

NAZARETH GUEDES URQUIZA

**MORFOANATOMIA DE FRUTOS E
SEMENTES, GERMINAÇÃO E MOBILIZAÇÃO
DE RESERVA DE *Abarema brachystachya* (DC.)
Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.)
Kuntze E *Mimosa scabrella* Benth
(LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE).**

CAMPINAS

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA



NAZARETH GUEDES URQUIZA

**MORFOANATOMIA DE FRUTOS E SEMENTES,
GERMINAÇÃO E MOBILIZAÇÃO DE RESERVA DE *ABAREMA
BRACHYSTACHYA* (DC.) Barneby & Grimes, *MIMOSA
BIMUCRONATA* (DC.) Kuntze E *MIMOSA SCABRELLA* Benth
(LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE).**

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato (a)
Nazareth Guedes Urquiza
[Signature]
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia para obtenção do Título de
Doutora em Biologia Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Carmello Guerreiro
Co-Orientador: Prof. Dr. Ivany Ferraz Marquez Valio

CAMPINAS,
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ROBERTA CRISTINA DAL' EVEDOVE TARTAROTTI – CRB8/7430
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

Ur6m	<p>Urquiza, Nazareth Guedes, 1975- Morfoanatomia de frutos e sementes, germinação e mobilização de reservas em <i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & Grimes, <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze e <i>Mimosa scabrella</i> Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) / Nazareth Guedes Urquiza. – Campinas, SP: [s.n.], 2012.</p> <p>Orientador: Sandra Maria Carmello Guerreiro. Coorientador: Ivany Ferraz Marques Valio. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.</p> <p>1. Anatomia vegetal. 2. Frutos. 3. Sementes. 4. Germinação. 5. Fabaceae. I. Carmello-Guerreiro, Sandra Maria, 1963-. II. Valio, Ivany Ferraz Marques, 1938-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.</p>
------	--

Informações para Biblioteca Digital

Título em Inglês: Morphoanatomy fruits and seeds, germination and reserve mobilization *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby and Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze and *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae)

Palavras-chave em Inglês:

Plant anatomy

Fruits

Seeds

Germination

Fabaceae

Área de concentração: Biologia Vegetal

Titulação: Doutor em Biologia Vegetal

Banca examinadora:

Sandra Maria Carmello Guerreiro [Orientador]

Ana Paula Stechhahn Lacchia

Juliana Lischka Sampaio Mayer

Gilberto Costa Justino

André Olmos Simões

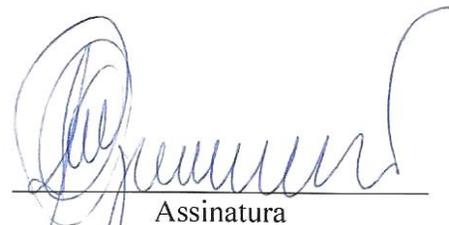
Data da defesa: 30-08-2012

Programa de Pós Graduação: Biologia Vegetal

Campinas, 30 de agosto de 2012

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Sandra Maria Carmello Guerreiro (Orientadora)



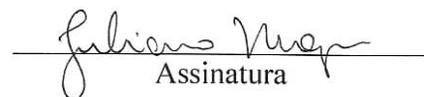
Assinatura

Profª. Dra. Ana Paula Stechhahn Lacchia



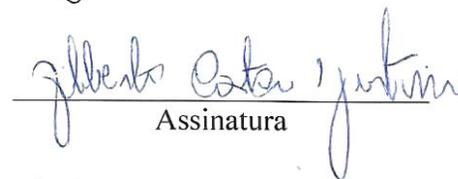
Assinatura

Profª. Dra. Juliana Lischka Sampaio Mayer



Assinatura

Prof. Dr. Gilberto Costa Justino



Assinatura

Prof. Dr. André Olmos Simões



Assinatura

Profª. Dra. Claudia Regina Baptista Haddad

Assinatura

Profª. Dra. Ana Maria Goulart de Azevedo Tozzi

Assinatura

Prof. Dr. Diego Demarco

Assinatura

*Aos meus pais, Jackson Urquiza (in memoriam)
e Maria Do Socorro G. Urquiza,
por terem aberto o caminho,
servindo-me sempre como exemplos
de dignidade e honestidade.
Amo vocês!*

*Quem não conhece nada não ama nada.
Quem não pode fazer nada não compreende nada.
Quem nada compreende, nada vale.
Porém, quem compreende também ama, observa, vê...
Quanto maior for o conhecimento inerente a uma coisa, maior será o amor...
Quem vê que todas as frutas amadurecem ao mesmo tempo que as amoras, nada sabe acerca das uvas...*

Paracelso

Agradecimentos

Sem dúvida alguma, essa tese foi construída com o carinho de amigos, incentivo da família e apoio de instituições.

A minha orientadora Sandra Maria Carmello-Guerreiro pela oportunidade e confiança a quem vou guardar sempre um enorme carinho;

À Unicamp e ao curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal pela preocupação em oferecer um ensino de excelente qualidade para seus alunos;

Ao CNPq pela bolsa, ajudando a viabilizar a conclusão desta tese;

À FAPESP e ao Projeto Biota Gradiente pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste estudo;

Agradeço aos professores que compõe o corpo docente do curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal pelos ensinamentos;

Aos membros da pré banca Prof. Dra. Juliana Mayer, Prof. Dr. Gilberto Justino e Prof. Dr. André Olmos pela leitura cuidadosa, criteriosa, sugestões e comentários que colaboraram no enriquecimento do trabalho.

Aos funcionários e técnicos da Botânica e Departamento de Biologia Vegetal pela ajuda nas tarefas e informações (Tião, Iara, Néia, Deise, Denise, João Carlos, Livia, Maria Roseli)

Ao laboratório de microscopia da UNICAMP/IB pelo auxílio no processamento das amostras e visualização no microscópio de varredura.

Aos companheiros e amigos de curso, Adaíses Maciel (por todos os campos maravilhosos que fizemos juntas) e Suzana Maria da Costa amigas que guardarei eternamente no coração. A Juliana Bandeira pela atenção na identificação das espécies. A turminha barulhenta da Anatomia Vegetal: Ana Paula Caetano, Bárbara Biazotti, Carla Vilalba, Carolina Mello, Cristina Gurski, Elizabeth Tolke, Emília Kotovski, Juliana Milani, Poliana Roversi, Priscila Cortez, Sandra Obando, Rosina Marasca, Rafael Andrade, Shesterson Aguiar a todos pela diversas conversas filosóficas e auxílios no laboratório. A galera da Fisiologia Vegetal Luciana Menolli (pelo auxílio nos cálculos bioquímicos), Luciano Pereira (pelo disposição em sempre

me ajudar na casa de vegetação), Gilberto Justino (pela leitura nos textos e nas extrações bioquímicas), Sarita, Sarinha e Raphael Ricon. Aos amigos Diego Demarco e Poliana Cardoso pelas diversas conversas anatômicas e frequentes auxílios no laboratório. Aos amigos de república Anna Abrahão, Aline Marinelli, Bianca Pellici e Cora Caron obrigado pela acolhida. A Carol Scultori, Décio Tadeu, Gabriela Atique, Gustavo Shimizu, Luciana Franci, Larissa Pereira, Lucas Kaminski, Nallarett Davila, Nívia Dias, Tamires Carregosa pelos ótimos momentos de descontração. Considero importante, termos construído algo juntos, fosse numa sala de aula, fosse nas reuniões informais na casa de cada um.

As amigas Caroline Polido, Talita Reis e Zildamara Holsback pelas infindáveis hospedagens pelo apoio e amizade fundamentais nos últimos momentos da entrega da tese e pela alegria contagiante de vocês.

Aos amigos de longe e sempre Cândida Costa (pela eterna amizade), Josué Nunes, Mara Abdo e Rogério Ænez pelo apoio e compreensão.

Aos professores e colegas Diogo Costa e Regis pela ajuda nos cálculos estatísticos.

Finalmente, agradeço a minha família, minha mãe querida pelo amor incondicional, a Moema e Hilário pelo constante apoio e motivação. Aos amores da minha vida João Pedro e Artur.

Resumo

A família Leguminosae possui elevada representatividade entre os elementos do estrato arbóreo da Mata Atlântica. Diversas características da biologia das leguminosas têm contribuído para o seu sucesso ecológico e evolutivo entre elas a expressiva variação morfológica nos tipos de frutos e sementes. Essas variações são em grande parte relacionadas às estratégias de dispersão e de germinação. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi investigar aspectos morfoanatomicos, de três espécies florestais Leguminosae da Mata Atlântica (*Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *M. scabrella* Benth.), bem como analisar as características da germinação e as potenciais mudanças nas rotas bioquímicas ligadas ao metabolismo primário (carboidratos, lipídios e proteínas). Todas as espécies apresentam estrutura bastante uniforme, tanto no pericarpo quanto na semente. No pericarpo, foram observados aspectos comuns às leguminosas, sendo destacadas características como cutícula espessa, presença de tricomas no exocarpo, células comuns com paredes anticlinais retas, presença de cristais de oxalato de cálcio e calotas de fibras gelatinosas externas aos feixes dorsais e ventrais além de acúmulo de compostos fenólicos e segmentação pericárpica. Na semente, também foram observadas características comuns à família, como o caráter bitegmentado e a testa de estrutura padrão, com paliçada bem diferenciada. Os resultados dos ensaios de germinação mostraram que as espécies, mesmo apresentando alta germinabilidade apresentaram diferenças no percentual, tempo e velocidade de germinação, sugerindo que fatores endógenos podem influenciar a germinação dessas espécies. A quantificação de carboidratos, proteínas e lipídeos, bem como a determinação dos padrões protéicos e o perfil dos ácidos graxos confirmaram que as espécies apresentam diferenças entre si tanto na quantidade de compostos orgânicos estocados quanto na mobilização dessas reservas. Esses resultados permitiram concluir que as sementes das espécies estudadas exibiram teor quantitativo e qualitativo diferenciado entre si e que estes se alteram ao longo do processo germinativo, principalmente, as reservas mais energéticas como os carboidratos e os lipídios, fazendo com que a germinação aconteça de forma mais rápida.

