

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE *MIMOSA*
LINNAEUS (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): ASPECTOS MORFOANATÔMICOS E
CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICO-FILOGENÉTICAS**

MAÍSA DE CARVALHO IWAZAKI

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e
Diversidade Vegetal**

**BOTUCATU - SP
- 2008 -**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE *MIMOSA*
LINNAEUS (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): ASPECTOS MORFOANATÔMICOS
E CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICO-FILOGENÉTICAS**

MAÍSA DE CARVALHO IWAZAKI

PROF^a DR^a DENISE MARIA TROMBERT DE OLIVEIRA

ORIENTADORA

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia, Câmpus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas (Botânica), AC: Morfologia e
Diversidade Vegetal**

**BOTUCATU - SP
- 2008 -**

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

Iwazaki, Maísa de Carvalho.

Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa* Linnaeus (Fabaceae: Mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas / Maísa de Carvalho Iwazaki. – Botucatu : [s.n.], 2008.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008.

Orientadora: Denise Maria Trombert de Oliveira

Assunto CAPES: 20300000

1. Anatomia vegetal 2. Morfologia vegetal

CDD 581.5

Palavras-chave: Mimosoideae; Morfoanatomia; Pericarpo; Plântula; Semente

Dedicatória

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que de alguma maneira colaboraram para que ele fosse feito. Em especial ao meu marido Jonathas, aos meus pais, Mauro e Márcia, e minha irmã Milena. Não esqueçam, família é a base de tudo, amo vocês!!! Dedico também aos professores e funcionários tanto da Universidade Estadual de Maringá, pela formação inicial, como da Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, pela oportunidade, pelo aprendizado e crescimento profissional.

Agradecimentos

Primeiramente, a **Deus**, pela vida, pelas bênçãos alcançadas, pela força nos momentos mais difíceis e por estar sempre ao meu lado.

À **Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira**, pela orientação neste trabalho, pela aprendizagem, paciência e força de vontade em continuar com seus orientandos apesar da distância. Muito obrigada!

Ao meu marido **Jonathas Henrique Georg de Oliveira**, pelo apoio incondicional, em todos os momentos, principalmente no final da dissertação, quando eu já não tinha mais tempo para mim, ele esteve sempre do meu lado, com muita paciência, sempre me incentivando e ajudando. Obrigada marido!

À **Profa. Marina A. Moraes Dallaqua**, pela orientação durante o estágio de docência e participação na banca do exame geral de qualificação.

Ao **Prof. Luiz Roberto Hernandes Bicudo**, pela participação na banca do exame geral de qualificação; suas dicas sempre serão lembradas e, principalmente, seguidas.

Ao **Prof. Luiz Antonio de Souza** pelos primeiros ensinamentos, por acreditar em mim, sempre me incentivando a seguir em frente. Foram quatro anos trabalhando juntos durante minha graduação, com atenção, paciência, dedicação e puxões de orelha (muito bem dados, por sinal) quando necessários. Agradeço a amizade e confiança ao longo desses anos, aos conselhos e, também, pela participação na banca de defesa de dissertação.

À **Profa. Silvia Rodrigues Machado**, pelo exemplo de dedicação, pelo aprendizado, pela amizade e pela participação na banca de defesa de dissertação.

À **Universidade Estadual Paulista**, *campus* de Botucatu, e a todos os seus funcionários, agradeço o carinho, a atenção e dedicação de todos, e também à estrutura física de ótima qualidade, indispensável para a realização desta dissertação.

Aos **funcionários da Seção de Pós-graduação do IBB**, Maria Elena, Luciane e Serginho, que sempre me atenderam com respeito e paciência, mesmo em situações em que eu dei muito trabalho a eles.

Aos funcionários **Hildebrando e Maria Estella**, pelo envio das espécies para identificação e o registro das mesmas no Herbário BOTU.

Ao Sr. **Clemente José Campos**, que me apresentou a várias espécies de *Mimosa* da região, auxiliando-me nas primeiras coletas.

Ao **Prof. Ismar Sebastião Moscheta**, pela cessão de material bibliográfico e principalmente, pela confiança ao emprestar sua sala, durante as férias, para eu tirar minhas últimas fotos.

Ao **CNPq**, pela bolsa concedida ao longo do segundo ano de curso.

À **Universidade Estadual de Maringá**, pela estrutura física do laboratório emprestada nesse segundo ano de mestrado e também aos professores Luiz Antonio de Souza e Ismar Sebastião Moscheta pela utilização do equipamento fotográfico.

À **Ms. Valquíria Ferreira Dutra**, pela identificação das espécies.

Não posso deixar de agradecer aos meus pais, **Mauro e Márcia**, que sempre me incentivaram para os estudos, e sempre estão ao meu lado, assim como minha irmã **Milena**, que me emprestou seu computador nas várias vezes em que o meu me deixou na mão.

Agradeço também a todos meus **familiares**, meus avós, “Seu” Júlio e Dona Luzia, meus tios e primos, meus sogros Eliana e Rosnei, ao Sr. Wigando e a muitos outros.

Aos velhos e novos **amigos**, vocês sempre estarão no meu coração, mesmo que a distância nos separe. Obrigada Pricila, pelas conversas e desabafos, Inara, por me socorrer em algumas situações e Ely Simone, pela troca de experiências.

Muito obrigada a todos!!!

Sumário

	Páginas
Resumo	1
Abstract	3
Introdução geral	5
Revisão bibliográfica	8
1. Fabaceae	8
1.1 Subfamília Mimosoideae e tribo Mimoseae	9
1.2 <i>Mimosa</i>	10
2. Cerrado	12
3. Estudos morfoanatômicos	14
3.1 Frutos e sementes	14
3.2 Plântulas	20
4. Aspectos filogenéticos	22
Organização dos capítulos.....	24
Capítulo I – Morfoanatomia comparada do pericarpo em desenvolvimento de três espécies de <i>Mimosa</i> Linnaeus (Fabaceae, Mimosoideae)	25
Resumo	27
Palavras-chave.....	27
Introdução	27
Material e métodos	28
Resultados	29
Estádio I.....	30
Estádio II.....	31
Estádio III.....	32
Estádio IV.....	34
Discussão	36
Agradecimentos	39
Referências bibliográficas	39
Figuras	42
Capítulo II – Análise ontogenética das sementes de <i>Mimosa daleoides</i> Benth., <i>M. dolens</i> Vell. var. <i>anisitsii</i> (Lindm.) Barneby e <i>M. orthacantha</i> Benth. (Fabaceae, Mimosoideae)	49
Resumo	51
Palavras-chave.....	51

Introdução	51
Material e métodos	53
Resultados	53
Óvulo	53
Semente em desenvolvimento.....	54
Fase de maturação	55
Discussão	57
Agradecimentos	60
Referências bibliográficas	60
Figuras	63
Capítulo III – Morfologia de plântulas e anatomia de cotilédones e eofilos de três espécies de <i>Mimosa</i> L. (Fabaceae, Mimosoideae)	69
Resumo	71
Palavras-chave	71
Introdução	71
Material e métodos	73
Resultados	74
Morfologia	74
Anatomia do cotilédone	75
Anatomia do eofilo	77
Discussão	78
Agradecimentos	81
Referências bibliográficas	82
Figuras	85
Considerações finais	92
Referências bibliográficas	94

IWAZAKI, M.C. **FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MIMOSA LINNAEUS (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): ASPECTOS MORFOANATÔMICOS E CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICO-FILOGENÉTICAS.** 2008. 101P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO – *Mimosa* Linnaeus é o gênero com maior número de representantes de Mimosoideae no cerrado, com 189 espécies registradas. É um gênero que exhibe características morfoanatômicas, hábito e tipos de frutos variados. *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth. são arbustivas e de ocorrência comum em remanescentes do cerrado paulista, observadas como invasoras, e foram selecionadas para o presente trabalho. Os objetivos foram descrever morfologia, anatomia e ontogênese dos frutos e sementes; detalhar a morfologia das plântulas e a anatomia e venação de cotilédones e eofilos; e comparar as espécies entre si e com a literatura. O material coletado foi processado segundo técnicas usuais em microscopia óptica, utilizando inclusão em metacrilato, cortes em micrótomo de rotação e coloração com azul de toluidina; também foram confeccionadas lâminas semipermanentes para análise de maceração, diafanização e cortes a mão livre. O ovário das três espécies é curto-estipitado, com 3-5 óvulos anátropos, tendendo a campilótropos apenas em *M. daleoides*. Emergências se formam ao longo do desenvolvimento do fruto no pericarpo; o mesocarpo é parenquimático, com hipoderme externa e interna de *M. dolens* var. *anisitsii* e somente a interna de *M. daleoides* com células fenólicas. Um meristema adaxial se desenvolve, do qual deriva o endocarpo externo, lignificado no final da maturação, e endocarpo interno, parenquimático. *Mimosa orthacantha* exhibe fibras e esclereídes de orientações opostas no endocarpo externo, diferenciando-se das demais. A partir da análise anatômica, pode-se concluir que os frutos formados são craspédios em *M. daleoides* e *M. orthacantha*, ligados ao eixo da inflorescência do tipo racemo na primeira e glomérulo na segunda, e legumes de deiscência passiva em *M. dolens* var. *anisitsii*, estes reunidos em glomérulos densos. As sementes divergem entre si pelo tamanho e pela hipoderme tegumentar, que pode ser ou não constituída por células em ampulheta nas regiões calazal e micropilar. O pleurograma é aberto na região micropilar, sem distinção de cor entre as regiões externa e interna a ele. O endosperma, de formação nuclear, apresenta posterior celularização e permanece nas sementes com reserva de natureza péctica, presente nas paredes celulares. O embrião mostra-se reto, com eixo levemente elíptico em *M. daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* e cilíndrico em *M. orthacantha*. O epicótilo não se alonga e a plúmula é diferenciada nas três espécies. Os cotilédones exibem meristema fundamental com tendência

dorsiventral, com drusas e proplastídeos; a reserva constitui-se essencialmente de proteínas. As plântulas exibem rápido desenvolvimento, alongam o hipocótilo e expõem cotilédones foliáceos opostos e primeiro eofilo alterno, divergindo no número de folíolos, geralmente quatro em *M. daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* e cerca de seis em *M. orthacantha*. Tanto cotilédones como eofilos exibem estômatos paracíticos e idioblastos mucilaginosos em ambas as faces do limbo e mesofilo dorsiventral com duas camadas de parênquima paliádico voltados para a face adaxial ao longo de todo o cotilédone apenas em *M. daleoides*; emergências lignificadas estão presentes no bordo dos folíolos de *M. dolens* var. *anisitsii*, exibindo aspecto espinhoso. Conclui-se que a estrutura do pericarpo está de acordo com descrições para Fabaceae, destacando-se que a hipoderme apresenta apenas camadas fenólicas em duas das três espécies. As sementes são unitegumentadas e testais, padrões típicos da família. As plântulas são fanero-epígeo-foliáceas tipo que tem sido freqüentemente descrito para Mimosoideae, especialmente para as Mimoseae, e apresentam cotilédones de venação actinódroma e primeiro eofilo broquidódromo.

Palavras-chave: pericarpo, semente, plântula, morfoanatomia, Mimosoideae.

IWAZAKI, M.C. **FRUITS, SEEDS AND SEEDLINGS OF THREE SPECIES OF *Mimosa* LINNAEUS (FABACEAE: MIMOSOIDEAE): MORPHO-ANATOMICAL ASPECTS AND ECOLOGICAL-PHYLOGENETIC CONSIDERATIONS.** 2008. 101P. M.SC. THESIS – BIOSCIENCES INSTITUT, UNESP – SÃO PAULO STATE UNIVERSITY, BOTUCATU.

ABSTRACT –*Mimosa* Linnaeus is the genus of Mimosoideae most represented in the cerrado, with 189 recorded species. The genus exhibits varied morphological and anatomical characteristics, habits, and fruit types. *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby, and *M. orthacantha* Benth. are shrubs that commonly occur in remnant areas of cerrado vegetation in São Paulo State and are often considered invasive plants. The present work describes the morphology, anatomy, and ontogeny of the fruits and seeds of this species, examines the morphology of the seedlings, the anatomy and venation of the cotyledons and eophylls, and compares the three species and information concerning them in the published literature. The plant material was processed according to traditional techniques in light microscopy, including embedding in methacrylate, sectioning in a rotary microtome, and staining with toluidine blue. Additionally, semi-permanent slides were prepared for maceration analyses, clearing leaves, and free-hand sections. The ovary of the three species is short-stipitate, with 3-5 anatropous ovules, tending towards a campylotropous only in *M. daleoides*. Emergences form in the pericarp during fruit development; the mesocarp is parenchymal, with an outer and inner hypoderm in *M. dolens* var. *anisitsii* but only an inner hypoderm with phenolic cells in *M. daleoides*. An adaxial meristem develops, from which the outer and inner endocarp are derived; the outer is lignified at maturation, and an inner is parenchymatous. *Mimosa orthacantha* demonstrates fibers and sclerids oriented in opposite directions in the outer endocarp, a characteristic that differentiates this species from the others. Anatomical analyses indicate that the fruits of *M. daleoides* and *M. orthacantha* are craspedia and are fixed to the inflorescence axis of the raceme type in the former and glomerules in the latter species; *M. dolens* var. *anisitsii* has passive dehiscent legumes joined in dense glomerules. The seeds differ in size and in terms of the seed coat hypoderm, which are or are not be composed of hour-glass cells in the chalazal and micropylar regions. The pleurogram is open in the micropylar region, with no color differences observed between its external or internal regions. The endosperm is nuclear and exhibits posterior cellularization; it persists in mature seeds with pectic reserves in the cell walls. The embryo is straight, with a slightly elliptical axis in *M. daleoides* and *M. dolens* var. *anisitsii*, and cylindrical in *M. orthacantha*. The epicotyl does not elongate and the plumule is differentiated in all three

species. The cotyledons have a fundamental meristem that tends towards being dorsiventral, with druses and proplastids; the reserves are principally proteins. The seedlings demonstrate rapid development through the elongation of the hypocotyl and the exposition of opposite foliaceous cotyledons, with the first eophylls being alternate, and diverging in terms of the numbers of folioles (generally four in *M. daleoides* and *M. dolens* var. *anisitsii*, and approximately six in *M. orthacantha*). Both the cotyledons and the eophylls have paracitic stomata and mucilaginous idioblasts on both leaf faces, a dorsiventral mesophyll with two layers of palisade parenchyma facing the adaxial side along the entire cotyledon only in *M. daleoides*; lignified emergences are found on the borders of the leaflets in *M. dolens* var. *anisitsii*, giving them a spiny aspect. The pericarp structures were observed to be in accordance with general descriptions of the Fabaceae, and notably that the hypoderm demonstrates only phenolic layers in two of the three studied species. The seeds are unitegmic and have the typical structures for the family. The seedlings are of the phanero-epigeous-foliaceous type frequently described for the Mimosoideae, especially for the Mimoseae, and demonstrate cotyledons with actinodromous venation and first eophylls with brochidodromous venation.

Key words: pericarp, seed, seedling, morphology, anatomy, Mimosoideae.

Introdução

Fabaceae é considerada uma das maiores famílias de Angiospermas, com 730 gêneros e 19.400 espécies registradas (Stevens 2006). São encontradas na maioria dos ambientes, em vegetações variadas, e podem apresentar variações interessantes nas maneiras de crescimento, defesa e reprodução (Polhill *et al.* 1981).

A classificação taxonômica da família é abordada de diferentes formas entre os pesquisadores. Polhill *et al.* (1981), Barroso *et al.* (1984) e Judd *et al.* (1999) reconheceram três subfamílias dentro de Fabaceae, sendo elas Caesalpinioideae, Faboideae (=Papilionoideae) e Mimosoideae; Cronquist (1981) elevou essas subfamílias à categoria de famílias dentro da Ordem Fabales; e, mais recentemente, adotando análises filogenéticas, Souza & Lorenzi (2005) e Stevens (2006) incluíram uma quarta subfamília a partir da tribo Cercideae. No presente trabalho, foi adotada a classificação de Judd *et al.* (1999).

As Mimosoideae apresentam poucos representantes com importância econômica, no entanto, vale destacar que podem ser utilizadas como ornamentais, forrageiras ou para extração de compostos secundários (Elias 1974). Muitas espécies de *Mimosa* L. são consideradas invasoras, por isso, diversos estudos objetivaram desvendar maneiras de reduzir essas grandes culturas. Por exemplo, *Mimosa pigra* L., espécie da América tropical, é observada dominando grandes áreas ao norte da Austrália. Essa espécie, que pode alcançar seis metros de altura e ocorre em grande número de indivíduos muito próximos uns dos outros, pode impedir a passagem de animais, além de diminuir a biodiversidade a sua volta. Pesquisadores testaram e vêm testando vários métodos para controlar o crescimento dessa espécie e notaram que o controle biológico parece ser o mais eficiente (Steinbauer *et al.* 2000; Paynter 2005; Ostermeyer & Grace 2007).

Em contrapartida, muitas outras espécies de *Mimosa* têm sido descritas como úteis em programas de restauração e conservação ecológica, devido a sua capacidade para recuperar solos e controlar erosões. São, inclusive, denominadas de plantas com múltiplas funções, pois a copa pode formar microclimas, engrandecendo a fauna, micorrizas são observadas, princípios ativos com propriedades medicinais podem ser extraídos, além de outras vantagens relatadas por Camargo-Ricalde & García-García (2001), Camargo-Ricalde *et al.* (2002; 2004a; 2004b) e Camargo-Ricalde & Dhillion (2003; 2004).

Mimosa é o segundo maior gênero em abundância dentro de Mimosoideae, ficando somente atrás de *Acacia* L. (Elias 1974; 1981; Barroso *et al.* 1984; Stevens 2006). No bioma cerrado, entretanto, passa a ser o gênero mais representativo da subfamília, com 189 espécies registradas, sendo 91 destas endêmicas no bioma (Simon & Proença 2000).

Análises a respeito dos frutos e das sementes das Angiospermas em geral são escassas, com destaque para Martin (1946), Corner (1976), Roth (1977), Spjut (1994), Werker (1997), Barroso *et al.* (1999) e Souza *et al.* (2006). Além das Fabaceae serem citadas nos trabalhos acima, merecem destaque os estudos mais direcionados ao grupo, como os de Corner (1951), Fahn & Zohary (1955), Gunn (1981) e Pate & Kuo (1981); dentro de Mimosoideae, contribuíram bastante as pesquisas de Boelcke (1946), Isely (1955a; 1955b), Bravato (1974), Gunn (1984) e Lima (1985), entre outros autores que estudaram algumas espécies individualmente. O que esses estudos vêm mostrando é que Fabaceae, apesar de ser tida como uma família que exhibe características morfológicas e estruturais que seguem um padrão, muitas variações interessantes puderam ser observadas. Como exemplo, tem-se a grande diversidade de frutos que as Fabaceae exibem, em que estudos exclusivamente morfológicos nem sempre se mostram eficientes na determinação carpológica exata; e, em relação às sementes, ainda hoje dados novos para a literatura têm sido relatados após estudos minuciosos da estrutura seminal de Fabaceae.

Além disso, estudos morfoanatômicos são importantes, pois segundo alguns autores, os frutos de Fabaceae apresentam vários caracteres que podem ter valor de diagnóstico até mesmo ao nível específico (Elias 1974; Pate & Kuo 1981; Gunn 1984; Lima 1985; Barroso *et al.* 1999). Vale ressaltar que Fabaceae pode apresentar 14 tipos diferentes de frutos e Mimosoideae nove, de acordo com Barroso *et al.* (1999), sendo eles legume, folículo, craspédio, criptolomento, legume bacóide, legume nucóide, legume samaróide, sacelo e lomento drupáceo.

Fahn & Zohary (1955), com informações do pericarpo de Fabaceae, puderam elaborar uma possível linha evolutiva dentro da família e Lima (1985) destacou a importância de estudos morfoanatômicos com frutos e sementes de *Mimosa*, que podem ser utilizados como caracteres decisivos na sistemática do gênero. Bravato (1974) concluiu que a morfologia das sementes, muito mais que dos frutos, fornece dados importantes na taxonomia. Já Barroso *et al.* (1999) concordaram que a morfologia das sementes, associada à dos frutos, pode auxiliar na identificação de táxons.

Também as plântulas, quando consideradas em conjunto com as sementes, podem revelar muito a respeito da história ecológica e evolutiva de qualquer grupo vegetal. Segundo Duke & Polhill (1981), estudos desse tipo podem fornecer numerosos indícios para a identificação de espécies; no entanto, além de ser uma fase do ciclo de vida muitas vezes crítica, a fase de plântula é pouco conhecida (Oliveira 2001).

Ricardi (1996) enfatizou que as plântulas podem reter caracteres ancestrais e de valor filogenético. Ricardi *et al.* (1977) e Gifford & Foster (1989) relataram que estudos da morfologia das plântulas, em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas, permitem a descoberta de estruturas transitórias, primitivas ou derivadas, as quais desaparecem com o desenvolvimento da planta, mas que podem exercer extraordinária importância no estabelecimento de relações filogenéticas com os demais grupos.

Abordagens taxonômicas e/ou ecológicas utilizando aspectos morfológicos de plântulas de Fabaceae foram realizados por Ricardi *et al.* (1977), Amo (1979), Parra (1984), Lima (1989-1990), Oliveira & Beltrati (1992), Garwood (1996), Oliveira (1999a; 2001), entre outros. São raras, contudo, as abordagens sobre a seqüência heteroflica juvenil, destacando-se o trabalho de Saint-Martin (1984) e de Moreira-Coneglian & Oliveira (2006), que analisaram, comparativamente, a estrutura de cotilédones e eofilos.

Baseando-se nas informações citadas, o presente trabalho teve por objetivo geral caracterizar estruturalmente frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa*, *M. daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth., verificando a ocorrência de padrões estruturais entre elas. Como objetivos específicos, têm-se:

- Descrever a morfologia, anatomia e ontogênese dos frutos, destacando as estruturas comuns às espécies e aquelas que caracterizam os tipos de frutos estudados;
- Avaliar a morfoanatomia e o desenvolvimento das sementes, com ênfase na estrutura do tegumento;
- Analisar o processo de desenvolvimento pós-seminal, descrevendo a morfologia da plântula;
- Descrever e comparar a anatomia e venação de cotilédones e eofilos;
- Verificar, nos órgãos estudados, a ocorrência de características estruturais que denotem adaptações das espécies ao bioma cerrado;
- Comparar todos os dados referentes às espécies em estudo, destacando caracteres que possam ter importância na distinção entre elas.

Revisão bibliográfica

1. Fabaceae

Incluída em Fabales, junto com Polygalaceae, Quillajaceae e Surianaceae, Fabaceae é a família mais abundante da ordem, com 730 gêneros e cerca de 19.400 espécies, representando, aproximadamente, 9,4% das eudicotiledôneas (Stevens 2006). Em florestas predominantemente úmidas, como a Amazônica, 16% das espécies arbóreas são de Fabaceae, considerada a maior nesses ambientes (Burnham & Johnson 2004).

No mundo, é a terceira maior família das Angiospermas, atrás de Asteraceae e Orchidaceae (Polhill *et al.* 1981; Gunn 1984; Judd *et al.* 1999) e, em relação a sua importância econômica, é precedida apenas por Poaceae (Gunn 1984). No Brasil, registram-se 200 gêneros e 1.500 espécies de leguminosas (Souza & Lorenzi 2005).

As Fabaceae ocorrem em todos os ambientes do mundo, desde desertos secos e frios até a região equatorial (Burkart 1979; Cronquist 1981; Polhill *et al.* 1981; Barroso *et al.* 1984; Souza & Lorenzi 2005; Stevens 2006). Segundo Polhill *et al.* (1981), as áreas com maior diversidade são aquelas que apresentam variação de topografia com clima sazonal.

Seus representantes podem ser ervas, arbustos, árvores e até mesmo lianas; perenes ou anuais; são notadamente generalistas, com grandes espécies vivendo em florestas, até herbáceas bem reduzidas em campos, todas com grande diversidade nos métodos de crescimento, reprodução e defesa (Polhill *et al.* 1981). Caracterizam-se por possuir folhas compostas e alternas, geralmente com estípulas, podendo ter pulvino na base. As inflorescências são indefinidas, geralmente racemosas, com flores vistosas ou não, geralmente bissexuadas e simetria variada. A prefloração é imbricada ou valvar, o ovário é súpero e unicarpelar, podendo existir também 2-16 carpelos separados; a placentação é marginal e o número de óvulos variado (Cronquist 1981; Souza & Lorenzi 2005; Stevens 2006). O fruto típico da família é o legume, mas formam-se vários outros tipos, como será relatado posteriormente.

A versatilidade apresentada pelas leguminosas realça sua grande importância econômica e é provável que isto aumente, em função do crescimento populacional (Polhill *et al.* 1981). Muitas espécies são utilizadas na alimentação, com o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e a soja (*Glycine max* Merr.); outras atuam como adubos ao associarem-se a bactérias fixadoras de nitrogênio; há espécies ornamentais, utilizadas na arborização e decoração de ambientes, como a tipuana (*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze), o flamboyant (*Delonix regia* (Bojer) Raf.), a pata-de-vaca (*Bauhinia variegata* L.), dentre muitas outras. A cerejeira

(*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm.) e o angico (*Anadenanthera* sp, Speg.), por exemplo, podem ser utilizadas para extração de madeira e o sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), devido ao seu crescimento rápido, é normalmente utilizado como cerca-viva (Souza & Lorenzi 2005).

Além disso, dada a sua grande abundância, as Fabaceae são de grande importância em reflorestamentos e manejo de áreas degradadas.

1.1. Mimosoideae e Mimoseae

Mimosoideae é a segunda maior subfamília de Fabaceae, registrando 82 gêneros e um total de 3.275 espécies, superada apenas por Faboideae (Stevens 2006). Quase dois terços das espécies pertencem a três gêneros: *Acacia* L. (960 espécies), *Mimosa* L. (480 espécies) e *Inga* Mill. (350 espécies), conforme citado por Elias (1974; 1981), Barroso *et al.* (1984) e Stevens (2006).

Espécies de Mimosoideae podem ser encontradas tanto em regiões tropicais e subtropicais, como também existem em zonas temperadas.

Com espécies de porte arbóreo, arbustivo, herbáceo ou lianas (Elias 1974; 1981; Cronquist 1981; Barroso *et al.* 1984), as Mimosoideae apresentam folhas geralmente bipinadas e com nectários extraflorais; as flores são pequenas, normalmente agrupadas, actinomorfas, diclamídeas, com cálice e a corola de prefloração valvar e sementes com pleurograma e linha fissural (Souza & Lorenzi 2005; Stevens 2006).

Muitas espécies de Mimosoideae apresentam folhas com movimentos nictinásticos, em que os folíolos se dobram uns sobre os outros e a folha toda muda de posição, estimulados pelo fator luz. *Mimosa pudica* L., a espécie com maior número de estudos a respeito desse assunto, por exemplo, apresenta também movimentos seismonásticos, que ocorrem após um estímulo de toque (Barroso *et al.* 1984). Esses movimentos ocorrem graças à presença de pulvinos na base das folhas e dos folíolos, que exercem essa atividade motora (Salisbury & Ross 1992).

No que se refere à importância econômica, são menos relevantes que espécies de Faboideae, mas, mesmo assim, encontram-se muitos representantes úteis na extração de compostos secundários, espécies forrageiras e outras de valor ornamental indiscutível (Elias 1974).

Mimosoideae apresentam caracteres que as aproximam mais de Caesalpinioideae do que de Faboideae (Elias 1974; 1981) e, segundo Barroso *et al.* (1984), Faboideae é a subfamília considerada mais avançada do grupo.

Conforme relatado por Elias (1981), na primeira classificação de Mimosoideae feita por Linnaeus existiam apenas espécies do gênero *Mimosa*, com exceção de *Adenantha pavonina* L., deixando clara, então, a origem da denominação da subfamília. Posteriormente, em 1805, Willdenow dividiu *Mimosa* em cinco gêneros, sendo eles *Acacia*, *Desmanthus* Willd., *Inga*, *Mimosa* e *Schrankia* Willd. Por volta de 1875, Bentham revisou a subfamília e segregou-a em seis tribos com 46 gêneros, baseado principalmente em caracteres florais e seminais. Hutchinson (1964) distribuiu as espécies em seis tribos, sendo Acacieae, Adenanthereae, Ingeae, Mimoseae, Mimozyngatheae e Parkieae.

Segundo Lewis & Elias (1981), Mimoseae é representada por membros arbóreos, trepadores, arbustivos ou raramente herbáceos, possuindo ou não espinhos, com folhas bipinadas, de filotaxia alterna ou oposta, apresentando numerosas flores agrupadas em glomérulos, espigas ou racemos. A tribo apresenta caracteres bem diversos, como pétalas livres ou não, estames levemente conatos na base ou não, eventualmente com uma glândula no ápice da antera, grão de pólen simples ou composto, ovário estipitado ou não, piloso ou glabro e com número variado de óvulos. O número de estames geralmente é o dobro do de pétalas e as anteras são minúsculas. Os frutos são bivalvos, normalmente comprimidos, também com outras variações, de consistência membranácea a lenhosa, deiscentes ou indeiscentes. As sementes, na maioria das vezes, apresentam pleurograma e raramente são cobertas por uma polpa fina, podendo ser albuminosas ou não.

A distribuição dos membros de Mimoseae é mais restrita a regiões tropicais e subtropicais, com numerosas espécies na América do Sul e África tropical (Lewis & Elias 1981).

1.2. *Mimosa* L.

Mimosa distribui-se por todo o mundo, entretanto, exibe duas áreas de diversificação, os campos do sudeste do Brasil e os campos e regiões arbustivas do México (Elias 1974).

De acordo com o levantamento fitogeográfico realizado por Simon & Proença (2000), *Mimosa* é bem distribuída no cerrado, com 189 espécies. É o gênero mais abundante da subfamília nesse bioma, onde Mendonça *et al.* (1998) ainda registravam 97 espécies de *Mimosa* contra apenas 11 de *Acacia*. Segundo Simon & Proença (2000), 140 espécies de *Mimosa* (74%) são restritas ao cerrado e do total, 91 (50%) são endêmicas; o cerrado é, portanto, um importante centro de endemismo para o gênero.

Burkart (1979) descreveu as Mimosoideae encontradas no estado de Santa Catarina, Brasil, relatando a presença de 47 espécies de *Mimosa*, com flores pequenas e aglomeradas,

rosado-lilazes, amarelas ou brancas, frutos do tipo lomento (craspédio), sementes ovais, achatadas, com endosperma mucilaginoso e tegumento com linha fissural em ferradura.

Pertencente ao grupo *Piptadenia*, *Mimosa* possui flores em inflorescências do tipo capítulo ou espiga, com ovário glabro ou não, séssil ou preso por estípite longo, geralmente com emergências ou espinhos e formando frutos de diversos tipos (Lewis & Elias 1981).

No entanto, baseado no levantamento bibliográfico realizado, *Mimosa* apesar de ser abundante e apresentar variações tanto vegetativas como reprodutivas interessantes, como tipos de frutos diferentes, pouca informação encontra-se disponível, principalmente a respeito dos frutos e das sementes. Para o presente trabalho foram selecionadas três espécies de *Mimosa* ocorrentes em remanescentes de cerrado, que se destacam pela beleza de suas flores visíveis principalmente na beira de rodovias na região da cidade de Botucatu, São Paulo.

Mimosa daleoides Benth. (Fig. 1), conhecida popularmente como bracaatinga-miúda, é um arbusto com caule, folhas e frutos de aspecto aveludado, flores amarelas e folhas bipinadas. Seus indivíduos costumam ser vistos em populações densas. Florescem mais de uma vez no ano, com flores e frutos formados ao mesmo tempo. Segundo o International Legume Database & Information Service (ILDIS 2007), não se sabe ao certo se *Mimosa daleoides* é uma espécie nativa ou introduzida no Brasil, pois há registros também na Argentina, Bolívia e no Paraguai.

