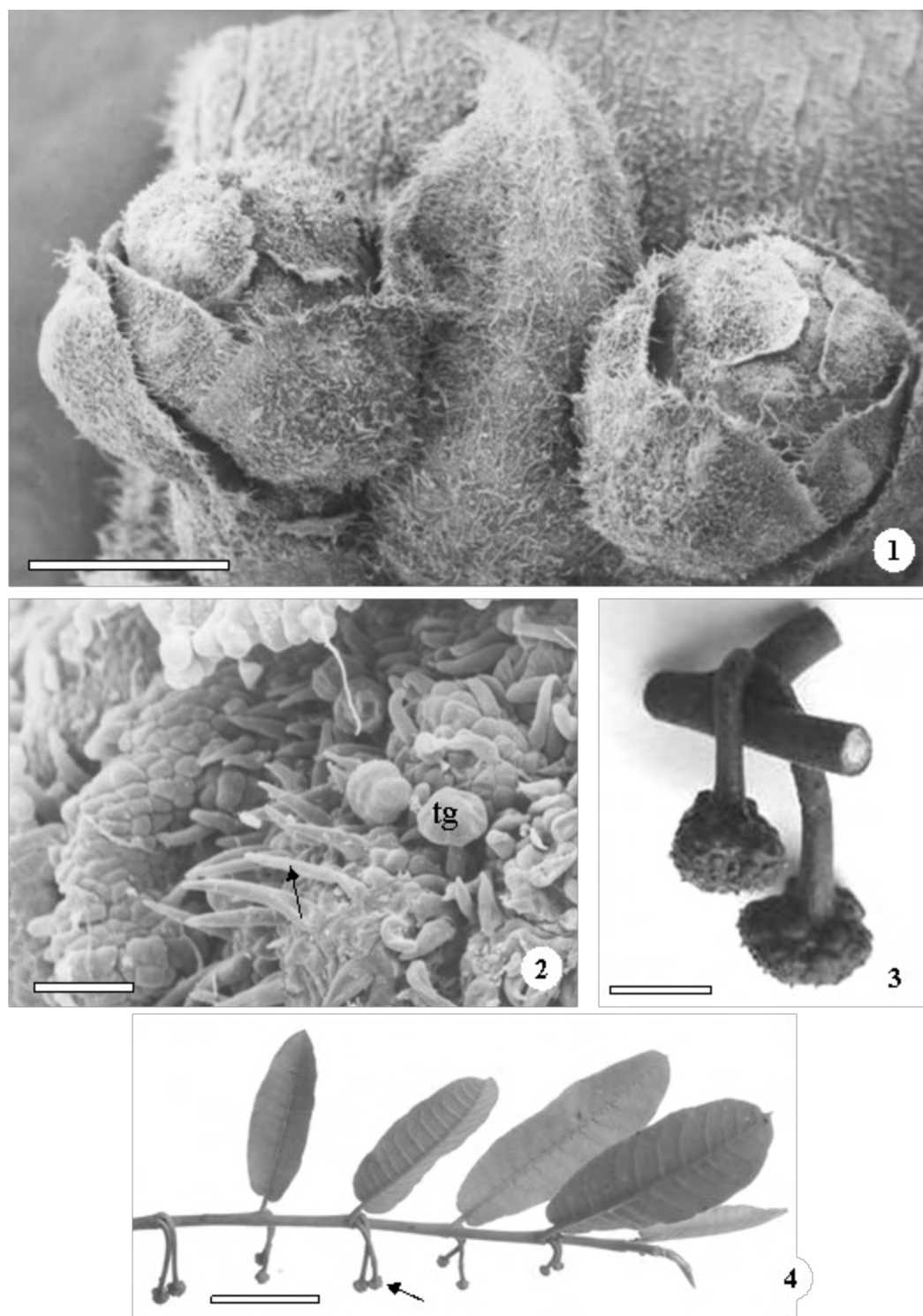


Figura 1-4. Vista frontal em MEV de inflorescências em estágio inicial (1 e 2) e inflorescências desenvolvidas (3 e 4) de *B. gaudichaudii*. 1. duas inflorescências recobertas por brácteas com alta densidade de tricomas (barra= 940 μ m); 2. tricomas tectores pontiagudos unicelulares (seta) e tricomas glandulares peltados (barra= 53 μ m); 3. par de inflorescências (barra= 0,5 cm); 4. ramo repleto de inflorescências captadas e pedunculadas, ocorrendo em pares (seta) (barra= 3 cm). tg= tricoma glandular.