Palavras-chave: anatomia, frutos, sementes, germinação, consumo de reservas, Fabaceae.

Abstract

The family Leguminosae contains high representation among the elements of the arboreal stratum of the Atlantic Forest. Several features of the biology of legumes have contributed to their ecological and evolutionary success, including the significant morphological variation in the types of fruits and seeds. These variations are largely related to the strategies of dispersal and germination. Therefore, the objective of this study was to investigate the morpho-anatomical aspects of species of the Atlantic Forest (*Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* and *M. scabrella*); including the analysis of the germination characteristics and potential changes in biochemical pathways linked to primary metabolism (carbohydrate, lipids and proteins). Species have very uniform structure both in the seed and pericarp. In the pericarp, common legumes aspects were observed, the xeromorphic features (thick cuticle, presence of trichomes in the ovarian epidermis and the exocarp, common cells with straight anticlinal walls, hypodermis, presence of calcium oxalate crystals and gelatinous fiber caps external to the dorsal and ventral bundles) and the anti-herbivory features (accumulation of phenolic compounds and pericarp segmentation) were highlighted. In the seed, common characteristics to the family were also found, as the character bitegmic and standard testa structure, with well-differentiated palisade cells. The results of germination tests showed that the species, even presenting high germination, showed differences in the percentage, time and speed of germination, suggesting that endogenous factors can influence the germination of these species. The quantification of carbohydrates, proteins and lipids, as well as the determination of protein patterns and fatty acid profile, confirmed that the species differ from each other on both the quantity of stored organic compounds and in the mobilization of these reserves. These results showed that the seeds of the studied species displayed quantitative and qualitative differential content between themselves and that these contents change throughout the germination process, especially the most energy reserves as carbohydrates and lipids, causing that the germination occurs more quickly.

Keywords: anatomy, fruits, seeds, germination, Fabaceae.

Sumário

Introdução Geral.....	1
-----------------------	---

Capítulo I

Morfoanatomia do pericarpo de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. Leguminosae-Mimosoideae

Abstract	22
Resumo	23
Introdução	23
Materiais e Métodos	25
Resultados	26
Discussão	30
Refêrencias Bibliográficas	35

Capitulo II

Morfoanatomia das sementes de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae)

Abstract	44
Resumo	45
Introdução	45
Materiais e Métodos	47
Resultados	48
Discussão	51
Referências Bibliográficas	55

Capitulo III

Mobilização de Reservas e germinação de sementes durante o crescimento inicial de plântulas de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae)

Abstract	66
Resumo	67
Introdução	67

Material e Métodos	70
Resultados	74
Discussão	80
Referências Bibliográficas	85
Considerações Finais	94

Introdução Geral

A Floresta Atlântica, segunda maior floresta tropical da América do Sul e uma das mais ricas do mundo em biodiversidade e endemismo, está localizada ao longo da costa brasileira ocorrendo quase que continuamente do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. Ocupa atualmente cerca de 13% do território nacional ou 98.800 km², valor que representa apenas 7,6 % da sua cobertura natural, que era de 1,3 milhões de km² (SOS Mata Atlântica 2005).

A biodiversidade para a Floresta Atlântica, é de aproximadamente 20 mil espécies de angiospermas das quais mais de 8 mil são endêmicas, segundo estimativas de Myers *et al.* (2000).

De modo geral, Leguminosae aparece sempre entre as famílias de angiospermas mais diversas em estudos florísticos da Mata Atlântica. A família é constituída por aproximadamente 727 gêneros e 19.327 espécies (Lewis et al 2005), é a segunda maior família de eudicotiledôneas em número de espécies e a segunda mais importante economicamente no mundo ficando atrás apenas de Poaceae. Amplamente distribuída, figura como elemento principal de muitos tipos de vegetação em várias regiões do mundo, dos picos das serras montanhosas até o litoral arenoso, da floresta úmida tropical até os desertos, havendo até espécies aquáticas (Lewis 1987). Ecologicamente importantes, algumas espécies estão bem adaptadas à primeira colonização e exploração de diversos ambientes, devido, em parte, às suas associações com bactérias fixadoras de nitrogênio ou com ectomicorrizas. Bactérias do gênero *Rhizobium*, localizadas em nódulos radiculares encontrados em muitas espécies, convertem o nitrogênio atmosférico em amônia, forma solúvel que pode ser utilizada por outros vegetais, resultando em espécies extremamente valiosas como fornecedores de adubos naturais (Lewis 1987).

Análises de caracteres morfológicos e sequências de genes *rbcL* indicam que Leguminosae é um grupo monofilético (Chappill 1995, Chase *et al.* 1993 e Doyle *et al.* 1997). Dados recentes colocam claramente a família dentro do complexo Faboide, ordem Fabales, próximo das Polygalaceae, Surianaceae e Quillajaceae (Wojciechowski 2003).

De acordo com APG III (2009) Leguminosae foi dividida em três subfamílias: Mimosoideae, Caesalpinoideae e Papilionoideae, caracterizadas pelo tipo de simetria floral e pelo tipo de pré floração da corola.

A ampla distribuição desta família, assim como das subfamílias que a compõe, se deve principalmente, à sua adaptação a vários tipos de ambientes (Polhill *et al.* 1981). Para o Brasil foram catalogados cerca de 210 gêneros e 2694 espécies, cuja ocorrência é bastante significativa na maioria dos tipos vegetacionais. Para a Mata Atlântica a família possui elevada representatividade entre os elementos do estrato arbóreo. Estimativas recentes listam 931 espécies de Leguminosae para a Mata Atlântica sendo que 392 são exclusivas deste bioma (Lima 2000).

A morfologia desta família é muito diversa, tanto no hábito, de grandes árvores e ervas muito pequenas, quanto nas folhas e flores. Entretanto, uma característica marcante da família é o gineceu unicarpelar que resulta num fruto do tipo legume. Os frutos podem ser deiscentes na sutura das bordas dos carpelos e na nervura mediana dorsal ou, mais raramente, em outros tipos como sâmara ou folículo e variações do legume, como os craspédios. Por essa razão as características dos frutos e sementes usualmente foram utilizadas para a delimitação dos táxons dentro da família, como para a definição de tribos e gêneros. Apesar disso, estudos com morfologia e anatomia de frutos e sementes, principalmente ontogenéticos, ainda são escassos no grupo, destacando-se os trabalhos de Oliveira e Beltrati (1993), Oliveira (2001), Oliveira & Paiva (2005), Nakamura & Oliveira (2005), Iwasaki (2008) entre outros.

Considerando a ampla distribuição neotropical, a indiscutível importância ecológica e a aplicabilidade de estudos morfoanatômicos de frutos e sementes visando à resolução de problemas taxonômicos para Mimosoideae, o presente trabalho tem como objetivos:

- 1- Caracterizar frutos e sementes, por meio de estudo ontogenético de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucornata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. avaliando seu potencial taxonômico entre as três espécies.
- 2- Verificar a possível ocorrência de padrões estruturais entre as três espécies.
- 3- Caracterizar o processo de germinação das sementes das espécies.
- 4- Caracterizar qualitativa e quantitativamente as reservas orgânicas nos cotilédones em diferentes estádios morfo-fisiológicos definidos durante a germinação.

5- Analisar as alterações bioquímicas ocorridas durante a germinação e crescimento inicial.

Mimosoideae

Mimosoideae abrange cerca de 3.270 espécies subordinadas a 78 gêneros. As espécies dessa família apresentam grande importância para as formações florestas de terras baixas geralmente associadas a cursos d'água (Elias 1981). Os grandes centros de diversidade de Mimosoideae são referidos para a América Tropical. Para o Brasil são estimados 33 gêneros e 791 espécies. Muitos gêneros estão presentes na Ásia e Austrália, no entanto, poucos são restritos a estas regiões (Lewis 2005).

As Mimosoideae são constituídas por árvores, arbustos, subarbusto, por vezes lianas mais raramente ervas. Apresentam estípulas algumas vezes modificadas em espinhos, folhas alternas, muito raramente opostas, compostas bipinadas, muito raramente pinadas ou modificadas em filódios, geralmente pulvinadas e com folíolos numerosos de tamanho reduzido e nectários extraflorais geralmente presentes. As flores são reunidas em densas inflorescências capituliformes, esféricas ou alongadas, de flores de simetria radial, pentâmeras ou tetrâmeras, diclamídias e hermafroditas. (Elias 1981).

Assim como nas demais leguminosas, possui gineceu unicarpelar ou, muito raramente, com dois a mais carpelos com dois a muitos óvulos de placentação marginal e endosperma nuclear. Os frutos são geralmente secos, deiscentes ao longo das suturas (*Abarema*), algumas vezes indeiscentes ou destacando-se transversalmente em artículos unisseminados (*Mimosa*). As sementes podem ser aladas ou não, com um embrião grande, geralmente estreito e curto e plúmulas com vários níveis de diferenciação. O endosperma ausente na maioria das espécies ou muito escasso, muito raramente bem desenvolvido (Judd *et al.* 2006).

De acordo com análises moleculares essa família não é monofilética, pois *Dinizia* e *Piptadeniastrum*, originalmente pertencentes às Mimosoideae, são mais próximas filogeneticamente dos gêneros de Caesalpinaceae utilizados como grupo externo para análise (Luckow *et al.* 2000, Luckow *et al.* 2003, Luckow 2005). No

entanto, o monofiletismo da família tenha sido comprovado em algumas análises baseadas em *rbcl* e *matk* (Kass & Wink 1996, Wojciechowski *et al.* 2003).

A referência clássica para Mimosoideae é o trabalho de Bentham (1844), que dividiu a subfamília em três tribos. Em Mimoseae foram classificadas as espécies com androceu isostêmone e diplostêmone, em Acaciae aquelas com androceu polistêmone, e em Parkiae, foram posicionados os gêneros considerados intermediários entre Caesalpinoideae e Mimosoideae. Posteriormente, Bentham (1875) propôs uma série de reorganizações na classificação anterior se baseando também na presença de endosperma e em características dos frutos.