Mimosa dolens Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (Fig. 2) é facilmente identificada, pois se apresenta como um arbusto normalmente uniramificado, que no período de floração expande um ramo com as inflorescências terminais. Os indivíduos são vistos mais isolados. Muitas variedades são descritas, das quais algumas divergem entre si pelo tamanho dos foliólulos, se apresentam aspecto piloso ou não, dentre outros caracteres. As flores reduzidas se agrupam em inflorescências do tipo glomérulo, com cerca de 3 cm de diâmetro na variedade *anisitsii*, e são de cor rosa. O bordo dos foliólulos apresenta projeções espiniformes rígidas e as folhas são grandes, glabras nessa variedade, com cerca de 18 cm de comprimento, bipinadas e com estípulas na base foliar com aparência de espinhos. Após a frutificação, os frutos permanecem presos na planta, que seca durante o período com menor índice pluviométrico, retomando o crescimento na época de chuvas.

Mimosa dolens foi registrada no Distrito Federal, em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo, além do Paraguai, da Bolívia e da Argentina (Simon & Proença 2000), sem distinção das variedades e menção à origem.

Mimosa orthacantha Benth. (Fig. 3) é a de maior porte entre as três espécies selecionadas, alcançando 2,5 m de altura, e ramificando-se desde a base caulinar. Assim como

M. daleoides, essa espécie ocorre em populações densas, porém foram encontradas apenas no local onde se realizaram as coletas. Os glomérulos são de coloração rósea, menores e menos densos que em *M. dolens* var. *anisitsii* e os frutos mais estreitos e longos. Toda a planta apresenta estruturas espinhosas, inclusive os frutos, além de movimentos seismonásticos. Existem registros dessa espécie no Brasil e na Bolívia, mas sua origem também não é confirmada (ILDIS 2007).



2. Cerrado

O cerrado brasileiro ocupa uma área de 21% do território nacional (Klink & Machado 2005) e está localizado nos estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal, região oeste de Minas Gerais e da Bahia, leste do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, ocorrendo áreas menores em São Paulo, Paraná, parte da Amazônia, alguns estados nordestinos, atingindo até o leste do Paraguai (Eiten 1977; Ribeiro & Walter 1998).

Pesquisas recentes revelam que o cerrado está na lista dos 25 *hotspots* da biodiversidade do planeta (Myers *et al.* 2000), lugares estes que concentram as maiores quantidades de espécies vegetais e animais endêmicas do planeta. A flora do cerrado soma cerca de 10.000 espécies, sendo 4.400 (44%) destas endêmicas (Myers *et al.* 2000; Klink & Machado 2005). Dentre as savanas mundiais, o cerrado é também considerado a mais rica do mundo (Klink & Machado 2005).

Myers *et al.* (2000) sugeriram que o Brasil tem a flora mais rica do mundo, subestimando um total de 50.000 espécies; no entanto, estudos de levantamento florístico são pouco realizados no país, assim como estudos morfológicos e anatômicos, que podem revelar muitas adaptações estruturais dos vários órgãos vegetais.

Dos 1.783.200 km² de vegetação inicial de cerrado, restam 356.630 km², ou seja, apenas 20% (Myers *et al.* 2000); desses, somente 2,2% estão em áreas de proteção ambiental. Considera-se uma área muito pequena quando comparada com a floresta amazônica, que tem

5,7% da sua área estritamente protegida e mais 17,7% em terras indígenas (Klink & Machado 2005).

Ratter *et al.* (1997) relataram que no cerrado vem ocorrendo a substituição da vegetação por áreas de monoculturas e produção de carvão. Klink (1996) e Klink & Machado (2005) enfatizaram, também, o aumento de áreas desmatadas, que conseqüentemente causam erosão dos solos, afetando sua microbiologia e a ciclagem de nutrientes e da água, com aumento das queimadas, introdução de espécies e redução da fauna. Deve-se lembrar que, atualmente, a principal ameaça está no desmatamento para o plantio de cana-de-açúcar, que na época de colheita, passa por queimadas que prejudicam o ambiente como um todo.

As famílias vegetais mais importantes em número de espécies para o referido bioma são Fabaceae, com 777 espécies, Asteraceae, com 557 espécies, Orchidaceae, com 491 espécies e Poaceae, com 371 espécies (Mendonça *et al.* 1998).

No estado de São Paulo, restam pequenas manchas de vegetação e, assim como todo o país, muito já se perdeu ao longo dos anos. Cerca de 1,1% da superfície do Estado é coberta por cerrado, representando 8,5% do registrado no início do século XIX, deste restante, apenas 10% encontram-se como unidades de conservação (Cavassan 2002). Fabaceae é considerada a família mais rica também no estado de São Paulo, seguidas de Myrtaceae e Rubiaceae (Leitão-Filho 1992; Cavassan 2002).

Muitos dos aspectos da morfologia e anatomia dos representantes do cerrado são desconhecidos frente à riqueza e diversidade desta formação. Estudos morfológicos e anatômicos a respeito dos frutos e sementes são mais escassos ainda, havendo referências esporádicas a essas espécies em trabalhos mais amplos como os de Lima (1985), Lima (1989-1990) e Oliveira (1997). Mais recentemente, relatam-se os trabalhos dos seguintes autores: Nakamura (2003), Julio (2004), Paiva & Oliveira (2004), Oliveira & Paiva (2005), Pinto (2005), Souto & Oliveira (2005), Barros (2006), De-Paula (2006), Martins (2006), Oliveira (2007) e Souto & Oliveira (2008). Trabalhos como estes são importantes para se levantar o que existe nesse bioma e, inclusive para trazerem novas contribuições na anatomia dos frutos e sementes em geral. De-Paula (2006), por exemplo, revelou três estruturas novas na literatura, encontradas em espécies de *Chamaecrista* Moench (Fabaceae, Caesalpinioideae) do cerrado, que são os múltiplos pleurogramas na lateral do tegumento, espessamentos pécticos no tecido sub-hilar traqueoidal e coléteres nas axilas dos cotilédones. Oliveira (2007), trabalhando com espécies de *Manihot* Müll. (Euphorbiaceae) do cerrado, também apresentou um novo tipo formação do endosperma, misto, classificado com núcleo-celular. Contribuições

como estas são extremamente importantes e podem revelar características que denotem adaptação ao bioma cerrado.

3. Estudos Morfoanatômicos

3.1. Frutos e Sementes

Diversos trabalhos sobre frutos e sementes em geral têm sido feitos, dentre eles destacam-se Martin (1946), Corner (1976), Roth (1977), Spjut (1994), Werker (1997), Barroso *et al.* (1999) e Souza *et al.* (2006).

Martin (1946) estudou a morfologia interna das sementes de 155 famílias de Angiospermas e, segundo esse autor, a maioria dos órgãos reprodutivos é relativamente estável, com poucas variações entre gêneros e espécies. Quando presentes, essas variações podem ter significado filogenético. Uma classificação ampla com base na proporção do embrião em relação ao endosperma foi proposta, bem como envolvendo diferenças de forma e posição do embrião no interior da semente.

Corner (1976) fez um amplo trabalho descritivo de sementes de Dicotiledôneas. Dentre elas, descreveu as sementes de Mimosoideae, Caesalpinioideae e Faboideae (=Papilionoideae). Para Mimosoideae, registrou que os óvulos e as sementes são anátropos, com testa geralmente marcada pelo pleurograma e feixe vascular se estendendo do hilo até a micrópila pela anti-rafe. Diferentemente de Faboideae, Mimosoideae apresenta hilo pequeno, circular ou levemente oblongo, funículo longo e delgado, raras vezes com arilo. O endosperma pode estar ausente, mas quando presente mostra-se com paredes espessas e é do tipo nuclear. O embrião é reto, com radícula curta e espessa. Os cotilédones apresentam células de paredes finas e, geralmente, sem reserva amilácea.

O trabalho mais extenso sobre frutos foi feito por Roth (1977). A autora estudou a anatomia de alguns frutos e compilou a literatura existente, trazendo conceitos, definições, classificações, partes do pericarpo, órgãos extraflorais que podem participar do fruto, desenvolvimento e constituição, modos de deiscência e estruturas auxiliares na dispersão do diásporo. Para Fabaceae, foi descrito detalhadamente o legume, fruto típico da família, e os fatores envolvidos em sua deiscência.

Spjut (1994) analisou os frutos em geral com enfoque sistemático e elaborou uma nova classificação, inclusive com novos termos e modificações dos usualmente adotados. Descreveu cada tipo de fruto, com sinónimas e as famílias as quais são representados, além de incluir também uma revisão de literatura do assunto.

Werker (1997) fez um amplo trabalho sobre anatomia de semente, a qual foi descrita com enfoque funcional. A autora aborda todos os aspectos relacionados com as sementes, desde sua estrutura externa, como coloração, topografia, dessecação, as variações que podem ser observadas, passando pelo embrião, reservas, estruturas secretoras, processos de dispersão de sementes, dormência, chegando até a fisiologia e modificações na germinação.

Barroso *et al.* (1999) publicaram uma grande obra sobre morfologia de frutos e sementes de Dicotiledôneas, com enfoque sistemático. As autoras trouxeram chaves de identificação dos tipos de frutos, descreveram cada um e as famílias em que são encontrados. Quanto às sementes, fizeram descrições de formato, cor, componentes externos, reservas e embrião. Para Fabaceae, o trabalho descreve que, além do legume típico, podem ser observados legume bacóide, núcula, folículo, lomento, lomento drupáceo, criptolomento, craspédio, criptossâmara, drupa, sâmara, sacelo, legume nucóide e legume samaróide. Para Mimosoideae, foram destacados frutos do tipo folículo, legume, craspédio, criptolomento, sacelo, legume bacóide, legume nucóide, legume samaróide e lomento drupáceo, mostrando a grande variação carpológica na subfamília.

Segundo Barroso *et al.* (1999), os frutos representam um caráter de grande importância em grupos de gêneros afins de Mimosoideae, e a morfologia do fruto, e algumas vezes da semente, podem ser decisivas na identificação dos táxons.

Assim como Barroso *et al.* (1999), Souza *et al.* (2006) descreveram frutos e sementes de espécies brasileiras. O enfoque desses últimos autores foi a anatomia, enfatizando os diversos tipos de frutos, a formação das sementes, as estruturas não pericárpicas associadas ao diásporo e as formas de dispersão.

Especificamente para Fabaceae, alguns trabalhos foram relevantes para essa pesquisa, como o de Corner (1951), Fahn & Zohary (1955), Kopooshian & Isely (1966), Quinlivan (1971), Gunn (1981), Pate & Kuo (1981) e Oliveira (1999b).

Corner (1951) concentrou seus estudos nas sementes de Fabaceae, analisando 71 espécies, oito de Mimosoideae. Os objetivos foram apresentar as principais características da família e das subfamílias que possam auxiliar na sua sistemática. Por fim, elaborou uma chave de identificação apenas com dados seminais separando as subfamílias, algumas tribos e até determinados gêneros.

Utilizando dados anatômicos, Fahn & Zohary (1955) distinguiram 17 tipos estruturais de pericarpos de leguminosas. Partiram da estrutura básica e verificaram que as principais diferenças surgem nas variações que o tecido esclerenquimático pode apresentar. Além de descreverem cada tipo de pericarpo, os autores relacionaram esses tipos com a forma do fruto

e a deiscência, discutindo, inclusive, como a estrutura micelar pode agir na abertura do fruto. Concluíram que é possível traçar uma linha evolutiva dentro da família baseando-se em estudos anatômicos do pericarpo e consideraram Mimosoideae a subfamília de estrutura mais primitiva, passando por Caesalpinioideae e chegando a Faboideae, tida como derivada.

Kopooshian & Isely (1966) relacionaram as diferenças morfológicas existentes entre as sementes dos membros de Fabaceae, separando Mimosoideae e Caesalpinioideae de Faboideae (=Papilionoideae). Expuseram algumas considerações filogenéticas baseadas nos dados obtidos, destacando que a relação de Mimosoideae com o restante da família permanece obscura, pois ao mesmo tempo em que possuem características menos derivadas, outras são especializadas. Afirmaram que, seguramente, as outras subfamílias não derivaram de Mimosoideae, sugerindo que seria mais plausível que Mimosoideae tenha derivado de um indivíduo de Caesalpinioideae pouco especializado, porém com a ausência de intermediários.

Quinlivan (1971) estudou a impermeabilidade tegumentar de sementes de leguminosas, incluindo espécies das três subfamílias. Ao relacionar impermeabilidade e estrutura tegumentar, o autor concluiu não haver uma relação forte entre estas, sendo, então, a composição química dos tegumentos a provável causa da impermeabilidade.

Gunn (1981) agrupou dados morfoanatômicos de sementes de Fabaceae, complementando o que Corner (1976) e outros autores relataram, distinguindo as três subfamílias e apresentando ilustrações comparativas.

Pate & Kuo (1981) realizaram estudos dos frutos de leguminosas para verificar, em cada camada do pericarpo, características de interesse para a taxonomia. Ao final, concluíram que os frutos apresentam muitas características anatômicas que podem ser usadas no diagnóstico de espécies e sugeriram que mais estudos devem ser feitos para que se possa correlacionar essas informações com supostas linhas filogenéticas.

Exclusivamente com embriões, Oliveira (1999b) estudou 15 espécies de Fabaceae, cinco de Mimosoideae, com o intuito de comparar as estruturas e fornecer subsídios para trabalhos de sistemática e filogenia. Foram apresentados dados sobre o eixo embrionário, tipos de cotilédones, grau de diferenciação da plúmula e dos tecidos meristemáticos.

Diretamente relacionados aos frutos e sementes de Mimosoideae, destacam-se os trabalhos de Elford (1930), Boelcke (1946), Isely (1955a; 1955b), Hoffman & Kummerow (1962), De Marinis (1967), Sinha (1973), Werker *et al.* (1973), Bravato (1974), Gunn (1984), Lima (1985), Paoli (1991), Souza (1993), Oliveira & Beltrati (1993; 1994) e Barros (2006).

O trabalho de Elford (1930) traz uma das primeiras descrições do tegumento de Fabaceae, apresentando as dificuldades encontradas em se processar sementes de leguminosas devido à rigidez do tegumento.

Boelcke (1946) estudou a morfologia das sementes de espécies de Mimosoideae e Caesalpinioideae. A escolha das espécies se deu por importância agroeconômica; dentre as avaliadas tem-se *Mimosa polycarpa* Kunth, *M. bracaatinga* Hoehne, *M. bimucronata* Kuntze e *M. bonplandii* Benth., a primeira usada como ornamental e as demais como cercas-vivas. De início, fez uma lista de definições de caracteres relacionados às sementes e elaborou uma chave com dados morfológicos seminais apenas.

Isely (1955a; 1955b) abordou as sementes de Mimosoideae e Caesalpinioideae, descrevendo a morfologia externa e interna, distinguindo-as das sementes de Faboideae. Por fim, elaborou uma chave separando essas duas subfamílias e algumas espécies dentro delas.

Hoffman & Kummerow (1962), trabalhando com anatomia da flor, do fruto e do tegumento da semente de *Acacia caven* (Mol.) Hook. Et Arn, concluíram que a testa tem constituição semelhante às das outras Mimosoideae, com algumas exceções. Aspectos da germinação também foram discutidos e testados, pois as sementes dessa espécie, como na maioria das Mimosoideae, mostram tegumento impermeável.

A morfologia do artícuo endocárpico da semente e da plântula de duas espécies de *Plathymenia* Benth. foi descrita por De Marinis (1967), que afirmou que, apesar de verificarem diferenças entre elas nos três órgãos analisados, mais estudos devem ser feitos para que se possa distinguir as duas espécies ditas vicariantes.

Sinha (1973) descreveu o fruto e a semente de *Acacia nilotica* (L.) Del., caracterizando os frutos, que são lomentos indeiscentes ou que podem se abrir pela região ventral. Cada indivíduo produz cerca de 30-45 flores reunidas em capítulos, porém, são formados um, no máximo dois, frutos por inflorescência. As sementes apresentam estrutura simples se comparadas com outras leguminosas, com testa típica de Leguminosae e tégmen que se degenera.

Werker *et al.* (1973) descreveram a morfologia da semente de *Prosopis farcata* (Banks & Solander) Eig (Mimosoideae), discutindo aspectos anatômicos envolvidos na impermeabilidade, a produção de gomas e mucilagens e algumas diferenças entre sementes de diferentes locais. Dois questionamentos foram deixados pelos autores referentes aos resultados obtidos, sendo a existência de alguma relação com os ambientes em que são encontrados e a estrutura apresentada, e outro, deixando em dúvida se as diferenças são apenas fenotípicas ou envolvem também o genótipo.

Um extenso trabalho morfológico de frutos e sementes de Mimosoideae da Venezuela foi feito por Bravato (1974), incluindo a descrição de 18 gêneros, dentre eles *Mimosa*. O objetivo principal foi determinar as variações existentes, além de fornecer dados úteis para a taxonomia da subfamília, embasada principalmente na importância econômica e ecológica que as sementes possuem. A morfologia dos frutos, segundo a autora, não apresenta grande importância taxonômica. Já o oposto é relatado para a morfologia das sementes, dados esses que foram utilizados na criação de uma chave de identificação genérica. Os frutos descritos pela referida autora para a subfamília são: legume, legume bacóide, lomento (incluindo aqui uma variação, o craspédio) e o lomento drupáceo. Para *Mimosa*, foram estudadas 22 espécies, todas com “lomentos do tipo craspédio”. Bravato (1974) concluiu que uma boa compreensão dos caracteres seminais é relevante para se estabelecer grupos filogeneticamente naturais, mesmo que não coincida com os dados obtidos a partir de estudos com flores e outras partes tradicionalmente analisadas.

Muitas Mimosoideae foram descritas por Gunn (1984) com relação à morfologia dos frutos e sementes. Os objetivos do trabalho foram de expandir a base de dados com caracteres morfológicos e oferecer uma descrição detalhada desses órgãos, para que possam ser identificados os gêneros, principalmente nas situações em que as flores já não são mais observadas. O autor considera, além disso, que a partir dessas informações, considerações filogenéticas baseadas nos frutos e sementes poderão ser feitas.

Mais especificamente, Lima (1985) analisou a morfologia dos frutos e sementes de Mimoseae. Foram descritos 15 gêneros e 70 espécies, dentre as quais, 40 eram *Mimosa*, incluindo *M. daleoides* e *M. acerba* Benth. (atualmente *M. dolens* subsp. *acerba*). Oito tipos carpológicos foram encontrados na tribo, sendo eles folículo, legume, legume carnoso, criptolomento, lomento drupáceo, legume samaróide, sacelo e craspédio. Dados preliminares da germinação com ilustrações também foram analisados e uma chave de identificação para a tribo foi elaborada. Para *Mimosa*, a maioria dos frutos é do tipo craspédio, com superfície bem diversa; no embrião destacou-se a plúmula bem diferenciada. Contrariamente a Bravato (1974), para Lima (1985) os frutos da tribo apresentam valor taxonômico.

Uma espécie arbórea de interesse madeireiro e conservativo foi estudada Paoli (1991). A autora analisou a morfologia e a anatomia do fruto e da semente de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Mimosoideae), conhecida popularmente como orelha-de-negro. São apresentados resultados referentes aos órgãos no estágio maduro.

Outra Mimosoideae estudada foi *Acacia paniculata* Willd. (unha-de-gato), para quem Souza (1993) descreveu a anatomia e a morfologia do fruto, incluindo dados sobre seu

desenvolvimento. São frutos do tipo legume, com a semente se desenvolvendo posteriormente à diferenciação do pericarpo.

Oliveira & Beltrati (1993; 1994), intencionadas em esclarecer a origem da camada pulposa observada nas sementes de *Inga*, analisaram *I. fagifolia* Willd. e descreveram tanto a morfologia como a anatomia do fruto e da semente em desenvolvimento. Os frutos são indeiscentes ou tardiamente deiscentes e as sementes apresentam uma sarcotesta, esta constituindo a polpa comestível da espécie. Além disso, diferentemente do padrão observado nas Mimosoideae, *I. fagifolia* apresenta testa pouco diferenciada, sem pleurograma e sem as camadas típicas do tegumento.

A morfologia, a anatomia e ontogênese dos frutos e sementes de três espécies de Mimoseae (*Anadenanthera falcata* Benth., *Plathymentia reticulata* Benth. e *Stryphnodendron polyphyllum* Mart.) foram descritas por Barros (2006). Os frutos são folículo, criptolomento e folículo, respectivamente. A autora deu destaque à formação de lenticelas no pericarpo de *A. falcata*, ao acúmulo de compostos fenólicos em *S. polyphyllum* e à típica formação anatômica das sementes, dentre outras características. Seus resultados ainda foram relacionados com o bioma em que são encontrados, no caso o cerrado.

Para *Mimosa*, além das pesquisas já citadas acima, especificamente para frutos e sementes, vale ressaltar ainda outros trabalhos que não foram com esses órgãos, como os de: Narasimhachar (1951), Marchiori (1982; 1991), Carnielletto & Marchiori (1993), Maccari & Marchiori (1994), Camardo-Ricalde (2000), Carmona *et al.* (2001), Bruno *et al.* (2001), Piña-Rodrigues & Lopes (2001), Simon & Hay (2003), Flores-Cruz *et al.* (2006) e Oliveira *et al.* (2006).

Narasimhachar (1951) descreveu a embriologia de *Mimosa pudica* L., revelando que os grãos de pólen são dispersos em tétrades, que o endosperma, inicialmente nuclear, sofre celularização a partir do pólo micropilar e, em relação ao embrião, a primeira divisão é transversal, a segunda vertical e as demais irregulares.

Dentre os estudos sobre a anatomia da madeira de espécies de *Mimosa*, destacam-se os de Marchiori (1982) com *M. daleoides*, Marchiori (1991) com *M. nitidifolia* Spreng., Carnielletto & Marchiori (1993) com *M. eriocarpa* Benth., Maccari & Marchiori (1994) com *M. sparsa* Benth., Camargo-Ricalde (2000) e Oliveira *et al.* (2006) com *M. tenuiflora* Benth.

Muitas espécies de *Mimosa* são consideradas plantas invasoras em pastagens. Carmona *et al.* (2001) testaram produtos que podem ter ação herbicida em *Acacia farnesiana* Willd. e *Mimosa pteridofita* Mart., dentre eles o óleo diesel e o óleo lubrificante para tratores.

Piña-Rodrigues & Lopes (2001) constataram o efeito alelopático que as folhas de *Mimosa caesalpiniaefolia* exercem sobre a germinação do ipê-amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandw.). Com a mesma espécie de *Mimosa*, conhecida popularmente como sabiá, Bruno *et al.* (2001) e Gonçalves *et al.* (2006) avaliaram o processo de quebra de dormência e germinação, além do potencial fisiológico após diversos tratamentos.

Simon & Hay (2003) compararam três espécies endêmicas de *Mimosa* (*M. decorticans* Harns ex Glaz., *M. heringeri* Barneby e *M. setosissima* Taub.) com uma espécie considerada comum (*M. clausenii* Benth.) no cerrado do Brasil. Foram estudos sobre estrutura, fenologia, produção de frutos, predação das sementes, germinação, estabelecimento das plântulas e relação raiz/caule. No entanto, os autores não encontraram grandes diferenças nos parâmetros biológicos estudados que possam estar associados ao endemismo ou não das espécies, exceto pela pequena vantagem reprodutiva demonstrada pelas espécies raras sobre as comuns.

Trabalhando com morfologia de grãos de pólen, Flores-Cruz *et al.* (2006) estudaram 16 espécies de *Mimosa* e relataram que todas apresentam os grãos de pólen agrupados em tétrades cruzadas, ligeiramente comprimidas e de forma elíptica. As aberturas são poradas e a ornamentação da exina pode ser verrugosa ou microverrugosa. Estudos dessa característica são úteis também em análises taxonômicas, pois exibem padrões ao serem separadas em séries.

3.2. Plântulas

Estudos incluindo germinação e quebra de dormência são bem amplos, principalmente para espécies com interesse econômico. Entretanto, estudos morfoanatômicos de plântulas e plantas jovens são escassos e, para Fabaceae, vale ressaltar os de Duke & Polhill (1981), Smith (1981; 1983), Saint-Martin (1984), Smith & Scott (1985; 1995), Oliveira & Beltrati (1992), Ricardi (1996), Camargo-Ricalde & Grether (1998), Scott & Smith (1998), Oliveira (1999a; 2001) e Moreira-Coneglian & Oliveira (2006).

Duke & Polhill (1981) descreveram alguns caracteres para as plântulas de Fabaceae. Relataram trabalhos sobre tipos de germinação, se há exposição ou não dos cotilédones e a morfologia e filotaxia de eofilos e metafilos. Os autores enfatizaram que dados sobre sementes e plântulas juntas podem desvendar muito sobre a história ecológica e evolutiva das plantas.

Smith (1981; 1983) foi além das descrições morfológicas. O autor tratou da anatomia dos cotilédones, enfatizando que as diferenças encontradas podem ter implicações filogenéticas, taxonômicas e fisiológicas. Segundo o autor, a anatomia dos cotilédones,

ocorrência de endopoliploidia, reservas nas paredes celulares, presença de grãos de amido e padrão de mobilização das reservas estão todos relacionados.

Os cotilédones e eofilos foram comparados estruturalmente por Saint-Martin (1984), ao estudar 162 espécies de Faboideae e verificar oito tipos diferentes de estômatos e seis de tricomas. Ao final, o autor elaborou uma hipótese filogenética para o grupo estudado.

Smith & Scott (1985; 1995) analisaram o padrão de venação dos cotilédones de Caesalpinioideae e Mimosoideae. O padrão observado para essas duas subfamílias é o seguinte: quatro feixes vasculares no pecíolo originando sete feixes primários no limbo cotiledonar. A partir desse padrão, variantes surgem e são descritas pelos autores e, posteriormente, relacionadas com a forma e anatomia dos cotilédones.

As plântulas de duas espécies de *Inga* foram analisadas por Oliveira & Beltrati (1992) que, com dados morfológicos e da venação das folhas, puderam apontar diferenças entre elas.

Ricardi (1996) fez uma breve descrição do tipo de germinação e da morfologia dos cotilédones de espécies de 11 famílias, dentre elas Mimosaceae (=subfamília Mimosoideae). São famílias que, segundo esse e outros autores, apresentam cotilédones que exibem caracteres próprios ou exclusivos. Em muitos casos, as estruturas das plântulas podem reter informações de caracteres ancestrais e com valor filogenético, dando ainda mais importância a esse tipo de trabalho.

Mimosa tenuiflora foi estudada por Camargo-Ricalde & Grether (1998), que realizaram vários testes de germinação e correlacionaram dados da germinação com a dispersão das sementes e o estabelecimento das plântulas.

Um estudo bem complexo da venação dos cotilédones de Mimosoideae foi feito por Smith & Scott (1998), revelando que a subfamília Mimosoideae pode ter padrões variados, no entanto, seguem o padrão descrito por Smith (1981; 1983) para Fabaceae em geral.

Oliveira (1999a; 2001) fez a descrição morfológica da plântula e da planta jovem de várias espécies das três subfamílias de Fabaceae, fornecendo, também, informações sobre o tipo de germinação, se houve formação de nódulos radiculares, além de comparar as tribos dentro das subfamílias. A autora destacou a grande variação existente tanto na família, como nas subfamílias, indicando, por fim, estudos complementares com maior número de espécies e em ambientes específicos.

Moreira-Coneglian & Oliveira (2006) realizaram um estudo diferente dos pesquisadores acima, comparando a anatomia dos limbos de cotilédones e eofilos de dez espécies de Caesalpinioideae. Foram analisados a frequência estomática, os tipos de estômatos, o contorno das células epidérmicas, a presença e tipologia dos tricomas, a

constituição do mesófilo, a presença de substâncias de reservas e a organização vascular dessas folhas. Segundo as autoras, todas essas informações são importantes para contribuir com a taxonomia, filogenia e ecologia da família.

4. Aspectos filogenéticos

Dudik (1981), atento à importância dos frutos e sementes de Fabaceae e baseado na morfologia, elaborou uma lista de tendências evolutivas desses órgãos: (i) frutos poliméricos para monomérico; (ii) da polispermia à monospermia; (iii) de frutos deiscentes para indeiscentes; (iv) de pericarpo e sementes independentes para adnatos; (v) de semente anátropa para campilótropa; (vi) de albuminosas para exalbuminosas; (vii) de sementes aladas para não aladas; (viii) e de ariladas para não ariladas.

Elias (1981), baseado em suas próprias observações e comparando os diversos caracteres das espécies de Mimosoideae, listou as principais tendências evolutivas para a subfamília: (i) plantas de porte arbóreo passando para arbustivas, principalmente na tribo Mimoseae; (ii) folhas bipinadas evoluindo para folhas pinadas ou filódios; (iii) da ausência de nectários extraflorais no pecíolo, ráquis ou nos folíolos à sua presença; (iv) flores monóicas tendendo a andromonóicas, neutras ou monóicas mistas; concomitantemente, inflorescência racemosa ou em espiga composta de flores bissexuais tendendo a flores polimórficas ou em capítulo; (v) tendência à redução da inflorescência, de paniculada, passando pela espiga e chegando ao capítulo, o mais derivado; (vi) flores dialipétalas precedendo flores gamopétalas, tendência essa certificada pela capacidade de armazenamento de néctar, possibilitando a visita de polinizadores maiores; (vii) estames numerosos ou cinco unidades passando para um número definido por flor, mudança essa associada à produção de políades, reduzindo o número de grãos de pólen por antera; (viii) conação dos estames, complementando o armazenamento de néctar; (ix) grãos de pólen dispersos únicos ou em tétrades evoluindo para políades complexas; (x) flores unicarpelares dando origem a multicapelares; (xi) evolução no tipo de polinizadores, passando de insetos para aves e morcegos; (xii) quanto ao número de cromossomos, de $x=14$ para $x=13$.

Goldblatt (1981) reuniu estudos sobre o número de cromossomos da família. Para *Mimosa*, dentre 16 espécies estudadas, encontrou $x=13$, mas enfatizou que esse valor pode ser variável. Por fim, traz possíveis tendências filogenéticas de Fabaceae a partir de dados citogenéticos.

Barroso *et al.* (1984) traçaram uma linha evolutiva para as Mimosoideae: (i) de plantas lenhosas para herbáceas; (ii) inflorescências do tipo racemo e espiga para glomérulo; (iii)

inflorescência com um só tipo floral para inflorescência com uma combinação de tipos de flores, sendo andróginas, unissexuadas e neutras; (iv) cálice dialissépalo para gamossépalo; (v) corola dialipétala para gamopétala; (vi) estames com número definido sofrendo multiplicação ou redução; (vii) pólen simples para tétrades e políades; (viii) presença de nectários extraflorais para ausência dos mesmos; (ix) legume com deiscência passiva para deiscência elástica. Além disso, os referidos autores também elaboraram uma chave de identificação para gêneros brasileiros de Mimosoideae. Algumas dessas tendências já haviam sido citadas por Elias (1981), que mencionou, ainda, adaptações das flores e especialização dos polinizadores, passando de insetos para aves e morcegos.

Estudos filogenéticos baseados em análises moleculares intencionados em verificar a posição de *Mimosa* na subfamília ainda não foram publicados, entretanto, para o gênero *Acacia*, já existem trabalhos como os de Murphy *et al.* (2003), Miller & Bayer (2001; 2003) e Miller *et al.* (2003).

Wojciechowski *et al.* (2004) realizaram estudos filogenéticos da família, com ênfase na subfamília Papilionoideae. Para Mimosoideae, declararam que a maioria tem origem monofilética, com algumas tribos parafiléticas.