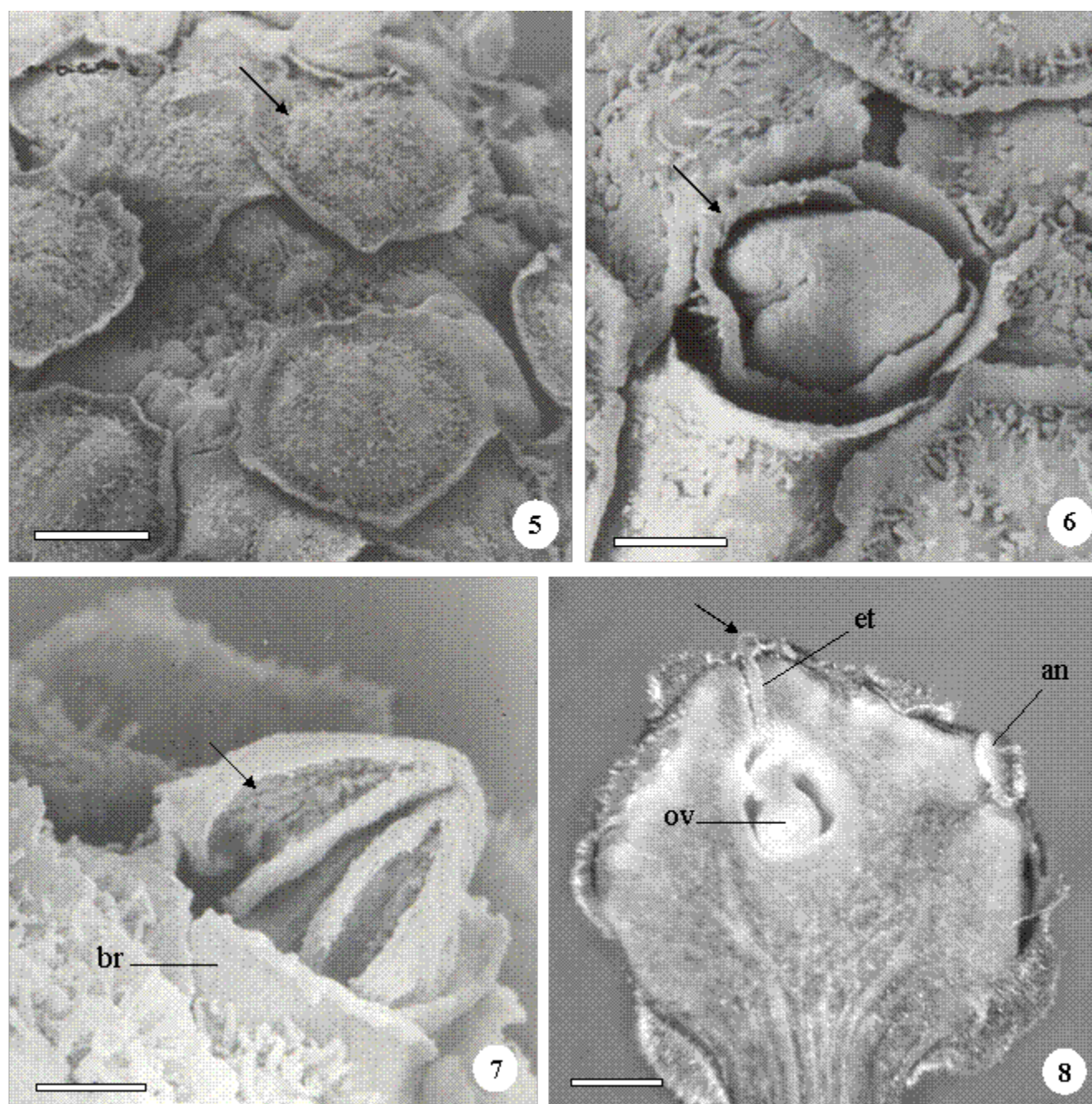


Figura 5-8. Vista frontal em MEV (5-7) e longitudinal (8) da inflorescência de *B. gaudichaudii*. 5. inflorescência recoberta por brácteas peltadas (seta) (barra= 430 μ m); 6. flor masculina envolvida por bractéolas (seta) e com anteras fechadas (barra= 186 μ m); 7. flor masculina com deiscência das anteras por fendas longitudinais (seta) (barra= 123 μ m); 8. ovário ínfero com estigma exposto na superfície (seta) (barra= 1 mm). an= antera; br= bractéola; ov= óvulo; et= estilete.

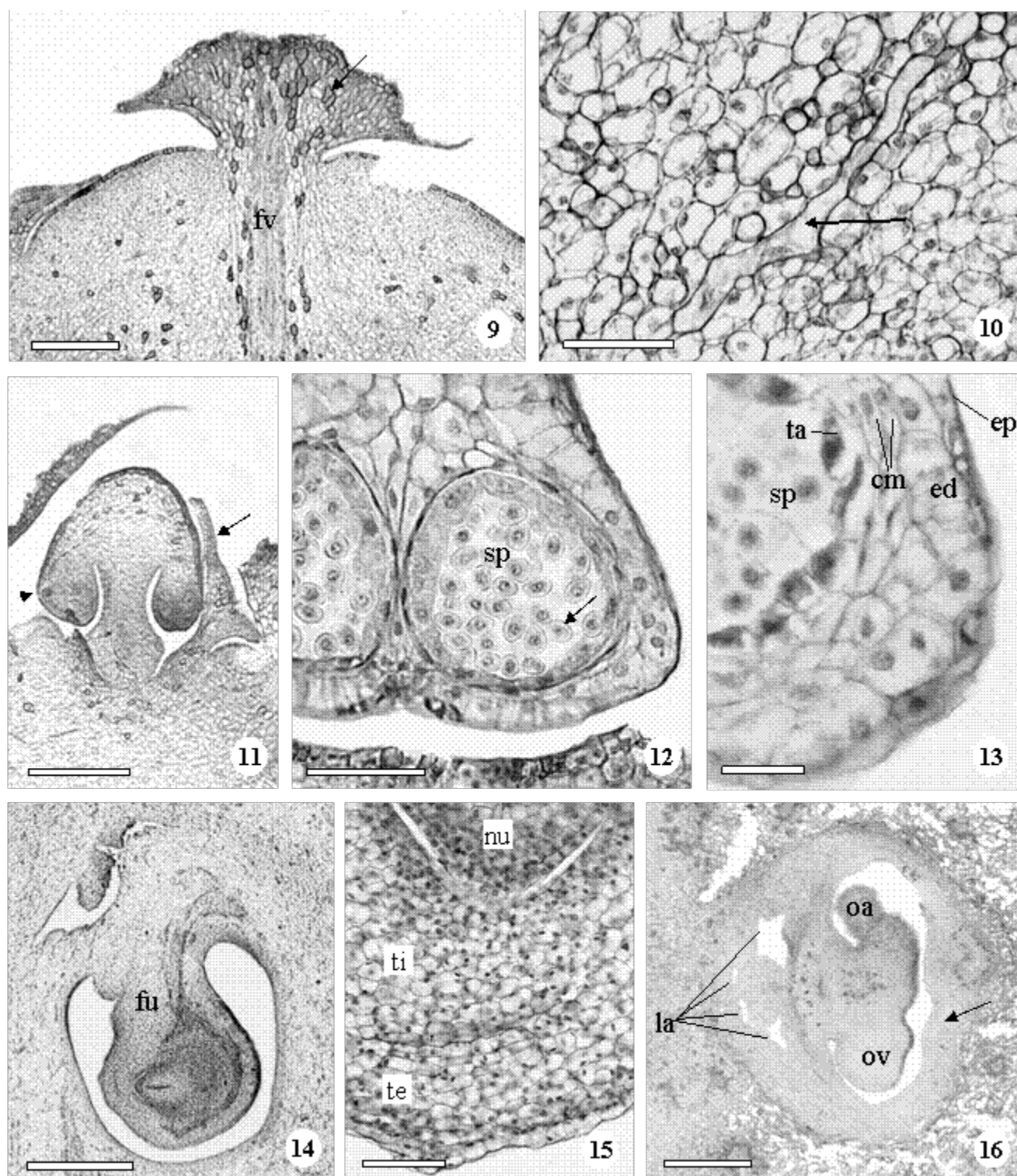


Figura 9-16. Inflorescência em secções transversais (10-13 e 16) e longitudinais (9, 14 e 15) de *B. gaudichaudii*. 9. bráctea peltada com numerosos idioblastos fenólicos (seta) (barra= 100 μ m); 10. receptáculo parenquimático evidenciando laticífero (seta) (barra= 50 μ m); 11. estame com filete curto e duas tecas (ponta de seta), ladeado por bractéola (seta) (barra= 100 μ m); 12. teca com dois sacos polínicos contendo micrósporos (seta) (barra= 50 μ m); 13. antera com epiderme, endotécio, tapete, camadas médias e tapete secretor (barra= 15 μ m); 14. óvulo hemianátropo (barra= 500 μ m); 15. região micropilar (barra= 50 μ m); 16. ovário com um carpelo desenvolvido (seta) e quatro lóculos atrofiados (barra= 500 μ m). cm= camada média; ed= endotécio; ep= epiderme; fu= funículo; fv= feixe vascular; la= lóculo atrofiado; nu= nucelo; oa= óvulo atrofiado; sp= saco polínico; ta= tapete; tc= teca; te= tegumento externo; ti= tegumento interno; ov= óvulo.