A monografia de Mimosoideae da *Flora Brasiliensis* permaneceu por muito tempo (Bentham 1876) como a obra básica para estudos do grupo, porém atualmente é possível contar com diversos trabalhos de revisão Schulze-Menz (1964), Elias (1981), Barneby (1991), Barneby & Grimes (1996), Pennington (1997), Iganci (2009), Warwick *et al.* (2008), Savassi-Coutinho (2010). Taubert (1891), em sua classificação das Mimosoideae dividiu a tribo Adenantherae novamente em duas (Piptadeneae e Adenantherae). Schulze-Menz (1964), por sua vez considerou a classificação de Bentham (1875), como sendo a mais adequada, criando ainda a tribo Mimozygantheae.

Atualmente, baseado principalmente em análises cladísticas, a subfamília abrange três tribos (Lewis *et al.* 2005): Ingeae Benth., Mimoseae Bronn e Acaciae Dumort. Avanços na sistemática molecular da subfamília têm demonstrado a necessidade de uma nova organização intra e intertribos, devido às evidências de grupos polifiléticos e parafiléticos (Miller & Bayer 2001, Luckow *et al.* 2003, Miller & Bayer 2003). Para a delimitação destas tribos e gêneros as características reprodutivas e carpológicas apresentam aspecto relevante.

Abarema Pittier.

Abarema Pittier. compreende espécies arbustivas e arbóreas, com folhas bipinadas, típicas da subfamília Mimosoideae. Apresenta notáveis frutos com endocarpo rubro que, juntamente com suas sementes bicolores, pleurogramáticas, tornam os espécimes facilmente reconhecíveis no campo quando em frutificação (Barneby & Grimes 1996).

Está incluído em Ingeae e apresenta aproximadamente 46 espécies restritas à região neotropical (Lewis & Rico Arce 2005). Para a flora brasileira são citadas 30 espécies com centros de diversidade na Floresta Amazônica e na Floresta Pluvial Atlântica (Barneby & Grimes 1996).

Atualmente, *Abarema* é reconhecido como um gênero monofilético (Grimes 1995). A mais recente revisão taxonômica envolvendo o gênero foi realizada por Barneby & Grimes (1996), no estudo sobre os táxons sinandróides neotropicais, que abrange um estudo sobre gêneros da tribo Ingeae. Em *Abarema* foram subordinadas 46 espécies e os autores destacam que os limites em relação a gêneros afins ou a outros da tribo Ingeae não são de fácil delimitação.

Em relação ao potencial econômico, algumas espécies são utilizadas na indústria madeireira na América Central (Rico Arce & Cook 1997) e outras na medicina popular.

Abarema brachystachya (DC). Barneby e Grimes conhecida como olho de cabra é uma árvore, em geral de pequeno porte, com 4-6 pares de foliólulos, rômnicos a assimétricos, com flores em inflorescências brancas e conspícuas. Fruto do tipo legume torcidos a espiralados na deiscência. Ocorre em Floresta ombrófila densa, restinga e campo rupestre. Apresenta ampla distribuição geográfica no Domínio Atlântico, nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. *Abarema brachystachya* é muito frequente no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, bem como no litoral do estado de São Paulo (Iganci, 2009)

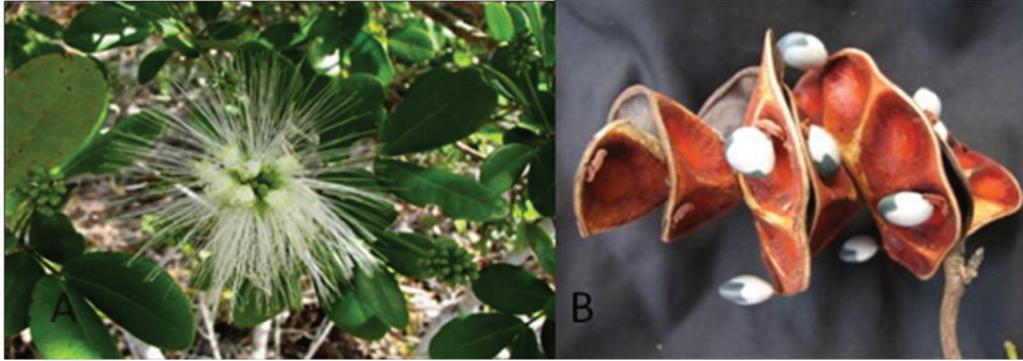


Figura 1. A-B. Aspecto geral de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby e Grimes. A. Inflorescências terminais. B. Fruto do tipo legume.

Mimosa L.

Mimosa L. abrange cerca de 480 espécies, dos quais 491 são endêmicas da região neotropical. Exibe duas áreas de diversificação, os campos do sudeste do Brasil e os campos e regiões arbustivas do México (Elias 1981). Para o Brasil, estima-se cerca de 340 espécies.

Pertencente a tribo Mimoseae, estão alocadas em cinco seções com base nas características florais e pela forma dos tricomas: *Mimadenia* Barneby, *Batocaulon* DC., *Calothamnus* Barneby, *Habbasia* DC. e *Mimosa* Barneby (1991). O monofiletismo do gênero vem sendo confirmado por diferentes autores com base em diferentes marcadores distintos (Bessega 2008, Luckow *et al.* 2003, 2000).

O gênero apresenta flores em inflorescências do tipo capítulo ou espiga, com ovário glabro ou não, sésstil ou preso por estípite longo, geralmente com emergências ou espinhos e formando frutos de diversos tipos (Lewis & Elias 1981).

Muitas espécies de *Mimosa* apresentam importância econômica relevante. São bem exploradas na construção civil como madeiras, e na produção de lenha e carvão. Outras ainda são utilizadas na arborização urbana, para reflorestamento de áreas degradadas, na medicina popular entre outros (Lorenzi, 2002).

Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze., vulgarmente conhecida como maricá é uma espécie pioneira que pode atingir até 15 metros de altura. Possui inflorescências terminais com coloração variando de branco a bege. Folhas compostas paripenadas e frutos do tipo craspédio segmentado em artículos. Ocorre naturalmente no Brasil nas

Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, nos biomas Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual.

Mimosa scabrella Benth popularmente denominada de bracatinga, é uma árvore com altura variando de 4 a 18 metros de altura. As folhas são compostas, muito variáveis com 4 a 14 pares de pinas. As flores são amarelas pequenas, agrupadas em capítulos pedunculados terminais. No Brasil ocorrem naturalmente nos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul.



Figuras 2. A-B. Aspecto geral das espécies estudadas. A. *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze. B. *Mimosa scabrella* Benth.

Estudos Morfoanatômicos

Frutos e Sementes

A definição de fruto é um assunto controverso na literatura botânica. Entretanto, para as leguminosas, aplica-se a definição clássica proposta por Gaertner (1788), que determina o fruto como o ovário maduro.

Segundo Nitsch (1953), uma característica interessante do desenvolvimento dos frutos de leguminosae incluem divisões e crescimento celular. Nos frutos secos, o início do desenvolvimento é dado pela instalação de atividade do meristema adaxial (Roth 1977). Como o desenvolvimento dos frutos secos pode ser multiplicativo, Roth

(1977) associa a diferenciação das camadas do pericarpo ao seu desenvolvimento; assim, a epiderme externa dá origem ao exocarpo, o mesofilo ovariano origina o mesocarpo e a epiderme interna produz o endocarpo.

Embora existam muitos estudos anatômicos sobre frutos e sementes Martin (1946), Corner (1976), Roth (1977), Spjut (1994), Werker (1997), Barroso *et al.* (1999) e Souza *et al.* (2006) para diversas famílias, incluindo Leguminosae, incongruências com relação ao tipo de frutos podem ser encontradas na literatura.

Fahn & Zohary (1955) descreveram pericarpo de 50 gêneros de leguminosas, considerando a diferença na orientação das micelas da parede celular como responsável pela deiscência do fruto, além de discutirem a possível relação entre a ancestralidade dos gêneros estudados e o processo de deiscência. Anatomicamente, detalharam alguns tipos de pericarpo, que receberam o nome de um dos gêneros que os apresentaram. 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.

O trabalho mais abrangente envolvendo a estrutura de frutos foi realizado por Roth (1977), com o estudo anatomia de alguns frutos, 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.

Trabalhos posteriores também se destacaram, como os de 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.

Spjut (1994) partiu das classificações tipológicas mais tradicionais e apresentou um trabalho sistemático, propondo 95 tipos de frutos. Para Fabaceae, o autor referiu oito tipos, separando-os nas três subfamílias: para Caesalpinioideae, citou frutos tipo câmara, legume e sâmara; para Mimosoideae, câmara, legume, craspédio e lomento; e para Faboideae, câmara, cipsela, *diclesium*, legume, lomento e utrículo.

As sementes também se destacam entre os pesquisadores, sendo que, nas leguminosas, ocorre um padrão estrutural de valor taxonômico que consta de um estrato mucilaginoso, camada em paliçada, camada hipodérmica de células em ampulheta, mesotesta com células pétreas e endotesta diferenciada em células em ampulheta ou semelhantes à mesotesta (Netolitzky 1926, Corner 1976, Gunn 1981, Werker 1997).

Martin (1946), em amplo estudo descreveu a morfologia interna das sementes de 155 famílias de Angiospermas, propôs uma classificação ampla, com base na proporção do embrião em relação ao endosperma, bem como envolvendo diferenças de forma e posição do embrião no interior da semente. Segundo o autor, a maioria dos órgãos reprodutivos é relativamente estável, com poucas variações entre gêneros e espécies; quando presentes, essas variações podem ter significado filogenético.

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.

Kopooshian & Isely (1966) relacionaram as diferenças morfológicas existentes entre as sementes de Fabaceae, separando o grupo composto por Mimosoideae e Caesalpinioideae das Faboideae. 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 diretamente de uma espécie de Caesalpinioideae pouco especializada.

Gunn (1981) relatou características morfológicas e anatômicas das sementes da família, complementando o que Corner (1976) e outros autores relataram,

distinguindo as três subfamílias e apresentando ilustrações comparativas. O autor embasou-se em ampla revisão sobre sementes de leguminosas, visando à aplicação sistemática.