Conforme estabelecido pelo Conselho da Área do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), os resultados obtidos durante a execução deste Projeto de Mestrado foram reunidos em artigos científicos para publicação, os quais estão sendo apresentados de acordo com as normas da *Acta Botanica Brasilica*:

Capítulo I: Morfoanatomia comparada do pericarpo em desenvolvimento de três espécies de *Mimosa* Linnaeus (Fabaceae, Mimosoideae)

Capítulo II: Análise ontogenética das sementes de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth. (Fabaceae, Mimosoideae)

Capítulo III: Morfologia de plântulas e anatomia de cotilédones e eofilos de três espécies de *Mimosa* L. (Fabaceae, Mimosoideae)

CAPÍTULO I

**Morfoanatomia comparada do pericarpo em desenvolvimento de três espécies de
Mimosa Linnaeus (Fabaceae, Mimosoideae)**

Maísa Carvalho Iwazaki¹ e Denise Maria Trombert Oliveira^{2,3}

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, C. Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, C. Postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

³ Autor para correspondência: dmtoliveira@icb.ufmg.br

RESUMO – (Morfoanatomia comparada do pericarpo em desenvolvimento de três espécies de *Mimosa* Linnaeus (Fabaceae, Mimosoideae)). Dentre as Fabaceae, registram-se vários tipos de frutos; dúvidas persistem para muitas espécies de *Mimosa* L., havendo descrições morfológicas de craspédios, lomentos e sacelos. Os objetivos deste trabalho foram analisar morfoanatomicamente e ontogeneticamente os frutos de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth., compará-los entre si e classificá-los corretamente. Para tanto, coletas foram realizadas no município de Botucatu, São Paulo, e os frutos, nos vários estádios de desenvolvimento, foram fixados e processados segundo técnicas anatômicas usuais. Durante o desenvolvimento do pericarpo, emergências dendríticas e espiniformes são formadas e um meristema adaxial é instalado, originando o endocarpo externo, multisseriado e lignificado na maturidade, e o interno, unisseriado e parenquimático. A estrutura do pericarpo segue o padrão para as Fabaceae, com exocarpo unisseriado, mesocarpo parenquimático e vascularizado, e endocarpo heterogêneo. Em *M. daleoides* e *M. orthacantha*, formam-se falsos septos, onde o pericarpo fragmenta-se transversalmente; além disso, tecido lignificado forma-se externamente aos feixes ventrais e ao dorsal. Os frutos destas duas espécies são, portanto, craspédios, formados em racemos em *M. daleoides* e glomérulos em *M. orthacantha*. *Mimosa dolens* var. *anisitsii* forma legumes com deiscência passiva, em glomérulos congestos.

Palavras-chave: anatomia, fruto, leguminosa, morfologia, ontogênese

Introdução

Mimosa L. é o segundo gênero mais abundante de Mimosoideae, com 480 espécies registradas (Elias 1974; 1981; Barroso *et al.* 1984; Stevens 2006). Nos cerrados brasileiros, foram levantadas 189 espécies de *Mimosa*, 50% delas endêmicas (Simon & Proença 2000), sendo o gênero com maior número de espécies da subfamília nesse bioma (Mendonça *et al.* 1998).

Algumas Mimosoideae podem ser vistas como ornamentais, forrageiras, produtoras de madeira e usadas para a extração de compostos secundários (Elias 1974; Lorenzi 1992). Encontram-se espécies de *Mimosa* como cercas-vivas, invasoras de pastagens, indicadoras de endemismo e/ou com propriedades medicinais (Camargo-Ricalde 2000; Simon & Proença 2000; Carmona *et al.* 2001).

Mimosa daleoides Benth., *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *Mimosa orthacantha* Benth. são espécies arbustivas ocorrentes no cerrado, sem importância econômica destacada pela literatura, porém potencialmente invasoras, exibindo variados tipos

de frutos. Observações preliminares levaram a dúvidas quanto à deiscência e, conseqüentemente, ao tipo de fruto em *M. dolens* var. *anisitsii* e, para as outras duas espécies, quanto ao tipo de inflorescência a partir do qual os frutos se desenvolvem.

Segundo Barroso *et al.* (1999), as Fabaceae podem apresentar 14 diferentes tipos de frutos, incluindo o legume, considerado típico da família. Para Mimosoideae, os referidos autores descreveram morfologicamente nove tipos: legume, folículo, craspédio, criptolomento, sacelo, lomento drupáceo e legumes bacóide, nucóide e samaróide.

Craspédios são considerados típicos de *Mimosa*, como verificado por Lima (1985), também ocorrendo em espécies de *Entada* Adans. e em *Schrankia leptocarpa* DC. (Barroso *et al.* 1999). Lima (1985) e Barroso *et al.* (1999) citaram o sacelo como um tipo também encontrado nesse gênero e Bravato (1974) e Burkart (1979) consideraram, equivocadamente, que o craspédio é um tipo de lomento, resultando em descrições de *Mimosa* também com esse tipo de fruto.

Além disso, frutos derivados do legume diferem, em grande parte, pelo modo de deiscência, como, por exemplo, o folículo, com deiscência apenas ventral, o lomento, que se fragmenta transversalmente, o sacelo, que se abre transversalmente apenas na região apical do fruto, e o craspédio, que fragmenta o pericarpo assim como o lomento, porém formando replum. Conseqüentemente, estudos anatômicos e ontogenéticos desses órgãos se fazem necessários para a determinação precisa do padrão de deiscência e, portanto, do tipo carpológico.

A literatura destaca que certas características morfológicas e/ou anatômicas dos frutos de Fabaceae são úteis à taxonomia (Elias 1974; Pate & Kuo 1981; Barroso *et al.* 1984; 1999; Gunn 1984; Lima 1985), à análises evolutivas (Fahn & Zohary 1955) e à correlações filogenéticas (Pate & Kuo 1981; Gunn 1984).

Baseando-se nas considerações citadas, o presente trabalho tem por objetivo analisar morfoanatômica e ontogeneticamente o pericarpo de *Mimosa daleoides*, *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *Mimosa orthacantha*, descrevendo-os, determinando corretamente o tipo de fruto formado e comparando as espécies entre si e com a literatura.

Material e Métodos

Foram coletados botões florais, flores em antese e frutos em vários estádios de desenvolvimento para as três espécies de *Mimosa*. As populações de *M. daleoides* e *M. orthacantha* são densas e encontram-se nos bordos da rodovia Gastão dal Farra, entre os quilômetros cinco e sete (22°56' S; 48°26' W), no município de Botucatu, São Paulo, Brasil.

Mimosa dolens var. *anisitsii* forma indivíduos mais isolados e bem distribuídos no distrito de Rubião Junior, município de Botucatu, São Paulo, Brasil (22°53' S; 48°29' W), onde foram coletados. Ramos das três espécies foram depositados no Herbário “Irina D. Gemtchujnicov” (BOTU), do Departamento de Botânica, UNESP, *Campus* de Botucatu, registrados sob os números: 20.556 (*M. daleoides*), 19.497 (*M. dolens* var. *anisitsii*) e 19.374 (*M. orthacantha*).

O material coletado foi fracionado, fixado em FAA 50 (Johansen 1940) e conservado em álcool 70% (Jensen 1962). Parte das amostras foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato Leica[®], de acordo com o protocolo do fabricante. Os cortes foram feitos em micrótomo de rotação com espessuras variando de 7 a 12 µm, corados com azul de toluidina 0,05% em pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montados em resina sintética.

Foram realizados testes histoquímicos usuais, que são: vermelho de rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Johansen 1940; Jensen 1962); floroglucinol acrescido de ácido clorídrico, para evidenciar paredes lignificadas (Johansen 1940); Sudan IV, para a localização de substâncias lipídicas (Johansen 1940); lugol, para a detecção de amido (Johansen 1940); cloreto férrico acrescido de carbonato de sódio, para verificar a ocorrência de compostos fenólicos (Johansen 1940); e azul mercúrio de bromofenol, para a verificação de proteínas (Mazia *et al.* 1953).

Além disso, realizou-se a maceração da região esclerenquimática dos pericarpos, seguindo-se a técnica de Franklin (1945), modificada conforme sugerido por Kraus & Arduin (1997), montando-se em gelatina glicerinada.

O conceito adotado para a descrição das camadas pericárpicas seguiu a nomenclatura no sentido estrito referida por Roth (1977), onde a epiderme externa ovariana origina o exocarpo, o mesofilo ovariano produz o mesocarpo e a epiderme interna constitui o endocarpo. A terminologia adotada foi baseada também em Gunn (1984) e Barroso *et al.* (1999).

Os resultados foram descritos com base no grau de desenvolvimento do pericarpo, especialmente do endocarpo, como comumente adotado para os frutos de leguminosas. As análises e ilustrações foram feitas em microscopia de luz, com ou sem polarizador, e as escalas elaboradas nas devidas condições.

Resultados

O período de floração das três espécies é coincidente, iniciando no mês de setembro, com frutos sendo formados de outubro a dezembro, quando se mantém a produção de novas flores. *Mimosa orthacantha* difere das demais espécies em estudo com relação à formação dos

frutos, que ocorre no mês de dezembro com rápido desenvolvimento. A produção de flores, nessa espécie, é contínua desde setembro, no entanto, as flores mais precoces sofrem abscisão logo após a antese.

Estádio I – Fase representada por flores em pré-antese e antese, em que o ovário apresenta tecidos meristemáticos com poucas células diferenciadas e com raras divisões.

O ovário é estipitado (Fig. 1), unicarpelar, unilocular, de placentação marginal e produz cerca de três a cinco óvulos em *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* e dois a quatro em *M. dolens* var. *anisitsii*.

A parede ovariana apresenta epiderme externa unisseriada, glabra nesta fase em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e com tricomas glandulares em início de formação nas outras duas espécies. Estômatos podem ser observados em todas as fases de desenvolvimento do pericarpo, sendo mais raros em *M. daleoides*. Células epidérmicas e subepidérmicas externas de *M. daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* começam a se dividir e iniciam a produção de emergências (Fig. 2), que se alongam durante o desenvolvimento dos frutos.

O mesofilo mostra cerca de três camadas de células fundamentais em *Mimosa daleoides* (Fig. 2) e quatro em *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* (Fig. 3). A vascularização, inicialmente procambial no botão floral (Fig. 4), na antese passa a ser constituída por dois feixes colaterais na região ventral (Fig. 5), por um feixe dorsal e dois laterais a ele, também colaterais (Fig. 6). Em *M. dolens* var. *anisitsii*, durante a antese, os feixes ventrais, o dorsal e os dois laterais a ele apresentam idioblastos secretores de grande calibre, voltados para o floema. Em secção longitudinal, esses idioblastos mostram-se alinhados e apresentam conteúdo granular (Fig. 7).

Idioblastos fenólicos são observados margeando o feixe dorsal em direção à cavidade seminal de *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*, representando duas camadas de células na primeira espécie e quatro a cinco na segunda (Fig. 6); na região ventral, esses idioblastos formam cerca de quatro camadas de células em *M. daleoides* e são mais isolados em *M. orthacantha*.

A epiderme interna é unisseriada nas três espécies (Fig. 2-3). Observam-se compostos fenólicos nas camadas subepidérmicas externa e interna de *Mimosa daleoides* (Fig. 2), nas células epidérmicas e subepidérmicas de *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 5-6) e apenas na camada subepidérmica externa de *M. orthacantha* (Fig. 3).

Transversalmente, permanece distinta, em algumas secções, a região de sutura do carpelo de *Mimosa dolens* var. *anisitsii* (Fig. 4) e *M. orthacantha*.

Estádio II – Representado pela flor em pós-antese e fruto em início de desenvolvimento, é a fase marcada pela intensa atividade meristemática.

A flor em pós-antese é caracterizada pelo murchamento e abscisão das anteras, permanecendo alguns filetes. A coloração da inflorescência muda como um todo, passando de amarelas para tons de marrom em *Mimosa daleoides* e de rosadas para roxo escuro nas demais espécies.

O exocarpo tem células que exibem apenas divisões celulares anticlinais e outras que apresentam outros planos, como nas emergências. Estas emergências, iniciadas no estágio anterior em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*, começam a se formar nesta fase em *M. orthacantha* (Fig. 8). O sentido de crescimento dessas emergências é acrópeto em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 9) e *M. orthacantha*; em *M. daleoides*, observam-se projeções perpendiculares à superfície do pericarpo (Fig. 10) e mais estreitas que nas outras espécies, com novas projeções ainda sendo formadas. Em *M. orthacantha*, essas projeções restringem-se às regiões dorsal e ventral, enquanto nas outras duas espécies ocorrem dispersas por toda a superfície. Os tricomas glandulares de *M. daleoides* e *M. orthacantha*, agora também observados em *M. dolens* var. *anisitsii*, apresentam pedúnculo unisseriado e ápice secretor unicelular na primeira espécie (Fig. 11) e uni ou multicelular nas outras duas (Fig. 12).

O mesocarpo apresenta células com divisões celulares em todos os sentidos, principalmente nas camadas mais medianas, que não acumulam compostos fenólicos (Fig. 10, 13). Idioblastos cristalíferos são observados em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, sendo mais dispersos em *M. orthacantha*; eles ocorrem entre duas a três camadas próximas do endocarpo em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 14). Cordões procambiais estão imersos por toda a lateral do mesocarpo nas três espécies, porém, ao final deste estágio, *M. dolens* var. *anisitsii* exibe feixes diferenciados e do tipo colateral. Para esta última espécie, amplas células secretoras ocorrem juntamente com os feixes laterais (Fig. 14). Essas células secretoras são alinhadas longitudinalmente e, em alguns locais, a parede entre duas células adjacentes começa a se romper, formando canais secretores. *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* finalizam esse estágio ainda com cordões procambiais na região lateral do mesocarpo.

Os feixes ventrais e dorsal de *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* apresentam grande quantidade de células secretoras dispostas longitudinalmente junto ao floema, as quais também formam longos canais secretores (Fig. 15); esses canais são produzidos por células alinhadas longitudinalmente que, assim como nos feixes da região

lateral do mesocarpo de *M. dolens* var. *anisitsii*, apresentam reabsorção das paredes celulares anticlinais, constituindo canais lisígenos, sem epitélio secretor distinto. Em *M. daleoides* não foram observados canais nem mesmo células secretoras associadas a nenhum dos feixes vasculares.

O endocarpo mostra muitas divisões celulares, especialmente periclinais, constituindo o meristema adaxial (Fig. 10, 13-14). É a região que mais exhibe modificações ao longo do desenvolvimento do fruto. Em geral, apresenta três camadas de células pequenas no início, formando uma faixa que se interrompe nas faces ventral e dorsal, não havendo continuidade do endocarpo de uma valva com a da outra; nesta região, observa-se apenas uma camada de células (Fig. 16).

Substâncias fenólicas começam a ser acumuladas na camada mais interna do endocarpo de *Mimosa orthacantha*, onde também é possível visualizar raros estômatos. Nesta espécie e em *M. daleoides*, a parede celular voltada para a cavidade seminal inicia espessamento por substâncias pécticas, principalmente nas regiões entre as sementes; nestas, a parede interna de uma valva se aproxima da outra e ambas coalescem, formando falsos septos transversais que subdividem a cavidade seminal (Fig. 17).

Ao final desse estágio, o endocarpo mostra-se dividido em dois estratos, o externo, multisseriado, com células pequenas, e o interno, unisseriado e com células tendendo a paliçádicas (Fig. 16-17). Em *Mimosa orthacantha*, começam a ficar evidentes duas regiões no endocarpo externo, uma faixa iniciando alongamento celular longitudinal e outra perpendicular a ela. Nas outras espécies, o endocarpo externo é homogêneo.

Estádio III – Fase de alongamento celular, observada nos frutos jovens. Os filetes não são mais visualizados e os frutos mostram coloração verde em *M. daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* e tons de roxo e verde em *M. orthacantha*.

Nas três espécies, as emergências acumulam grande quantidade de substâncias fenólicas e se mostram dendríticas em *Mimosa daleoides* (Fig. 18) e espiniformes nas outras espécies (Fig. 19), passando, a partir deste estágio, a ocorrer o depósito de lignina nas paredes celulares. Como a densidade de emergências é alta, raros estômatos foram observados no exocarpo de *M. daleoides*. Nas três espécies, as células do exocarpo apresentam paredes mais espessas, fina cutícula e conteúdo fenólico; em *M. daleoides*, a parede periclinal externa mostra-se levemente convexa (Fig. 20), exceto nas regiões dorsal e ventral, onde se tornam realmente convexas; nas outras espécies, as células encontram-se levemente alongadas no sentido tangencial (Fig. 21).

Próximo à maturação, o número de camadas celulares no mesocarpo varia entre as espécies, com cerca de cinco a sete camadas em *Mimosa daleoides* (Fig. 18), oito a 10 em *M. orthacantha* (Fig. 21) e 10 a 15 em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 22). As células subexocárpicas são menores e com substâncias fenólicas no seu interior em *M. daleoides*, apresentando aspecto colenquimatoso em *M. orthacantha* e *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 23), principalmente sob os estômatos. Em *M. dolens* var. *anisitsii*, nota-se uma estratificação no mesocarpo devido à deposição de fenol, que se concentra nas camadas mais externa e interna (Fig. 24); a região mais interna do mesocarpo de *M. daleoides* e de *M. dolens* var. *anisitsii* mostra células volumosas e com substâncias fenólicas (Fig. 20, 22), ocorrendo paredes mais delgadas em *M. orthacantha* (Fig. 21). Notam-se idioblastos cristalíferos contendo drusas ou cristais prismáticos em *M. daleoides* e apenas cristais prismáticos em *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*. Os feixes vasculares laterais são também colaterais, com fibras floemáticas em formação em *M. dolens* var. *anisitsii*. Nessa espécie, ainda é possível visualizar cordões de células procambiais. Em *M. orthacantha*, assim com já descrito para *M. dolens* var. *anisitsii*, os feixes laterais passam a apresentar canais secretores (Fig. 25).

Nas três espécies, nos feixes ventrais, no dorsal e nos laterais a ele, observa-se o câmbio, porém com restrito acréscimo de tecidos vasculares secundários (Fig. 26). Além disso, também nestes feixes, é evidente a presença dos canais secretores nas três espécies, porém em *Mimosa daleoides* não foram verificados idioblastos secretores precedendo os canais. Para *M. dolens* var. *anisitsii*, apesar de já haver canais formados, ainda podem ser visualizados idioblastos secretores alinhados, principalmente nestas regiões.

Fibras começam a ser formadas externamente aos feixes ventrais e ao dorsal e seus dois laterais em *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* (Fig. 21). Externamente a essas células há, ainda, duas camadas de parênquima mesocárpico (Fig. 21).

O endocarpo externo está composto por três camadas de células alongadas e em início de espessamento parietal. A camada mais externa mostra células isodiamétricas, com pequenos cristais prismáticos, também iniciando espessamento parietal. Em *Mimosa orthacantha*, conforme há espessamento das paredes celulares de todo o endocarpo externo, fica mais evidente a diferença no sentido de alongamento celular; as duas ou três camadas de células mais externas, exceto a camada cristalífera, se alongam perpendicularmente ao sentido do fruto, e a camada mais interna, geralmente única, se alonga no mesmo sentido do fruto (Fig. 21). Ao final desse estágio, observam-se fibras e esclereídes constituindo esta camada rígida nas três espécies.

O endocarpo interno permanece unisseriado, com acúmulo de substâncias fenólicas e células levemente paliçadas de superfície convexa; nas regiões delimitantes de cavidades seminais, estas células são mais alongadas, constituindo tricomas que se entrelaçam (Fig. 24, 27), exceto em *Mimosa daleoides*, onde as células podem ser menores em algumas regiões.

Nos falsos septos anteriormente formados, começam a ser observadas células de paredes delgadas e arranjadas aleatoriamente, evidenciando uma descontinuidade por todo o endocarpo de *Mimosa daleoides* e de *M. orthacantha* (Fig. 28), que logo envolve o meso e o exocarpo, tornando-se visíveis externamente. Os falsos septos também ocorrem em *M. dolens* var. *anisitsii*, sendo visíveis apenas internamente, não ocorrendo o coalescimento das paredes celulares do endocarpo interno; nestes pontos, observam-se grupos de células reduzidas e de parede delgada.

Análises de toda a extensão do pericarpo das três espécies mostram que não há grande variação anatômica ao longo do fruto, a não ser pela presença de tecido esclerenquimático no ápice do pericarpo de *Mimosa orthacantha* e pela presença de células lignificadas e alongadas no sentido do fruto, logo internamente ao exocarpo (Fig. 29), unindo-se na base de cada artículo de *M. daleoides*.

Estádio IV – Fase de maturação do pericarpo e deiscência. O exocarpo permanece unisseriado, com paredes de espessamentos pécticos, recoberto por fina cutícula. O formato das células varia entre as espécies estudadas, exibindo a parede periclinal externa levemente convexa em *Mimosa daleoides* (Fig. 30) e células alongadas tangencialmente em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 31) e *M. orthacantha*. Nas três espécies, as células das emergências apresentam paredes lignificadas, permanecendo rígidas e intactas na dessecação e deiscência dos frutos.

O mesocarpo é comprimido com a maturação do fruto (Fig. 32), sendo possível, ainda, a visualização de algumas camadas celulares em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* (Fig. 33), que apresentam as células colenquimatosas.

O endocarpo externo permanece intacto devido às fibras e esclereídes (Fig. 32-33), além de células com cristais, também de paredes espessas e lignificadas. O endocarpo interno permanece com paredes delgadas, com substâncias fenólicas em todas as espécies; quando o pericarpo desidrata, suas células são comprimidas e rompem-se em algumas regiões (Fig. 32).

O tecido formado nos falsos septos constitui o tecido de separação em *Mimosa daleoides* (Fig. 34) e *M. orthacantha*, dividindo o pericarpo em vários artículos monospermicos. O tecido esclerenquimático do endocarpo externo nessas espécies é

interrompido ao longo da valva (Fig. 35), entretanto, o que ocorre em *M. orthacantha* é a ligação desse tecido de uma valva com a outra apenas na região basal de cada artícolo monospermico (observar a Fig. 28). Em *M. daleoides*, o que liga uma valva à outra é o tecido esclerenquimático na região periférica do mesocarpo, presente apenas na base de cada artícolo (conferir na Fig. 29). Na região apical dos artículos, não há ligação do tecido lignificado, restando células parenquimáticas. O aparelho de deiscência é, então, composto por tecido lignificado do endocarpo externo de *M. daleoides* e *M. orthacantha* e tecido parenquimático na região de coalescimento das valvas. Além disso, o replum é formado, contendo os feixes ventrais de um lado e o dorsal, acompanhado pelos dois laterais próximos, de outro. Como houve a formação de um tecido esclerenquimático externamente a esses feixes (Fig. 35), a separação entre o replum e as valvas é dada pela compressão e ruptura do tecido parenquimático localizado entre os feixes e a cavidade seminal (Fig. 36-37).

Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, a deiscência do pericarpo ocorre de maneira diferente, pois não há fragmentação do pericarpo e nem coalescimento de paredes celulares na cavidade seminal. Externamente aos feixes ventrais e ao dorsal com os dois laterais a ele, há um tecido esclerenquimático restrito, com poucas células lignificadas, que se mostra insuficiente para impedir a deiscência por essa região (Fig. 38). No lado ventral, entre os dois feixes ventrais, há um tecido parenquimático que liga o endocarpo na cavidade seminal e o exocarpo, com muitos espaços intercelulares. É um local de fragilidade, por onde o pericarpo se abre na maturação. Na região dorsal, entre o feixe dorsal e cada um dos laterais, há um tecido parenquimático com substâncias fenólicas, porém sem espaços intercelulares. Entretanto, o tecido esclerenquimático é interrompido entre um dos feixes laterais e o dorsal, permitindo uma deiscência passiva.

Em campo, observa-se que as três espécies expõem suas sementes, porém sem deiscência explosiva, permanecendo as sementes dentro dos frutos. Portanto, os frutos das três espécies são deiscentes e podem ser classificados como craspédios em *Mimosa daleoides* (Fig. 39) e *M. orthacantha* (Fig. 40) e legumes com deiscência passiva em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 41).

A coloração dos frutos maduros e secos varia de marrom mais claro e aspecto aveludado em *Mimosa daleoides*, marrom escuro e numerosos processos espiniformes em *M. dolens* var. *anisitsii* e marrom claro e aspecto glabro, porém também com numerosos processos espiniformes somente na região do replum em *M. orthacantha*.

Mimosa daleoides permanece com seus frutos agrupados no eixo da inflorescência, que não se desenvolve, com a corola ainda presa à base do fruto, recobrindo o pequeno

pedicelo; o aspecto é aveludado, conferido pelas emergências dendríticas (Fig. 39). *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, quando os frutos são verdes ainda, pouco antes de amadurecerem, exibem a base das emergências de cor vermelha e ápice fino e de cor branca, caracterizando bem a espécie. Ao amadurecer, todas as estruturas tornam-se marrom-escuras; o eixo da inflorescência também não se desenvolve e permanece retendo os frutos (Fig. 41). *Mimosa orthacantha*, por longo tempo, retém o estilete preso ao ápice dos frutos, que permanecem unidos ao eixo da inflorescência; nesta espécie, os processos espiniformes são mais longos que em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 40).

Discussão

Estudos morfoanatômicos e, principalmente, ontogenéticos são importantes no auxílio à identificação de espécies, na verificação de padrões estruturais comuns entre os *taxa*, na observação de possíveis especializações ao bioma em que a espécie ocorre, na correta classificação dos frutos, em análises filogenéticas do gênero e até da família. Para *Mimosa*, estudos moleculares são inexistentes e o incremento de estudos estruturais é necessário para se traçarem supostas linhas filogenéticas.

Segundo Lewis & Elias (1981), o ovário das espécies de Mimoseae pode ser ou não estipitado, com ou sem tricomas. Para as espécies estudadas, nota-se uma pequena estípide elevando o ovário, além de tricomas que, exceto em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, já se encontram em diferenciação. A presença e tipos de tricomas no ovário e fruto podem ter interesse taxonômico, segundo Pate & Kuo (1981).

De acordo com Roth (1977), o exocarpo unisseriado consiste na principal camada protetora de muitos frutos, como observado nas espécies em estudo. Notam-se apenas espessamentos parietais de natureza péctica complementando esta proteção e uma fina camada de cutícula. Além disso, compostos fenólicos também se acumulam nessas células e no restante do pericarpo, que podem proteger esses órgãos contra a ação de fungos e bactérias (Rosenthal & Janzen 1979).

Também com função protetora, é interessante destacar a formação das emergências nas espécies em estudo. Além do caráter protetor, o aspecto aveludado observado nos frutos maduros de *Mimosa daleoides* é conferido pelas emergências, dendríticas neste caso. Em *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, as emergências apresentam-se como projeções espiniformes. Fahn & Zohary (1955) esquematizaram emergências nos pericarpos de uma espécie de *Hedysarum* L. e de *Scorpiurus* L., ambas leguminosas, em que essas estruturas também são lignificadas. Oliveira *et al.* (2007) descreveram emergências vascularizadas, que

constituem espinhos sobre os núcleos seminíferos das sâmaras de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth., espécie de Faboideae.

Segundo Roth (1977), o carpelo pode desenvolver um meristema adaxial abrangendo tanto a epiderme interna como as camadas subepidérmicas, formando o endocarpo. Para as espécies estudadas, o meristema presente é estritamente adaxial, visto que apenas a epiderme interna é meristemática, sofrendo divisões principalmente periclinais, que constituem o endocarpo heterogêneo: fibras e esclereídes externamente e parênquima internamente.

A instalação do meristema adaxial no pericarpo é característica de Fabaceae e, baseando-se nas camadas resultantes desse meristema, Fahn & Zohary (1955) diferenciaram 17 tipos de pericarpo na família. Essa diferenciação fundamenta-se no número de camadas e na orientação das células. *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* enquadram-se no tipo *Trigonella*, com apenas um estrato esclerenquimático em que as células estão orientadas num único sentido, paralelas ao eixo do fruto; as fibras existentes nos feixes vasculares laterais são reduzidas, não influenciando a ação do estrato esclerenquimático. O mesmo tipo foi observado no pericarpo de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Caesalpinioideae) por Pietrobom & Oliveira (2004). Por outro lado, *M. orthacantha* enquadra-se no tipo *Astragalus*, com dois estratos esclerenquimáticos de espessura similar, o interno com fibras e esclereídes paralelas ao eixo do fruto e o externo perpendicular.

Ainda de acordo com Roth (1977), o *seed-cushion* é um tecido multisseriado, sucoso, de paredes delgadas, onde as sementes encaixam-se durante o desenvolvimento, sendo reduzido com a maturação do fruto. É verificado em espécies de Fabaceae, principalmente em Faboideae. Nas três espécies de Mimosoideae estudadas, observou-se um tecido unisseriado com substâncias fenólicas acumuladas, não constituindo um *seed-cushion*, e sim uma epiderme interna. Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, esse tecido mostra-se tricomatoso, principalmente quando em contato com as sementes. Conclui-se, portanto, que a epiderme interna é homóloga ao *seed-cushion*, ou seja, exibe a mesma origem e apresenta funções semelhantes, pois o *seed-cushion* é interpretado como um tecido succulento especial que mantém as sementes úmidas (Roth 1977), e os tricomas no endocarpo interno também podem desempenhar essa função.

O pericarpo do legume, fruto característico de Fabaceae, segundo Roth (1977) e Pate & Kuo (1981), apresenta epiderme externa unisseriada, hipoderme podendo ser esclerenquimática, mesocarpo parenquimático e endocarpo normalmente dividido em região externa e interna, sendo a externa esclerificada e a interna parenquimática. Para as espécies em estudo, este padrão exibe uma pequena alteração, visto que não existe hipoderme

esclerenquimática, e sim camadas fenólicas subepidermicamente em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*; de modo geral, a estrutura aqui descrita concorda com as generalizações supra-referidas.

Uma interpretação interessante abordando tendências evolutivas e a região esclerificada do pericarpo foi feita por Fahn & Zohary (1955). Para os autores, frutos com dois estratos esclerenquimáticos são tidos como mais primitivos, passando pelos uniestratificados, sendo os frutos indeiscentes e sem nenhuma lignificação considerados os mais derivados. Com base nisso, pode-se indicar que *Mimosa orthacantha* apresenta o fruto mais relictual entre as três espécies. *Mimosa daleoides*, apesar de ter o mesmo tipo de fruto que *M. orthacantha*, não apresenta uma das camadas esclerenquimáticas, mostrando-se derivada em relação à primeira. Já *M. dolens* var. *anisitsii* apresenta frutos com deiscência passiva, fato esse confirmado pelas análises anatômicas, possuindo, das três espécies em estudo, o pericarpo mais derivado.

Quanto aos tipos carpológicos encontrados, *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* formam craspédio, fruto que é um subtipo do legume, caracterizado pela fragmentação transversal do pericarpo em artículos monospermicos, sem atingir os bordos do carpelo, que permanecem inteiros constituindo o replum (Barroso *et al.* 1999).

No que se refere à deiscência dos craspédios, Bravato (1974), Lima (1985) e Barroso *et al.* (1999) destacaram que eles podem ser deiscentes ou não, apesar de se fragmentarem. De acordo com Spjut (1994), fruto deiscente é aquele que libera ou pelo menos expõe a semente após abertura do pericarpo. Portanto, apesar de *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* não apresentarem deiscência explosiva, arremessando as sementes para fora dos frutos, há exposição das sementes e, por isso, são craspédios que formam artículos deiscentes.

Uma característica morfológica que diferencia *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha*, ambas com craspédios de artículos deiscentes, são as inflorescências; *M. daleoides* apresenta suas flores e frutos reunidos em racemos, com pedicelos curtos, e *M. orthacantha* em capítulos globosos, conhecidos como glomérulos. A coloração das flores também é um caráter de divergência entre essas duas espécies; observações pessoais evidenciaram que as flores são amarelas na primeira espécie e rosáceas na segunda; são os filetes e as anteras em *M. daleoides* que marcam a coloração da flor e em *M. orthacantha* apenas os filetes.

Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, notou-se que, apesar de haver a formação de falsos septos, eles são visíveis apenas internamente, sem realmente fragmentar o fruto. Lima (1985) estudou *M. acerba* Benth., atualmente sob *M. dolens* Vell. subsp. *acerba* (Benth.) Barneby, e classificou seus frutos como sacelos; segundo citado por Lima (1985), estes frutos diferem

dos legumes típicos por sua “deiscência transverso-apical, mantendo as duas valvas unidas, dando a impressão de pequenas bocas abertas”. Embora morfológicamente os frutos dessa espécie sejam idênticos aos de *M. dolens* var. *anisitsii* aqui estudados, após análise anatômica detalhada da região basal até a apical do fruto, verifica-se que não há variação anatômica que permita a deiscência exclusivamente apical, de modo que os frutos de *M. dolens* var. *anisitsii* não constituem sacelos. Vale ressaltar, neste momento, a importância de estudos anatômicos, complementares aos morfológicos, para se chegar à classificação correta dos frutos. O que pode explicar a deiscência aparentemente transverso-apical destas duas subespécies de *M. dolens* é a falta de espaço para que o restante do pericarpo se abra, pois os frutos permanecem densamente agrupados nos glomérulos, os quais são bem congestionados. Como os frutos de *M. dolens* var. *anisitsii* se abrem tanto pela região ventral, como pela dorsal, eles constituem legumes típicos, porém com deiscência passiva.

Mimosa dolens var. *anisitsii* e *M. orthacantha* apresentam inflorescências semelhantes, inclusive com flores de mesma coloração (rosáceas), sendo, portanto, o tipo de fruto formado um importante caráter distintivo entre elas.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado de M.C. Iwazaki e pela bolsa de produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à FAPESP-Programa BIOTA (Proc. 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; e a M.Sc. Valquíria Ferreira Dutra, da Universidade Federal de Viçosa, pela identificação das espécies.

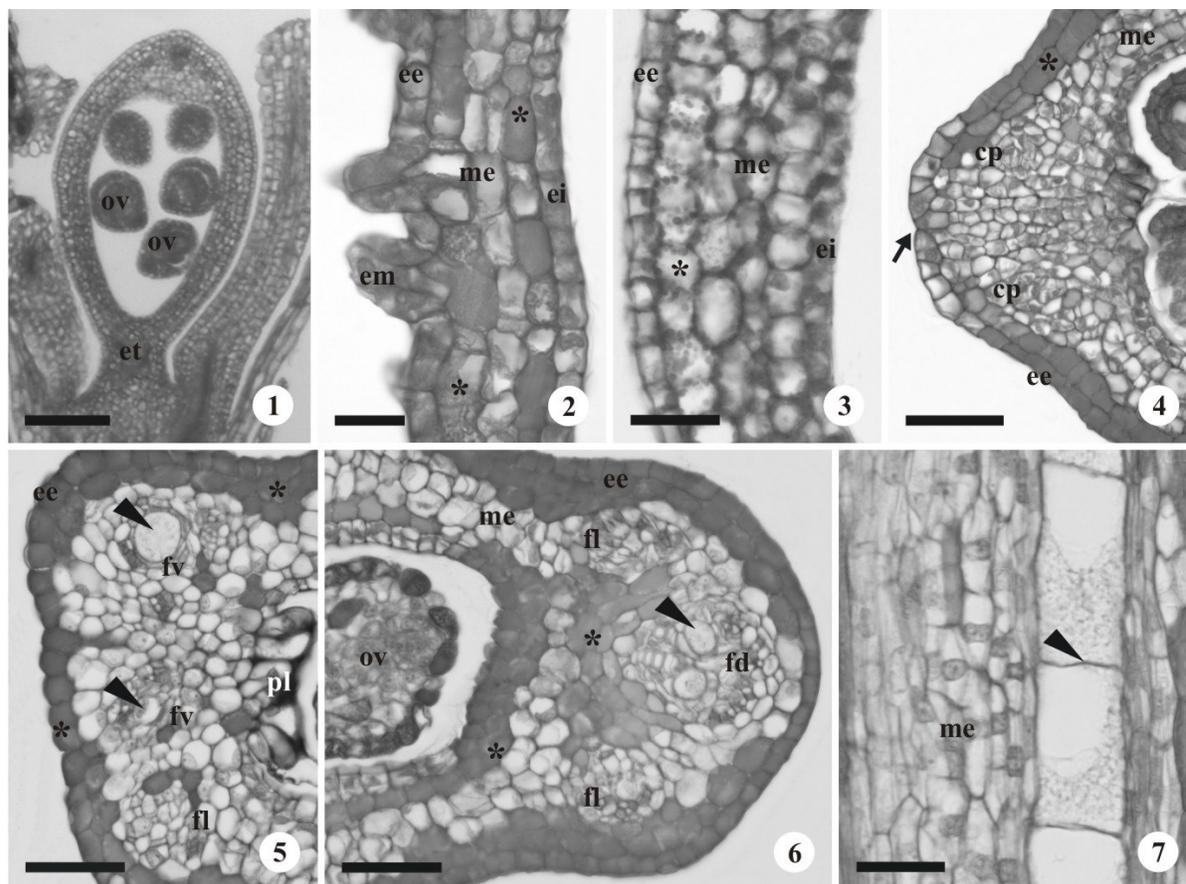
Referências Bibliográficas

- Barroso, G.M.; Morin, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa, Editora UFV.
- Barroso, G.M.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Guimarães, E.F. & Lima, H.C. 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.2. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa.
- Bravato, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. **Acta Botanica Venezuelica** 9: 317-361.
- Burkart, A. 1979. Leguminosas mimosóideas. Pp. 1-299. In: P.R. Reitz (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.

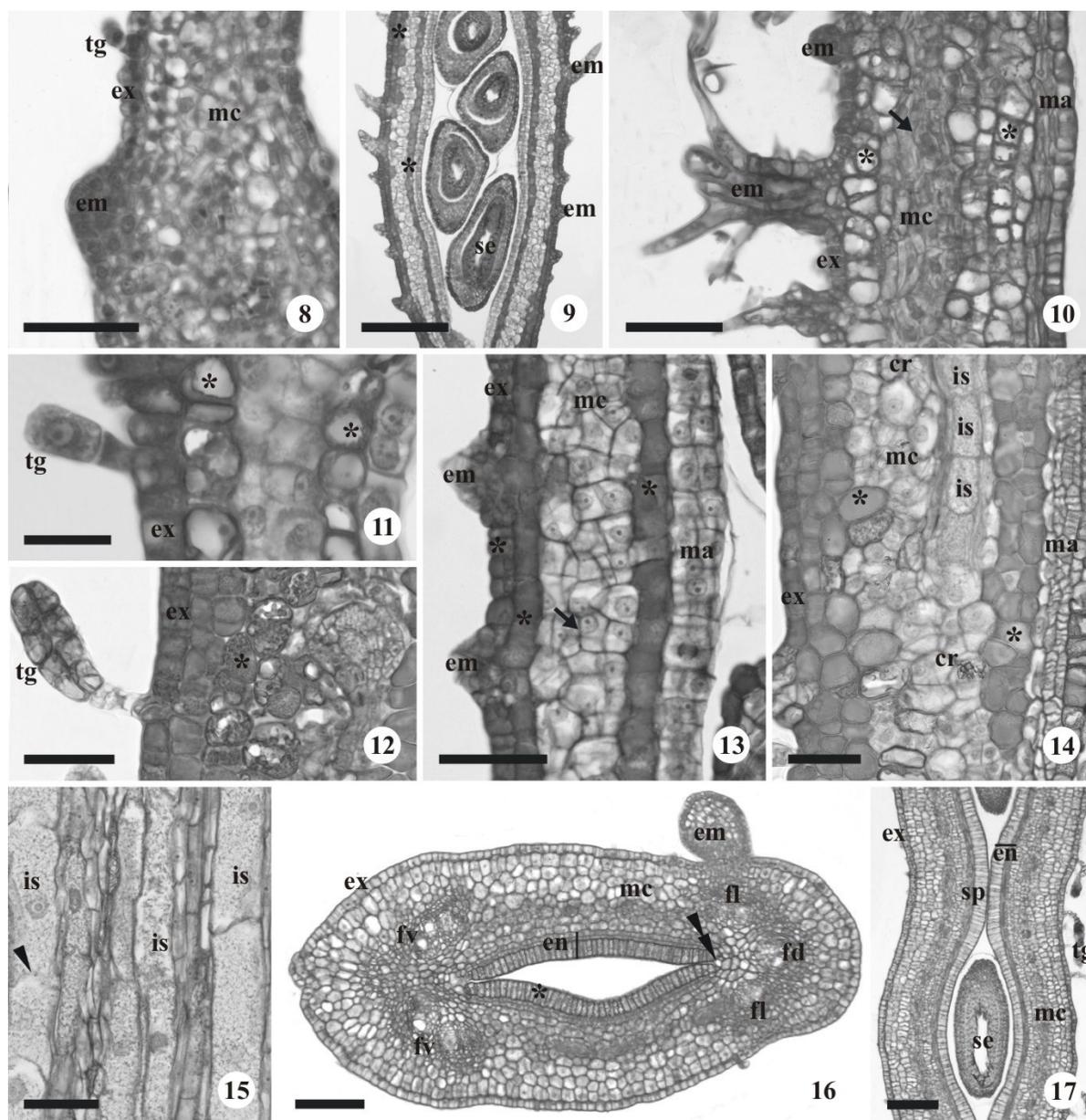
- Camargo-Ricalde, S.L. 2000. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. **Revista de Biología Tropical** **48**(4): 939-954.
- Carmona, R.; Neto, B.S.C.A. & Pereira, R.C. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **36**(10): 1301-1307.
- Elias, T.S. 1974. The genera of Mimosoideae (Leguminosae) in the Southeastern United States. **Journal of the Arnold Arboretum** **55**(1): 67-87.
- Elias, T.S. 1981. Mimosoideae. Pp.143-152. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Fahn, A. & Zohary, M. 1955. On the pericarpial structure of the legumen, its evolution and relation to dehiscence. **Phytomorphology** **5**(1): 99-111.
- Franklin, G.L. 1945. Preparation of thin section of the synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature** **155**: 51.
- Gunn, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). **Technical Bulletin 1681**: 1-194.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry. Principles and practice**. San Francisco, W.H. Freeman.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, EDUR.
- Lewis, G.P. & Elias, T.S. 1981. Mimoseae Bronn. Pp. 155-168. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Lima, M.P.M. 1985. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à sistemática. **Rodriguésia** **37**(62): 53-78.
- Lorenzi, H. 1992. **Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, Plantarum.
- Mazia, D.; Brewer, P.A. & Alfert, M. 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. **Biological Bulletin** **104**: 57-67.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Junior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. Pp. 298-556. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado. Ambiente e flora**. Planaltina, Embrapa-CPAC.
- O'Brien, T.P.; Feder, N., & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** **59**(2): 368-373.

- Oliveira, D.M.T.; Siqueira, A.C.N. & Nakamura, A.T. 2007. Anatomia e ontogênese da sâmara de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae). **Rodriguésia** **58**(2): 231-247.
- Pate, J.S. & Kuo, J. 1981. Anatomical studies of legume pods – a possible tool in taxonomic research. Pp. 903-912. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Pietrobon, R.C.V. & Oliveira, D.M.T. 2004. Morfoanatomia e ontogênese do pericarpo de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** **27**(4): 767-779.
- Rosenthal, G.A. & Janzen, D.H. 1979. **Herbivores. Their interaction with secondary plant metabolites**. New York, Academic Press.
- Roth, I. 1977. **Fruits of Angiosperms**. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- Simon, M.F. & Proença, C. 2000. Phylogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the *Cerrado* biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? **Biological Conservation** **96**: 279-296.
- Spjut, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. **Memoirs of the New York Botanical Garden** **70**: 1-182.
- Stevens, P.F. 2006. **Angiosperm phylogeny website**.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb> (acesso em 20/07/2007).

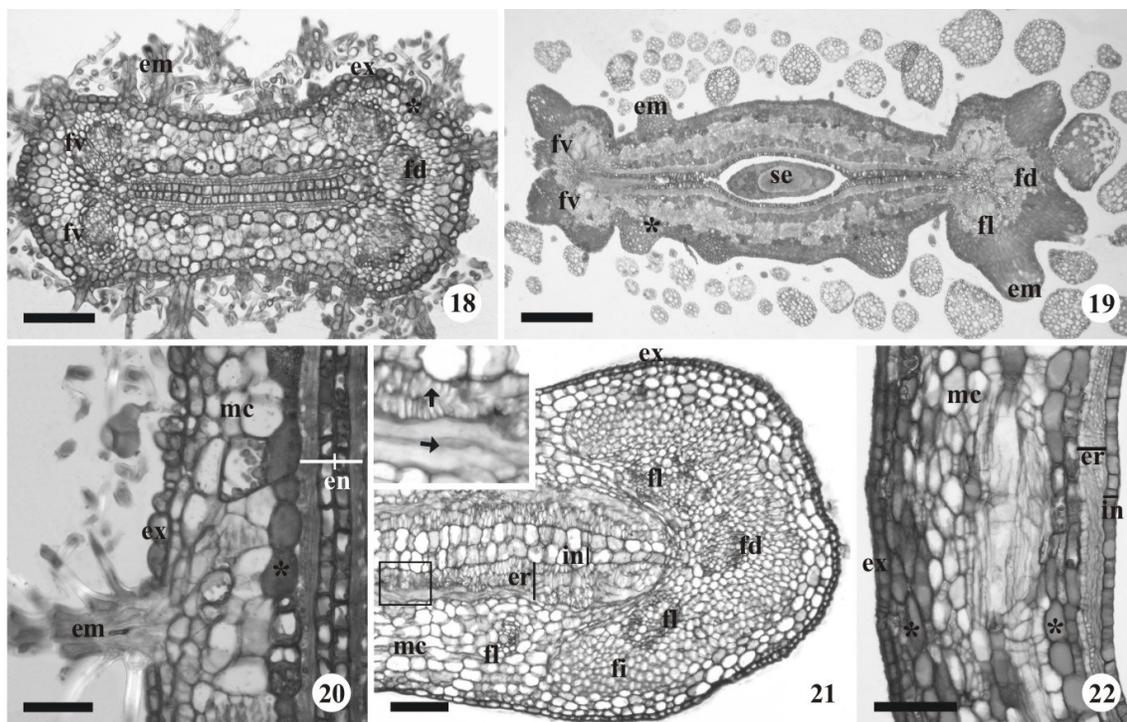
FIGURAS



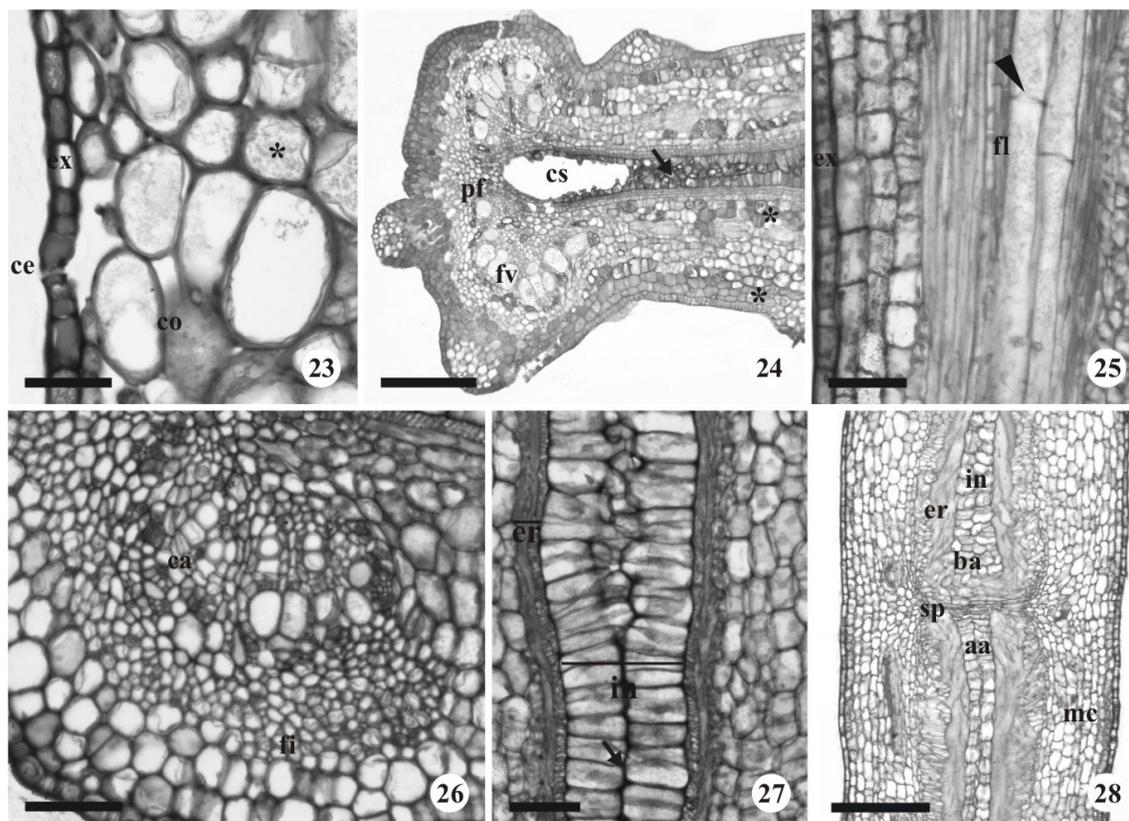
Figuras 1-7. Estrutura ovariana (estádio I). *Mimosa daleoides* Benth. (2), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (4-7) e *Mimosa orthacantha* Benth. (1, 3). Secções longitudinais (1-3, 7), secções transversais (4-6). 1. Vista geral do ovário estipitado. 2-3. Detalhes da parede ovariana, respectivamente com e sem emergências em formação. 4. Aspecto da região de sutura do carpelo (seta) em ovário de botão floral. 5-6. Respectivamente, região ventral e dorsal; notar feixes colaterais com idioblastos secretores (ponta de seta). 7. Parede ovariana com idioblastos secretores alinhados longitudinalmente (ponta de seta: parede entre dois idioblastos). (cp: cordão procambial, ee: epiderme externa, ei: epiderme interna, em: emergência, et: estípite, fd: feixe dorsal, fl: feixe lateral, fv: feixe ventral, me: mesofilo, ov: óvulo, pl: placenta, *: conteúdo fenólico). Barras: 125 μm (1), 20 μm (2), 25 μm (3, 7), 50 μm (4-6).



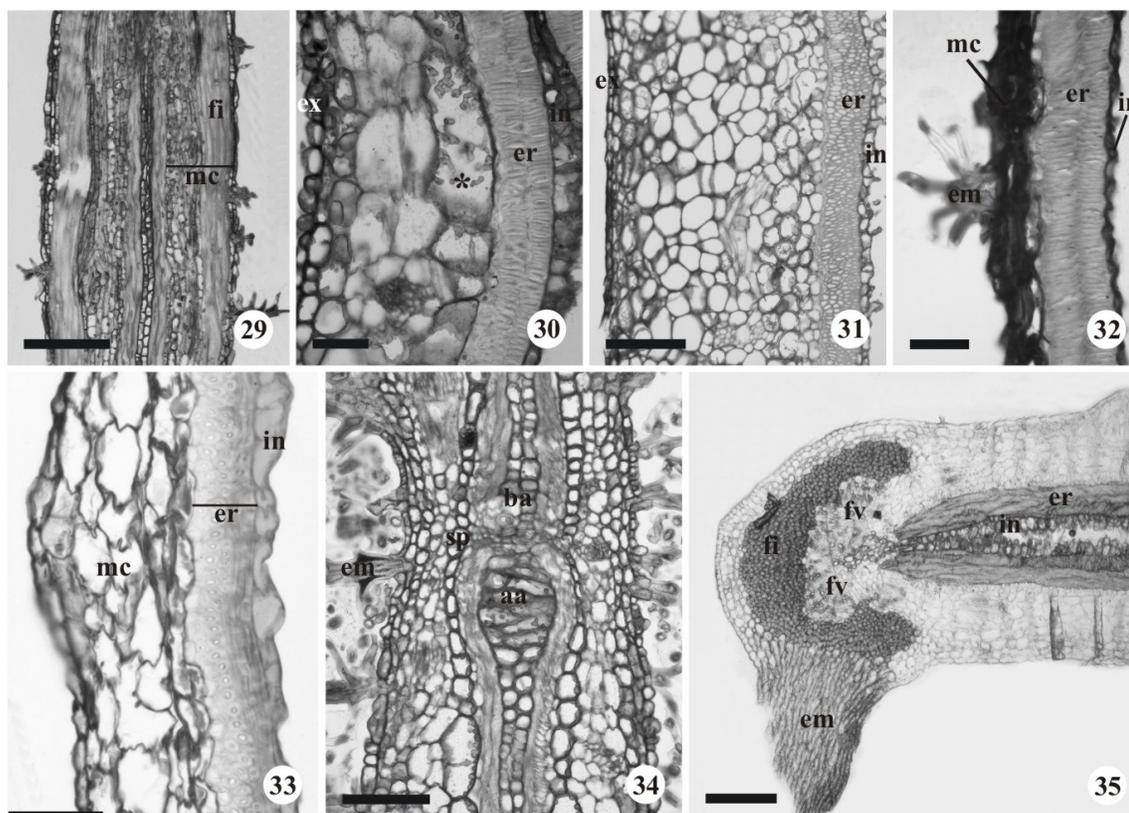
Figuras 8-17. Estádio II. *Mimosa daleoides* Benth. (10-11), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (9, 12-15) e *Mimosa orthacantha* Benth. (8, 16-17). Seções longitudinais (9-10, 12-13, 15, 17), seções transversais (8, 11, 14, 16). 8. Pericarpo com emergência e tricoma glandular em formação. 9. Fruto com emergências acrópetas. 10. Pericarpo com emergências perpendiculares; notar região mediana do mesocarpo com células em divisão (seta) e o meristema adaxial. 11-12. Tricomas glandulares com porção secretora unicelular e multicelular respectivamente. 13. Detalhe da região lateral do fruto; notar as emergências em formação, o mesocarpo com divisões (seta) e a instalação do meristema adaxial. 14. Pericarpo com cristais, idioblastos secretores de um feixe lateral alinhados e meristema adaxial instalado. 15. Formação de canais secretores; observar parede sendo reabsorvida entre dois idioblastos secretores (ponta de seta). 16. Vista geral pericarpo; observar a descontinuidade do endocarpo nas regiões ventral e dorsal (dupla ponta de seta). 17. Detalhe da formação dos falsos septos transversais. (cr: cristal, em: emergência, en: endocarpo, ex: exocarpo, fd: feixe dorsal, fl: feixe lateral, fv: feixe ventral, is: idioblasto secretor, ma: meristema adaxial, mc: mesocarpo, se: semente, sp: falso septo, tg: tricoma glandular, *: conteúdo fenólico). Barras: 50 μ m (8, 10-15), 200 μ m (9), 100 μ m (16-17).



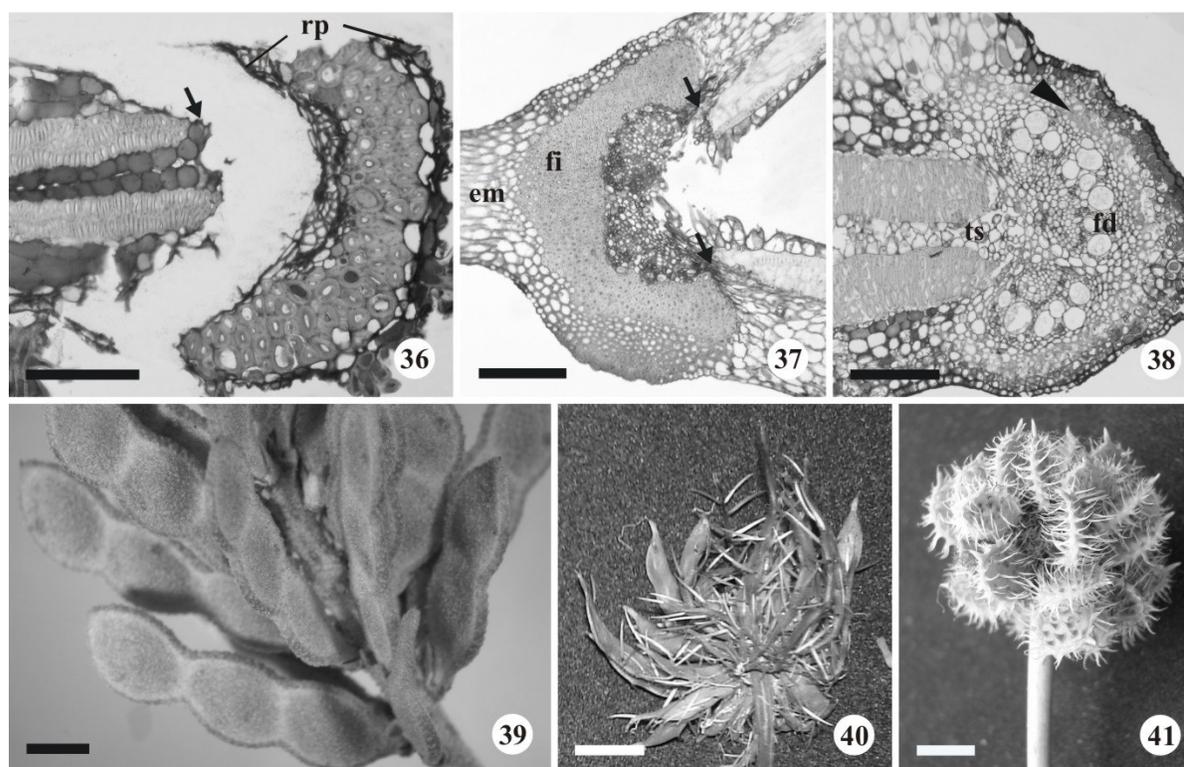
Figuras 18-22. Estádio III. *Mimosa daleoides* Benth. (18, 20), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (19, 22), *Mimosa orthacantha* Benth. (21). Secção longitudinal (20), secções transversais (18-19, 21-22). 18-19. Frutos com emergências dendríticas e espiniformes respectivamente. 20. Detalhe do pericarpo com parede periclinal externa do exocarpo convexa e emergência dendrítica. 21. Região dorsal, com formação de esclerênquima externo aos feixes; no destaque, notar o alongamento das células do endocarpo externo (as setas indicam os sentidos). 22. Pericarpo com estratificação do mesocarpo e endocarpo dividido em porção externa e interna. (em: emergência, en: endocarpo, er: endocarpo externo, ex: exocarpo, fd: feixe dorsal, fi: fibras, fl: feixe lateral, fv: feixe ventral, in: endocarpo interno, mc: mesocarpo, se: semente, *: conteúdo fenólico). Barras: 100 μ m (18, 21-22), 250 μ m (19), 50 μ m (20).



Figuras 23-28. Estádio III. *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (23-24) e *Mimosa orthacantha* Benth. (25-28). Secções longitudinais (23, 25, 28), secções transversais (24, 26-27). 23. Detalhe do exocarpo, evidenciando um estômato, e de parte do mesocarpo, com células colenquimatosas. 24. Região ventral; notar estratificação do mesocarpo e presença de tricomas endocárpicos internos (seta). 25. Detalhe de feixe lateral com canais secretores (ponta de seta: parede em reabsorção). 26. Detalhe de um feixe ventral, destacando o câmbio. 27. Endocarpo das duas valvas no falso septo, evidenciando o coalescimento (seta). 28. Região de falso septo com as células do endocarpo externo em lignificação. (aa: ápice do artículo, ba: base do artículo, ce: complexo estomático, co: célula colenquimatosa, cs: cavidade seminal, ca: câmbio, er: endocarpo externo, ex: exocarpo, fi: fibras, fl: feixe lateral, fv: feixe ventral, in: endocarpo interno, mc: mesocarpo, pf: parênquima fundamental, sp: falso septo, *: conteúdo fenólico). Barras: 50 μ m (23, 25-27), 200 μ m (24, 28).



Figuras 29-35. Estádio IV. *Mimosa daleoides* Benth. (29-30, 32, 34), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (31) e *Mimosa orthacantha* Benth. (33, 35). Secções longitudinais (29, 34), secções transversais (30-33, 35). 29. Região basal de artícuo. 30-31. Pericarpo próximo à maturidade. 32-33. Região lateral de pericarpo seco e deiscente. 34. Região de falso septo. 35. Região ventral do fruto próximo à maturidade após reação que evidencia tecidos lignificados. (aa: ápice do artícuo, ba: base do artícuo, em: emergência, er: endocarpo externo, ex: exocarpo, fi: fibras, fv: feixe ventral, in: endocarpo interno, mc: mesocarpo, sp: falso septo, *: conteúdo fenólico). Barras: 200 μm (29, 31), 50 μm (30, 32-33), 100 μm (34), 250 μm (35).



Figuras 36-41. Estádio IV. *Mimosa daleoides* Benth. (36, 39), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (38, 41) e *Mimosa orthacantha* Benth. (37, 40). Secções transversais (36-38). 36. Região dorsal separada do restante do pericarpo, formando o replum (seta: local de separação). 37. Região ventral do pericarpo próximo à deiscência (setas: início de formação do replum). 38. Região dorsal do pericarpo; notar poucas células lignificadas externamente aos feixes (ponta de seta) e parênquima de separação. 39-41. Aspecto geral dos frutos maduros. 39. Racemo com craspédios. 40. Glomérulo de craspédios. 41. Glomérulo de legumes. (em: emergência, fd: feixe dorsal, fi: fibras, rp: replum, ts: tecido de separação). Barras: 100 μ m (36), 200 μ m (37-38), 2 mm (39), 6 mm (40), 5 mm (41).

CAPÍTULO II

Análise ontogenética das sementes de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth. (Fabaceae, Mimosoideae)

Maísa Carvalho Iwazaki⁴ e Denise Maria Trombert Oliveira^{5,6}

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, C. Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, C. Postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

³ Autor para correspondência: dmtoliveira@icb.ufmg.br

RESUMO – (Análise ontogenética das sementes de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth. (Fabaceae, Mimosoideae)). Sementes de *Mimosa daleoides*, *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* foram analisadas morfoanatômica e ontogeneticamente, por meio de técnicas usuais em microscopia de luz. O óvulo, de placentação sutural, é bitegmentado e anátropo, tendendo a campilótropo em *M. daleoides*. Os tegumentos são bisseriados, com micrópila em ziguezague em *M. daleoides* e reta nas demais. Após a fecundação, divisões celulares ocorrem principalmente na mesotesta; o tégmen mostra células vacuoladas, consumidas durante o desenvolvimento. A exotesta apresenta alongamento radial e o restante do tegumento mostra células parenquimáticas em início de espessamento parietal. O nucelo persiste até próximo à maturidade. O endosperma é do tipo nuclear, havendo posterior celularização. Na maturidade, as sementes são testais e unitegmentadas, com estrutura típica de Fabaceae, exibindo exotesta paliçádica com linha lúcida mediana, células em ampulheta e diversas camadas parenquimáticas; toda a testa apresenta paredes celulares espessas, impregnadas por substâncias pécticas. A reserva do endosperma é de natureza péctica, localizada nas paredes celulares. O embrião é reto, com eixo embrionário cilíndrico em *M. orthacantha* e levemente elíptico nas demais; a plúmula é diferenciada nas três espécies. Os cotilédones têm mesofilo com tendência dorsiventral e idioblastos cristalíferos. A superfície da semente exhibe pleurograma aberto na porção micropilar, que, anatomicamente, exhibe alteração somente na camada paliçádica.