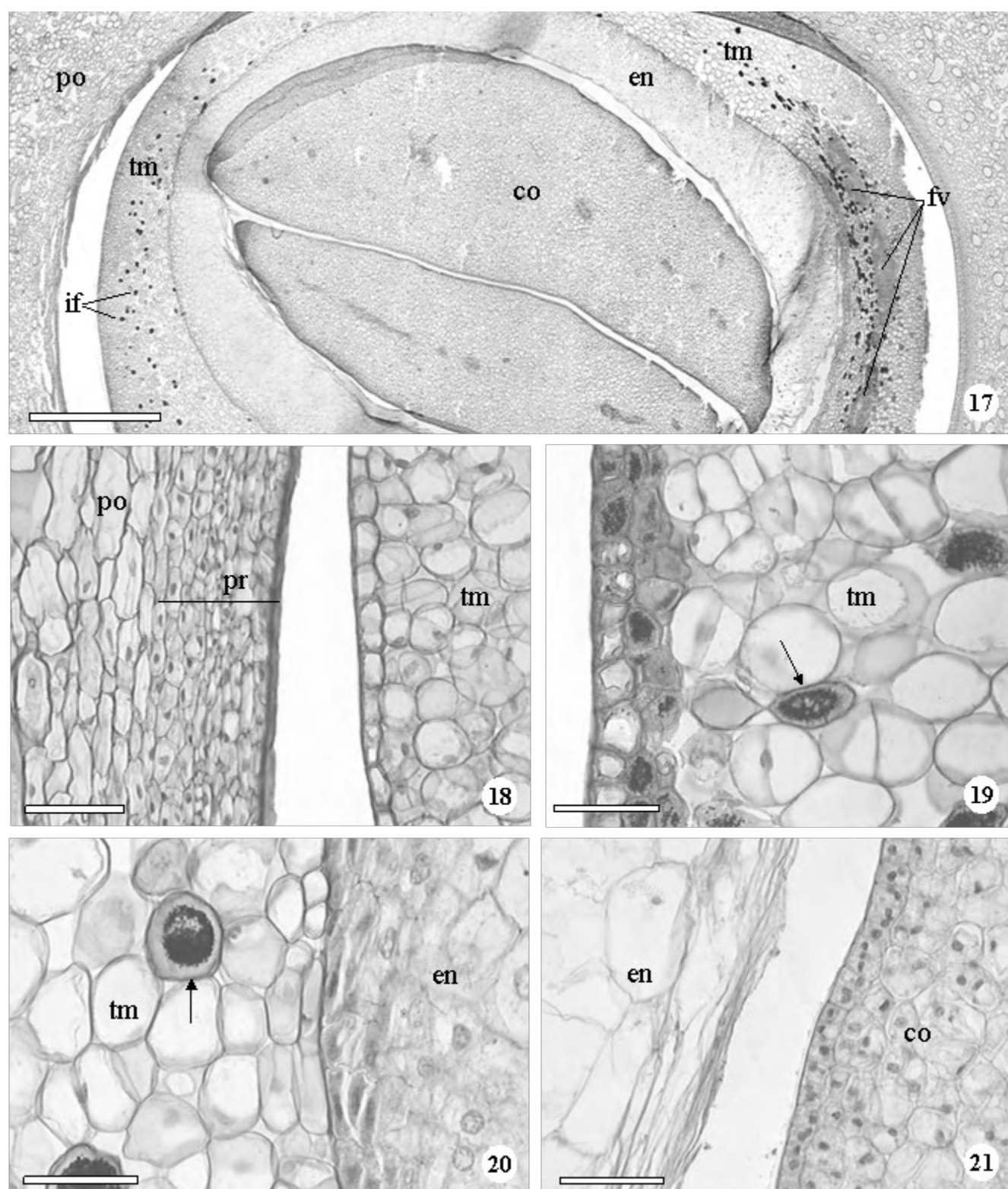


Figura 17-21. Fruto jovem de *B. gaudichaudii* em secções transversais. 17. semente (barra= 800 µm); 18. polpa e o tegumento (barra= 50 µm); 19. região externa do tegumento com idioblastos fenólicos (seta) (barra= 50 µm); 20. região interna do tegumento com idioblastos fenólicos (seta) e endosperma (barra= 50 µm); 21. endosperma e cotilédone (barra= 50 µm). co= cotilédone; en= endosperma; fv= feixe vascular; if= idioblasto fenólico; po= polpa; pr= pericarpo; tm= tegumento.

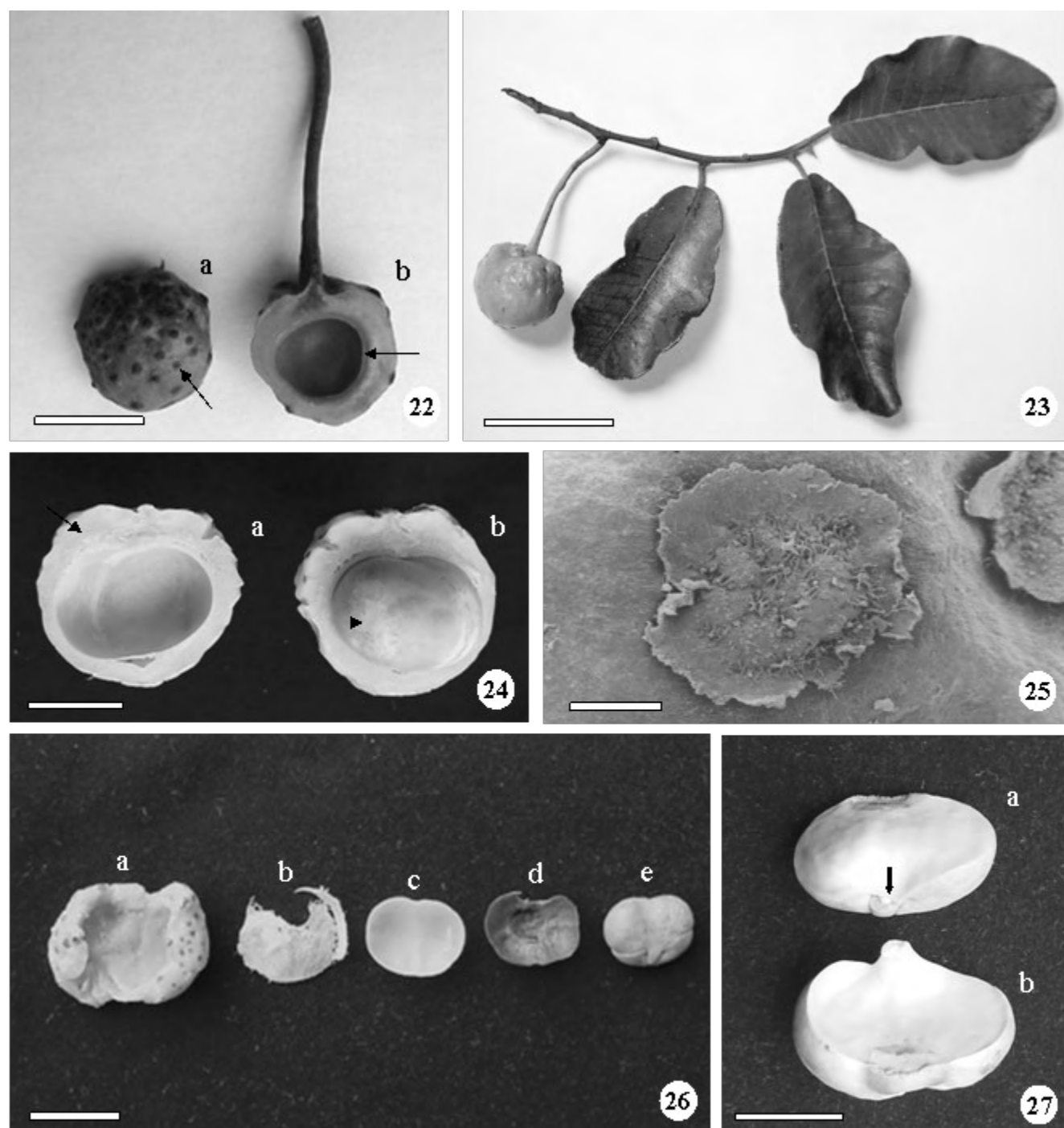


Figura 22-27. Fruto e/ou semente em visão macroscópica (22-24 e 26-27) e em MEV (25) de *B. gaudichaudii*. 22. fruto imaturo com brácteas (seta) na superfície externa (a) e vista interna do pericarpo (seta) sem a semente (b) (barra= 1 cm); 23. ramo com fruto maduro (barra= 4 cm); 24. fruto maduro evidenciando polpa (seta) e endocarpo (ponta de seta) (barra= 1 cm); 25. brácteas do fruto maduro (barra= 284 µm); 26. partes isoladas do fruto maduro (a- polpa, b- porção mais vascularizada da polpa, c- endocarpo, d- tegumento, e- embrião) (barra= 2 cm); 27. cotilédones carnosos assimétricos com face abaxial convexa, adaxial plano-convexa (a), plano-côncava (b) e plúmula pouco evidente (seta) (barra= 1 cm).