Werker (1997) apresentou ampla descrição dos aspectos estruturais e funcionais das sementes; seu enfoque é a descrição da morfologia e anatomia, sem a preocupação de caracterizar grupos taxonômicos. A autora aborda todos os aspectos relacionados com as sementes, desde sua estrutura externa, como coloração, topografia, dessecação, passando pelo embrião, reservas, estruturas secretoras, processos de dispersão de sementes, dormência, chegando até a fisiologia e modificações na germinação.

Barroso *et al.* (1999) descreveram a morfologia de frutos e sementes aplicada à sistemática, dando maior destaque às espécies nativas do Brasil. 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, sâmara, craspédio, criptolomento, lomento, sacelo, mostrando a grande variação carpológica na subfamília.

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.

Oliveira (1999) estudou os embriões de 15 espécies de Fabaceae, quatro de Mimosoideae, com objetivo de comparar as estruturas e fornecer subsídios para trabalhos de sistemática e filogenia. O trabalho apresentou dados sobre os tecidos meristemáticos, grau de diferenciação da plúmula, tipos de cotilédones e eixo embrionário.

Kirkbride *et al.* (2003) reuniram as características gerais de frutos e sementes de numerosas espécies de Mimosoideae, fazendo descrição comparativa com as outras subfamílias, a partir de descrições detalhadas dos gêneros, apresentando também chave para identificação genérica.

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. Oito tipos carpológicos foram encontrados na tribo, sendo eles folículo, legume, legume carnosos, 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.

O valor taxonômico do embrião é destacado por diversos autores De Candolle (1825), Compton (1912), Isely (1955), Bravato (1974), Polhill *et al.* (1981), Gunn (1984), Lima (1985), Kirkbride *et al.* (1994), Barroso *et al.* (1999), Oliveira (1999). Smith (1981) analisou a anatomia dos cotilédones em 728 gêneros de leguminosas, inclusive sua vascularização, ploidia, reserva e mobilização de nutrientes durante a germinação.

Para Mimosoideae, além das pesquisas já citadas acima, especificamente para frutos e sementes, vale ressaltar ainda outros trabalhos Souza (1984, 1988, 1993), Paoli (1992), Martins & Oliveira (2001), Pinto (2005), Meireles & Tozzi (2008) e Borges (2010).

A anatomia também tem fornecido informações relevantes à taxonomia de Mimosoideae, destacando-se os estudos anatômicos de órgãos vegetativos Barreta-Kuipers (1981), Marchiori (1993, 1996, 1997), Carnieletto & Marchiori (1993), Gasson (2003), Maccari & Marchiori (1994), Marchiori & Muniz (1997), Evans *et al.* (2006) Edeoga *et al.* (2007), Inckot (2007), e embriologia Narasimhachar (1951) e palinologia Caccavari (1986, 1988). 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.

Apesar de muitos estudos com espécies dessas tribos Mansano & Tozzi (1999), relatam ainda muitas dificuldades taxonômicas que permanecem por resolver. Assim estudos estruturais com esses grupos constituem importante base para a compreensão das Mimosoideae.

Germinação e Compostos de Reserva

As sementes desenvolvem-se a partir de um óvulo fertilizado e são basicamente constituídas por três estruturas: o embrião, o endosperma e o tegumento ou envoltório da semente (Bewley & Black (1994), Corner, (1976). Durante o desenvolvimento do embrião e até que este atinja sua maturidade fisiológica são definidas três fases principais. A histodiferenciação ou embriogênese, é a fase inicial e consiste de intensas divisões celulares e diferenciação, na qual serão formados os tecidos do embrião e do endosperma. É nessa fase que ocorre um rápido aumento da massa fresca da semente e do conteúdo de água. A etapa posterior, denominada fase de maturação, é caracterizada pela expansão celular e pela deposição de reservas, normalmente proteínas, lipídios ou carboidratos, nos tecidos de armazenamento

(endosperma, cotilédones e eixo hipocótilo-radícula), aumentando com isso a massa seca da semente. Em algumas sementes, ao final do período de maturação, ocorre uma redução do conteúdo de água e diminuição da massa fresca total da semente. Essa fase é iniciada com a interrupção das conexões vasculares entre a semente e a planta mãe (Bewley & Black 1994).

A germinação pode ser definida como uma série de processos metabólicos e morfogenéticos, que se inicia com a absorção de água pela semente quiescente, seguida da síntese e ativação de várias enzimas, resultando na mobilização das reservas orgânicas e, principalmente, na digestão da parede celular. O processo de germinação termina com o alongamento do eixo embrionário, ocorrendo por consequência a protrusão da raiz primária (Castro *et al.* 2004).

Após a germinação, a plântula emergente é parcialmente impossibilitada de adquirir recursos externos, sendo a energia e metabólitos necessários para o seu desenvolvimento até atingir a fase autotrófica provenientes das substâncias acumuladas nos tecidos de reserva das sementes (Buckeridge *et al.* 2004).

O aparecimento das reservas nas sementes foi um dos fatores importantes no surgimento e evolução de sementes em plantas. Os mecanismos de acúmulo e mobilização de reservas são fundamentais para a obtenção de plântulas de maior vigor (Buckeridge *et al.* 2004). Como as sementes também são unidades de reserva, elas podem acumular vários compostos altamente energéticos que poderão ser mobilizados no período de germinação e no desenvolvimento inicial da plântula. Os produtos da mobilização de reservas são utilizados como fontes de energia e matérias-primas (carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucléicos) para construção de células e tecidos, proporcionando ao novo indivíduo a independência da planta-mãe e adaptação aos mais variados ambientes (Buckeridge *et al.* 2000).

Em termos de quantidade, pode-se afirmar que estas reservas são constituídas principalmente de carboidratos (amido, frutanos e polissacarídeos de parede celular), lipídios e proteínas (Buckeridge *et al.* 2004).

Heldt (2005) afirma que os principais carboidratos de reserva em uma semente são o amido e os polissacarídeos de reserva da parede celular. Por ser uma molécula relativamente instável, já que o seu grupamento aldeído pode ser espontaneamente oxidado à carboxila, a glicose pode ser polimerizada para a formação de amido, que é osmoticamente inerte e, portanto, não interfere no equilíbrio osmótico da semente. Em

leguminosas, o amido é uma forma de reserva bastante comum, normalmente depositada nas células dos cotilédones, podendo atingir mais de 50% da massa seca, como em *Pisum* e *Vicia faba* (Halmer 1985).

Em certas sementes, porém a maior quantidade de carboidratos de reserva não é formada por amido, mas por outros polissacarídeos como os mananos, galcatomanos e xiloglucanos. Os mananos são encontrados geralmente no endosperma de algumas espécies de Leguminosa, Palmae, galactomananos ocorrem em cotilédones sendo muito comum no gênero *Lupinus*, enquanto os xiloglucanos aparecem em grande quantidade nos cotilédones de sementes de leguminosa (Meier & Reid 1982).

Os carboidratos são classificados em função do número de átomos de carbono que possuem, podendo ser apresentados sob a forma de mono, di, oligo ou polissacarídeos. A sacarose, um dissacarídeo, é o açúcar mais abundante e universal das plantas, devido à sua estabilidade estrutural e solubilidade em água, que o fazem ser o principal carboidrato translocável nas plantas (Dietrich *et al.* 1988).

Nas plantas são encontrados como constituintes estruturais (celulose e outros polissacarídeos de parede) reserva de energia na forma de polímeros (amido), constituintes de vários metabólitos (como ácidos nucleicos e coenzimas) e numerosos glicosídeos (Bruneton 1999).

Além disso, as proporções de determinados açúcares podem ser utilizadas para agrupar classes taxonômicas. Buckeridge *et al.* (1995) relacionaram a razão entre manose e galactose nos galactomananos presentes nas sementes de leguminosas (Leguminosae) com a posição taxonômica entre 31 espécies, indicando que a subfamília Caesalpinioideae apresenta menor quantidade de galactose em suas moléculas do que as subfamílias Mimosoideae e Faboideae.

Os lipídeos, normalmente são armazenados em organelas específicas conhecidas como corpos lipídicos. São depositados sob a forma de triglicerídeos, composto por três ácidos graxos ligados a um glicerol. Embora a composição exata de ácidos graxos varie de espécie para espécie, os ácidos graxos palmítico, oléico e linoléico geralmente ocorrem em maior quantidade, podendo compor até 60% da massa de algumas sementes oleaginosas (Buckeridge *et al.* 2004). Outros lipídios ainda podem ter função estrutural ou metabólica nas membranas celulares entre eles fosfolipídios, glicolipídios e esteróides (Bewley & Black 1984).

A unidade básica dos lipídios é um ácido graxo formado por um grupo carboxila e uma cauda hidrocarbônica apolar, que confere à maioria dos lipídios a sua natureza oleosa e gordurosa. Os ácidos graxos diferem entre si pelo tamanho da cadeia (4 a 24 carbonos), presença, número e posição das insaturações (Simpson & Ogorzaly 1995). O grau de insaturação é determinado pelo número de duplas ligações. Os ácidos graxos constituídos de ligações simples são chamados saturados, os que possuem uma só ligação dupla são os monoinsaturados, enquanto os com mais de duas ligações duplas são os poliinsaturados.

Nas plantas os lipídios, representam uma reserva química de energia livre. Os ácidos graxos por serem uma molécula orgânica consideravelmente mais reduzida que os carboidratos, possuem maior potencial de liberação de energia em sua oxidação. Os triglicerídeos têm rendimento (em relação à massa) duas vezes maior do que os carboidratos. Assim sendo, muitas sementes acumulam óleos em suas sementes em desenvolvimento para atuar como reserva de energia durante a germinação (Somerville *et al.* 2000).

A biossíntese de triglicerídeos envolve diversas organelas. Os ácidos graxos são produzidos em plastídeos a partir de acetil-CoA, sendo transferidos para o retículo endoplasmático liso (REL), onde sofrem modificações como formação de insaturações (ligações duplas) e adição de hidroxilas. Com isso, forma-se no REL um banco de ácidos graxos que são transferidos por um carreador (CoA ou uma proteína carreadora) para o glicerol, gerando os triglicerídeos que se acumulam na membrana (Bewley 1994).