Palavras-chave: morfologia, anatomia, ontogênese, tegumento, embrião

Introdução

Fabaceae (= Leguminosae) é tradicionalmente dividida em três subfamílias, Caesalpinioideae, Faboideae (= Papilionoideae) e Mimosoideae (Polhill *et al.* 1981; Barroso *et al.* 1984; 1999; Judd *et al.* 1999) e compreende 730 gêneros e 19.400 espécies (Stevens 2006). É a terceira maior família entre as Angiospermas, superada em número de espécies por Asteraceae e Orchidaceae (Polhill *et al.* 1981; Gunn 1984; Judd *et al.* 1999) e a segunda em importância econômica, superada apenas por Poaceae (Gunn 1984).

No Brasil, são registrados 200 gêneros e 1.500 espécies de leguminosas, com representantes de portes diversos, variando desde ervas pequenas e efêmeras em campos até grandes espécies florestais (Polhill *et al.* 1981).

Mimosoideae apresenta 82 gêneros e 3.275 espécies (Stevens 2006), que habitam regiões variando de tropicais a subtropicais, além de zonas temperadas. Segundo levantamento feito por Mendonça *et al.* (1998), em regiões de cerrado, *Mimosa* L. é o gênero

mais abundante da subfamília, com 97 espécies registradas. Mais recentemente, Simon & Proença (2000) registraram 189 espécies do gênero nesse bioma, quase metade delas endêmicas.

As sementes de Fabaceae, segundo Corner (1951; 1976), provêm de óvulo anátropo ou campilótropo, bitegumentado, com nucelo bem desenvolvido e que é consumido ao longo do desenvolvimento. As sementes são unitegumentadas e a anatomia da testa exhibe um padrão praticamente constante entre as espécies, com exotesta constituída por uma camada de células em paliçada e mesotesta dividida em hipoderme de células em ampulheta e o restante com células aerenquimáticas, de paredes espessadas, podendo ou não diferenciar, mais internamente no tegumento, uma camada adicional de células em ampulheta (Corner 1951; 1976; Gunn 1981a). O tégmen não é multiplicativo e encontra-se consumido ou comprimido na semente madura (Corner 1951; 1976).

De acordo com Gunn (1981a), De Candolle, em 1825, dividiu Fabaceae em dois grupos, Curvembriae e Rectembriae, baseando-se em observações do eixo embrionário. Já nesta época, De Candolle anunciou que as sementes de Fabaceae podem ter grande valor na sistemática.

Von Teichman & Van Wyk (1991) afirmaram que o óvulo e a semente, com suas peculiaridades estruturais, têm valor significativo na classificação taxonômica, especialmente porque, assim como os frutos, sementes apresentam pequena plasticidade fenotípica. O mesmo foi destacado por Gunn (1981b) para sementes de Fabaceae. Contudo, poucos estudos ontogenéticos são conhecidos, especialmente de espécies tropicais, o que dificulta a análise de caracteres transitórios, que podem ser importantes para o esclarecimento de aspectos evolutivos.

Além disso, sabe-se que grande parte das sementes de leguminosas são impermeáveis à água (Quinlivan 1971), resistindo por longos períodos em bancos de sementes, o que, especialmente para espécies de *Mimosa*, potencializa o caráter invasor registrado na literatura. *Mimosa pigra* L., por exemplo, é uma espécie da América tropical, que causa grandes problemas na Austrália, dominando grandes áreas e, conseqüentemente, diminuindo a biodiversidade local (Steinbauer *et al.* 2000; Paynter 2005; Ostermeyer & Grace 2007).

Levando em consideração a relevância dos estudos estruturais das sementes, sua importância para a taxonomia e a escassez de pesquisas de natureza estrutural com espécies de *Mimosa*, o presente trabalho tem como objetivo analisar morfoanatômica e ontogeneticamente as sementes de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii*

(Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth. Estas espécies são comuns nos cerrados de São Paulo, Brasil, e caracterizam-se pela grande produção anual de frutos e sementes.

Material e métodos

Botões florais, flores e frutos em várias fases de desenvolvimento foram coletados no município de Botucatu, São Paulo, sendo *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* nas margens da rodovia Gastão dal Farra, entre os quilômetros cinco e sete (22°56' S; 48°26' W) e *M. dolens* var. *anisitsii* na margem da ferrovia que passa pelo distrito de Rubião Junior no referido município (22°53' S e 48°29' W). Após fracionamento, o material foi fixado em FAA 50 (Johansen 1940) e mantido em álcool 70% (Jensen 1962). Exsiccatas foram incluídas no Herbário "Irina D. Gemtchujnicov" (BOTU), do Departamento de Botânica, UNESP, Câmpus de Botucatu, sob os seguintes registros: 20.556 (*M. daleoides* Benth.), 19.497 (*M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby) e 19.374 (*M. orthacantha* Benth.).

Para análise anatômica, o material foi desidratado em série etílica, incluído em metacrilato Leica[®] (de acordo com as indicações do fabricante), seccionado em micrótomo de rotação com cerca de 9 µm de espessura, corado com azul de toluidina 0,05% em pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montado entre lâmina e lamínula com Entellan[®].

Também foram realizados testes histoquímicos para a detecção dos seguintes compostos: polissacarídeos e pectinas, com vermelho de rutênio (Jensen 1962); ligninas, com floroglucinol acrescido de ácido clorídrico; substâncias lipídicas, com Sudan IV; reserva amilácea, com lugol; compostos fenólicos pelo cloreto férrico acrescido de carbonato de sódio (Johansen 1940); e proteínas gerais com azul mercúrio de bromofenol (Mazia *et al.* 1953).

Amostras com 50 sementes de cada espécie foram tomadas para mensurações com auxílio de paquímetro para análise morfométrica comparativa.

Para a descrição dos resultados, adotou-se a terminologia proposta por Martin (1946), Corner (1951; 1976), Gunn (1981a; 1984), Werker (1997), Barroso *et al.* (1999) e para diferenciação da plúmula, a nomenclatura proposta por Oliveira (1999).

Após a análise dos resultados em microscopia de luz com ou sem polarizador e sob estereomicroscópio, os resultados foram documentados por meio de fotografias e desenhos em câmara clara, acompanhados das escalas correspondentes.

Resultados

Óvulo - *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha* apresentam três a cinco óvulos por ovário e *M. dolens* var. *anisitsii* dois a quatro. Os óvulos estão ligados à parede ovariana por funículo

curto e dispostos em placentação sutural (Fig. 1). São crassinucelados, bitegmentados e anátropos (Fig. 2), porém, nota-se uma leve tendência à campilotropia em *M. daleoides*, em que o comprimento da região rafeal é menor que a anti-rafe (Fig. 3).

O tegumento externo e o interno são bisseriados nas três espécies, entretanto, nas regiões próximas à calaza e à micrópila, uma terceira camada pode ser observada no tegumento externo principalmente de *Mimosa daleoides* (Fig. 3). São formados por células pequenas, cubóides, com núcleos evidentes, estando revestidos por cutícula delgada que os delimita. Conteúdo fenólico foi observado na epiderme externa do tegumento externo das três espécies (Fig. 1-2, 4).

No botão floral, o tegumento interno mostra-se mais curto em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* (Fig. 5). No entanto, na antese, a micrópila passa a ser delimitada pelos dois tegumentos, apresentando o exóstoma e o endóstoma em ziguezague em *M. daleoides* (Fig. 3) e em linha reta nas outras espécies (Fig. 2).

O nucelo é parenquimático, com cerca de duas camadas de células, mais amplo na região calazal (Fig. 4) e o megagametofito é central (Fig. 3-4). A hipóstase é discreta e foi observada em todas as espécies, persistindo também no início do desenvolvimento da semente (Fig. 4), representada pela presença de compostos fenólicos nas paredes celulares entre o nucelo e a calaza.

A vascularização é representada por cordão procambial ainda na antese, o qual atravessa a rafe e parte da anti-rafe.

Semente em desenvolvimento - Com o desenvolvimento da semente, a primeira modificação observada é o alongamento do funículo. Poucas divisões celulares, nos vários planos, iniciam-se no tegumento externo; divisões periclinais prevalecem nas regiões interna da mesotesta (Fig. 6-7). Há proliferação de células da mesotesta na região rafeal, em direção ao nucelo, e próximo à micrópila, principalmente em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, fazendo com que estas sementes se alonguem no sentido longitudinal com maior intensidade que *M. daleoides*. Muitos idioblastos fenólicos estão dispersos pela mesotesta das três espécies ao longo do desenvolvimento (Fig. 8).

No início do desenvolvimento, o feixe rafeal do tipo colateral atravessa a calaza e se estende até próximo à micrópila, sem alcançá-la.

No tégmen, as células tornam-se menos densas e sem núcleo visível. Essas características ficam evidentes no exotégmen primeiramente, e depois envolvem o

endotégmen (Fig. 7-8). Suas células vão sendo comprimidas, exceto junto ao endóstoma, onde as duas camadas permanecem nítidas (Fig. 6).

Concomitantemente, o nucelo de *Mimosa dolens* var. *anisitsii* apresenta algumas divisões celulares, principalmente na epiderme (Fig. 9). Em todas as espécies estudadas, parte do nucelo persiste durante o desenvolvimento da semente, embora endosperma do tipo nuclear comece a se desenvolver (Fig. 8, 10).

Próximo ao final do desenvolvimento, observa-se alongamento radial das células da exotesta que, nas três espécies, inicia-se pela região rafeal e próximo à micropila (Fig. 11-12). A hipoderme é constituída por células maiores e mais vacuoladas (Fig. 13).

O nucelo, nesse estágio, é restrito à região periférica, adjacente aos tegumentos, enquanto que o endosperma apresenta celularização (Fig. 14-15), permanecendo em torno do embrião. Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, a celularização começa ao mesmo tempo em que a exotesta inicia seu alongamento radial e o embrião apresenta-se em torpedo na primeira espécie (Fig. 15) e ainda globular na segunda. Em *M. daleoides*, a celularização ocorre quando a exotesta já se encontra alongada radialmente e o embrião apresenta os cotilédones em início de alongamento (Fig. 14).

Fase de maturação – Na testa, observam-se, inicialmente, espessamentos de natureza péctica nas paredes periclinais externa e interna, com o núcleo permanecendo visível. A endotesta se torna indistinguível da mesotesta nas três espécies. Na maturidade, as três espécies apresentam padrão anatômico semelhante. A exotesta exhibe células paliçádicas, radialmente alongadas, sem lignificação, mas com espessamentos pécticos nas paredes celulares e compostos fenólicos nos vacúolos; o lume é reduzido e restrito à base da célula (Fig. 16-21). O pleurograma é visualizado como uma interrupção restrita à exotesta (Fig. 17). Externamente à paliçada, observa-se um estrato mucilaginoso amorfo (Fig. 19-20). A exotesta é marcada pela presença da linha lúcida, visível nas espécies em estudo em posição mediana (Fig. 16-17, 21).

Internamente à paliçada, a camada mais externa da mesotesta é constituída por células em ampulheta, também de paredes celulares espessadas por substâncias pécticas (Fig. 16-17); esta camada é marcada por espaços intercelulares, além de acúmulo de substâncias fenólicas nos vacúolos. Em *Mimosa daleoides* estas células estão ausentes na região calazal e micropilar (Fig. 18); em *M. dolens* var. *anisitsii*, estão levemente diferenciadas na porção calazal (Fig. 21) e presentes na micropilar (Fig. 19); e por fim, em *M. orthacantha*, nas regiões calazal e micropilar, estas células são reduzidas e com espaços intercelulares

inconspícuos (Fig. 20). O restante da mesotesta é parenquimática, com paredes impregnadas por pectatos e com campos de pontoação primários, apresentando, na região lateral da semente, cerca de três camadas em *M. daleoides* (Fig. 16) e *M. orthacantha* (Fig. 17) e sete em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 21). Os feixes rafeal e anti-rafeal são do tipo colateral para as três espécies.

Com a compressão do tégmen ao longo do desenvolvimento, ele é totalmente reabsorvido.

O endosperma é persistente e apresenta-se com aspecto vítreo, reduzido e visível a olho nu (Fig. 22-24). As reservas são pécticas e estão impregnadas nas paredes celulares espessadas e, ao embeber, o endosperma mostra-se gelatinoso.

O embrião, de coloração amarelada, apresenta-se composto por dois cotilédones planos e foliáceos (Fig. 22-24), eixo embrionário reto e curto (Fig. 24), com a extremidade radicular exposta (Fig. 25). O eixo embrionário é levemente elíptico em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 30) e cilíndrico em *M. orthacantha* (Fig. 31), com protoderme glabra, unisseriada, com células de conteúdo denso e levemente alongadas radialmente em vista longitudinal (Fig. 32). Tricomas são observados na região do nó cotiledonar de *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 37). As regiões cortical e medular estão preenchidas pelo meristema fundamental (Fig. 32-34, 36-38) e o procâmbio não apresenta grande grau de diferenciação, notam-se apenas células alongadas longitudinalmente (Fig. 37-38).

O epicótilo não se apresenta alongado e a plúmula das três espécies mostra-se diferenciada. Em *Mimosa daleoides*, a ráquis não se distingue do pecíolo, porém notam-se protuberâncias diversas e o segundo eofilo em formação (Fig. 36); em *M. dolens* var. *anisitsii*, os folíolos estão iniciando o alongamento e a ráquis mostra-se levemente alongada (Fig. 37); e para *M. orthacantha*, a ráquis encontra-se alongada e com cerca de cinco folíolos se expandindo, além dos demais eofilos já estarem em formação (Fig. 38), está é a espécie com maior grau de diferenciação da plúmula.

Os cotilédones das três espécies apresentam protoderme unisseriada e meristema fundamental com duas camadas voltadas para a face adaxial de células que tendem a paliçádicas e o restante mostra células parenquimáticas com espaços intercelulares; apresentam, portanto, tendência dorsiventral. Na protoderme da face adaxial, notam-se células levemente alongadas tangencialmente. Foram registradas muitas drusas no meristema fundamental, além de cordões procambiais (Fig. 35) e proplastídeos nas três espécies; a reserva dos cotilédones constitui-se essencialmente de proteínas.

As sementes de *Mimosa daleoides* apresentam a relação comprimento, largura e espessura de 2,6 x 2,0 x 1,0 mm, *M. dolens* var. *anisitsii* tem 4,0 x 2,9 x 1,2 mm e *M. orthacantha* 3,6 x 2,7 x 1,1 mm. São sementes escuras, monocromáticas, de pretas a acinzentadas, com testa rígida; a superfície é variável, sendo negra, brilhante e lisa em *M. daleoides*; negra, brilhante ou não e com escamações pela superfície em *M. dolens* var. *anisitsii*; e de cor cinza, opaca e levemente áspera em *M. orthacantha*. O formato das sementes é obovado, com região micropilar acunhada e calaza obtusa nas três espécies, sendo mais simétricas em *M. orthacantha* (Fig. 26-28).

Na dispersão, o longo funículo desprende-se da semente, expondo o hilo. O pleurograma é aberto na região micropilar e tem contorno assimétrico (Fig. 26-28), quase indistinguível em *Mimosa daleoides* e sem diferença de coloração entre as regiões interna e externa nas três espécies. A micrópila é inconspícua, o hilo é puntiforme e a lente aparece como uma pequena protuberância, de coloração levemente amarronzada em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 29) e *M. orthacantha*, e quase imperceptível em *M. daleoides*.

Discussão

Grande parte das generalizações morfológicas e estruturais sobre sementes de Fabaceae foram feitas por Corner (1951; 1976), Gunn (1981a) e Barroso *et al.* (1999). Tais estudos vêm verificando que as sementes de Mimosoideae são semelhantes às de Caesalpinioideae e, em contrapartida, ambas diferem bastante das Faboideae. As principais diferenças referem-se à simetria das sementes, com formato geralmente constante entre as Mimosoideae e Caesalpinioideae, e assimétricas entre as Faboideae; ao hilo e à micrópila desenvolvidos em Faboideae e como simples pontos ou mesmo indistinguíveis nas demais; à presença de pleurograma em Mimosoideae e Caesalpinioideae; além da válvula higroscópica na região sub-hilar de Faboideae (Corner 1951; 1976; Gunn 1981a). As sementes das espécies em estudo são simétricas, obovadas, com hilo reduzido, visível apenas sob aumento; a micrópila é imperceptível e o pleurograma evidente, corroborando as generalizações apresentadas para Mimosoideae.

Em relação a Mimosoideae, Corner (1951) descreveu que as sementes provêm de óvulos bitegmentados, com o tegumento externo formado por três a cinco camadas de células e o interno por duas ou três. Nas três espécies analisadas, ambos os tegumentos são bisseriados inicialmente, com algumas regiões no tegumento externo exibindo mais de duas camadas. O nucelo, segundo o referido autor, é bem desenvolvido e consumido após a fecundação, divergindo, em parte, do encontrado no presente trabalho, onde o consumo do

nucelo ocorre somente no final do desenvolvimento seminal. Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, são registradas, ainda, células em divisão principalmente na epiderme do nucelo, provavelmente aumentando seu papel como reserva acessória durante a embriogênese.

Segundo Corner (1951; 1976), Isely (1955) e Kopooshian & Isely (1966), os óvulos e sementes de Mimosoideae são anátropos. No entanto, este trabalho registra, para *Mimosa daleoides*, uma pequena alteração nesse caráter; verifica-se que a região anti-rafeal é mais longa que a região rafeal; de acordo com Bouman & Boesewinkel (1991), quando a anti-rafe torna-se convexa, formando a maior parte da circunferência, têm-se óvulos e/ou sementes campilótropos. Entretanto, segundo os mesmos autores, a campilotropia também se reflete na morfologia interna, já que a base do nucelo, o megagametofito e o ápice nucelar não se posicionam em linha reta, resultando em megagametofito e, conseqüentemente, em embrião curvos. Essa alteração interna, contudo, não é evidenciada em *M. daleoides*; conclui-se, portanto, que o óvulo dessa espécie é realmente anátropo, com nucelo reto e apenas tendência a campilotropia. Variação similar foi registrada para *Inga fagifolia* Willd. (Mimosoideae) por Oliveira & Beltrati (1993).

A literatura registra um padrão de vascularização dos óvulos e sementes de Mimosoideae, em que o feixe parte do funículo, alcança a calaza e, após a fecundação, projeta-se até próximo da micrópila (Corner 1951; 1976; Kopooshian & Isely 1966), o que é corroborado pela análise das espécies em estudo.

De modo geral, as sementes aqui analisadas seguem o padrão estrutural descrito por Corner (1951; 1976) e Gunn (1981a) para as Fabaceae. São sementes exotestais, revestidas por estrato mucilaginoso e cutícula, com endosperma nuclear, calaza simples e funículo longo e resistente. Nas espécies de *Mimosa* em estudo, todas essas características foram observadas, embora o funículo longo desprenda-se da semente na maturidade.

Verificou-se que a hipoderme composta por células em ampulheta pode estar ausente em algumas regiões, como nas porções calazal e micropilar de *Mimosa daleoides*, ou mesmo pouco diferenciadas, como registrada na região calazal de *M. dolens* var. *anisitsii*, ou ainda inconspícuas nesses dois pólos em *M. orthacantha*. Corner (1951) descreveu que elas também podem faltar nas porções rafeal e anti-rafeal, caráter não foi detectado nas espécies estudadas.

Com relação à morfologia externa, relata-se que as espécies de *Mimosa* estudadas apresentam tegumento rígido, de cor escura e monocromática. Segundo Werker (1997), os compostos mais comuns responsáveis pela coloração preta ou marrom do tegumento são os fenólicos e seus derivados; testes histoquímicos revelaram que compostos dessa natureza

estão amplamente presentes na testa das espécies em estudo, devendo ser os responsáveis por sua coloração.

Dentre as características típicas de Mimosoideae, destaca-se o pleurograma aberto ou incompleto, percorrendo três quartos da semente, de acordo com a denominação de Gunn (1981a), ou como pleurograma apicobasal, segundo Lima (1985). Independente da nomenclatura adotada, as espécies de *Mimosa* avaliadas apresentam o pleurograma típico da subfamília, inclusive por restringir-se a uma fenda na camada paliádica, sem qualquer variação adicional (Corner 1951; 1976).

O tamanho das sementes de *Mimosa* é variável e, segundo Gunn (1984), que analisou 60 espécies do gênero, apresenta a relação comprimento x largura x espessura de 2,3 a 9 x 1,5 a 8 x 2 a 3 mm. Em comparação com as sementes estudadas, apenas a medida de espessura de duas delas não se enquadra na descrição acima (*M. daleoides* apresenta, em média, de 1 mm de espessura e *M. orthacantha* tem 1,1 mm). Embora adotados por vários autores, dados morfológicos apresentam valor taxonômico questionável em função da grande variabilidade; porém, o valor ecológico dessas informações é relevante, pois podem oferecer dados que levam ao tipo de dispersão e aos dispersores (Oliveira & Beltrati 1994).

O tegumento das sementes é principal modulador de interações entre as estruturas internas e o meio externo (Souza & Marcos-Filho 2001). A compreensão das características morfológicas e anatômicas, segundo os autores supracitados, pode contribuir para se explicar, prever ou mesmo permitir alterações ou manipulações permanentes, por meio de melhoramento genético, da performance das sementes sob certas condições ambientais. *Mimosa*, apesar de não ter importância econômica destacada positivamente, apresenta muitas espécies invasoras de culturas. Por isso, a compreensão da estrutura de sua semente, formas de dispersão, tempo e época de germinação, estrutura das plântulas e plantas jovens e das espécies que possivelmente se relacionam com *Mimosa*, principalmente predadores, é de extrema importância e pode contribuir para o controle natural de espécies prejudiciais.

Os embriões foram amplamente estudados por Martín (1946), que propôs uma classificação que envolve, além do embrião, as reservas extra-embriônicas. De acordo com esta classificação, os embriões das espécies em foco são dominantes, ou seja, suas dimensões prevalecem sobre as do endosperma, e enquadram-se no tipo axial e invaginado.

Dentre as espécies estudadas, a plúmula mostra maior grau de diferenciação em *M. orthacantha*. Na tribo Mimoseae, entretanto, a variação pode ser ainda maior, como ocorre em *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, estudada por Oliveira (1999), que exibe numerosos folíolos multifoliolulados, com ráquis, estípulas e estípelas bem diferenciados.

Gunn (1984) foi quem inicialmente reconheceu e ilustrou os tipos de plúmulas em Mimosoideae, classificando-as em três tipos: bem desenvolvidas, moderadamente desenvolvidas e rudimentares. Para *Mimosa*, o autor descreve que a plúmula pode variar de moderadamente desenvolvida a bem desenvolvida. Oliveira (1999), entretanto, propôs uma classificação em quatro tipos, que são: plúmula indiferenciada, onde não é possível visualizar nenhum primórdio plumular; plúmula rudimentar, com um pequeno relevo acima da inserção dos cotilédones; plúmula pouco diferenciada, com partições ou reentrâncias presentes no primórdio plumular, sem, entretanto, exibir primórdios foliares; e plúmula diferenciada, quando há primórdios foliares distinguíveis. Baseada nessa última classificação, as plúmulas das três espécies do presente trabalho são todas diferenciadas, com grau de desenvolvimento variado entre elas. Segundo Lima (1985), mais estudos descritivos da plúmula de Mimosoideae devem ser feitos, pois essa estrutura apresenta potencial taxonômico, podendo caracterizar grupos de espécies ou até mesmo espécies em si.

De modo geral, conclui-se que, apesar de seguirem o padrão estrutural típico das sementes de Mimosoideae, *Mimosa* merece mais estudos, principalmente relacionados à dispersão, à estrutura da plúmula, à germinação, ao estabelecimento de plântulas e a dados que, em geral, forneçam base para uma identificação precoce de espécies desse gênero.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado de M.C. Iwazaki e pela bolsa de produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à FAPESP-Programa BIOTA (Proc. 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; e a M.Sc. Valquíria Ferreira Dutra, pela identificação das espécies.

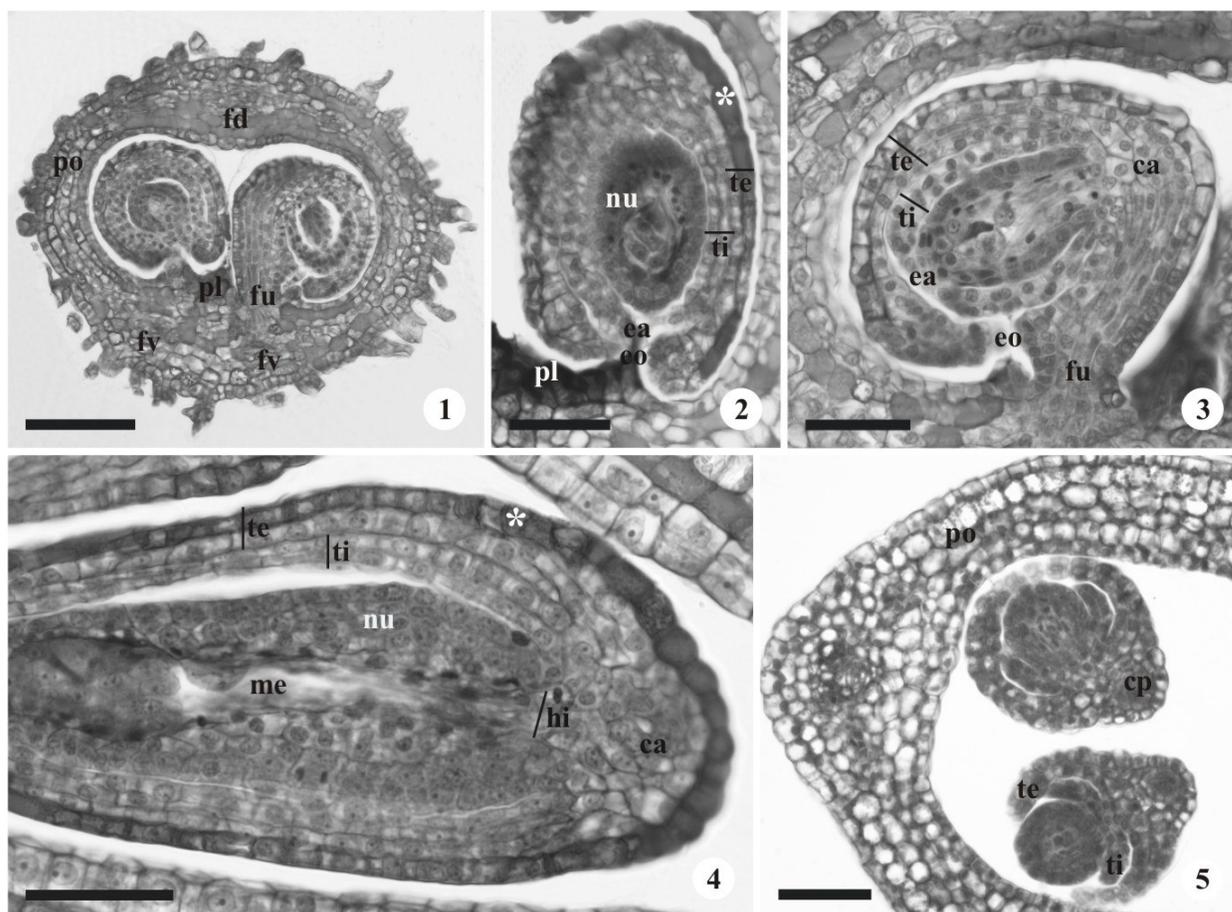
Referências Bibliográficas

- Barroso, G.M.; Morin, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa, Editora UFV.
- Barroso, G.M.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Guimarães, E.F. & Lima, H.C. 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.2. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa.
- Bouman, F. & Boesewinkel, F.D. 1991. The campylotropous ovules and seeds, their structure and functions. **Botanische Jahrbucher fur Systematik** 113(2-3): 255-270.
- Corner, E.J.H. 1951. The leguminous seed. **Phytomorphology** 1: 117-150.
- Corner, E.J.H. 1976. **The seeds of dicotyledons**. v.1. Cambridge, University Press.

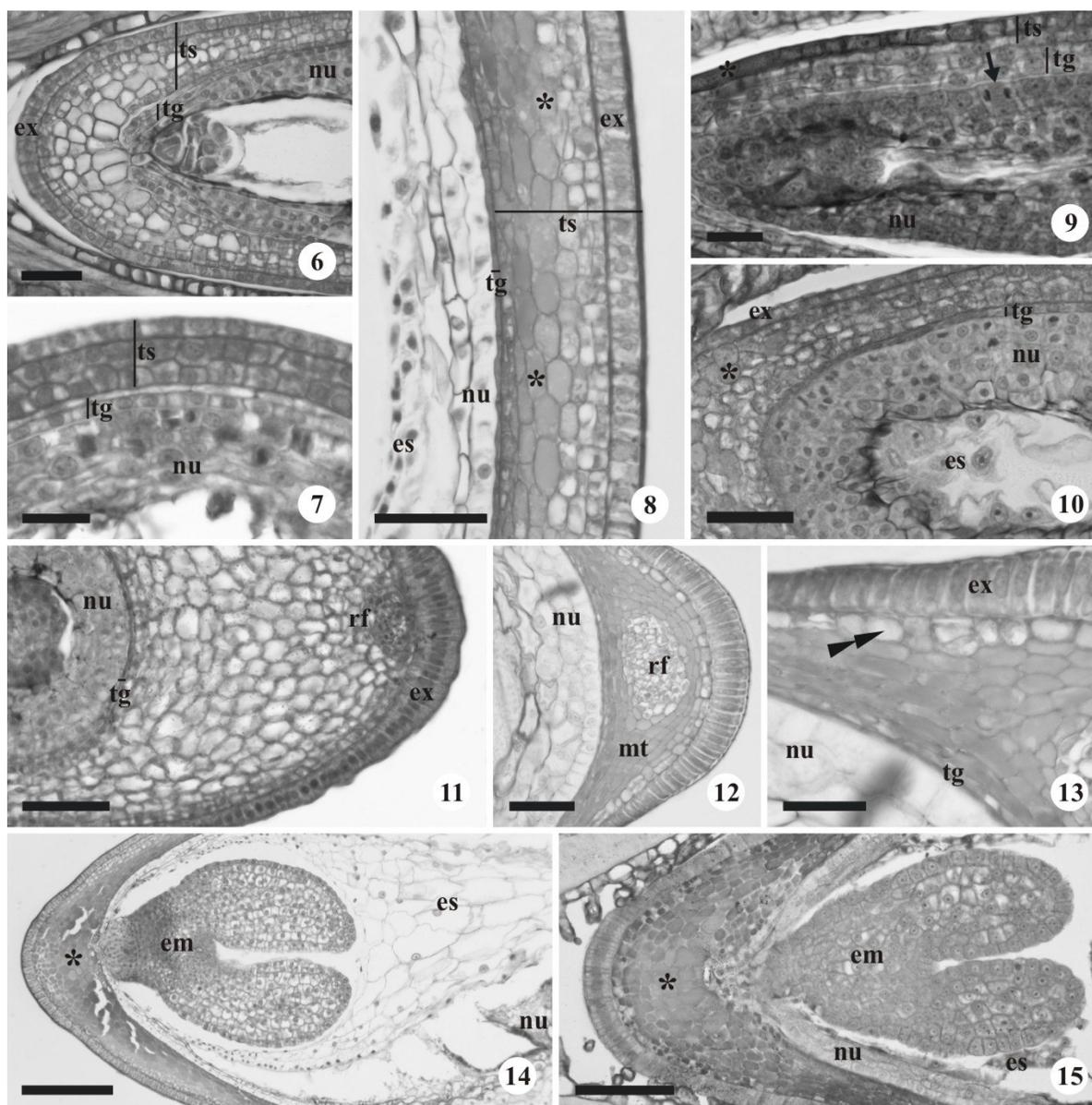
- Gunn, C.R. 1981a. Seeds of Leguminosae. Pp. 913-925. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Gunn, C.R. 1981b. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science and Technology** **9**: 737-757.
- Gunn, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). **Technical Bulletin 1681**: 1-194.
- Isely, D. 1955. Observations on seeds of the Leguminosae: Mimosoideae and Caesalpinioideae. **Proceedings of the Iowa Academy of Science** **62**: 142-145.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry. Principles and practice**. San Francisco, W.H. Freeman.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A. & Stevens, P.F. 1999. **Plant Systematics. A phylogenetic approach**. Sunderland, Sinauer Associates.
- Kopooshian, H. & Isely, D. 1966. Seed character relationships in the Leguminosae. **Proceedings of the Iowa Academy of Science** **73**: 59-67.
- Lima, M.P.M. 1985. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à sistemática. **Rodriguésia** **37**(62): 53-78.
- Martin, A.C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. **The American Midland Naturalist** **36**(3): 513-660.
- Mazia, D.; Brewer, P.A. & Alfert, M. 1953. The cytochemistry staining and measurement of protein with mercuric bromophenol blue. **Biological Bulletin** **104**: 57-67.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Junior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. Pp. 298-556. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado. Ambiente e flora**. Planaltina, Embrapa-CPAC.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & Mccully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** **59**(2): 368-373.
- Oliveira, D.M.T. 1999. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica** **22**(3): 413-427.
- Oliveira, D.M.T. & Beltrati, C.M. 1993. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento de *Inga fagifolia* (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia** **53**(4): 625-636.
- Oliveira, D.M.T. & Beltrati, C.M. 1994. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia** **54**(1): 91-100.