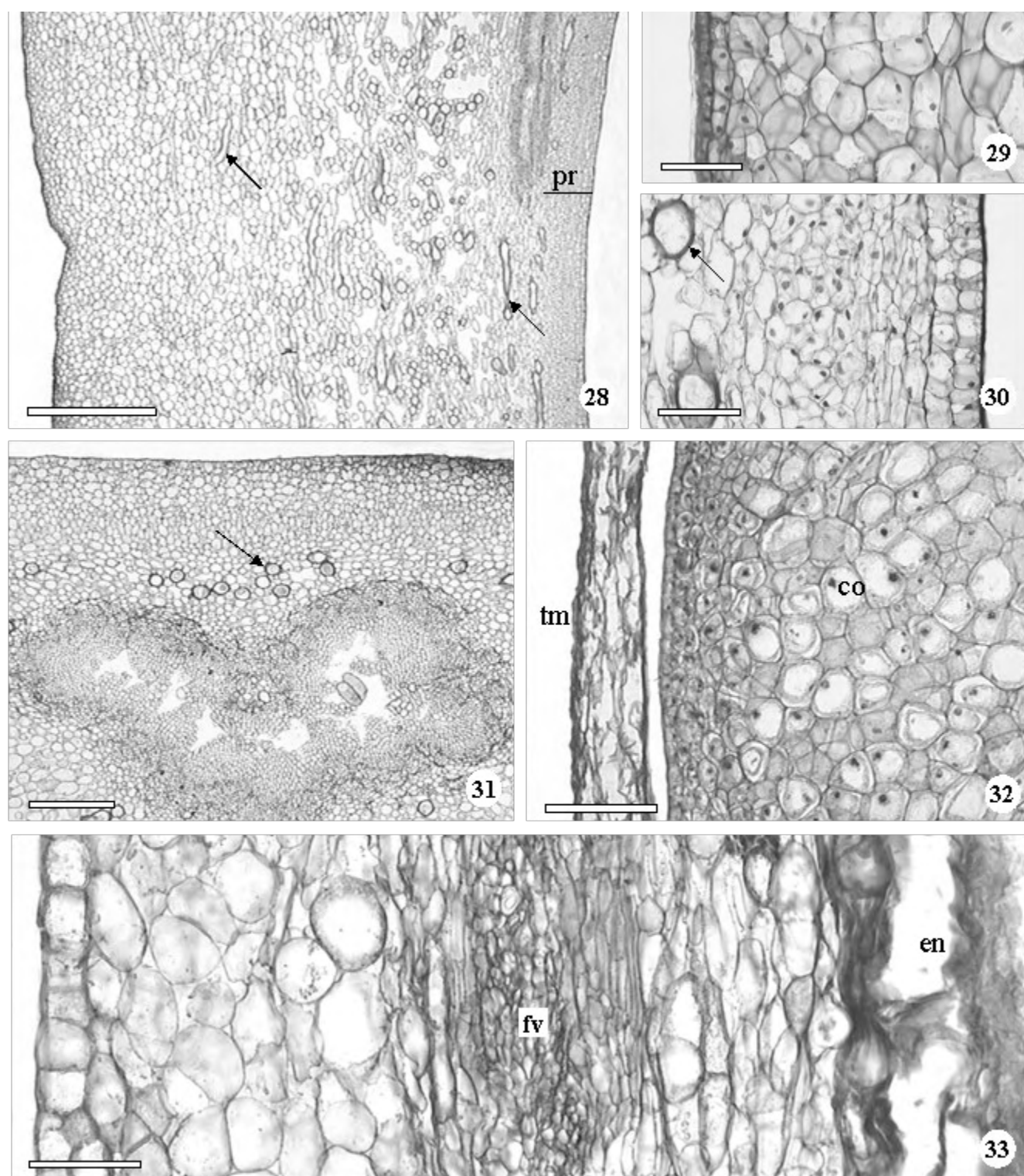


Figura 28-33. Fruto imaturo de *B. gaudichaudii* em secções transversais. 28. polpa com laticíferos (setas) (barra= 500 µm); 29. região externa da polpa (barra= 50 µm); 30. pericarpo com laticíferos (seta) (barra= 50 µm); 31. feixe vascular anficrival na polpa e laticíferos (seta) (barra= 200 µm); 32. tegumento e cotilédone (barra= 100 µm); 33. tegumento e endosperma (barra= 50 µm). co= cotilédone; en= endosperma; fv= feixe vascular; pr= pericarpo; tm= tegumento.