Os lipídios ocorrem nos vegetais, com mais frequência nas sementes, frutos, folhas e, em menor proporção, em raízes, caules e flores, além de serem uma importante forma de armazenar carbono em muitas sementes de angiospermas (Voelker & Kinney 2001).

As sementes são ótimas fontes de proteínas, pois em contraste com outros órgãos vegetais armazenam proteínas sobre forma concentrada. As sementes de leguminosas possuem 20 a 30% de proteínas, as folhas representam 3 a 5%, enquanto os tubérculos apresentam em torno de 5% desta reserva (Habben & Larkins 1995). A síntese e a deposição dessas proteínas estão sujeitas a uma regulação espacial e temporal, sendo que, em cada espécie podem aparecer em diferentes estádios do desenvolvimento (Herman & Larkins 1999).

A classificação das proteínas pode ser feita segundo sua solubilidade em diferentes solventes albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (Osborne 1924) ou de acordo com sua função de reserva, estrutural-metabólica e de proteção (Bewley 1994). Em leguminosas, as globulinas representam a maior parcela das proteínas de reserva (Derbyshire *et al.* 1976). Albuminas são outro tipo de proteínas, principalmente com função enzimáticas que ocorrem em sementes, sendo que as gluteínas e as prolaminas também são comuns.

As proteínas de reserva normalmente se encontram depositadas em organelas denominadas de corpos protéicos. As proteínas das sementes têm como função armazenar principalmente nitrogênio e enxofre, essenciais para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e compostos secundários na plântula em crescimento (Buckeridge *et al.* 2004). Essas proteínas acumuladas nas sementes podem ser divididas em três categorias, segundo classificações mais modernas: (1) proteínas de reserva, cuja função é armazenar nitrogênio, enxofre e carbono; (2) proteínas estruturais e metabólicas, essenciais para o crescimento e estrutura da semente e (3) proteínas de proteção que podem conferir tolerância à planta ou à semente a patógenos microbianos, invertebrados ou até mesmo minimizar aspectos inerentes à dessecação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- BARNEBY, R.C. 1991. *Sensitivae Censitae. A Description of the Genus Mimos* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 65.
- BARNEBY, R.C. & GRIMES, J. W. 1996. Silk Tree, Guanacaste, Monkey's Earring: A Generic System for the Synandrous Mimosaceae of the Americas. Part I. Abarema, Albizia, and Allies. *The New York Botanical Garden* 74(1).
- BARRETA-KUIPERS, T. 1981. Wood Anatomy of Leguminosae: its relevance to taxonomy. In: R.M. POLHILL & P.H. RAVEN *Advances in legumes systematics*, part 10. Royal Botanic Gardens, Kew.

- BARROSO, G.M., MORIM, M.P., PEIXOTO, A.L. & ICHASO e C.L.F. 1999. Frutos e Sementes: Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas. Viçosa, Editora da UFV, p. 168-224.
- BENTHAM, G. 1875. Revision of suborder Mimoseae. Trans. Linn. Soc. London 30: 335-664, Pl. LXVI-LXX.
- BENTHAM, G. 1844. Notes on Mimoseae. London J.Bot. 3: 82-111, 195-226.
- BENTHAM, G. 1876. Leguminosae. III. Mimoseae. In: C.F.P. MARTIUS de Flora Brasiliensis. v.15, n.2, p.259-527.
- BESSEGA, C., HOPP, H.E & FORTUNATO, R.H. 2008. Toward a Phylogeny of *Mimosa* (Leguminosae: Mimosoideae): A Preliminary Analysis of Southern South American Species Based on Chloroplast DNA Sequence. Annals of the Missouri Botanical Garden. 95(4):567-579.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1994. Seeds: physiology of development and germination. 2 eds. Plenum Press, New York.
- BORGES, L.M. 2010. Mimosoideae na Serra do Cipó e análise da variabilidade morfológica de *Mimosa macedoana* Buckart. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica. 104p.
- BRAVATO, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. Acta Botanica Venezuelica 5:317-361.
- BRUNETON, J. 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants, Lavoisier, Intercept Ltd.: Andover, UK.
- BUCKERIDGE, M.S., AIDAR, M.P.M., SANTOS, H.P.dos. & TINÉ, M. A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borgheretti, F. (orgs.). Germinação do básico ao aplicado. Porto Alegre:Artmed, p. 31-50.
- BUCKERIDGE, M.S., TINÉ, M.A. S., SANTOS, P.H. & LIMA, D.U. 2000. Polissacarídeos de parede celular em sementes. Estrutura metabolismo, funções e aspectos ecológicos. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 12 (Edição Especial): 137-162.
- BUCKERIDGE, M.S., PANEGASSI, V.R. & DIETRICH, S.M.C. 1995. Storage carbohydrate mobilization in seeds of *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae) following germination. Revista Brasileira de Botânica, 18:171-175.
- CACCAVARI, M.A. 1988. Ultraestrutura del polen de *Mimosa* (Mimosoideae – Leguminosae). Pollen et Spores 30: 275-296. Royal Botanical Gardens. Punt, 30(3):275-296.
- CACCAVARI, M.A. 1986a. Estudio de los caracteres del polen en las *Mimosa-Lepidotae*. Pollen et Spores 28: 29-42.
- CACCAVARI, M.A. 1986b. Nuevos aportes al conocimiento de las tetrades de *Mimosa* (Leguminosae, Mimosoideae). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 24: 333-342.
- CARNIELLETO, C. & MARCHIORI, J.N.C. 1993. Anatomia da Madeira de *Mimosa eriocarpa* Benth. Ciência Florestal 3(1): 107-120.
- CASTRO, R.D. de, BRADFORD, K.J. & HILHORST, H.W.M. 2004. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (orgs.). Germinação do básico ao aplicado. Porto Alegre:Artmed, 149-162p.
- CHAPPILL, J.A. & MASLIN, B.R. 1995. A phylogenetic assessment of tribe Acacieae. In: M.D.Crisp & J.J.Doyle (eds). Advances in Legume Systematics, part 7: 77-99. Royal Botanic Gardens, Kew.

- CHASE, M., SOLTIS, D., OLMSTEAD, R., MORGAN, D., LES, D., MISHLER, B., DUVALL, M., PRICE, R., HILLS, H., QIU, Y.-L., KRON, K., RETTIG, J., CONTI, E., PALMER, J., MANHART, J., SYSTMSMA, K., MICHAELIS, H., KRESS, W.J., DONOGHUE, M., CLARK, W.D., HEDREN, M., GAUT, B., JANSEN, R., KIM, K.-J., WIMPEE, C., SMITH, J., FURNIER, G., STRAUS, S., XIANG, Q.-Y., PLUNKETT, G., SOLTIS, P., SWENSEN, S., EGUIARTE, L., LEARN, G., Jr., BARRETT, S., GRAHAM, S., DAYANANDAN, S. & ALBET, V. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. 1993. *Ann. Missouri Bot. Garden* 80: 528-580.
- COMPTON, R.H. 1912. Investigation of the seedling structure in the Leguminosae. *Journal of the Linnean Society of London Botany* 41:1-122.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. v.1. University Press, Cambridge.
- DE CANDOLLE, A.P. 1825. Leguminosae. In: De Candolle, A. P. (eds.). *Prodr. Syst. Natur. Reg. Veg.*. Treuttel & Würtz, Paris, v. 2, p. 93-423.
- DERBYSHIRE, E.; WRIGHT, D.J. & BOULTER, D. 1976. Review: Legumin and vicilin storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry*, Oxford, v.15, p.3-24.
- DIETRICH, S.M.C., FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L., CHU, E.P. & BUCKERIDGE, M.S. 1988. O açúcar das plantas. *Ciência Hoje*. 39:42-48.
- DOYLE, J.J., DOYLE, J.L., BALLENGER, J.A., DICKSON, E.E., KAJITA, T. & OHASHI, H. 1997. A Phylogeny of the Chloroplast Gene *RBCL* in the Leguminosae: Taxonomic Correlations and Insights into the Evolution of Nodulation. *American Journal of Botany*. 84(4), p. 541-554.
- EDEOGA, H.O., OMOSUN, G., OSOAGWU, O. & EMEZWE, O. 2007. Microscopy, Anatomy and Histochemistry of the stem and root of some the *Mimosa* species. *Asian Journal of Plant science*. 6(4). 688-691.
- ELIAS, T. S. 1981. Mimosoideae. In: Polhill, R.M & Raven, P.H (eds). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Garden, Kew, 1:143-152, 425p.
- EVANS, J.A., GASSON, P.E.E. & LEWIS, G.P. 2006. Wood Anatomy of the Mimosoideae (Leguminosae). *IAWA Journal*, suplemento 5.
- FAHN, A. & ZOHARY, M. 1955. On the pericarpial structure of the legumen, its evolution and relation to dehiscence. *Phytomorphology* 5:99-111.
- GAERTNER, J. 1778. *De fructibus et seminibus plantarum*. Typis Academiae Carolinae, Stuttgart. 380p.
- GASSON, P. 2003. Wood anatomy of Caesalpinioideae. In: Klitgaard, B.B. & Bruneau, A. (eds.). *Advances in Legume Systematics*, part 10, 63-93. Royal Botanic Gardens, Kew.
- GRIMES, J. 1995. In: Crisp, M.D. & Doyle, J.J. (Eds.) *Advances in Legume Systematics*, part 7, p.101-121.
- GUNN, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). *Technical Bulletin* 1681: 1-194.
- HABBEN J. E. & LARKINS, B. A. 1995. Genetic modification of seed proteins. *Current Opinion in Biotechnology* 6, 171-174
- HALMER, P. 1985. The mobilization of storage carbohydrates in germinated seeds. *Physiol. Vég.* 23:107-125.
- HELDT, H.W. 2005. *Plant Biochemistry*, Elsevier, San Diego, 630 p.
- HERMAN E.M. & LARKINS, B.A. 1999. Protein storage bodies and vacuoles. *Plant Cell* 11: 601-614
- IGANCI, J.R.C. & MORIM, M.P. 2009. *Abarema* (Leguminosae/ Mimosoideae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 60 (3): 581-594.