- Ostermeyer, N. & Grace, B.S. 2007. Establishment, distribution and abundance of *Mimosa pigra* biological control agents in northern Australia: implications for biological control. **Biocontrol** **52**: 703-720.
- Paynter, Q. 2005. Evaluating the impact of a biological control agent *Carmentis mimosa* on the woody wetland weed *Mimosa pigra* in Australia. **Journal of Applied Ecology** **42**: 1054-1062.
- Polhill, R.M.; Raven, P.H. & Stirton, C.H. 1981. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pp. 1-26. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Quinlivan, B.J. 1971. Seed coat impermeability in legumes. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science** **37**: 283-293.
- Simon, M.F. & Proença, C. 2000. Phylogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the *Cerrado* biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? **Biological Conservation** **96**: 279-296.
- Souza, F.H.D. & Marcos-Filho, J. 2001. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica** **24**(4): 365-375.
- Steinbauer, M.J.; Edwards, P.B.; Hoskins, M.; Schatz, T. & Forno, I.W. 2000. Seasonal abundance of insect biocontrol agents of *Mimosa pigra* in the Northern Territory. **Australian Journal of Entomology** **39**: 328-335.
- Stevens, P.F. 2006. **Angiosperm phylogeny website**.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb> (acesso em 20/07/2007).
- Von Teichman, I. & Van Wyk, A.E. 1991. Trends in the evolution of dicotyledons seeds based on character associations, with special reference to pachychalazy and recalcitrance. **Botanical Journal of the Linnean Society** **105**: 211-237.
- Werker, E. 1997. **Seed anatomy**. Berlin, Gebrüder Borntraeger.

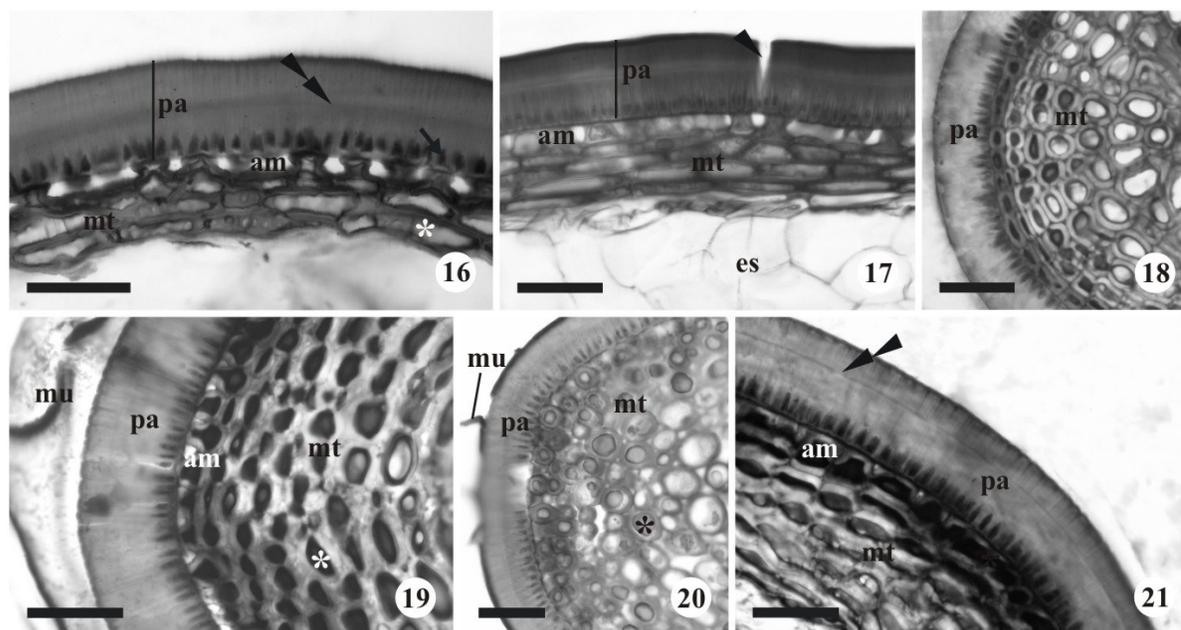
FIGURAS



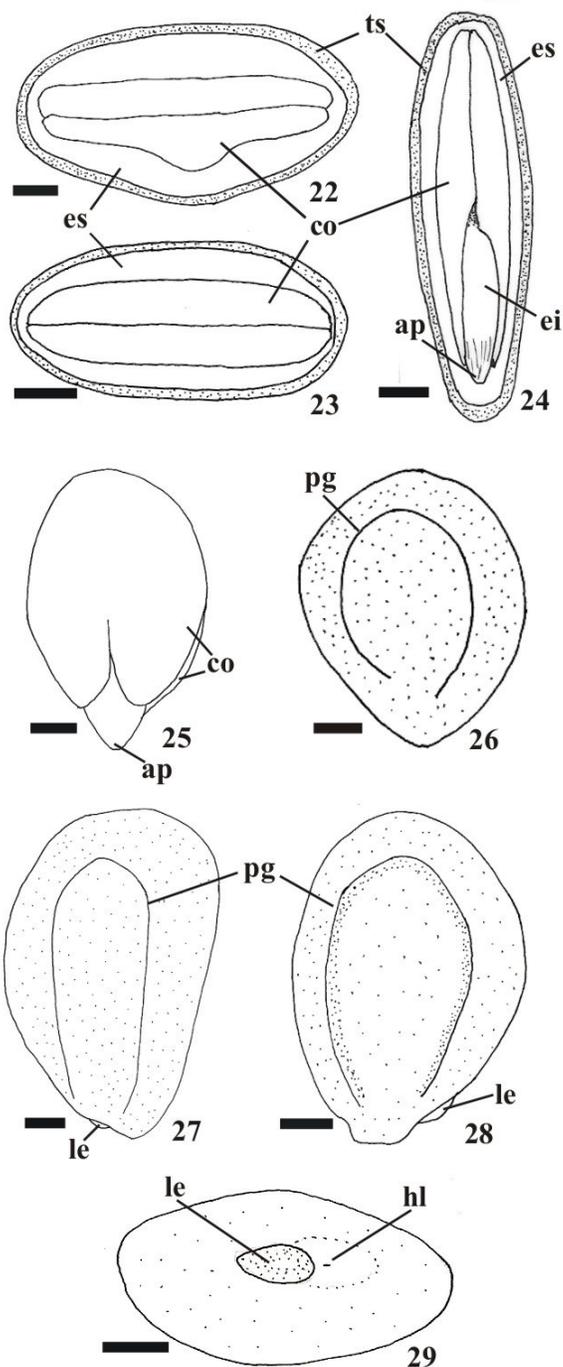
Figuras 1-5. Estrutura dos óvulos em vista longitudinal de *Mimosa daleoides* Benth. (1, 3), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (2, 4) e *Mimosa orthacantha* Benth. (5). 1. Secção transversal do ovário, mostrando óvulos em placentação sutural e funículo curto. 2. Detalhe de óvulo anátropo com micrópila alinhada. 3. Detalhe do óvulo anátropo com tendência à campilotropia; notar a micrópila em ziguezague. 4. Detalhe da região calazal com hipóstase sutil, nucelo evidente e megagametofito central. 5. Secção transversal do ovário em botão floral, mostrando os óvulos com tegumentos ainda em formação, o interno mais curto. (ca: calaza, cp: cordão procambial, ea: endóstoma, eo: exóstoma, fd: cordão procambial que produz feixe dorsal, fu: funículo, fv: cordão procambial que produz feixe ventral, hi: hipóstase, me: megagametofito, nu: nucelo, pl: placenta, po: parede ovariana, te: tegumento externo, ti: tegumento interno, *: compostos fenólicos). Barras: 100 μ m (1), 50 μ m (2-5).



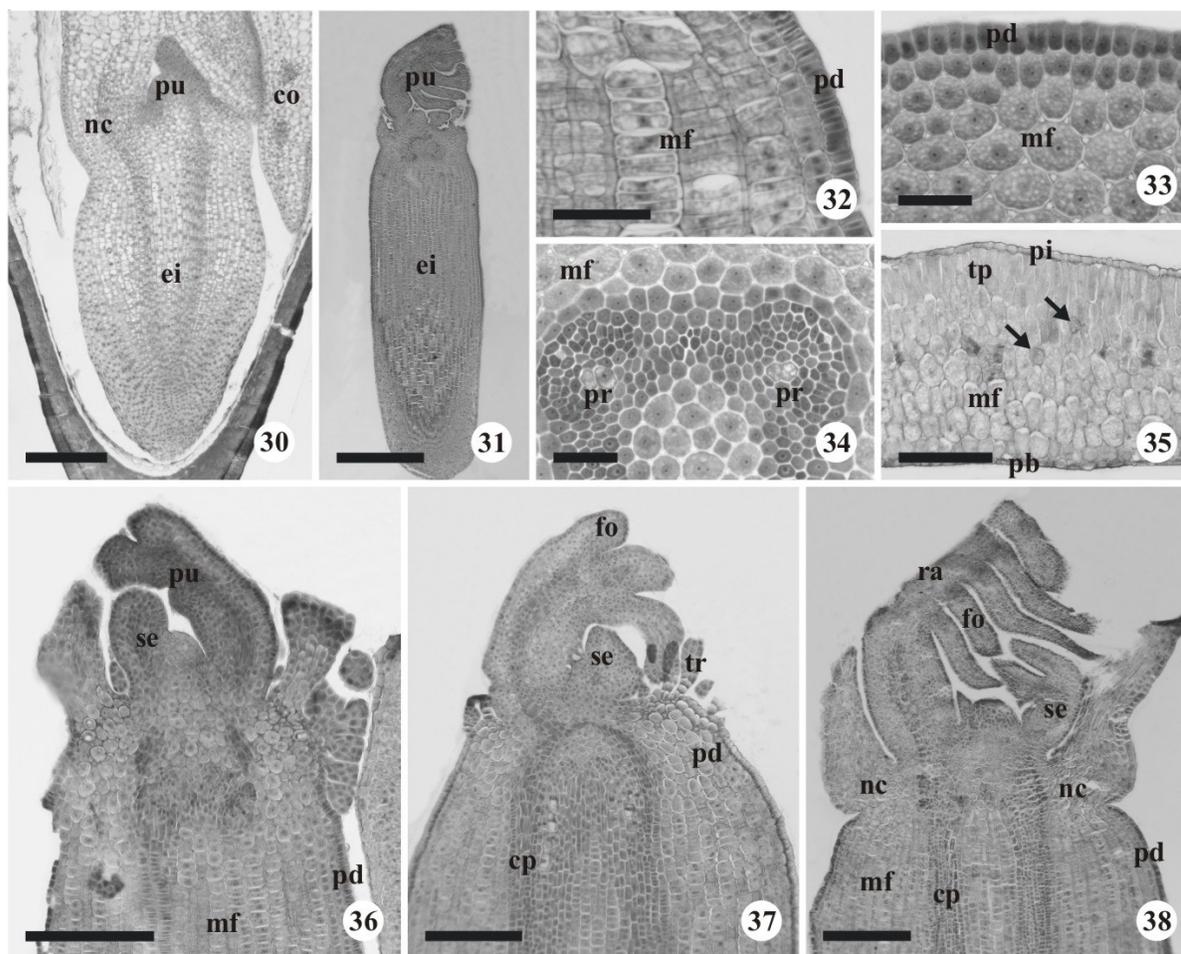
Figuras 6-15. Semente de *Mimosa daleoides* Benth. (6, 12-14), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (7-10, 15) e *Mimosa orthacantha* Benth. (11) em desenvolvimento. Seções longitudinais (6, 8-9, 14-15), seções transversais (7, 10-13). 6. Semente jovem com testa apresentando divisões; notar o tégmen visível como duas camadas apenas próximo à micrópila e comprimido no restante. 7. Região lateral da semente jovem; notar mesotesta indistinguível da endotesta. 8. Detalhe da semente com as paredes periclinais externa e interna da exotesta espessadas por substâncias pécnicas. 9. Detalhe da semente jovem, mostrando nucelo com célula em divisão (seta). 10. Aspecto da semente, com tégmen em compressão e endosperma nuclear. 11. Semente jovem, exibindo exotesta com alongamento radial, mais nítido próximo ao feixe rafeal. 12. Região rafeal da semente mais desenvolvida, com exotesta alongada e hipoderme de células volumosas. 13. Detalhe da figura anterior (dupla ponta de seta: hipoderme). 14-15. Embrião em início de alongamento dos cotilédones; notar endosperma celularizado. (em: embrião, es: endosperma, ex: exotesta, mt: mesotesta, nu: nucelo, rf: feixe rafeal, tg: tégmen, ts: testa, *: compostos fenólicos). Barras: 50 μ m (6-7, 9-12), 200 μ m (8, 14), 25 μ m (13), 100 μ m (15).



Figuras 16-21. Tegumento seminal de *Mimosa daleoides* Benth. (16, 18), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (19, 21) e *Mimosa orthacantha* Benth. (17, 20). Secções transversais (16-17), secções longitudinais (18-21). 16-17. Detalhes da testa constituída por camada de células paliçádicas com lume reduzido (seta); observar a linha lúcida próxima à metade da paliçada (dupla ponta de seta), as células em ampulheta hipodérmicas e as parenquimáticas de paredes espessadas; na Fig. 17, notar o pleurograma (ponta de seta). 18-20. Detalhe do tegumento na porção micropilar, destacando a variação da camada de células em ampulheta: ausente na Fig. 18, presente na Fig. 19 e inconspícua na Fig. 20. 21. Região lateral próxima à calaza, mostrando pequeno grau de diferenciação das células em ampulheta. (am: células em ampulheta, es: endosperma, mt: mesotesta, mu: estrato mucilaginoso, pa: camada paliçádica, *: compostos fenólicos). Barras: 50 μm .



Figuras 22-29. Morfologia externa e interna das sementes de *Mimosa daleoides* Benth. (22, 26), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (24, 27, 29) e *Mimosa orthacantha* Benth. (23, 25, 28). 22-23. Sementes em secção transversal mediana. 24. Semente em secção longitudinal transmediana. 25. Embrião após a remoção da testa e endosperma. 26-28. Vista lateral externa das sementes. 29. Região hilo-micropilar. (ap: ápice radicular, co: cotilédone, ei: eixo embrionário, es: endosperma, hl: hilo, le: lente, pg: pleurograma, ts: testa). Barras: 250 μ m (22, 24), 500 μ m (23, 25-29).



Figuras 30-38. Embrião de *Mimosa daleoides* Benth. (33-34, 36), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (30, 35, 37) e *Mimosa orthacantha* Benth. (31-32, 38). Secções longitudinais (30-32, 36-38), secções transversais (33-35). 30. Eixo embrionário levemente elíptico. 31. Eixo embrionário cilíndrico. 32. Detalhe do eixo embrionário, com protoderme de células levemente alongadas radialmente e células do meristema fundamental alinhadas em séries de células-filhas. 33. Detalhe do eixo embrionário, com células protodérmicas e do meristema fundamental de conteúdo denso. 34. Detalhe da medula do eixo embrionário, delimitada por amplo anel procambial. 35. Cotilédone com tendência dorsiventral; notar drusas no meristema fundamental (seta). 36. Plúmula diferenciada, com protuberâncias apicais e segundo eofilo em formação. 37. Plúmula com três folíolos em início de alongamento e segundo eofilo em formação; notar a presença de tricomas. 38. Plúmula com ráquis diferenciada e cinco folíolos em alongamento; o segundo eofilo encontra-se diferenciando e terceiro eofilo em início de formação. (co: cotilédone, cp: cordão procambial, ei: eixo embrionário, fo: folíolo, mf: meristema fundamental, nc: nó cotiledonar, pb: protoderme da face abaxial, pd: protoderme, pi: protoderme da face adaxial, pr: procâmbio, pu: plúmula, ra: ráquis, se: segundo eofilo, tp: células tendendo a paliçádicas, tr: tricoma). Barras: 200 μ m (30, 34, 36-38), 500 μ m (31), 50 μ m (32-33, 35).

CAPÍTULO III

**Morfologia de plântulas e anatomia de cotilédones e eofilos de três espécies de
Mimosa L. (Fabaceae, Mimosoideae)**

Maísa Carvalho Iwazaki⁷ & Denise Maria Trombert Oliveira^{8,9}

⁷ Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, C. Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

⁸ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, C. Postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

⁹ Autor para correspondência: dmtoliveira@icb.ufmg.br

RESUMO – (Morfologia de plântulas e anatomia de cotilédones e eofilos de três espécies de *Mimosa* L. (Fabaceae, Mimosoideae)). A fase pós-seminal é das mais críticas do ciclo de vida dos vegetais, responsável pelo estabelecimento do novo indivíduo. *Mimosa* L. é um gênero amplo, com espécies utilizadas para recuperação de áreas degradadas e outras invasoras; o conhecimento de suas fases juvenis é indispensável para sua pronta identificação no campo. Este trabalho descreve e compara a morfologia das plântulas e a anatomia e venação dos cotilédones e eofilos de *Mimosa daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth., adotando-se métodos usuais em microscopia de luz. A germinação, após escarificação mecânica das sementes, ocorre entre um e três dias. São plântulas fanero-epígeo-foliáceas, com expansão dos cotilédones entre dois a cinco dias após a germinação; são cotilédones semelhantes, actinódromos e anfiestomáticos. A filotaxia dos cotilédones é oposta e os eofilos são alternos. O número de pares de folíolos no primeiro eofilo varia de dois a três em *M. daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* e de cinco a sete em *M. orthacantha*. O limbo foliolar apresenta anatomia semelhante entre as espécies; são anfiestomáticos, dorsiventrais, com uma camada de parênquima paliçádico bem desenvolvida; idioblastos fenólicos estão presentes por toda a epiderme de *M. dolens* var. *anisitsii*, que exhibe, ainda, emergências lignificadas no bordo foliolar. O padrão de venação é broquidódromo, com algumas variações em *M. orthacantha*.

Palavras-chave: desenvolvimento pós-seminal, heterofilia juvenil, venação, leguminosa

Introdução

A anatomia foliar das plântulas é pouco conhecida quando comparada à de órgãos vegetativos adultos. No entanto, estudos anatômicos desta fase de vida do vegetal, em complementação aos morfológicos, mais comuns, podem revelar muito a respeito da história evolutiva, ecológica (Duke & Polhill 1981) e filogenética da espécie, visto que as plântulas podem reter caracteres, derivados ou não, muitas vezes efêmeros (Ricardi 1996). O conhecimento da estrutura das plântulas, por exemplo, pode auxiliar na identificação precoce, colaborando para a seleção de espécies úteis e/ou favorecendo o controle de invasoras (Duke & Polhill 1981). Contudo, essa fase compreende um período crítico no ciclo de vida dos vegetais e pouco se conhece a esse respeito (Duke & Polhill 1981; Oliveira 2001).

Descrições morfológicas de plântulas de Fabaceae, segunda maior família de Angiospermas em importância econômica, são mais comuns que na maioria dos grupos. Entretanto, para *Mimosa* L., registram-se poucas iniciativas, como os trabalhos de Parra (1984), que descreveu quatro espécies do gênero, dentre elas *M. albida* Humb. & Bompl. Ex

Willd., *M. arenosa* Poir., *M. camporum* Benth. e *M. tenuiflora* Benth.; Camargo-Ricalde & Grether (1998), que descreveram a germinação e plântula de *M. tenuiflora*, destacando a grande produção de sementes de pequeno porte, que podem favorecer sua invasão em áreas abertas; e Oliveira (1999), que caracterizou a plântula de *M. caesalpiniaefolia* Benth., verificando que o desenvolvimento pós-seminal é rápido e o primeiro eofilo expande-se 12 dias após a sementeira.

Com relação aos cotilédones de Fabaceae, vale destacar os investimentos de Smith (1981; 1983), Smith & Scott (1985; 1995) e Scott & Smith (1998), que avaliaram a anatomia, incluindo a venação, as reservas e formas de mobilização cotiledonares, além de correlacionarem as diversas características presentes nesses órgãos. Para esses autores, tais informações podem fornecer importantes subsídios, com implicações taxonômicas, ecológicas e filogenéticas.

A primeira comparação entre os cotilédones e os eofilos de Faboideae foi feita por Saint-Martin (1984), que abordou vários caracteres estruturais e propôs, ao final, uma hipótese filogenética para o grupo. Mais recentemente, Moreira-Coneglian & Oliveira (2006), trabalhando com espécies de Caesalpinioideae, estudaram os limbos cotiledonares e eofilares e confirmaram que a complexidade estrutural é maior nos eofilos; as autoras sugeriram novos estudos com Fabaceae, para que seja possível utilizar essas informações para verificação de relações taxonômicas e filogenéticas. Oliveira (1999) também frisou esse aspecto, especialmente destacando a necessidade de se estudarem espécies de ambientes mais específicos, como feito por Ressel *et al.* (2004), que analisaram as plântulas de três formações, comparando o tipo de desenvolvimento com grupos sucessionais.

De outro ponto de vista, Garwood (1996) descreveu a morfologia das plântulas com enfoque funcional, comparando os tipos de plântulas e suas possíveis funções, distribuições e relações com o ambiente onde se reproduzem. Foram caracterizados cinco tipos morfofuncionais: fanero-epígeo-foliácea (PEF), fanero-epígeo-armazenador (PER), fanero-hipógeo-armazenador (PHR), cripto-hipógeo-armazenador (CHR) e cripto-epígeo-armazenador (CER).

Para o presente trabalho, foram selecionadas três espécies de *Mimosa*, *M. daleoides* Benth., *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby e *M. orthacantha* Benth., ocorrentes em áreas remanescentes de cerrado do estado de São Paulo, todas espécies arbustivas e potencialmente com caráter invasor. Os objetivos deste estudo foram descrever a morfologia das plântulas das três espécies, até a expansão do primeiro eofilo, e comparar a anatomia, em especial o padrão de venação, dos cotilédones e primeiro eofilo.

Material e métodos

As espécies estudadas e os registros incluídos no Herbário “Irina D. Gemtchujnicov” (BOTU), do Departamento de Botânica da UNESP, Câmpus de Botucatu, São Paulo, são os seguintes: *Mimosa daleoides* Benth. (20.556), *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (19.497) e *M. orthacantha* Benth. (19.374). As sementes de *M. daleoides* e *M. orthacantha* foram coletadas às margens da rodovia Gastão dal Farra, km 5-7 (22°26' S; 48°26' W) e de *M. dolens* var. *anisitsii* às margens da ferrovia, no distrito de Rubião Junior (22°53' S; 48°29' W), todas no município de Botucatu, São Paulo. O armazenamento foi feito em recipiente de vidro opaco e condicionado em refrigerador até o processamento.

A produção de plântulas foi realizada a partir de amostras de 50 sementes de cada espécie, escarificadas mecanicamente com lixa d'água, que se mostrou eficiente e a forma mais prática de ser realizada; foram semeadas em caixa de isopor, próprias para produção de mudas, contendo mistura de solo do local de coleta e areia (1:1) e mantidas em sombrite de 50%. As plântulas foram regadas e observadas diariamente até a completa expansão do primeiro eofilo.

Para a descrição morfológica, foram coletadas plântulas em várias fases, até a expansão do primeiro eofilo e para a análise anatômica, coletaram-se pecíolo e limbo cotiledonar e pecíolo, ráquis e folíolos do primeiro eofilo.

As plântulas foram fotografadas antes da coleta e posteriormente ilustradas em câmara clara. Os limbos foram descritos adotando-se a nomenclatura proposta por Hickey (1979).

O material destinado para confecção de laminário permanente foi fixado em FAA 50 (Johansen 1940) e conservado em etanol 70% (Jensen 1962). Seguiu-se a desidratação em série etílica e inclusão em metacrilato (Leica[®]), segundo o protocolo do fabricante. O material foi seccionado em micrótomo de rotação com 8 a 10 µm de espessura, corado com azul de toluidina 0,05% em pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montado em resina sintética. Lâminas semipermanentes foram elaboradas a partir de material recém-coletado, seccionado a mão livre com lâmina de barbear, corado com safranina e azul de astra (Kraus & Arduin 1997) e montado em gelatina glicerizada.

Análises das epidermes cotiledonares e eofilares foram realizadas utilizando-se impressões das lâminas foliares feitas com cola Super-Bonder[®].

Para análise do padrão de venação, o cotilédone e primeiro eofilo de cada espécie foram diafanizados pela técnica de Fuchs (1963) e montados em gelatina glicerinada. A descrição da venação foi baseada nos trabalhos de Hickey (1979) e Smith & Scott (1995).

Testes histoquímicos foram feitos, a partir de amostras fixadas ou não, com os seguintes reagentes/corantes: floroglucinol em meio ácido, cloreto férrico, lugol, Sudan IV (Johansen 1940) e vermelho de rutênio (Jensen 1962), para a detecção, respectivamente, de lignina, compostos fenólicos, amido, lipídios e substâncias pécnicas.

Os resultados foram analisados em microscópio estereoscópico e microscópio de luz; desenhos foram feitos em câmara clara e as fotografias produzidas em fotomicroscópio Zeiss®, compondo as escalas nas condições ópticas utilizadas.

A classificação utilizada para descrição morfológica das plântulas adotou a nomenclatura de tipos morfofuncionais (com siglas em inglês para facilitar comparações), sugerida por Garwood (1996).

Resultados

Morfologia – As sementes de *Mimosa daleoides*, *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* apresentam tegumento impermeável, resistente e de consistência córnea, fazendo-se necessária a escarificação de maneira a quebrar a barreira tegumentar. Após escarificação, o tempo de protrusão da raiz primária (Fig. 1-3) em *M. daleoides* é de três dias e, para as demais, entre um e dois dias.

A raiz primária pode ou não se ramificar até a expansão do primeiro eofilo e se alonga bastante, porém nódulos radiculares não foram observados até o final da fase estudada.

O coleto é evidente e o hipocótilo das três espécies é arroxeadado e aparentemente glabro. Contudo, tricomas esparsos podem ser observados em *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha*, sob aumentos de 20 e 35 vezes, respectivamente. Ocorre apenas um restrito alongamento do epicótilo, sendo mais evidente a expansão do pecíolo eofilar.

Os cotilédones apresentam filotaxia oposta e o primeiro eofilo é alterno.

A expansão total dos cotilédones ocorre quatro dias após a germinação em *Mimosa daleoides*, cinco dias em *M. dolens* var. *anisitsii* e em apenas dois dias em *M. orthacantha*. Caracterizam-se como foliáceos, de coloração verde, peciolados e pulvinulados, demonstrando movimentos nictinásticos, ou seja, alterando a posição da folha entre o dia e a noite.

Para *Mimosa daleoides*, os cotilédones são largo-ovados, glabros, curto-peciolados, com pecíolo de base arroxeadado e ápice verde claro, limbo plano, verde escuro, com base

levemente truncada e ápice obtuso (Fig. 4). Em *M. dolens* var. *anisitsii* são ovados muito largos, glabros, com pecíolo de coloração verde, lâmina cotiledonar glabra, verde, de base sagitada e ápice obtuso (Fig. 5). *Mimosa orthacantha* exhibe cotilédones estreito-ovados, pecíolo piloso e arroxeadado, limbo verde, como na espécie anterior e glabro (Fig. 6). Todas as espécies apresentam margem inteira e, para *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, a face adaxial mostra-se convexa. Um par de estípulas filiformes acompanha cada cotilédone.

Dez dias após a germinação, visualiza-se a expansão do primeiro eofilo em *Mimosa daleoides* (Fig. 7). Para as outras espécies o tempo é mais restrito ainda, oito dias para *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 8) e seis para *M. orthacantha* (Fig. 9). São folhas compostas, paripinadas, longo-pecioladas, divergindo entre elas pelo número de folíolos: *M. daleoides* (Fig. 10) e *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 11) exibem geralmente dois pares e *M. orthacantha* (Fig. 12) varia de cinco a sete pares de folíolos. As três espécies exibem movimentos nictinásticos e seismonásticos (sensíveis ao toque), contudo, a seismonastia é mais rápida e evidente em *M. orthacantha*; esses movimentos são realizados por pulvinos na base foliar e pulvínulos na base foliolar. Em todas as espécies, a ráquis apresenta um prolongamento de aspecto foliáceo, constituindo uma estipela distal laminar. Um par de estípulas filiformes encontra-se presente no primeiro eofilo de cada espécie, sendo mais alongadas e levemente laminares em *M. dolens* var. *anisitsii*, inclusive com emergências partindo do bordo.

Mimosa daleoides e *M. orthacantha* apresentam o primeiro eofilo com folíolos oblongos, de peciólulo reduzido, limbo de base assimétrica, mais acentuada no par de folíolos apical de *M. orthacantha*, ápice agudo e margem inteira. *Mimosa daleoides* mostra pecíolo, folíolos e ráquis com aspecto piloso, enquanto que em *M. orthacantha*, os tricomas são visíveis apenas no pecíolo e com aumento de 35 vezes. *Mimosa dolens* var. *anisitsii* tem pecíolo e folíolos glabros, limbos oblongos, de base assimétrica, ápice agudo e margem inteira; o par de folíolos apical tem assimetria basal mais evidente, além de pequenas emergências agudas e voltadas para o ápice, partindo do bordo do limbo.

Anatomia do cotilédone – Os pecíolos cotiledonares apresentam epiderme unisseriada, paredes levemente espessadas por substâncias pécticas e são revestidos por fina cutícula. Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, as células são levemente papilosas e sem tricomas, enquanto que as outras duas espécies exibem tricomas unicelulares. O córtex é parenquimático, com espaços intercelulares pequenos, mas nítidos, e a vascularização na base do pecíolo é feita por dois feixes vasculares colaterais bem unidos (Fig. 13).

Os limbos cotiledonares apresentam epiderme unisseriada (Fig. 14-16) nas duas faces, cuticularizada, glabra e são anfiestomáticos. Os estômatos são paracíticos nas três espécies em ambas as faces cotiledonares (Fig. 17-18). As paredes anticlinais são levemente sinuosas em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*, e as células são mais alongadas tangencialmente na face abaxial de *M. daleoides* (Fig. 17) e poliédricas em ambas as faces de *M. orthacantha* (Fig. 18). São evidenciados idioblastos mucilaginosos, dispostos tanto na face adaxial como na abaxial para as três espécies (Fig. 14-16). O mesofilo é dorsiventral, porém apresenta algumas diferenças estruturais. Apenas *M. daleoides* apresenta duas camadas de parênquima paliçádico voltados para a face adaxial ao longo de todo o cotilédone (Fig. 14); as outras duas espécies exibem a região basal do limbo com apenas uma camada de parênquima paliçádico (Fig. 15) e do meio do limbo para o ápice duas camadas. O restante do mesofilo é formado por parênquima lacunoso. Cristais do tipo drusa são evidenciados no mesofilo de *M. daleoides* (Fig. 14) e *M. orthacantha*. Na região da nervura central, verifica-se apenas parênquima de preenchimento (como ilustrado na figura 16), exibindo três feixes vasculares colaterais na base do limbo. Em *M. dolens* var. *anisitsii*, o feixe central é de maior calibre que os dois laterais, os quais vão diminuindo de espessura conforme se afastam do pecíolo (Fig. 16). Uma bainha de natureza parenquimática é observada no feixe central para as três espécies.