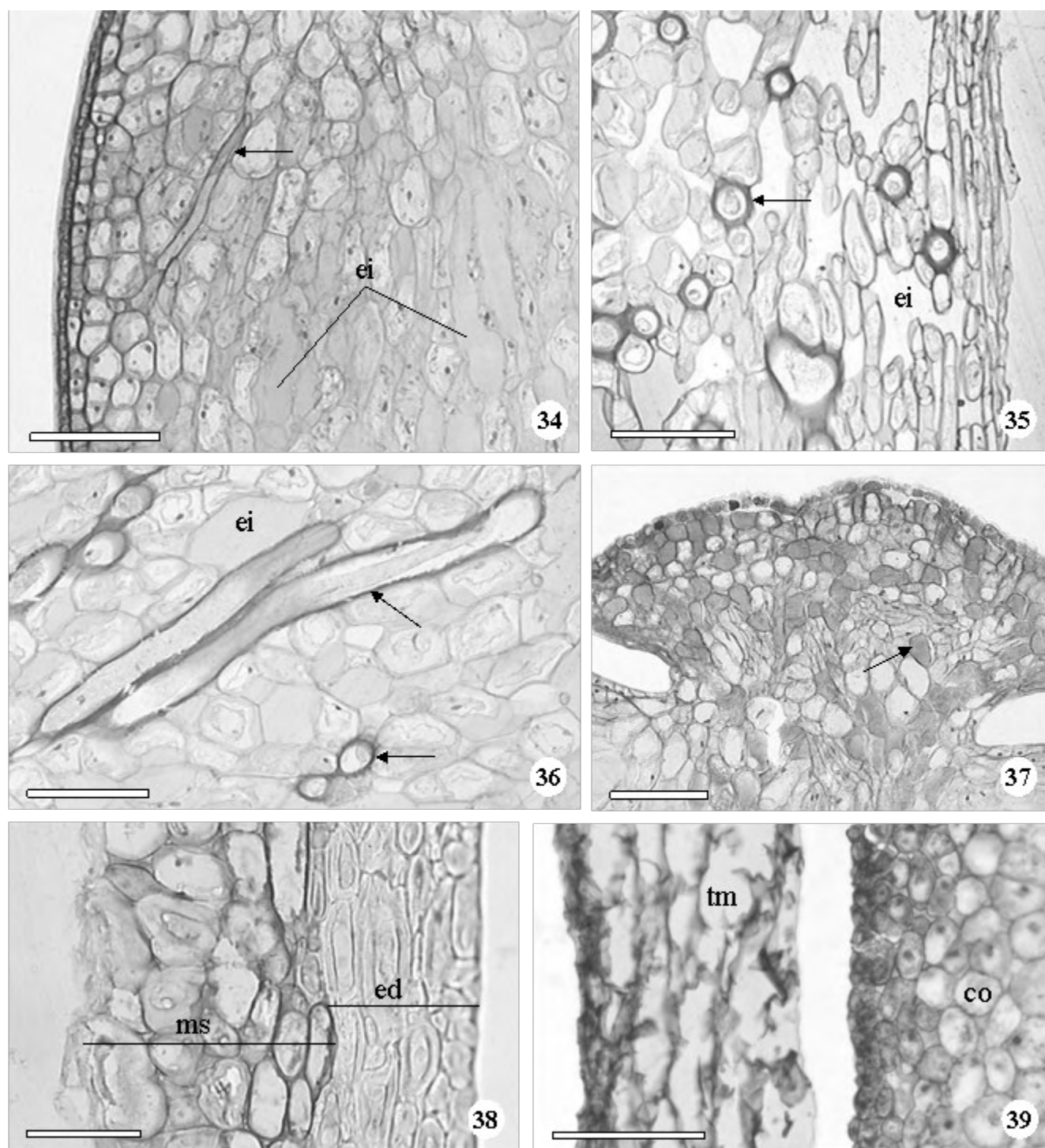


Figura 34-39. Fruto maduro de *B. gaudichaudii* em secções transversais. 34. polpa com laticífero (seta) (barra= 100 μ m); 35. região interna da polpa com laticíferos (seta) (barra= 100 μ m); 36. laticíferos (seta) (barra= 100 μ m); 37. bráctea peltada com numerosos idioblastos fenólicos (seta) (barra= 100 μ m); 38. endocarpo e camadas adjacentes da polpa (barra= 50 μ m); 39. tegumento e cotilédone (barra= 100 μ m). co= cotilédone; ed= endocarpo; ei= espaço intercelular; ms= mesocarpo; tm= tegumento.

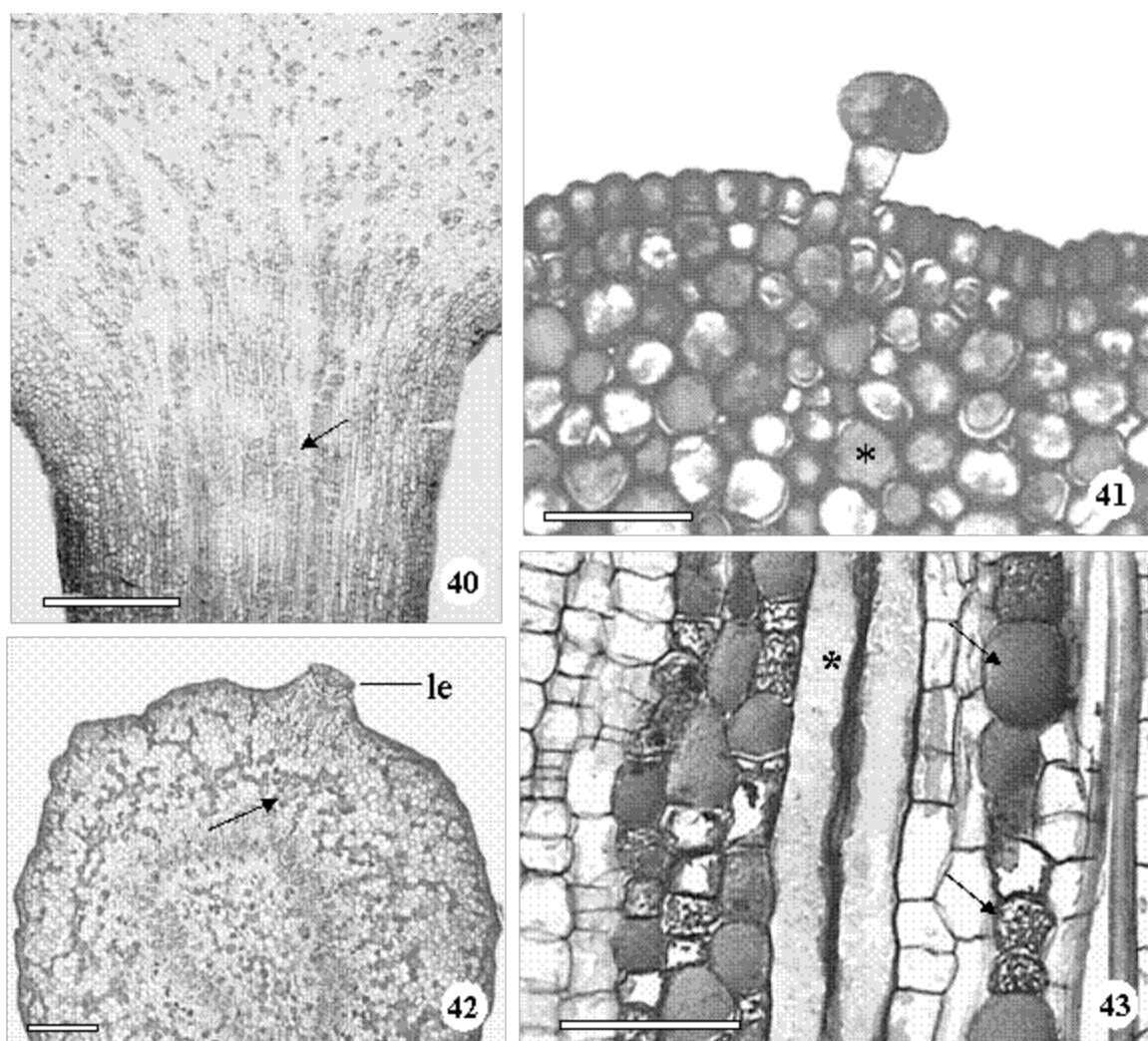


Figura 40-43. Pedúnculo da inflorescência (40 e 41) e do fruto maduro (42 e 43) de *B. gaudichaudii*. 40. secção longitudinal com numerosos idioblastos fenólicos (seta) (barra= 500 µm); 41. epiderme unisseriada com tricoma glandular peltado e idioblastos fenólicos (asterisco), em secção transversal (barra= 50 µm); 42. secção transversal com lenticela e numerosos idioblastos fenólicos (seta) (barra= 300 µm); 43. laticífero (asterisco) e idioblastos fenólicos (setas), em secção longitudinal (barra= 100 µm). le= lenticela.