- ISLEY, D. 1955. Observations on seeds of the Leguminosae: Mimosoideae and Caesalpinioideae. *Proceedings of the Iowa Academy of Science* 62: 142-145.
- IWASAKI, M.C. 2008. Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa* linnaeus (fabaceae: mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas. Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 109p.
- JUDD, W. S. 2006. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Massachusetts, 464p., p.282-290.
- KÄSS, E. & WINK, M. 1996. Molecular evolution of the Leguminosae: phylogeny of the three subfamilies based on rbcL-sequences. *Biochemical Systematics and Ecology* 24:365-378.
- KIRKBRIDE, J.R., GUNN, C.R. & WEITZMAN, A.L. 2003. Fruits and seeds of genera in subfamily Faboideae (Fabaceae). *Tech Bull U S Dep Agric* 1890: 1–1212.
- KIRKBRIDE J.H., GUNN, C.R. & RITCHIE, C.A. 1994. Seed and fruit phylogenies of Caesalpinioideae and Mimosoideae (Fabaceae) and their tribes. In *Advances in legume systematics 6: Structural Botany* (I.K. Ferguson & S.C. Tucker, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew. p.117-140.
- KOPOOSHIAN, H & ISLEY, D. 1966. Seed character relationships in the Leguminosae. *Proceedings of the Iowa Academy of Science* 73: 59-67.
- LEWIS, G.P. & RICO ARCE, L. 2005. Tribe Ingeae. In: Lewis, G.P., Schrire, B., Mackinder, B. & Lock, M. (Eds.). *Legumes of the World*. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 577.
- LEWIS, G. P., SCHRIRE, B., MACKINDER, B. & LOCK, M. 2005. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, 577p.
- LEWIS, G.P. 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey.
- LEWIS, G. P. & ELIAS, T. 1981. Mimoseae. In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. (eds.). *Advances in the Legume Systematics, Part 1*, pp. 155-168. Royal Botanical Gardens, Kew.
- LIMA, H.C. 2000. *Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- 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.
- LUCKOW, M., MILLER, J., MURPHY, D & LITTLE, D.P., 2005. A Molecular Analysis of the Mimosoideae. *The Fourth International Legume Conference*. p. 52.
- LUCKOW, M., MILLER, J., MURPHY, D. & LIVSHULTZ, T. 2003. A phylogenetic analysis of the Mimosoideae (Leguminosae) based on chloroplast DNA sequence data. In: Klitgaard, B. B. & Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics, part 10, Higher level systematics*: 197-220.
- LUCKOW, M., WHITE, P.J. & BRUNEAU, A. 2000. Relationships Among the Basal Genera of Mimosoid Legumes. In: Herendeen, P.S. & Bruneau, A. (Eds.) *Advances In Legume Systematics, part 9*, p. 165-180.
- MACCARI, A. & MARCHIORI, J. N. C. 1994. Anatomia do Xilema Secundário De *Mimosa sparsa* (Spreng.) Benth. *Ciência Florestal*, 3(1): 85-106.
- MARCHIORI, J.N.C. & MUNIZ, G.B. 1997. Anatomia do Xilema Secundário de *Mimosa piluífera* (Spreng.) Benth. *Ciência Florestal*, 3(1): 85-106.
- MARCHIORI, J.N.C. 1996. Anatomia do Xilema Secundário de *Mimosa incana* (Spreng.) Benth. *Ciência Florestal*, 6(1):53-63

- MARCHIORI, J.N.C. 1993. Anatomia do Xilema Secundário de *Mimosa bimucronata* (Spreng.) Benth. *Ciência Florestal*, 3(1):85-106.
- MANSANO, V.F. & TOZZI, A.M.G.A. 1999. The taxonomy of some Swartzieae (Leguminosae, subfam. Papilionoideae) from southeastern Brazil. *Brittonia* 51(2): 149-158.
- MARTIN, A.C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. *The American Midland Naturalist* 36(3): 513-660.
- MARTINS, M.A.G. & OLIVEIRA, D.M.T. 2001. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu*(Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). *Revista Brasileira de Botânica* 24:109-121.
- MEIER, H. & REID, J.S.G. 1982. Reserve polysaccharides other than starch in higher plants. Pp. 418-471. In: F.A. Loewus & W. Tanner (eds.). *Encyclopedia of Plant Physiology. New Series V. 13A. Plant Carbohydrates I*. Heidelberg, Springer-Verlag.
- MEIRELES, J.E. & TOZZI, A.M.G.A. 2008. Seed and embryo morphology of *Poecilanthe* (Fabaceae, Papilionoideae, Brongniartieae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 158:249-256.
- MILLER, J.T. & BAYER, R.J. 2003. Molecular phylogenetics of *Acacia* subgenenra *Acacia* and *Aculeiferum* (Fabaceae: Mimosoideae) based on chloroplast *matK* coding sequence and flanking *trnK* intron spacer regions. *Advances in Legume Systematics, part 11, Australian Systematic Botany* 16:27-33.
- 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: 697-705.
- MYERS, N., MITTERMIER, R.A., MITTERMIER, C.G., FONSECCA, A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- NAKAMURA, A.T. & OLIVEIRA, D.M.T. 2005. Morfoanatomia e ontogênese da sâmara de *Pterocarpus violaceus* Vogel (Fabaceae: Faboideae). *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2):375-387.
- NARASIMHACHAR, S.G. 1951. An Embryological Study of *Mimosa pudica* Linn. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*. p.192-198
- NETOLITZKY, F. 1926. Anatomie der Angiospermen-Samen. *In Handbuch der Pflanzenanatomie* (K. Linsbauer, ed.). Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- NITSCH, J.P. 1953. The physiology of fruit growth. *Annual Review of Plant Physiology* 4:199-236.
- 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, 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*, v.24, n.1, p.85-97.
- 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 Biologia* 53:625-636.
- OSBORNE, T.B. *The vegetable proteins*. 2 ed. London: Longmans, 1924. 154 p.

- PATE, J.S. & KUO, J. 1981. Anatomical studies of legume pods a possible tool in taxonomic research. In: Advances in legume systematics. Part 2 (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds.). Crown Copyright, Kew, p.903-912.
- PENNINGTON, T.D. 1997. The genus *Inga*. Kew: The Royal Botanical Gardens. 844p.
- POLHILL, R.M & RAVEN, P.H (eds.) 1981. Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Garden, Kew, v.1, p.191-205, 425p.
- ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- SAVASSI-COUTINHO, A.P. 2010. Revisão taxonômica e estudos filogenéticos de *Mimosa* sect. *Calothamnus* Barneby (Leguminoae-Mimosoideae). Tese de doutorado. Instituto de biociências da Universidade de são Paulo. Departamento de Botânica.
- SIMPSON, B.B. & OGORZALY, M.C. 1995. Economic botany: plants in our world. 2.ed. New York: Mc Graw-Hill, 742p.
- SCHULZE-MENS, G.H. Rosales. In: MELCHIOR, H. 1964. A Engler's syllabus der pflanzenfamilien. 12. ed. Berlin. 2:193-242.
- SOMERVILLE, C., BROWSE, J., JAWORSKI, J.G. & OHLROGGE, J.B. 2000. Lipids. In BUCHANAN, B.B., GRUISSEM, W. & JONES, R.L. Biochemistry and molecular biology of Plants. Rockville: American Society of Plant Physiologists. p. 456-527.
- S.O.S. Mata Atlântica, 2005. <http://www.sosmatatlantica.org.br/>
- SOUZA, L.A. 2006. Anatomia do fruto e da semente. Ponta Grossa: UEPG. 200p.
- SOUZA, L.A. 1993. Morfo-anatomia do desenvolvimento do fruto de *Acacia paniculata* Willd. (Leguminosae). Arquivos de Biologia e Tecnologia 36:851-871.
- SOUZA, L.A. 1988. Anatomia de estádios de desenvolvimento da semente de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (Leguminosae - Faboideae). Garcia de Orta, Serie de Botânica 10:1-9.
- SOUZA, L.A. 1984. Anatomia do desenvolvimento do pericarpo de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassler (Leguminosae - Faboideae). Revista Unimar 6:5-19.
- SPJUT, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. Memoirs of the New York Botanical Garden 70: 1-182.
- TAUBERT, P.H.W. 1891. Leguminosae. In Die natürlichen Pflanzenfamilien (A. Engler & K. Prantl, eds.) Wilhelm Engelmann, Leipzig 3:70-388.
- VOELKER, T. & KINNEY, A.J. 2001. Variations in the biosynthesis of seed storage lipids. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 52: 335–361
- WERKER, E. 1997. Seed anatomy. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- WOJCIECHOWSKI, M.F. 2003. Reconstructing the phylogeny of legumes (Leguminosae): an early 21st. century perspective. In: Klitgaard, B. e Bruneau A.(eds.). Advances Legume Systematics. Part 10. Royal Botanic Gardens, Kew, P.5-35.

Capítulo I

Morfoanatomia do pericarpo de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. Leguminosae-Mimosoideae

NAZARETH GUEDES URQUIZA¹ e SANDRA MARIA CARMELLO-GUERREIRO²

ABSTRACT - The carpological morphology of representatives Mimosoideae is quite diverse, and there is a remarkable amount of fruit with many variations in shape, size and types of fruit dehiscence. In this context, and worthy of note that, within this variety is found in the literature morphological description of legumes, craspedium, loments, and among others. However the structural aspects of the fruits of many species have not been studied or compared with the species already described within the group. Thus, the objectives of this study were to analyze the morphology, anatomy and ontogeny of fruits of *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze and *M. scabrella* Benth., and compare the structure and development of the pericarp of these species with other Mimosoideae described in the literature, verifying the existence of structural patterns in the family. Therefore, the collections were held in the city of São Luiz do Paraitinga and Ubatuba, São Paulo, and the fruits, throughout the developmental stages, were fixed and processed according to usual anatomical techniques. The structure of the pericarp of the species follow the pattern for the Leguminosae, with unistratificated epicarp, mesocarp and vascularized parenchyma, and endocarp multiestratificated and heterogeneous. After fertilization, large variations are recongnized many cell divisions occur with the formations of trichomes and emergences epicarp. During the elongation and cell differentiation there is the formation of seed cushion, consisting of long multicellular trichomes that fills the cavity seminal, except in *A. brachystachya*. The stage of fruit ripening is marked by the mesocarp and endocarp lignification, observing the formation of sclereides including mesocarp and endocarp lignifications of fibres outside in all species studied. In *M. bimucronata* and *M. scabrella*, false septa are observed, where the pericarp is transversely fragmented, in addition, lignified tissue is formed externally to the dorsal and ventral bundles.