Com relação à vascularização, as três espécies apresentam cotilédones actinódromos (Fig. 19-21), com três nervuras primárias partindo da base do limbo. Essas nervuras se originam de apenas dois feixes, os quais, no pecíolo, bifurcam-se na porção basal; os dois feixes centrais unem-se formando a nervura principal, que é curva em *Mimosa daleoides* (Fig. 19) e reta nas demais (Fig. 20-21). As duas nervuras principais laterais se ramificam logo na base não alcançando a margem da folha, assim como todas as outras nervuras, inclusive de ordens superiores. O ângulo de divergência entre a nervura central e as duas laterais é agudo estreito, enquanto o ângulo das nervuras secundárias em relação às primárias é aproximadamente em ângulo reto. Em *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* as nervuras se ligam próximas à margem em série de arcos (Fig. 20-21), o que não é verificado em *M. daleoides* (Fig. 19). Nesta última espécie, as aréolas estão ausentes e as vênulas são simples ou ramificadas (Fig. 22). Em *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, as aréolas são imperfeitas, com arranjo aleatório, poliédricas e também com vênulas simples ou ramificadas (Fig. 23-24). Raras traqueídes terminais são observadas nas três espécies.

Anatomia do eofilo – O pecíolo do primeiro eofilo apresenta epiderme unisseriada e varia entre as espécies quanto aos espessamentos parietais péctico-celulósicos. Em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, os espessamentos foram observados nas paredes periclinais e anticlinais, além de acúmulo de substâncias fenólicas nos vacúolos dessas células (Fig. 25); nas outras espécies, apenas as paredes periclinais externas encontram-se espessadas (Fig. 26), não evidenciando compostos de natureza fenólica vacuolares. Tricomas foram visualizados na epiderme de *M. daleoides* e *M. orthacantha*, sempre unicelulares (Fig. 26).

O córtex é parenquimático e clorofiliano, formado por apenas duas camadas de células. Poucos idioblastos cristalíferos estão presentes em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* (Fig. 25), os quais, em *M. orthacantha* ocorrem na bainha dos feixes vasculares. A vascularização é feita por um feixe bicolateral central e dois traços para os folíolos localizados lateralmente. O feixe exhibe câmbio e bainha esclerenquimática em *M. daleoides* e *M. orthacantha*; células esclerenquimáticas são observadas em *M. dolens* var. *anisitsii* não constituindo bainha completa (Fig. 25). Células secretoras são observadas apenas junto ao floema voltado para a face adaxial. Os traços foliolares são colaterais, com células esclerenquimáticas voltadas para o floema; em *M. orthacantha*, visualiza-se uma bainha cristalífera.

As lâminas de todos os folíolos do primeiro eofilo apresentam estrutura semelhante. A epiderme de ambas as faces é unisseriada, estomatífera, glabra e com células mucilaginosas (Fig. 27-29). Os estômatos são paracíticos e as paredes anticlinais variam de bem sinuosas em ambas as faces de *Mimosa daleoides* (Fig. 30) e na face abaxial de *M. orthacantha*, a levemente sinuosas em *M. dolens* var. *anisitsii* e na face adaxial de *M. orthacantha* (Fig. 31). No bordo, principalmente do par de folíolos apical, estão presentes emergências lignificadas, de ápice agudo e que dão aspecto espinhoso no limbo de *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 32).

O mesofilo é dorsiventral, com uma camada de parênquima paliçádico ocupando cerca de metade da espessura do limbo e o restante constituído por parênquima lacunoso (Fig. 27-29). Idioblastos fenólicos encontram-se dispersos no mesofilo de *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*.

Os feixes vasculares são colaterais, com bainha esclerenquimática no feixe central na base do folíolo apical de *Mimosa dolens* var. *anisitsii* (Fig. 28) e nos feixes de maior calibre de *M. orthacantha*; nos demais, notam-se apenas bainha parenquimática.

A ráquis do eofilo das três espécies é estomatífera, glabra e com diferenciação do córtex em uma camada paliçádica em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii*, duas em *M. orthacantha*, todas voltadas para a face adaxial. O feixe vascular é central, único e colateral, acompanhado por bainha esclerenquimática (Fig. 33). Em *M. orthacantha* nota-se um traço

foliolar (Fig. 33). A estipela distal é vascularizada por um feixe colateral com fibras floemáticas e bainha parenquimática com alguns cristais em *M. dolens* var. *anisitsii*; não há diferenciação em parênquima paliçádico, porém é clorofiliano (Fig. 34).

Com relação à vascularização dos eofilos, observa-se que a nervura primária apresenta sua primeira ramificação ainda nos peciólulos dos dois pares de folíolos de *Mimosa daleoides* (Fig. 35) e no par de folíolos apical de *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 36). Em *M. orthacantha*, notam-se duas nervuras primárias em todos os folíolos, uma levemente mais espessa que a outra (Fig. 37). Em todas as espécies, as nervuras primárias são retas, alcançam o ápice com traqueídes terminais nítidos em *M. dolens* var. *anisitsii* (Fig. 38) e reduzidos em *M. orthacantha* (Fig. 39).

O número de nervuras secundárias varia entre as espécies, com aproximadamente sete no par de folíolos basal e cinco no apical de *Mimosa daleoides*; nove em *M. dolens* var. *anisitsii* e são raras em *M. orthacantha*. Nas três espécies, as nervuras secundárias se alongam e se unem às adjacentes, formando venação do tipo broquidódroma (Fig. 35-37, 40-41). Em *M. orthacantha* esses arcos são evidenciados, porém menos expressivos, além do que, são duas nervuras principais formadas, divergindo das demais (Fig. 37).

As vênulas partem de todos os níveis de venação e podem ser simples ou ramificadas nas três espécies, com ou sem traqueídes terminais distintas. As aréolas apresentam desenvolvimento incompleto, arranjo aleatório, formato poligonal e são grandes em *Mimosa daleoides* (Fig. 40); em *M. dolens* var. *anisitsii*, são bem desenvolvidas, também de arranjo aleatório, formato variado e pequenas (Fig. 41); em *M. orthacantha*, as aréolas são esparsas, faltando em algumas regiões, com tamanho e formas bem irregulares (Fig. 42).

Discussão

As plântulas das três espécies enquadram-se no tipo fanero-epígeo-foliácea (PEF) segundo a nomenclatura de Garwood (1996), ou seja, são plântulas que expõem seus cotilédones foliáceos acima do solo. Esta classificação alia a morfologia com estratégias ecológicas das plântulas, de modo que o tipo PEF relaciona-se ao seu rápido estabelecimento, o que pode explicar o comportamento dessas três espécies, principalmente *Mimosa daleoides* e *M. orthacantha*. *Mimosa dolens* var. *anisitsii* exibe rápido desenvolvimento, porém não são observadas em populações, como as demais espécies, fato esse que pode estar relacionado com o modo de deiscência dos frutos e a dispersão das sementes (Iwazaki & Oliveira, Cap. I, neste volume).

Gates (1951) relatou que as espécies de Mimosoideae e Caesalpinioideae parecem ser todas epígeas, enquanto que, em Faboideae, as plântulas apresentam tipos variados de germinação. Polhill *et al.* (1981) confirmaram esses dados complementando que, em Mimosoideae e Caesalpinioideae, os cotilédones são foliáceos, podendo também apresentar alguma reserva, normalmente persistindo até a expansão do primeiro eofilo. No presente trabalho, verifica-se todas essas características, com os cotilédones permanecendo fotossintetizantes mesmo após o primeiro eofilo estar expandido.

A capacidade de nodulação por bactérias fixadoras de nitrogênio (*Rhizobium*) é característica das leguminosas, e segundo Corby (1981), é comum em Mimosoideae e Faboideae e rara em Caesalpinioideae. No entanto, até a fase estudada (plântulas com seis a dez dias), os nódulos não puderam ser observados. Observações pessoais na planta jovem, cerca de dois a cinco meses após a germinação, evidenciaram a formação de nódulos, indicando que as espécies estudadas são capazes de nodular, no entanto, esse processo não é muito precoce.

Com relação à anatomia dos cotilédones, Smith (1981) afirmou que diferenças nessas folhas são potencialmente importantes para se compreender relações taxonômicas e filogenéticas; relatou, ainda, que, muitas características podem ser usadas na identificação de espécies. O autor distinguiu, para Fabaceae, quatro tipos de cotilédones combinando caracteres anatômicos e morfológicos, estando os foliáceos em um extremo e os carnosos em outro. Cotilédones foliáceos apresentam mesofilo heterogêneo, em contrapartida os carnosos possuem somente parênquima fundamental, com reserva em suas células. A maioria dos cotilédones carnosos apresenta tempo de vida bem mais curto em relação aos foliáceos, podendo permanecer por duas ou três semanas nos primeiros e por vários meses nos segundos (Smith 1981). Todas as plantas estudadas no presente trabalho mostram cotilédones foliáceos com mesofilo dorsiventral, enquadrando-se no tipo 2 proposto por Smith (1981), em que não há distinção entre a nervura central e o restante do limbo; porém, exibem a face adaxial levemente convexa, principalmente em *Mimosa dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha*, e a face abaxial convexa.

Comparando-se a sinuosidade das paredes anticlinais das três espécies para cotilédones e eofilos, verifica-se que, apesar da sinuosidade ser bem mais desenvolvida nos eofilos, esta já é observada nos cotilédones, porém em menor intensidade, principalmente em *Mimosa daleoides*. Moreira-Coneglian & Oliveira (2006), analisando espécies de Caesalpinioideae, também constataram esta variação, além de verificarem diferenças entre as faces nos cotilédones de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. Metcalf (1979) generalizou

que a sinuosidade é mais acentuada na face abaxial que na adaxial, enquanto Watson (1942) considerou que o grau de sinuosidade das paredes celulares epidérmicas varia com as condições luminosas, com as folhas mais iluminadas apresentando paredes anticlinais mais retas. Por isso, assim como sugerido por Moraes & Paoli (1999), informações desta natureza não são indicadas para fins taxonômicos.

Ao comparar cotilédones e eofilos das espécies de *Mimosa* estudadas, verifica-se que há, nos eofilos, maior diferenciação nas células do parênquima paliçádico, além de especialização das células epidérmicas, como idioblastos mucilaginosos em maior quantidade e idioblastos fenólicos. Esau (1974) já observou que o mesofilo das primeiras folhas apresenta-se menos diferenciado que o das folhas subseqüentes.

Estudos anatômicos das primeiras folhas de Mimosoideae são escassos, havendo poucas referências também com folhas adultas. A respeito destas, registram-se os trabalhos de Leelavathi *et al.* (1980), que estabeleceram uma relação da distribuição dos estômatos com a taxonomia da subfamília; Lersten & Curtis (1993) analisaram a venação de duas espécies de *Calliandra* Benth.; Vilela (1993) descreveu as adaptações xeromórficas de folhas de *Prosopis nigra* Hieron.; e Mendes & Paviani (1997) compararam duas espécies de *Plathymenia* Benth., uma de floresta úmida e outra de cerrado, evidenciando que a espécie de ambiente seco apresenta estômatos mais profundos, mesofilo mais denso, com duas camadas de parênquima paliçádico e aumento da espessura da cutícula. Baseada nessa relação estrutura e ambiente, e nas descrições feitas por Esau (1974) e Menezes *et al.* (2006), verifica-se que folhas xeromórficas também apresentam paredes celulares espessas, principalmente a periclinal externa e maior quantidade de parênquima paliçádico, além de outras características. As espécies em estudo, apesar de presentes em remanescentes de cerrado, não exibem adaptações claras a esse bioma nas primeiras folhas, a não ser pela parede externa da epiderme, que se mostra espessada por substâncias de natureza péctica, porém com cutícula reduzida. Como cotilédones e eofilos são folhas transitórias no indivíduo, este dado não se mostra discrepante; a análise dos metafílos, folhas definitivas e típicas das espécies, poderá revelar informações mais relacionadas às adaptações ao bioma.

Para o padrão geral de venação dos cotilédones de Mimosoideae, Smith & Scott (1995) descreveram que a subfamília apresenta até sete nervuras primárias, normalmente originadas de quatro feixes peciolares. Mimosoideae pode apresentar variados padrões de venação, alternando tanto no número de feixes no pecíolo quanto no limbo. As três espécies estudadas enquadram-se no padrão “3.3” proposto pelos referidos autores, com dois feixes vasculares no pecíolo e três nervuras primárias no limbo, o que conduz ao tipo actinódromo

(Hickey 1979). Já os eofilos, apresentam venação broquidódroma (Hickey 1979), sendo que em *Mimosa orthacantha* registram-se duas nervuras primárias, com calibres diferentes, e nas demais apenas uma nervura primária que se ramifica logo na base, divergindo, então, do padrão broquidódromo proposto por Hickey (1979).

Lucknow (2002), estudando a venação de folhas adultas de Mimosoideae, também descreveu que os padrões encontrados podem variar daqueles propostos por Hickey (1979) e Flores-Cruz *et al.* (2004), ao estudarem 39 espécies de *Mimosa*, verificaram que os foliólulos exibem venação broquidódroma, revelando que esse deve ser o padrão para o gênero.

Em seu trabalho com folhas adultas de Mimosoideae, Lucknow (2002) destacou a presença de células lignificadas no ápice das nervuras, denominando-as idioblastos terminais; na verdade, tais células são traqueídes com diversas formas e arranjos, alongadas, com parede secundária reticulada ou escalariforme. O grau de especialização desses “idioblastos” e o número de esclereídes podem aumentar conforme a aridez onde as plantas são encontradas. Nas espécies estudadas, os cotilédones exibem poucas e pequenas traqueídes terminais, mais abundantes nos eofilos, principalmente em *Mimosa dolens* var. *anisitsii*.

As nervuras primárias, dentre as espécies de *Mimosa* estudadas por Flores-Cruz *et al.* (2004), podem ser retas ou sinuosas, as aréolas geralmente são bem desenvolvidas, com vênulas simples, lineares ou curvas, ou ramificadas. Considerando as espécies estudadas, as nervuras primárias mostram-se todas retas. As aréolas são mais variáveis, de esparsas a ausentes em algumas regiões de *M. orthacantha*, incompletas em *M. daleoides* e bem desenvolvidas somente em *M. dolens* var. *anisitsii*.

Por fim, vale destacar que Garwood (1996) relatou que a demanda de manuais de identificação vem crescendo, principalmente para fins de manejo e conservação. É interessante incluir espécies de *Mimosa* em tais manuais; no entanto, isso deve ser feito com a devida atenção, pois o gênero apresenta tanto espécies invasoras de culturas que, conseqüentemente, precisam ser remanejadas, como *M. pigra* (Steinbauer *et al.* 2000; Paynter 2005; Ostermeyer & Grace 2007), quanto espécies importantes para reflorestamentos, recuperação de áreas degradadas, e com alto grau de endemismo, que necessitam ser preservadas.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado de M.C. Iwazaki e pela bolsa de produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à FAPESP-Programa BIOTA (Proc. 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; e a Valquíria Ferreira Dutra, pela identificação das espécies.

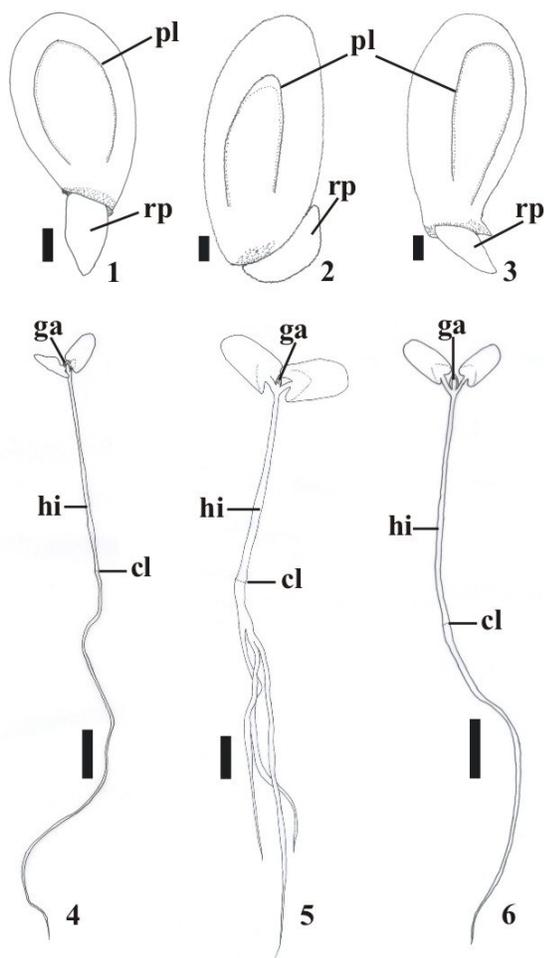
Referências bibliográficas

- Camargo-Ricalde, S.L. & Grether, R. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en Mexico. **Revista de Biología Tropical** **46**(3): 543-554.
- Corby, H.D.L. 1981. The systematic value of leguminous root nodules. Pp. 657-669. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Duke, J.A. & Polhill, R.M. 1981. Seedlings of Leguminosae. Pp. 941-949. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Esau, K. 1974. **Anatomia das plantas com sementes**. Trad. B.L. Morretes. São Paulo, Editora Edgard Blücher.
- Flores-Cruz, M.; Santana-Lira, H.D.; Koch, S.D. & Grether, R. 2004. Taxonomic significance of leaflet anatomy in *Mimosa* series *Quadrivalves* (Leguminosae, Mimosoideae). **Systematic Botany** **29**(4): 892-902.
- Fuchs, C.H. 1963. Fuchsin staining with NaOH clearing for lignified elements of whole plants or plants organs. **Stain Technology** **38**(3): 141-144.
- Garwood, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. Pp. 59-129. In: M.D. Swaine (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. New York, The Parthenon Publishing Group.
- Gates, R.R. 1951. Epigeal germination in the Leguminosae. **Botanical Gazette** **113**: 151-157.
- Hickey, L.J. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Pp. 25-39. In: C.R. Metcalfe & L. Chalk (eds.). **Anatomy of the Dicotyledons**, v.1. Oxford, Clarendon Press.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry. Principles and practice**. San Francisco, W.H. Freeman.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, EDUR.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D. 1993. Paraveinal mesophyll in *Calliandra tweedii* and *C. emarginata* (Leguminosae: Mimosoideae). **American Journal of Botany** **80**(5): 561-568.
- Leelevathi, P.; Ramayya, N. & Prabhakar, M. 1980. Foliar stomatal distribution patterns in Leguminosae and their taxonomic significance. **Phytomorphology** **30**: 195-204.

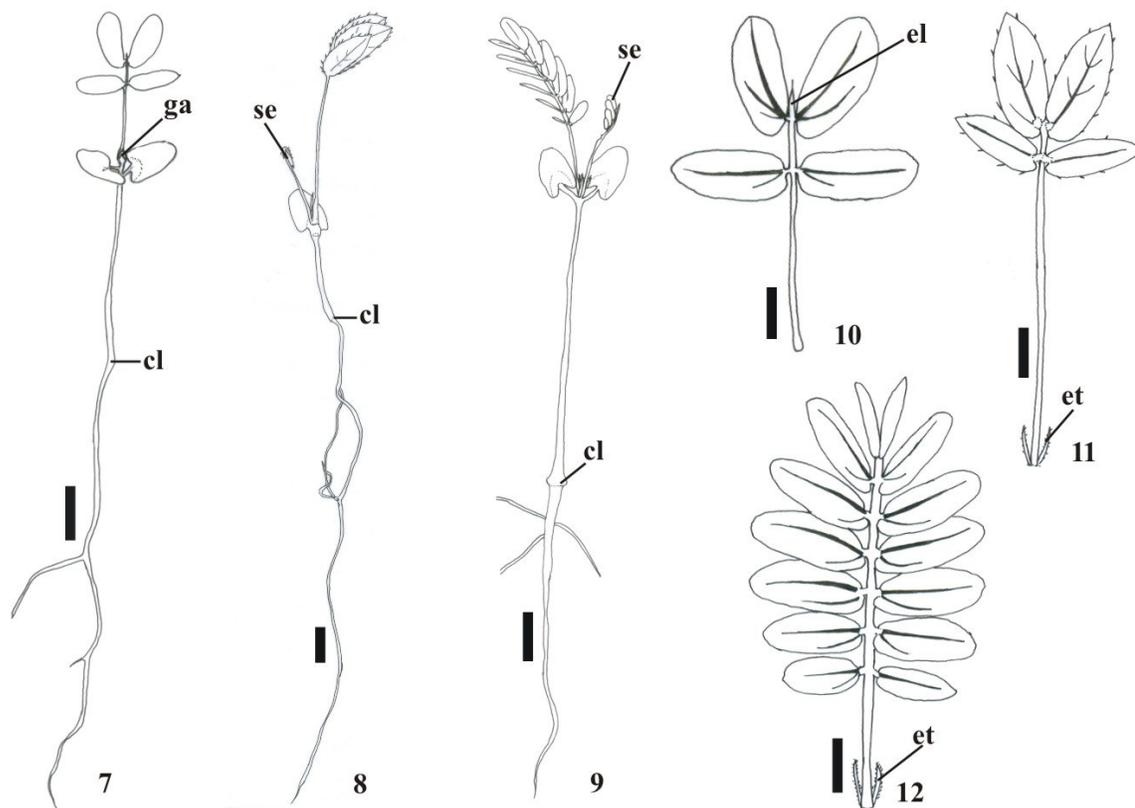
- Lucknow, M. 2002. Anatomical features of the leaves in the *Dichrostachys* group (Leguminosae: Mimosoideae) and their utility for phylogenetic studies. **Systematic Botany** **27**(1): 29-40.
- Mendes, I.D.A. & Paviani, T.I. 1997. Morfo-anatomia comparada das folhas do par vicariante *Plathymenia foliosa* Benth. e *Plathymenia reticulata* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica** **20**(2): 185-195.
- Menezes, N.L., Silva, D.C. & Pinna, G.F.A.M. 2006. Folha. Pp. 303-325. In: B. Appezato-da-Glória & S.M. Carmello-Guerreiro (eds.). **Anatomia Vegetal**, 2^a ed. Viçosa, Editora UFV.
- Metcalf, C.R. 1979. The leaf: general topography and ontogeny of the tissues. Pp. 97-165. In: C.R. Metcalf & L. Chalk (eds.). **Anatomy of the Dicotyledons**, v.1. Oxford, Clarendon Press.
- Moraes, P.L.R. & Paoli, A.A.S. 1999. Epiderme e padrão de venação foliar de espécies de Lauraceae. **Acta Botanica Brasilica** **13**(1): 87-97.
- Moreira-Coneglian, I.R. & Oliveira, D.M.T. 2006. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **29**(2): 193-207.
- O'Brien, T.P.; Feder, N. & Mccully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** **59**(2): 368-373.
- Oliveira, D.M.T. 1999. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botanica Brasilica** **13**(3): 263-269.
- Oliveira, D.M.T. 2001. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica** **24**(1): 85-97.
- Ostermeyer, N. & Grace, B.S. 2007. Establishment, distribution and abundance of *Mimosa pigra* biological control agents in northern Australia: implications for biological control. **Biocontrol** **52**: 703-720.
- Paynter, Q. 2005. Evaluating the impact of a biological control agent *Carmenta mimosa* on the woody wetland weed *Mimosa pigra* in Australia. **Journal of Applied Ecology** **42**: 1054-1062.
- Parra, P. 1984. Estudio de la morfología externa de plântulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. **Revista de la Facultad de Agronomía** **13**(1-4): 311-350.

- Polhill, R.M.; Raven, P.H. & Stirton, C.H. 1981. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pp. 1-26. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- 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**(2): 311-323.
- Ricardi, M. 1996. Morfología de los cotiledones de plântulas de algunas familias o géneros presentes en Venezuela como fuente de caracteres para su determinación. **Plantula** **1**(1): 1-11.
- Saint-Martin, M. 1984. Ontogenie des plantules et phytodermologie chez les Papilionaceae. **Gaussenia** **1**: 19-44.
- Scott, R.C. & Smith, D.L. 1998. Cotyledon architecture and anatomy in the Acacieae (Leguminosae: Mimosoideae). **Botanical Journal of the Linnean Society** **128**: 15-44.
- Smith, D.L. 1981. Cotyledons of the Leguminosae. Pp. 927-940. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Smith, D.L. 1983. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **86**: 325-355.
- Smith, D.L. & Scott, R.C. 1985. Cotyledon venation patterns in the Leguminosae: Caesalpinioideae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **90**: 73-103.
- Smith, D.L. & Scott, R.C. 1995. Cotyledon venation patterns in the Leguminosae: Mimosoideae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **119**: 213-243.
- Steinbauer, M.J.; Edwards, P.B.; Hoskins, M.; Schatz, T. & Forno, I.W. 2000. Seasonal abundance of insect biocontrol agents of *Mimosa pigra* in the Northern Territory. **Australian Journal of Entomology** **39**: 328-335.
- Vilela, A.E. 1993. Anatomia foliar de *Prosopis* (Leguminosae-Mimosoideae): estrategias adaptativas a diferentes ambientes en *Prosopis nigra*. **Darwiniana** **32**(1-4): 99-107.
- Watson, R.W. 1942. The effect of cuticular hardening on the epidermal cells. **New Phytologist** **41**(4): 223-229.

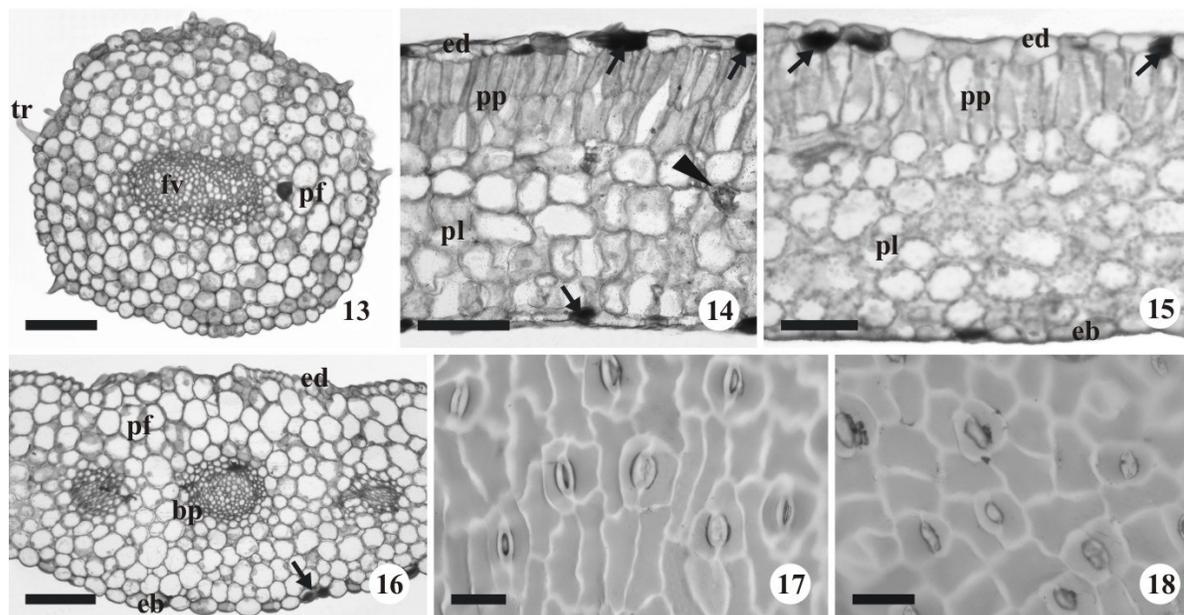
FIGURAS



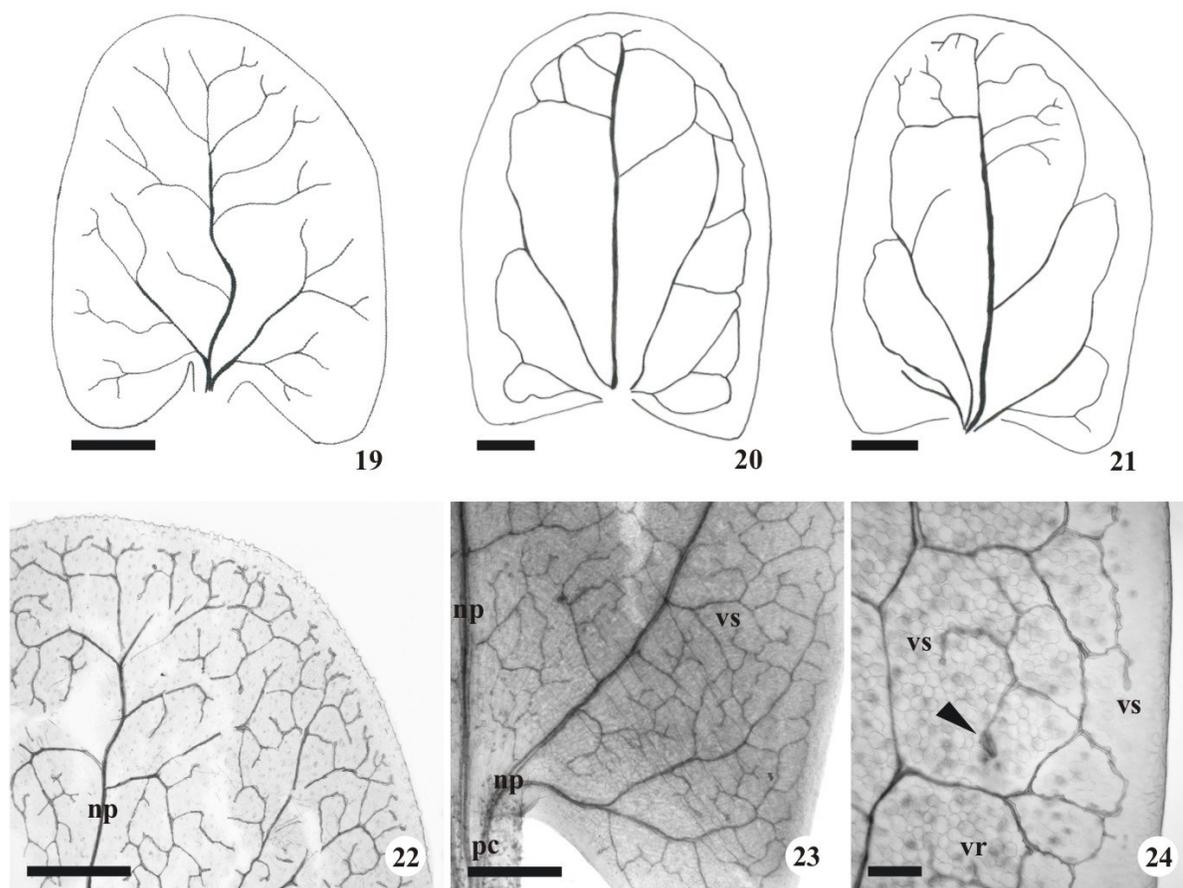
Figuras 1-6. Morfologia das plântulas de *Mimosa daleoides* Benth. (1, 4), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (2, 5) e *Mimosa orthacantha* Benth. (3, 6). 1-3. Protrusão da raiz primária. 4-6. Plântulas com cotilédones expandidos. (cl: coleto, ga: gema apical, hi: hipocótilo, pl: pleurograma, rp: raiz primária). Barras: 2,5 mm (1-3), 5 mm (4-6).