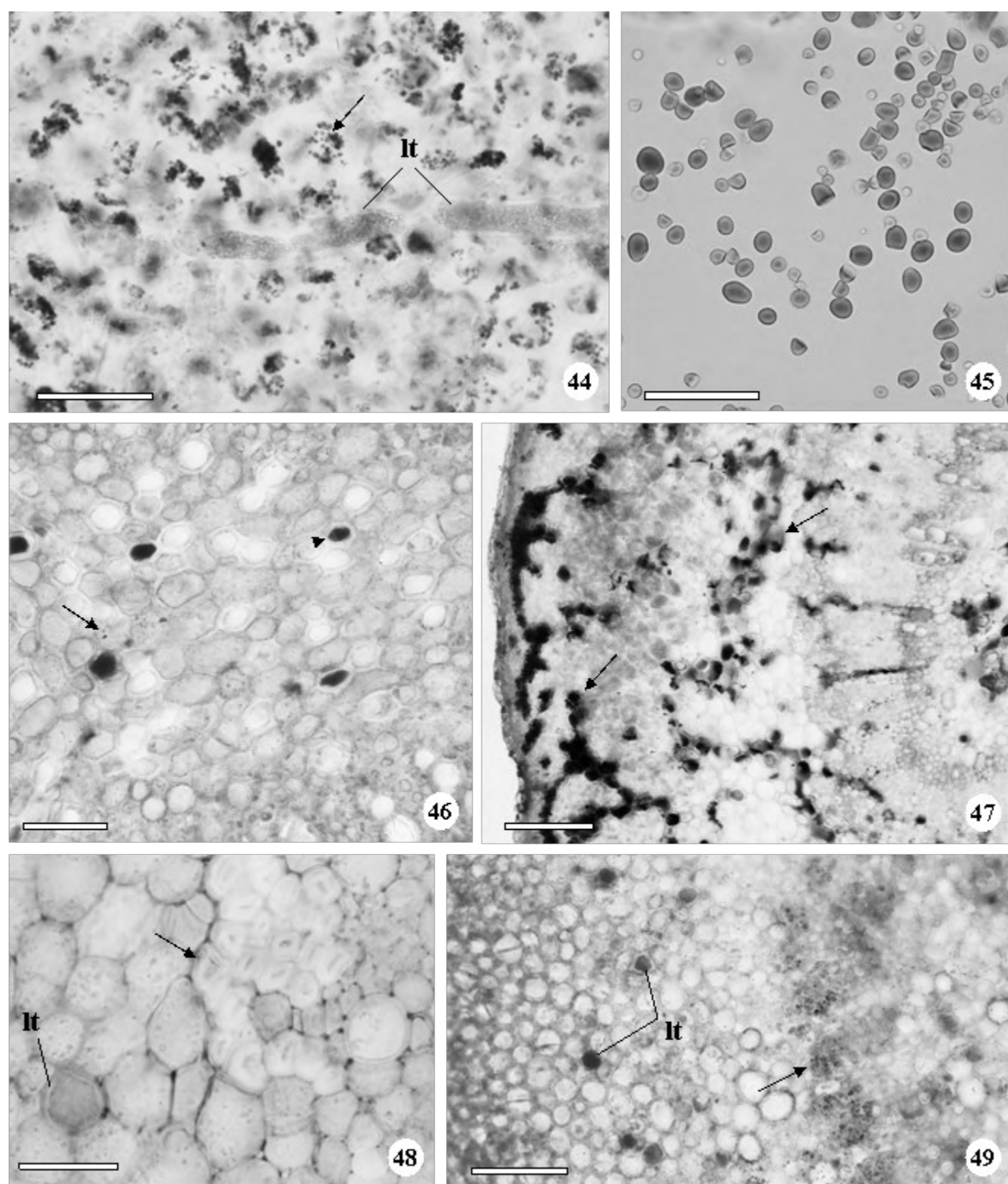


Figura 44-49. Secções transversais do fruto (44), pedúnculo do fruto (46-48) e pedúnculo da inflorescência (49) de *B. gaudichaudii*, submetidos aos testes histoquímicos. 44. polpa com grãos de amido (seta) (barra= 100 μ m); 45. grãos de amido isolados dos cotilédnes (barra= 50 μ m); 46. laticíferos com conteúdo lipídico (ponta de seta) e células parenquimáticas com gotículas de lipídios (seta) (barra= 100 μ m); 47. idioblastos fenólicos (setas) com ampla distribuição (barra= 100 μ m); 48. fibras gelatinosas perivasculares (seta) (barra= 50 μ m); 49. laticíferos e floema (setas) com conteúdo protéico (barra= 100 μ m). It= laticífero.

Considerações Finais

Em *B. gaudichaudii* há ocorrência de características morfoanatômicas importantes para o estabelecimento da espécie nos campos de cerrados, tais como: plântula com germinação cripto-hipogéia; presença de raízes gemíferas; fibras gelatinosas amplamente distribuídas em todos os órgãos, assim como os laticíferos e os idioblastos fenólicos, importantes na defesa do vegetal.

Os estudos demonstraram a complexidade das estruturas reprodutoras de *B. gaudichaudii*, com características muito peculiares, não similares a outras espécies da família Moraceae descritas em literatura. Entretanto, alguns aspectos morfoanatômicos foram elucidados, tais como: presença de brácteas e bractéolas; óvulo e carpelos atrofiados; óvulo e semente unitegumentados; semente exalbuminosa; endocarpo esclerificado como camada mecânica do diásporo; a polpa, comestível quando madura, provem do receptáculo carnoso da inflorescência; abundância de laticíferos na polpa, justificando sua semelhança com a goma de mascar.

Considerando o valor medicinal de *B. gaudichaudii*, onde principalmente as raízes são exploradas em escala industrial, algumas características morfoanatômicas são importantes para a diagnose da droga vegetal, tais como: coloração marron-avermelhado e odor característico das raízes gemíferas; súber com camadas facilmente destacáveis; fibras gelatinosas; elementos de vaso com tiloses e conteúdo laticífero; laticíferos não-articulados ramificados; idioblastos fenólicos. Assim, o controle de qualidade da droga vegetal, no caso *B. gaudichaudii*, poderá ser realizado por meio de técnicas simples, preparo rápido, fácil visualização e custos reduzidos.

Referências Bibliográficas da Introdução e Revisão Bibliográfica

- AFFONSO, M. C. G.; NUNES, P. H. M.; COSTA, S. C. Atividade antinociceptiva nos extratos aquosos de *Brosimum gaudichaudii*. Núcleo de Pesquisa em Plantas Medicinais. Departamento Biomédico. CCN. FUFPI. Teresina-Piauí, 1991.
- AGUIAR, L. M. B. A.; MATOS, F. J. A.; MOURA, V. L. A. Antibiotic activity of the north-eastern flora (*Brosimum gaudichaudii* Tréc., *Croton mucronifolius* Muell. Arg., *Luetzelburgia auriculata* Ducke., *Stenocalyx michelli* Berg. and *Vatairea macrocarpa* Ducke.). **Acta Amazônica**, v.18, p.1-2, 1988.
- ALCANTARA, A. F. de C.; SOUZA, M. R.; PILO-VELOSO, D. Constituents of *Brosimum potale*. **Fitoterapia**, v.71, p.613-615, 2000.
- ALMEIDA, S. P. de; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464p.
- ALVES, T. M. A.; SILVA, A. F.; BRANDÃO, M.; GRANDI, T. S. M.; SMANIA, E. F. A.; SMANIA JUNIOR, A.; ZANI, C. L. Biological screening of brazilian medicinal plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.95, p.367-373, 2000.
- AÑEZ, L. M. M.; VUADEN, E. R.; OLIVEIRA, S. S.; ALBUQUERQUE, M. C. de F.; COELHO, M. de F. B. Temperaturas para germinação de sementes de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc.Moraceae). **Revista Agricultura Tropical**, v.6, p.1-9, 2002.
- AMORIM, M. E. P. **Estudo da toxicidade aguda e subaguda de (*Brosimum gaudichaudii* Tréc. (Mamacadela) em ratos (*Rattus norvegicus*)** P.O. Goiânia, 2003. 76p. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás.
- AMOROZO, M. C. de M. Uso e diversidade de plantas medicinais em santo Antonio do Leverger, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, p.189-203, 2002.
- AZAMBUJA, R. The treatment of vitiligo. **Brasília Médica**, v.18, p.69-73, 1981.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV.**
- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G. **Sistemática de angiospermas**. Viçosa: Editora UFV, 2002. v.1, 309p.
- BORGES, H. B. N.; SHEPHERD, G. J. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de cerrado em Santo Antônio do Laverger, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, p.61-74, 2005.
- BRANDÃO, M. G. L.; ALVES, R. M. S.; MOREIRA, R. A.; OLIVEIRA, P.; VIEIRA, M. T.; MOREIRA-CAMPOS, L. M. Qualidade de amostras comerciais de chás de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.5, p.56-59, 2002.