Keywords: anatomy, fruit, Fabaceae

RESUMO – A morfologia carpológica dos representantes de Mimosoideae é bastante diversificada, sendo encontrada uma quantidade notável de frutos com diversas variações na forma, tamanho e tipos de deiscência do fruto. Neste contexto é digno de nota que, dentro desta variedade encontra-se na literatura descrição morfológica de legumes, craspédios, lomentos, dentre outros. Entretanto os aspectos estruturais dos frutos de muitas espécies ainda não foram estudados ou comparados com as espécies já descritas dentro do grupo. Desta forma os objetivos deste trabalho foram analisar morfoanatomicamente e ontogeneticamente os frutos de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *M. scabrella* Benth., e comparar a estrutura e desenvolvimento do pericarpo dessas espécies com outras Mimosoideae já descritas na literatura, verificando a existência de padrões estruturais na família. Para tanto, coletas foram realizadas no município São Luiz do Paraitinga e Ubatuba, SP, e os frutos, ao longo dos estádios de desenvolvimento, foram fixados e processados segundo técnicas anatômicas usuais. A estrutura do pericarpo das espécies estudadas segue o padrão para as Leguminosae, com epicarpo uniestratificado, mesocarpo parenquimático e vascularizado, e endocarpo multiestratificado e heterogêneo. Após a fecundação, são reconhecidas grandes variações, ocorrendo inúmeras divisões celulares com formação de tricomas e emergências no epicarpo. Durante a fase de alongamento e diferenciação celulares, destaca-se a formação do *seed cushion*, constituído por longos tricomas pluricelulares que preenche a cavidade seminal, exceto em *A. brachystachya*. A fase de amadurecimento dos frutos é marcada por lignificação no mesocarpo e endocarpo, observando-se a formação de esclerídes mesocárpicas e a lignificação das fibras do endocarpo externo em todas as espécies estudadas. Em *M. bimucronata* e *M. scabrella*, são observados falsos septos, onde o pericarpo fragmenta-se transversalmente; além disso, tecido lignificado forma-se externamente aos feixes ventrais e ao dorsal.

Palavras-chave: anatomia, fruto, Fabaceae.

INTRODUÇÃO

Mimosoideae é a segunda maior das subfamílias de Leguminosae, com aproximadamente 3275 espécies, distribuídas em 82 gêneros. Embora a subfamília esteja distribuída principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo, trata-se de uma família generalista ocorrente em quase todas as formações vegetais (Stevens 2006).

A morfologia desta subfamília é muito variada, tanto no hábito de grandes árvores e ervas muito pequenas, quanto nas folhas e flores. No entanto, uma peculiaridade marcante da família é o gineceu unicarpelar que resulta num fruto do tipo legume. Os frutos podem ser deiscentes na sutura das bordas dos carpelos e na

nervura mediana dorsal ou, mais raramente, em outros tipos como sâmara ou folículo e variações do legume, como os craspédios (Barroso *et al.* 1999). No decorrer da evolução a família atravessou uma série de adaptações que culminaram em tipos diferenciados de frutos. Essa diversidade carpológica verificada em representantes de Leguminosae provavelmente corresponde a um dos fatores que contribuem para o sucesso do grupo em diferentes formações vegetacionais onde, comumente, é uma das famílias mais representativas (Goulart *et al.* 2006).

Além de ecologicamente importante, a família é de grande relevância econômica, sendo utilizada na alimentação humana e animal através do consumo direto ou na composição de alimentos manufaturados, devido ao seu alto teor protéico. São aproveitados legumes, sementes, folhagens, raízes e flores. Outros ainda englobam a indústria madeireira, apicultura, paisagismo, produção de tintas, vernizes, cosméticos entre outros (Lewis *et al.* 2005).

A análise da literatura revela que informações sobre estudos ontogenéticos de frutos e sementes de Leguminosae são escassos, destacando-se os trabalhos Fahn & Zohary (1955), Roth (1977), Pate & Kuo (1981), Gunn (1984) Spujt (1994), Souza (2006). Estudos estruturais podem não acompanhar a ontogenese destes órgãos, o que pode gerar problemas quanto a sua classificação. Nota-se, ainda, que os frutos tem sido referidos apenas morfológicamente, muitas vezes sem precisão terminológica que permita a segura utilização dos dados (Souza 2006).

A morfoanatomia de frutos e sementes de Fabaceae tem sido alvo de pesquisas recentes. Le Roux (2011) atento a importância destes estudos propôs possíveis tendências evolutivas a partir da análise do pericarpo da tribo Crotalarie. Savassi-Coutinho (2010) traçou uma linha evolutiva para o gênero *Mimosa* sect. *Calothamnos*, a partir de análises moleculares do cloroplasto e características de flores, folíolos e frutos. O autor ainda propôs modificações como rearranjos infra-específicos para o grupo. Oliveira (1999) estudou os aspectos morfológicos e anatômicos dos embriões de algumas espécies de Fabaceae buscando correlações entre sua estrutura e afinidades entre os diferentes gêneros e tribos. Ainda análises moleculares foram realizadas por, Mansano (2002), Kirkbride *et al.* (2003), Miller & Bayer (2003), Miller *et al.* (2003), Luckow (2005), Bessega (2008) e Murphy *et al.* (2010). Devido à pequena plasticidade fenotípica apresentada pelos frutos e sementes de Fabaceae as análises dos órgãos reprodutivos vêm sendo utilizadas

com grande eficiência para finalidades taxonômicas (Lima 1985, 1990, Aronson 1992, Gunn 1984). Pate & Kuo (1981) afirmaram que os legumes possuem ricas características anatômicas de grande valor para a taxonomia.

Com base nesses pressupostos e na carência de estudos ontogenéticos dos frutos de Mimosoideae, os objetivos do presente trabalho são descrever a ontogenese do pericarpo de *Abarema brachystachya*, (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa Scabrella* Benth., e comparar a estrutura e desenvolvimento do pericarpo dessas espécies com outras Mimosoideae já descritas na literatura, verificando a existência de padrões estruturais na família.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O local de estudo está inserido no Parque Estadual da Serra do Mar Núcleo Picinguaba município de Ubatuba (23°21'20" S e 44°50'59"W) e a Reserva Ecológica de Santa Virgínia, município São Luís de Paraitinga (22°23'7.3"S e 45°11'25"W; 23°20'14"S e 45°09'02"W), situados no litoral norte do estado de São Paulo.

Coleta de Material

Com base nos períodos fenológicos das espécies, coletas foram realizadas nos anos de 2007 a 2009. O material botânico utilizado no presente trabalho constou de botões florais, flores, frutos jovens em diversas fases de desenvolvimento e frutos maduros provenientes de cinco indivíduos. Os estudos morfoanatômicos foram realizados em material fresco ou em material fixado em FAA (formaldeído, ácido acético e álcool etílico na proporção 1:1:18 v/v) (Johansen 1940). Ambos os materiais foram conservados em álcool etílico a 70% (Jensen 1962). Para elaboração de laminário permanente, após desidratação em série etílica, o material foi incluído em resina plástica (Leica Historesina®) segundo as recomendações do fabricante, e seccionado em micrótomo rotativo nas espessuras de 4 a 8 µm de espessura,

obtendo-se séries longitudinais e transversais. As seções obtidas foram coradas com azul de Toluidina (O'Brien *et al.* 1964). Algumas lâminas foram preparadas para a realização de testes histoquímicos visando à detecção de diferentes compostos. Foram utilizados os seguintes corantes e reagentes: vermelho de Rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol em meio ácido, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudan IV, para a localização de substâncias lipofílicas e lugol, para a localização de amido. Os resultados foram ilustrados por meio de imagens digitais obtidas em fotomicroscópio Olympus BX 51, com câmara digital DP acoplada e estereomicroscópio Leica M80 acrescentando-se escalas nas condições ópticas adequadas.

Para o estudo micromorfológico do pericarpo após o isolamento das peças, o material foi seco pelo método de ponto crítico, metalizado com ouro e analisado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) no departamento de microscopia eletrônica no IB/Unicamp.

RESULTADOS

O pericarpo das espécies *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby e Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *M. scabrella* Benth., apresenta desenvolvimento e estrutura anatômica semelhante, mas com alguns caracteres distintivos como descritos abaixo.

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

Os ovários de *Abarema brachystachya* (Figura 1A), *Mimosa bimucronata* (Figura 1C), e *M. scabrella* (Figura 1E) possuem formato elíptico, são unicarpelares com placentação sutural.

A parede ovariana das três espécies apresenta epiderme externa uniestratificada, glabra e com células cobertas por cutícula (Figura 1B, 1D, 1F). Em *Abarema brachystachya* (Figura 1A) essas células epidérmicas apresentam compostos fenólicos. Estômatos ocorrem nas três espécies.

O mesofilo apresenta de quatro a cinco camadas de células parenquimáticas aproximadamente isodiamétricas em *Mimosa bimucronata* (Figura 1D) e *Mimosa scabrella* (Figura 1F). Já em *Abarema brachystachya* (Figura 1B) o mesofilo é constituído mais externamente por duas a três camadas de células maiores que as demais, com conteúdo fenólico, e três a quatro camadas mais internas de células parenquimáticas comuns. A vascularização do ovário nas espécies é constituída por um feixe dorsal amplo e dois laterais a ele e, dois feixes ventrais. Idioblastos fenólicos são observados distribuídos ao longo dos feixes vasculares. Em *A. brachystachya*, observa-se entre os feixes ventrais a epiderme persistente do fechamento da folha carpelar (Figura 2A), dando continuidade à epiderme na região externa e interna.