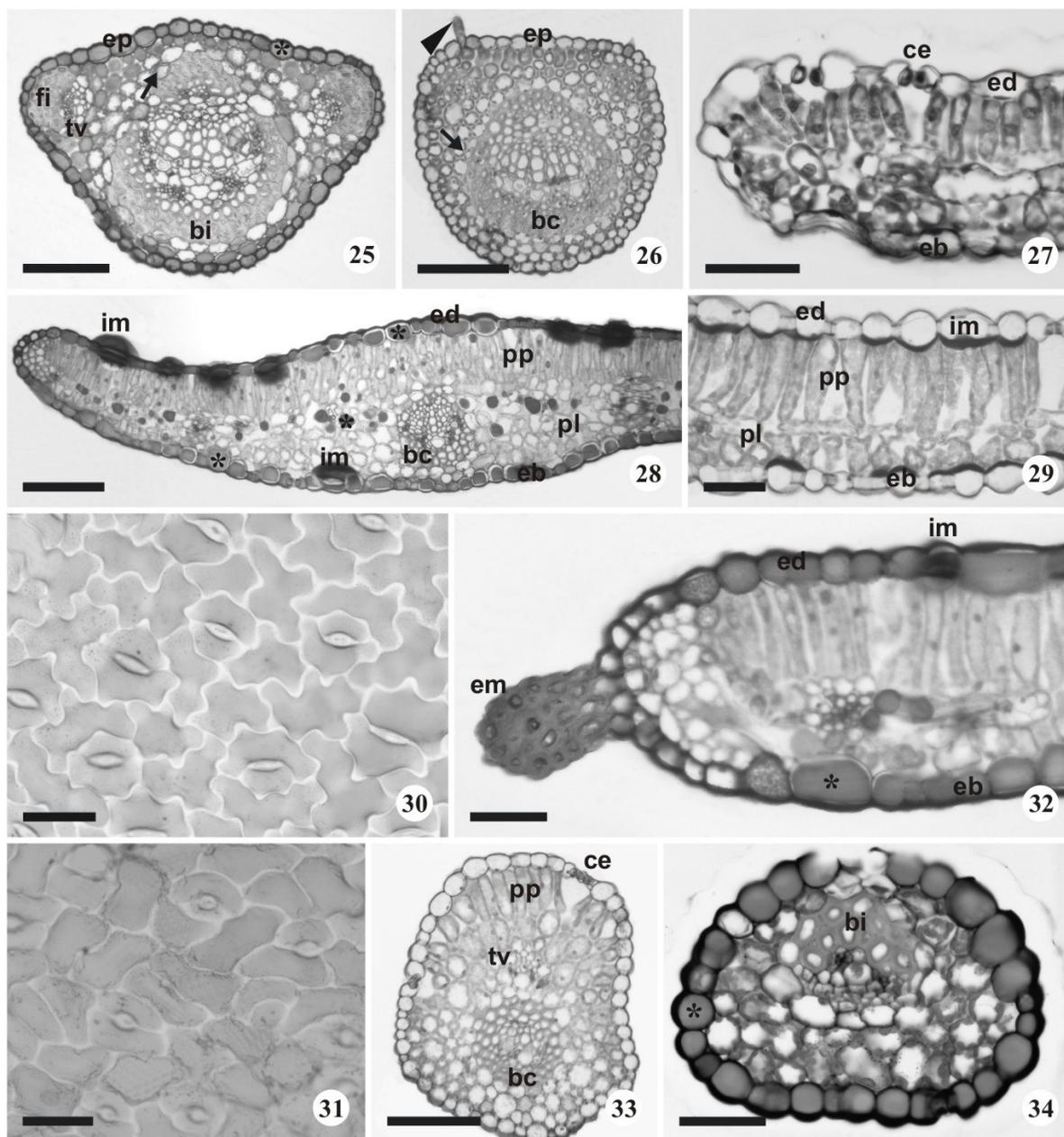
Figuras 7-12. Morfologia das plântulas de *Mimosa daleoides* Benth. (7, 10), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (8, 11) e *Mimosa orthacantha* Benth. (9, 12). 7-9. Plântulas com primeiro eofilo expandido. 10-12. Detalhes dos primeiros eofilos. (cl: coleteo, el: estípela, et: estípula, ga: gema apical, se: segundo eofilo). Barras: 5 mm (7-9), 3 mm (10-12).



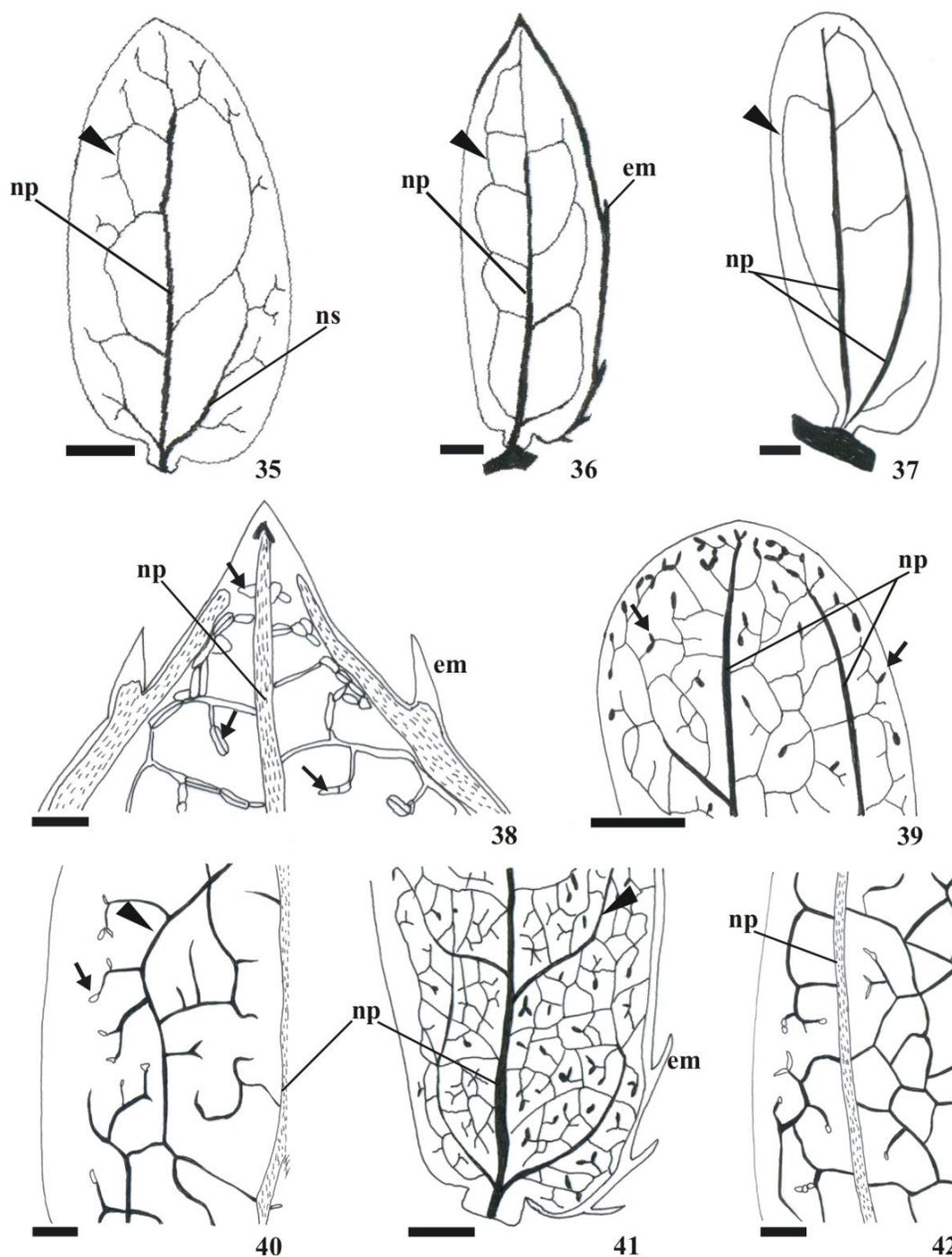
Figuras 13-18. Anatomia dos cotilédones de *Mimosa daleoides* Benth. (14, 17), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (16) e *Mimosa orthacantha* Benth. (13, 15, 18). Secções transversais (13-16), impressões epidérmicas (17-18). 13. Pecíolo; notar tricomas unicelulares. 14-15. Base do limbo cotiledonar, respectivamente com duas e uma camada de células paliádicas (seta: idioblasto mucilaginoso, ponta de seta: cristal). 16. Aspecto do limbo na região da nervura central, envolta por bainha parenquimática (seta: idioblasto mucilaginoso). 17-18. Face abaxial e adaxial respectivamente; notar complexos estomáticos paracíticos. (bp: bainha parenquimática, eb: epiderme da face abaxial, ed: epiderme da face adaxial, fv: feixe vascular, pf: parênquima fundamental, pl: parênquima lacunoso, pp: parênquima paliádico, tr: tricoma). Barras: 100 μm (13-14), 75 μm (15), 150 μm (16), 25 μm (17-18).



Figuras 19-24. Venação dos cotilédones de *Mimosa daleoides* Benth. (19, 22), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (20, 24) e *Mimosa orthacantha* Benth. (21, 23). 19-21. Padrão básico de venação. 22-23. Detalhe da região apical e basal, respectivamente. 24. Detalhe de aréolas, com vênulas simples e ramificadas (ponta de seta: traqueídes terminais). (np: nervura primária, pc: pecíolo cotiledonar, vs: vênula simples, vr: vênula ramificada). Barras: 1 mm (19-21), 500 µm (22), 150 µm (23-24).



Figuras 25-34. Anatomia dos eofilos de *Mimosa daleoides* Benth. (27, 30), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby (25, 28, 32, 34) e *Mimosa orthacantha* Benth. (26, 29, 31, 33). Secções transversais (25-29, 32-34), impressões epidérmicas (30-31). 25-26. Pecíolos com cristais prismáticos (seta); notar bainha esclerenquimática incompleta na primeira espécie, e tricomas (ponta de seta) e bainha esclerenquimática completa restritos à segunda espécie. 27. Bordo do folíolo. 28. Limbo, incluindo região do bordo à nervura central do folíolo. 29. Detalhe do semilimbo do folíolo. 30-31. Face abaxial e adaxial, respectivamente. 32. Detalhe do bordo foliolar, com emergência lignificada. 33. Ráquis. 34. Estípela distal. (bc: bainha esclerenquimática completa, bi: bainha esclerenquimática incompleta, ce: complexo estomático, eb: epiderme da face abaxial, ed: epiderme da face adaxial, em: emergência, ep: epiderme, fi: fibras, im: idioblasto mucilaginoso, pl: parênquima lacunoso, pp: parênquima paliçádico, tv: traço vascular, *: compostos fenólicos). Barras: 100 μ m (25-26, 32-33), 50 μ m (27, 29-31, 34), 150 μ m (28).



Figuras 35-42. Venação dos eofilos de *Mimosa daleoides* Benth. (35, 40), *Mimosa dolens* Vell. var. *anisitsii* (36, 38, 41) e *Mimosa orthacantha* Benth. (37, 39, 42). 35-36. Padrão de venação do par basal de folíolos. 37. Padrão de venação de folíolo mediano. 38. Detalhe do ápice de folíolo; notar traqueídes terminais (seta) e emergências. 39. Detalhe da Fig. 37, mostrando ápice obtuso do folíolo (seta: traqueídes terminais). 40. Bordo de folíolo, evidenciando o arco formado pela nervura secundária (ponta de seta); observar distintas traqueídes terminais (seta). 41. Base do folíolo; notar aréolas, vênulas e presença emergências (ponta de seta: arco formado pela nervura secundária). 42. Bordo do folíolo, próximo a uma das nervuras primárias. (em: emergência, np: nervura primária, ns: nervura secundária). Barras: 500 μ m (35-37, 39, 41), 50 μ m (38, 40, 42).

Considerações finais

Analisando os resultados obtidos no presente estudo de frutos, sementes e plântulas, pode-se afirmar que *Mimosa daleoides*, *M. dolens* var. *anisitsii* e *M. orthacantha* apresentam características estruturais semelhantes entre si e com as Fabaceae, principalmente as demais Mimosoideae.

A relação entre o desenvolvimento do pericarpo e da semente é variável nos frutos de Fabaceae, podendo ocorrer simultaneamente ou não, neste caso com a semente de desenvolvimento posterior ou do pericarpo. Em *Mimosa daleoides* Benth. e *M. dolens* Vell. var. *anisitsii* (Lindm.) Barneby, a maturação da semente coincide com a maturação do pericarpo, ou seja, paralelamente à fase em que a testa espessa as paredes celulares por acúmulo de compostos pécticos, o endocarpo externo apresenta lignificação de suas paredes. O desenvolvimento do embrião, nessas duas espécies, se dá antes desse espessamento parietal. Em *M. orthacantha* Benth., verifica-se que a maturação da semente é mais tardia em relação à maturação do pericarpo, tanto em relação aos tegumentos como o endosperma e o embrião. No momento em que o endocarpo externo inicia o depósito de lignina nas paredes celulares, a exotesta está no início do alongamento radial de suas células e o embrião mostra-se globular.

O estudo ontogenético se mostrou imprescindível para a correta classificação dos frutos de uma das espécies e importante para a compreensão do modo de deiscência. *Mimosa dolens* var. *anisitsii* exibe frutos do tipo legume, apesar de parecerem sacelos, embora a deiscência ocorra tanto na região ventral como na dorsal e ao longo de todo o fruto e não restrita à região apical. No entanto, provavelmente devido à densidade de frutos presos ao eixo da inflorescência, eles não se abrem por inteiro, podendo induzir a classificações incorretas.

Frutos do tipo craspédio são comuns em *Mimosa* L., porém podem ser deiscentes ou não. Para *M. daleoides* e *M. orthacantha*, os craspédios são deiscentes na região apical de cada artículo monospermico, contudo, estruturalmente, essas duas espécies divergem na região onde se localiza o tecido de resistência, presente subexocarpicamente na primeira espécie e representada pelo endocarpo lignificado de ambas as valvas unidas na segunda.

Além disso, as três espécies diferem entre si na orientação das fibras do endocarpo externo, perpendiculares ao maior eixo do fruto em *Mimosa daleoides* e *M. dolens* var. *anisitsii* e, tanto perpendiculares como paralelas *M. orthacantha*.

Com relação às sementes, as três espécies exibem o padrão descrito para a subfamília, com leve alteração do tipo de óvulo em *Mimosa daleoides*, que é anátropo tendendo a

campilótropo. Destaca-se também o grau de diferenciação da plúmula, apesar de todas serem diferenciadas.

As plântulas são fanero-epígeo-foliáceas, com germinação e desenvolvimento de cotilédones e eofilos em curto período de tempo. Os cotilédones apresentam venação actinódroma e os eofilos broquidódroma, consideradas padrões usuais entre as Mimosoideae. Estruturalmente, notou-se o grande número de idioblastos fenólicos e mucilaginosos, principalmente nos limbos eofilares e complexos estomáticos paracíticos na epiderme das duas faces dos cotilédones e eofilos das três espécies.

Por fim, estudos dessa natureza são importantes, uma vez que fornecem base para determinar relações ecológicas, implicações taxonômicas e futuras considerações filogenéticas do gênero.

Referências bibliográficas

- Amo, S. 1979. Clave para plántulas y estados juveniles de especies primarias de una Selva Alta Perennifolia en Veracruz. **Biotica** 4: 59-108.
- Barros, S.S.U. 2006. Morfoanatomia e ontogênese dos frutos e sementes de três espécies de Mimoseae (Fabaceae: Mimosoideae). **Tese de Doutorado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Barroso, G.M.; Morin, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**. Viçosa, Editora UFV.
- Barroso, G.M.; Peixoto, A.L.; Ichaso, C.L.F.; Costa, C.G.; Guimarães, E.F. & Lima, H.C. 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.2. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa.
- Boelcke, O. 1946. Estudio morfológico de las semillas de Leguminosas Mimosoideas y Caesalpinioideas de interes agrônômico en la Argentina. **Darwiniana** 7(2): 240-321.
- Bravato, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. **Acta Botanica Venezuelica** 9: 317-361.
- Bruno, R.L.A., Alves, E.U., Oliveira, A.P. & Paulo, R.C. 2001. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes** 23(2): 136-143.
- Burkart, A. 1979. Leguminosas mimosóideas. Pp. 1-299. In: P.R. Reitz (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.
- Burnham, R.J. & Johnson, K.R. 2004. South American palaeobotany and the origins of neotropical rainforests. **Philosophical Transaction Royal Society of London B** 359: 1595-1610.
- Camargo-Ricalde, S.L. 2000. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. **Revista de Biología Tropical** 48(4): 939-954.
- Camargo-Ricalde, S.L. & Dhillion, S.S. 2003. Endemic *Mimosa* species can serve as mycorrhizal “resource islands” within semiarid communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Mycorrhiza** 13: 129-136.
- Camargo-Ricalde, S.L. & Dhillion, S.S. 2004. Use and management of *Mimosa* species in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, a tropical semi-arid region in Mexico (Fabaceae-Mimosoideae). **Revista de Biología Tropical** 52(4): 845-851.

- Camargo-Ricalde, S.L., Dhillion, S.S. & García-García, V. 2004a. Phenology, seed production and germination of seven *Mimosa* species (Fabaceae-Mimosoideae) from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environment** **58**: 423-437.
- Camargo-Ricalde, S.L., Dhillion, S.S & Grether, R. 2002. Community structure of endemic *Mimosa* species and environmental heterogeneity in semi-arid Mexican valley. **Journal of Vegetation Science** **13**: 697-704.
- Camargo-Ricalde, S.S. & García-García, V. 2001. El género *Mimosa* (Fabaceae) y la restauración ecológica. **Contactos** **39**: 34-42.
- Camargo-Ricalde, S.L. & Grether, R. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en Mexico. **Revista de Biología Tropical** **46**(3): 543-554.
- Camargo-Ricalde, S.L., Martínez-Allende, P., Navarrete-Romo, D. & Tenango-Cabañas, M. 2004b. Islas de recursos formados por *Mimosa*. Una opción para la conservación de la biodiversidad. **Contactos** **54**: 5-15.
- Carmona, R.; Neto, B.S.C.A. & Pereira, R.C. 2001. Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa peridofita* em pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **36**(10): 1301-1307.
- Carnielletto, C. & Marchiori, J.N.C. 1993. Anatomia da Madeira de *Mimosa eriocarpa* Benth. **Ciência Florestal** **3**(1): 107-120.
- Cavassan, O. 2002. O cerrado do estado de São Paulo. Pp. 93-106. In: A.L. Klein (org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo, Ed. Unesp.
- Corner, E.J.H. 1951. The leguminous seed. **Phytomorphology** **1**: 117-150.
- Corner, E.J.H. 1976. **The seeds of dicotyledons**. v.1. Cambridge, University Press.
- Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press.
- De Marinis, G. 1967, Morfologia do artículo endocárpico, da semente e da plântula no gênero *Plathymentia* Bentham (Leg. Mimos). **Revista de Agricultura** **42**(4): 153-161.
- De-Paula, O.C. 2006. Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de três espécies de *Chamaechista* Moench (Fabaceae, Caesalpinioideae) de Cerrado do Estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Dudik, N.M. 1981. Morphology of the pod of Leguminosae (Fabales). Pp. 897-901. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.

- Duke, J.A. & Polhill, R.M. 1981. Seedlings of Leguminosae. Pp. 941-949. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Einten, G. 1977. Delimitação do conceito de cerrado. **Arquivo do Jardim Botânico** **21**: 125-134.
- Elford, F.G. 1930. The palisade cells of the seed of *Albizzia lophanta*. **Proceedings of the Royal Society of Victoria** **42**: 92-98.
- Elias, T.S. 1974. The genera of Mimosoideae (Leguminosae) in the Southeastern United States. **Journal of the Arnold Arboretum** **55**(1): 67-87.
- Elias, T.S. 1981. Mimosoideae. Pp.143-152. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Fahn, A. & Zohary, M. 1955. On the pericarpial structure of the legumen, its evolution and relation to dehiscence. **Phytomorphology** **5**(1): 99-111.
- Flores-Cruz, M., Santana-Lira, H.D., Martínez-Bernal, A. & Fraile, M.E. 2006. Morfologia del pólen de *Mimosa* serie *quadrivalves* (Leguminosae, Mimosoideae). **Acta Botánica Mexicana** **77**: 1-13.
- Garwood, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. Pp. 59-129. In: M.D. Swaine (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. New York, The Parthenon Publishing Group.
- Gifford, E.M. & Foster, A.S. 1989. **Morphology and evolution of vascular plants**. 3rded. New York, W.H. Freeman and Company.
- Goldblatt, P. 1981. Cytology and phylogeny of Leguminosae. Pp. 427-463. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Gonçalves, E.P., Alves, E.U., Silva, M.A.D. & Vanzolini, S. 2006. Tratamento, beneficiamento e superação de dormência sobre o potencial fisiológico de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Sitientibus Série Ciências Biológicas** **6**: 45-49.
- Gunn, C.R. 1981. Seeds of Leguminosae. Pp. 913-925. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Gunn, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). **Technical Bulletin 1681**: 1-194.
- Hoffman, A. & Kummerow, J. 1962. Estudios anatómicos sobre flor, fruto y testa de *Acacia caven* (Mol.) Hook. Et Arn, y características de la germinación. **Phyton** **19**(1): 21-26.
- ILDIS, 2007. **International Legume Database & Information Service**. <http://www.ildis.org> (acesso em 07/10/2007).

- Isely, D. 1955a. Observations on seeds of the Leguminosae: Mimosoideae and Caesalpinioideae. **Proceedings of the Iowa Academy of Science** 62: 142-145.
- Isely, D. 1955b. Key to seeds of Caesalpinioideae and Mimosoideae of North-Central States. **Proceedings of the Iowa Academy of Science** 62: 146-149.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A. & Stevens, P.F. 1999. **Plant Systematics. A phylogenetic approach**. Sunderland, Sinauer Associates.
- Julio, P.G.S. 2004. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae), espécie de cerrado do Estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Klink, C.A. 1996. Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. Pp. 225-240. In: R.C. Pereira e L.C.B. Nasser (eds). **Anais VIII Simpósio sobre o Cerrado, 1st International Symposium on Tropical Savanas - Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e fibras nos Cerrados**. Brasília, Embrapa/CPAC.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology** 19(3): 707-713.
- Kopooshian, H. & Isely, D. 1966. Seed character relationships in the Leguminosae. **Proceedings of the Iowa Academy of Science** 73: 59-67.
- Lima, H.C. 1989-1990. Tribo Dalbergieae (Leguminosae – Papilionoideae) – Morfologia dos frutos, sementes e plântulas e sua aplicação na sistemática. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** 30: 1-42.
- Maccari, A. & Marchiori, J.N.C. 1994. Estudo anatômico do xilema secundário de *Mimosa sparsa* Benth. **Ciência Florestal** 4(1): 145-155.
- Marchiori, J.N.C. 1982. The secondary xylem structure of *Mimosa daleoides* Benth. (Leguminosae Mimosoideae). **Ciência e Natura** 4: 107-113.
- Marchiori, J.N.C. 1991. Anatomia da madeira de *Mimosa nitidifolia* Spreng. (Leguminosae, Mimosoideae). **Ciência Florestal** 1(1): 46-63.
- Martin, A.C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. **The American Midland Naturalist** 36(3): 513-660.
- Martins, M.A.G. 2006. **Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Vernonia brevifolia* Less. e *V. herbacea* (Vell.) Rusby (Asteraceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Junior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. Pp. 298-556. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds.). **Cerrado. Ambiente e flora**. Planaltina, Embrapa-CPAC.

- Miller, J.T. & Bayer, R.J. 2001. Molecular phylogenetics of *Acacia* (Fabaceae: Mimosoideae) based on chloroplast *matK* coding sequence and flanking *trnK* intron spacer regions. **American Journal of Botany** **88**(4): 697-705.
- Miller, J.T. & Bayer, R.J. 2003. Molecular phylogenetics of *Acacia* subgenera *Acacia* and *Aculeiferum* (Fabaceae: Mimosoideae), based on the chloroplast *matK* coding sequence and flanking *trnK* intron spacer regions. **Australian Systematic Botany** **16**: 27-33.
- Miller, J.T., Grimes, J.W., Murphy, D.J., Bayer, R.J. & Ladiges, P.Y. 2003. A phylogenetic analysis of the Acacieae and Ingeae (Mimosoideae: Fabaceae) based on *trnK*, *matK*, *psbA-trnH*, and *trnL/trnF* sequence data. **Systematic Botany** **28**(3): 558-566.
- Moreira-Coneglian, I.R. & Oliveira, D.M.T. 2006. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **29**(2): 193-207.
- Murphy, D.J., Miller, J.T., Bayer, R.J. & Ladiges, P.Y. 2003. Molecular phylogeny of *Acacia* subgenus *Phyllodineae* (Mimosoideae: Leguminosae) based on DNA sequences of the internal transcribed spacer region. **Australian Systematic Botany** **16**: 19-26.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **403**(2): 853-858.
- Nakamura, A.T. 2003. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de três espécies de *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) de cerrado do estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Narasimhachar, S.G. 1951. An embriological study of *Mimosa pudica* Linn. **Proceedings of the Indian Academy of Sciences B** **33**: 192-198.
- Oliveira, D.M.T. 1997. Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Fabaceae ocorrentes no Estado de São Paulo. **Tese de Doutorado**, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Oliveira, D.M.T. 1999a. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botânica Brasileira** **13**(3): 263-269.
- Oliveira, D.M.T. 1999b. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica** **22**(3): 413-427.
- Oliveira, D.M.T. 2001. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica** **24**(1): 85-97.
- Oliveira, D.M.T. & Beltrati, C.M. 1992. Morfologia e desenvolvimento das plântulas de *Inga fagifolia* e *I. urugüensis*. **Turrialba** **42**(3): 306-313.

- Oliveira, D.M.T. & Beltrati, C.M. 1993. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento de *Inga fagifolia* (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia** **53**(4): 625-636.
- Oliveira, D.M.T. & Beltrati, C.M. 1994. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia** **54**(1): 91-100.
- Oliveira, D.M.T. & Paiva, E.A.S. 2005. Anatomy and ontogeny of *Pterodon emarginatus* (Fabaceae: Faboideae) seed. **Brazilian Journal of Biology** **65**(3): 483-494.
- Oliveira, E., Vital, B.R., Pimenta, A.S., Lucia, R.M.D., Ladeira A.M.M. & Carneiro, A.C.O. 2006. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore** **30**(2): 311-318.
- Oliveira, J.H.G. 2007. Morfologia, anatomia e desenvolvimento do fruto e semente de *Manihot caerulescens* Pohl. e *M. tripartita* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Ostermeyer, N. & Grace, B.S. 2007. Establishment, distribution and abundance of *Mimosa pigra* biological control agents in northern Australia: implications for biological control. **Biocontrol** **52**: 703-720.
- Paiva, E.A.S. & Oliveira, D.M.T. 2004. Ontogenesis of the fruit pulp layer of *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Australian Journal of Botany** **52**: 677-683.
- Paoli, A.A.S. 1991. Estudo morfo-anatômico da unidade de dispersão de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leg. Mimosoideae). **Arquivos de Biologia Tecnológica** **34**(1): 155-168.
- Parra, P. 1984. Estudio de la morfología externa de plántulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. **Revista de la Facultad de Agronomía** **13**(1-4): 311-350.
- Pate, J.S. & Kuo, J. 1981. Anatomical studies of legume pods – a possible tool in taxonomic research. Pp. 903-912. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.
- Paynter, Q. 2005. Evaluating the impact of a biological control agent *Carmentis mimosa* on the woody wetland weed *Mimosa pigra* in Australia. **Journal of Applied Ecology** **42**: 1054-1062.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Lopes, B.M. 2001. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente** **8**(1): 130-136.

- Pinto, D.D. 2005. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Dalbergia miscolobium* Benth. e *Machaerium acutifolium* Vog. (Fabaceae: Faboideae). **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Polhill, R.M.; Raven, P.H. & Stirton, C.H. 1981. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pp. 1-26. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Quinlivan, B.J. 1971. Seed coat impermeability in legumes. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science** **37**: 283-293.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** **80**: 223-230.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. Pp. 89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (eds). **Cerrado. Ambiente e flora**. Planaltina, Embrapa/CPAC.
- Ricardi, M. 1996. Morfología de los cotiledones de plántulas de algunas familias o géneros presentes en Venezuela como fuente de caracteres para su determinación. **Plantula** **1**(1): 1-11.
- Ricardi, M., Torres, F., Hernandez, C. & Quinteiro, R. 1977. Morfología de plántulas de árboles venezolanos. I. **Revista Florestal Venezolana** **27**:15-56.
- Roth, I. 1977. **Fruits of Angiosperms**. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- Saint-Martin, M. 1984. Ontogenie des plantules et phytodermologie chez les Papilionaceae. **Gaussenia** **1**: 19-44.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1992. **Plant Physiology**. California, Wadsworth Publishing Company.
- Scott, R.C. & Smith, D.L. 1998. Cotyledon architecture and anatomy in the Acacieae (Leguminosae: Mimosoideae). **Botanical Journal of the Linnean Society** **128**: 15-44.
- Simon, M.F. & Hay, J.D. 2003. Comparison of a common and rare species of *Mimosa* (Mimosaceae) in Central Brazil. **Austral Ecology** **28**: 315-326.
- Simon, M.F. & Proença, C. 2000. Phylogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the *Cerrado* biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? **Biological Conservation** **96**: 279-296.
- Sinha, S.C. 1973. Fruit and seed morphology of *Acacia nilotica*. **Caribbean Journal of Science** **13**(1-2): 125-129.
- Smith, D.L. 1981. Cotyledons of the Leguminosae. Pp. 927-940. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Garden.

- Smith, D.L. 1983. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **86**: 325-355.
- Smith, D.L. & Scott, R.C. 1985. Cotyledon venation patterns in the Leguminosae: Caesalpinioideae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **90**: 73-103.
- Smith, D.L. & Scott, R.C. 1995. Cotyledon venation patterns in the Leguminosae: Mimosoideae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **119**: 213-243.
- Souto, L.S. & Oliveira, D.M.T. 2005. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica** **28**(4): 697-712.
- Souto, L.S. & Oliveira, D.M.T. 2008. Morfoanatomia e ontogênese das sementes de espécies de *Banisteriopsis* C.B. Robinsos e *Diploteris* A. Juss (Malpighiaceae). **Acta Botânica Brasília** (no prelo).
- Souza, L.A. 1993. Morfo-anatomia do desenvolvimento do fruto de *Acacia paniculata* Willd. (Leguminosae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **36**(4): 851-871.
- Souza, L.A., Moscheta, I.S., Mourão, K.S.M. & Paoli, A.A.S. 2006. **Anatomia do fruto e da semente**. 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**. Nova Odessa, Editora Plantarum.
- Spjut, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. **Memoirs of the New York Botanical Garden** **70**: 1-182.
- Steinbauer, M.J.; Edwards, P.B.; Hoskins, M.; Schatz, T. & Forno, I.W. 2000. Seasonal abundance of insect biocontrol agents of *Mimosa pigra* in the Northern Territory. **Australian Journal of Entomology** **39**: 328-335.
- Stevens, P.F. 2006. **Angiosperm phylogeny website**. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb> (acesso em 20/07/2007).
- Werker, E. 1997. **Seed anatomy**. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- Werker, E., Dafni, A. & Negbi, M. 1973. Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed. **Botanical Journal of the Linnean Society** **66**(4): 223-232.
- Wojciechowski, M.F., Lavin, M. & Sanderson, M.J. 2004. A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. **American Journal of Botany** **91**(11): 1846-1862.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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