- BRAZ-FILHO, R. Brazilian phytochemical diversity: bioorganic compounds produced by secondary metabolism as a source of new scientific development, varied industrial applications and to enhance human health and the quality of life. **Pure and Applied Chemistry**, v.79, p.1663-1672, 1999.
- BRAZ-FILHO, R; MAGALHÃES, A. F.; GOTTLIEB, O. R. A química das moráceas brasileiras: II brosiprenina e outras cumarinas do *Brosimum rubescens*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.43, p.585-586, 1970a.
- BRAZ-FILHO, R; MAGALHÃES, A. F.; GOTTLIEB, O. R. A química das moráceas brasileiras: I novas cumarinas do *Brosimum paraense*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.42 (Supl), p.139, 1970b.
- CAFFIERI, S. et al. Photosensitizing furanocoumarins: photocycloaddition to unsaturated fatty acids. **Proceedings of International Psoralens 1988**, v.87, p.137-145, 1989.
- CARAUTA, J. P. P.; VIANNA, M. C. *Brosimum Swartz* (Moraceae) do estado do Rio de Janeiro. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 26, 1977, Rio de Janeiro. p.75-89.
- CARDOSO, C. A. L.; HONDA, N. K.; BARISON, A. Simple and rapid determination of psoralens in topical solutions using liquid chromatography. **Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.27, p.217-224, 2002.
- CARIBÉ, J.; CAMPOS, J. M. **Plantas que ajudam o homem**. São Paulo: Cultrix-Pensamento, 1977, 321p.
- CORADIN, V. T. R.; MARQUES, M. H. B.; CAMARGO, J. A. A.; MUNIZ, G. B. **Chave de identificação das principais madeiras da floresta nacional do Tapajós**. Brasília: IBAMA/LPF, 1991, p.17-20.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. p.195-199.
- DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et regions voisines**. Centro Technique Forestier Tropical. Mission Scientifique et Technique du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, 1983.
- ELISABETSKY, E.; CASTILHOS, Z. C. Plants used as analgesics by Amazonian caboclos as a basis selecting plants for investigation. **International Journal of Crude Drug Research**, v.38, p.309-320, 1990.
- ESAU, K. **Plant anatomy**. 2^a ed. New York: Wiley & Sons, 1965, p.318-337.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1969, p.130-136.
- FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de campo maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p.949-963, 2004.
- FEDALTO, L. C.; MENDES, I. C. A.; CORADIN, V. T. R. **Madeiras da Amazônia**: descrição de lenho de 40 espécies ocorrentes na floresta nacional do Tapajós. Brasília: IBAMA/DIREPE/LPF, 1989, p.38-49.

- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JUNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W.B. C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, p.103-112, 2002.
- FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do DF (II): gabioba, araçás, amoreira e cajus. **Cerrado**, v.5, p.25-28, 1973.
- FIDELIS, I.; CASTRO, E. M. de; PINTO, J. E. B. P.; GAVILANES, M. L.; SANTIAGO, E. J. A. de. Características anatômicas de estruturas vegetativas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. desenvolvidas in vitro e in vivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, p.327-336, 2000.
- FIDELIS, I. Micropropagação de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) uma espécie considerada medicinal. Lavras, 1998. 109p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.
- GOTTLIEB, O. R.; SILVA, M. L.; MAIA, J. G. S. Distribution of coumarins in Amazonian *Brosimum* species. **Phytochemistry**, v.11, p.3479-3489, 1972.
- GOTTLIEB, O. R.; BORIN, M. R. M. B. The diversity of plants. Where is it? Why is it there? What will it become? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.66 (Supl. 1-parte I), p.205-210, 1994.
- HADDAD JUNIOR, V. Skin manifestations caused by brasilian traumatic, allergenic, and venomous plants: main species, therapeutic and preventive. **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v.10, p.199-206, 2004.
- JACOMASSI, E.; MACHADO, S. R. Características anatômicas de espinheira-snata (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek e *Maytenus aquifolia* Mart.) e mata-olho (*Sorocea bonplandii* (Baill.) Burg. Lanj. & Boer) para o controle de qualidade da matéria prima. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, p.84-96, 2003.
- JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 11ª ed. São Paulo: Editora Nacional, 1993, 777p.
- KATO, E. T. M.; AKISUE, G. Estudo farmacognóstico de cascas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista Lecta**, v.20, p.69-76, 2002.
- LEÃO, A. R.; CUNHA, L. C.; PARENTE, L. M. L.; CASTRO, L. C. M.; CHAUL, A.; CARVALHO, H. E.; RODRIGUES, V. B.; BASTOS, M. A. Avaliação clínica e toxicológica preliminar do viticromin em pacientes com vitiligo. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.2, p.15-23, 2005.
- LIMA, O. A.; RIBEIRO, O. Occurrence of bergapten in the Moraceae *Brosimum gaudichaudii*. **Anais da Associação Brasileira de Química**, v.26, p.67-71, 1967.
- LORENZI, H.; MATOS J. de A. **Plantas Mediciniais no Brasil**: nativas e exóticas cultivadas. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002, 512p.
- LOURENÇO, A. A.; FREITAS, J. A.; SILVA, A. C. **Chave para identificação macroscópica de 77 madeiras da Amazônia**. Manaus: SEMACT/AM, 1994, p.26-53.
- LOURENÇO, A. A.; SILVA, A. C. **Catálogo das madeiras da Amazônia**. Manaus: SEMACT/AM, 1968, p.163-168.

- LOURENÇO, M. V. **Estudo comparativo dos constituintes químicos de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. E do medicamento “V”**. Araraquara, 2001. 121p. Tese (Doutorado em Química), Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista.
- MAHLBERG, P. G. Laticifers: an historical Perspective. **The Botanical Review**, v.59, p.1-23, 1993.
- MANIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.
- MATOS, F. J. A. Aproveitamento de plantas medicinais da região do nordeste. **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, p.219-225, 1982.
- MATOS, F. J. A. Introdução a fitoquímica experimental. 2ª ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997, 141p.
- MCKEON, J. J. PUVA for psoriasis. **American Pharmacy**, NS21, v.9, p.530-532, 1981.
- MELO, J. T. de; SILVA, J. A. da; TORRES, R. A. de A.; SILVEIRA, C. E. dos S. da; CALDAS, L. S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p.195-243.
- MENTZ, L. A.; BORDIGNON, S. A. L. Nomenclatura botânica, classificação e identificação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/UFSC, 2001, p.149-164.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Claredon Press, 1950, v.2, p.1259-1271.
- MILANEZ, F. R. **Ontogênese dos laticíferos contínuos de *Nerium oleander* L.** Campinas, 1974. Tese (Doutorado em Ciências) Faculdade, Universidade de Campinas.
- MING, L. C. Estudos e pesquisas de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, v.12, p.3-9, 1994.
- MIQUEL, S. 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle**, 9: 101-121.
- MIRANDA, G. H. B. de, FARIA, D. S. de. Ecological aspects of black-pincelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerradão end dense cerrado of the brazilian central plateau. **Brazilian Journal of Biology**, v.61, p.397-404, 2001.
- MONTEIRO, V. de F. F.; MATHIAS, L.; VIEIRA, I. J. C.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R. Prenylated coumarins, chalcone and new cinnamic acid and dihydrocinnamic acid derivatives from *Brosimum gaudichaudii*. **Journal Brazilian of the Chemical Society**, v.13, p.281-287, 2002.
- NETO, G. G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p.561-584, 2003.
- NEVES, L. de J.; MELLO FILHO, L. E.; CARAUTA, J. P. P. Anatomia de *Ficus* (Moraceae) aplicada à taxonomia. **Albertoa – Série Urticineae – Urticales**, nº7, p.45-51, 2002.

- NEVES, M. L. P.; FERREIRA NETO, P. G.; SILVA, S. M. S.; ARAÚJO, J. M. Ensaio para detectar bergapteno na casca e no caule de *Brosimum gaudichaudii* Trec através da produção de melanina em actinomicetes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, supl., p. 53-54, 2002.
- OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. 1ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1998. 412p.
- OLIVEIRA, F.; RODRIGUES, R. F. de O.; KATO, E. T. M. Estudo farmacognóstico da almécega-da-praia – *Mikania conferta* Gardn. **Revista Lecta**, v.17, p.43-68, 1999.
- PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SANTOS, J. E.; KAGEYAMA, P. Y.; HARDT, E. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerrado em uma unidade de conservação do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p.533-544, 2004.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e de exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v.1, 1984.
- POTT, A., POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Embrapa-SPI, 1994, 320p.
- POZETTI, G. L.; BERNARDI, A. C. Chemical study of *Brosimum gaudichaudii* . 2. occurrence of bergapten in fruits of *Brosimum gaudichaudii*. **Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara**, v.5, p.189-193, 1971.
- POZETTI, G. L. Chemical study of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. 1. isolation and identification of bergapten, and psoralene from the roots of *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara**, v.3, p.215-223, 1969.
- POZETTI, G. L. Contribuição ao estudo do *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Tribuna Farmacéutica**, v.35, p.27, 1967.
- POZETTI, G. L. Comparative study of dilutions and dinamizations of *Brosimum gaudichaudii* by visible ultraviolet. **Pesquisa Homeopática**, v. 8, p. 64-65, 1993a.
- POZETTI, G. L. Contribution of the pathogenectical study of brazilian plants. **Pesquisa Homeopática**, v. 8, p. 13-14, 1993b.
- RATES, S. M.K. Plants as source of drugs. **Toxicon**, 39, p.603-613, 2001.
- RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Wood species found in cerrado (broad sense) habitat from 170 locations in cerrado ecosystems. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.7, p.5-112, 2001.
- RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P. E. 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 311-323.
- RIZZINI, C. T.; HERINGER, E. P. **Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil central**. Rio de Janeiro: Secretaria de Agricultura, 1962. 79p.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 207p.

- RODRIGUES, R. R. A vegetação de Piracicaba e município do entrono. **Circular Técnica do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, v.189, p.1-17, 1999.
- RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Lavras: Editora UFLA, 2001a, 180p.
- RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto do Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.102-123, 2001b.
- ROMANIUC NETO, S.; WANDERLEY, M. G. L. 1992. Flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea** **19**: 165-169.
- SALES-CAMPOS, C.; MENDONÇA, M. S.; VIANEZ, B. F. Influência da estrutura anatômica de *Brosimum rubescens* Taub. Moraceae (pau-rainha) no processo de microdistribuição do CCA-A. **Acta Amazônica**, v.31, p.615-631, 2001.
- SALES, D. M.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B.; PIMENTA, S.M.; FAVALESSA, O. Germinação de sementes de *Brosimum gaudichaudii* Tréc., submetidas a diferentes pré-tratamentos. **Acta Horticulturae**, v.569, p.137-140, 2002.
- SAMPAIO, S. A. P.; RIVITTI, E. A. **Dermatologia**. 2ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001, p. 270-275.
- SANTOS, K.; KINOSHITA, L. S. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, município de Campinas, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p.325-341, 2003.
- SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. de P. Fitossociologia de cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté-MG. **Revista Árvore**, v.27, p.413-419, 2003a.
- SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. de P. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, v.27, p.905-910, 2003b.
- SILVA, L. O.; COSTA, D. A.; SANTO FILHO, K. do E.; FERREIRA, H. D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no parque estadual de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botanica Brasileira**, v.16, p.43-53, 2002.
- SIMOPOULOS, A. P. **Plants in human nutrition**. USA: S karger Publishers, 1995, 160p.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons**: a handbook for laboratories of pure and applied botany. Transl. By L. A. Boodle & F. E. Fritsch. Oxford: Clarendon Press, v.1, p.770-775, 1908.
- SHIROTA, O.; TAKIZAWA, K.; SEKITA, S.; SATAKE, M.; HIRAYAMA, Y.; HAKAMATA, Y.; HAYASHI, T.; YANAGAWA, T. Antiandrogenic natural diels-alder-type adducts from *Brosimum rubescens*. **Journal of Natural Products**, v.60, p.997-1002, 1997.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum, 2005, 640p.

SOUZA, C. D.; COUTO, L. C. Estudo etnobotânico no bioma cerrado, região de Alto Paraíso de Goiás - GO. In: VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da 1ª reunião técnica**. Brasília: Embrapa/Ibama/CNPq, 2002. 183-184p.

TAKASHIMA, J.; OHSAKI, A. Acutifolins A-F, a new flavan-derived constituent and five new flavans from *Brosimum acutifolium*. **Journal of Natural Products**, v.64, p.1493-1496, 2001.

TAKASHIMA, J.; ASANO, S.; OHSAKI, A. Mururins A-C, three new lignoids from *Brosimum acutifolium* and their protein kinase inhibitory activity. **Planta Medica**, v.68, p.621-665, 2002.

TOLEDO, A. C. O.; HIRATA, L. L.; BUFFON, M. da C. M.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Fitoterápicos: uma abordagem farmacotécnica. **Revista Lecta**, v.21, p.7-13, 2003.

TORRES, S. L.; MONTEIRO, J. C. M.; ARRUDA, M. S.; MULLER, A. H.; ARRUDA, A. C. Two flavans from *Brosimum acutifolium*. **Phytochemistry**, v.44, p.347-349, 1997.

VARANDA, E. A.; POZETTI, G. L.; LOURENÇO, M. V.; VILEGAS, W.; RADDI, M. S. G. Genotoxicity of *Brosimum gaudichaudii* measured by the *Salmonella*/microsome assay and chromosomal aberrations in CHO cells. **Journal of Ethnopharmacology**, v.81, p.257-264, 2002.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v.28, p.519-528, 2005.

VIEIRA, I. J. C.; MATHIAS, L.; MONTEIRO, V. D. F. F.; BRAZ, R.; RODRIGUES, E. A new coumarin from *Brosimum gaudichaudii* Trecul. **Natural Product Letters**, v.13, p.47-52, 1998.

VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da 1ª reunião técnica**. Brasília: Embrapa/Ibama/CNPq, 2002. 184p.

VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M. Detecção de adulterações em amostras comerciais de espinheira-santa por meio de cromatografia gasosa de alta resolução (HRGC). **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v.18, p.241-248, 1997.

VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M.; VILEGAS, W.; POZETTI, G. L. Off-line supercritical-fluid extraction-high-resolution gas-chromatography applied to the of Moraceae species. **Phytochemical Analysis**, v.4, p.230-234, 1993a.

VILEGAS, W.; POZETTI, G. L.; VILEGAS, J. H. Y. Coumarins from *Brosimum gaudichaudii*. **Journal of Natural Products**, v.56, p.416-417, 1993b.

ZANIOLO, S. R.; BOEGER, M. R.; NEGRELLE, R. R. B. Estrutura da folha de *Hedyosmum brasiliense* Mart. ex Miq. (Chlorantaceae) como subsídio para o controle de qualidade. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.4, p.29-34, 2001.