A epiderme interna é uniestratificada nas três espécies, com células de menor tamanho em relação à epiderme na região externa (Figura 1B, 1D e 1F). Na região de placenta, a epiderme apresenta-se papilosa, secretando uma substância de natureza mucilagínosa (Figura 2B-C).

Estágio I _ Representado pelo fruto jovem é a fase marcada pela intensa atividade meristemática.

No epicarpo de *Abarema brachystachya* (Figura 3C) observam-se apenas divisões anticlinais na epiderme, acompanhando o crescimento do fruto. Tendo em vista o início do desenvolvimento de tricomas em *Mimosa bimucronata* (Figura 3A, 3E), e emergências em *M. scabrella* (Figura 3B, 3D), neste estágio são observadas divisões em vários planos no epicarpo. Os tricomas glandulares em *Mimosa bimucronata* apresentam pedúnculo unisseriado e ápice secretor multicelular, em *M. scabrella* as emergências são do tipo estrelado.

O mesocarpo das espécies mantêm-se parenquimático e apresenta células com divisões em todos os planos (Figura 3D-E). Em *Abarema brachystachya* as células que compõem o mesocarpo apresentam grande quantidade de compostos de natureza fenólica nas regiões periféricas. Em *Mimosa bimucronata* (Figura 3H) e *Mimosa scabrella* (Figura 3G) células desta natureza apresentam-se mais concentradas na porção mais interna do mesocarpo, próximas ao endocarpo. Notam-se idioblastos cristalíferos contendo cristais prismáticos em *M. bimucronata* e *M. scabrella* (Figura 3D).

Nesta fase, a vascularização das espécies é dada pelos feixes dorsais e ventrais (Figura 3A-B), e ainda é observado o início da diferenciação de cordões procambiais imersos por toda lateral do fruto no mesocarpo. Porém, ao final deste estágio esses cordões já estão diferenciados e são do tipo colateral (Figura 3D). Os feixes dorsais e ventrais apresentam grande quantidade de idioblastos fenólicos dispostos junto ao floema, e dispersos ao longo das laterais dos frutos.

Na epiderme interna ocorrem divisões periclinais produzindo duas regiões distintas o endocarpo externo e o endocarpo interno (Figura 3F-H). No endocarpo externo são observadas células alongadas tangencialmente e de menor diâmetro. O endocarpo interno é parenquimático, uniestratificado em sua maior extensão.

O formato do fruto jovem em secção transversal difere do formato do ovário (Figura 3A-B). Os frutos tornam-se achatados lateralmente. Em *Abarema brachystachya* verifica-se, também, a presença de uma reentrância na extremidade dorsal e na ventral do fruto, definindo a região de deiscência.

Estádio II_ Durante a fase de alongamento o fruto assume seu tamanho final.

No epicarpo são observadas variações como a senescência de tricomas em *Mimosa bimucronata* (Figura 4B), acúmulo de compostos fenólicos nos tricomas de *M. scabrella* (Figura 4C) e no epicarpo e parte do mesocarpo de *Abarema brachystachya* (Figura 4A).

Com relação ao mesocarpo, nas três espécies as células apresentam considerável aumento em volume e acréscimo de camadas em relação ao observado no mesofilo ovariano (Figura 4A-C). São observadas três regiões: o mesocarpo externo, formado por células parenquimáticas sendo as mais periféricas com conteúdo fenólico. No mesocarpo médio, verifica-se a diferenciação de feixes vasculares colaterais em toda lateral das valvas e dos feixes dorsais e ventrais. O mesocarpo interno possui várias camadas de células parenquimáticas volumosas, contendo grande quantidade de compostos fenólicos, na região próxima ao endocarpo. Os feixes vasculares são colaterais, com idioblastos distribuídos ao longo dos mesmos (Figura 4D-I).

No endocarpo externo das espécies, observam-se de três a quatro camadas de células alongadas perpendicularmente ao maior eixo do fruto, de extremidades afiladas e em início de espessamento parietal (Figura 4A-C). O endocarpo interno

geralmente único alonga-se no mesmo sentido do fruto. Em *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* (Figura 4B-C), o alongamento desta camada forma tricomas multicelulares, direcionados para a cavidade seminal, os quais, no final desta fase, apresentam-se entrelaçados preenchendo toda a cavidade seminal. Idioblastos cristalíferos neste estágio são pouco visualizados.

Entre as sementes de *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* há a formação de falsos septos transversais na cavidade ovariana. Esses falsos septos são formados a partir da proliferação de células do endocarpo e do mesocarpo.

Estadio III_ Fase de maturação e deiscência do pericarpo.

Os frutos maduros das espécies estudadas são estipitados, secos, do tipo legume em *A. brachystachya* de coloração marrom, craspédio indeiscente em *Mimosa bimucronata* e craspédio deiscente em *Mimosa scabrella* de cor castanho claro. As sementes estão dispostas em série única, em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* encontram-se isoladas umas das outras pelos falsos septos.

Na superfície do fruto maduro de *Abarema brachystachya* e (Figura 5A) e *Mimosa bimucronata* (Figura 5B-C), observa-se a cutícula ornamentada e presença de ceras epicuticulares. São visíveis estômatos com poros abertos (Figura 5A-B). Tricomas tectores e glandulares peltados são observados em *Mimosa bimucronata* (Figura 5C) e somente glandulares estrelados em *Mimosa scabrella* (Figura 5D).

Nesta fase o pericarpo das espécies sofre intensa desidratação. O epicarpo mantém-se uniestratificado recoberto por cutícula e paredes primárias espessadas (Figura 6A, 6C-D). Os tricomas estão senescentes em *Mimosa bimucronata* (Figura 6C) e, em *Mimosa scabrella* apresentam-se ricos em compostos pécticos (Figura 6D).

O mesocarpo das espécies é comprimido e apresenta-se lignificado e com muitas células colapsadas (Figura 6A, 6C-D). Lateralmente, a região dos feixes dorsal e ventrais apresenta-se envolta por fibras (Figura 6B, 6E, 6G). Observa-se, na região externa aos feixes de *Abarema brachystachya*, fibras gelatinosas (Figura 6B).

O endocarpo externo permanece intacto devido às fibras e esclereídes (Figura 6A, 6C-D). O endocarpo interno permanece com paredes lignificadas em todas as espécies; devido à desidratação do pericarpo, suas células são comprimidas e rompem-se em algumas regiões.

A região de deiscência em *Abarema brachystachya* é composta pelas fibras do endocarpo externo e pelo tecido de separação próximo aos feixes dorsais e ventrais (Figura 6B). Nesta fase de maturação devido à desidratação, as fibras do endocarpo interno geram uma tração entre as duas valvas que, associada à região de fragilidade do pericarpo no tecido de separação, culmina na deiscência desses frutos.

Em *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* o tecido de separação do fruto compreende falsos septos provenientes da proliferação de células do endocarpo e do mesocarpo (Figura 6F). Estes falsos septos fragmentam-se transversalmente não alcançando as bordas das valvas (Figura 6E). Assim, é formado o replum que contém feixes ventrais de um lado e o dorsal acompanhado pelos dois laterais próximos do outro. Como houve a formação de um tecido esclerenquimático externamente a esses feixes, 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.

DISCUSSÃO

A estrutura do pericarpo das espécies estudadas segue o padrão geral descrito para leguminosae por Fahn & Zohary (1955), Roth (1977) e Pate & Kuo (1981). O pericarpo do legume 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.

Pate & Kuo (1981) mencionaram uma série de caracteres relacionados ao pericarpo dos frutos de leguminosae como de grande valor taxonômico. Entre elas podemos citar: a presença de tricomas, microescultura da epiderme, morfologia e frequência dos estomatos, número de camadas do pericarpo, presença de cristais e idioblastos fenólicos entre outras.

A presença de tricomas é um caráter variável entre as espécies estudadas. Os tricomas desempenham funções distintas. Por fim, também possuem importância relevante para a taxonomia das espécies. Essa condição foi relatada por Barneby (1991) que divide *Mimosa* em cinco seções com base na forma dos tricomas. A presença de tricomas peltados no presente estudo distingue *Mimosa bimucronata* da

seção *Batocaulon* DC., de *Mimosa scabrella* da seção *Calothamnos* Barneby na qual é caracterizada pela presença de emergências. Tricomas também foram descritos nos frutos jovens de *Mimosa caesalpinifolia* (Barros, 2002), sendo semelhantes aos registrados em *M. bimucronata*, além de emergências em *Mimosa daleoides* e *Mimosa dolens* (Iwasaki, 2008). Por fim, é possível especular que a presença de tais estruturas esteja relacionada com a diminuição da perda de água por transpiração e assim, a manutenção da umidade dos frutos em estádios jovens (Woodman, 2091, Turner, 2001). Ainda outra função seria a de tornar os frutos impalatáveis (Turner, 2001; Press, 1999; Coley, 1983), assim evitando que organismos venham a se fixar na superfície do fruto (Turner, 2001), além de proteção mecânica. Em *M. scabrella* a função das emergências estaria mais relacionada à proteção.

Os complexos estomáticos também são referidos na literatura como caráter diagnóstico, tanto pela presença ou ausência quanto pela morfologia e frequência (Pate & Kuo, 1981). Nas espécies em estudo a morfologia dos estômatos não apresentou variações, por outro lado a frequência destas estruturas variaram de raras em *M. bimucronata*, frequentes em *A. brachystachya* e muito frequentes em *M. scabrella*. Condição semelhante também foi verificada por Iwasaki (2008) para *M. dolens* e *M. daleoides*. Todavia, Sharma & Dunn (1968) ressaltaram que por se tratar de um caráter plástico, há a necessidade do uso de outros caracteres em conjunto com a frequência estomática, neste caso sendo uma característica pouco aconselhável para uso taxonômico.

Nas espécies em estudo o padrão estrutural dos legumes exibe uma pequena alteração, visto que não existe hipoderme esclerenquimática, e sim camadas fenólicas subepidermicamente em *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella*, mas de modo geral, a estrutura do pericarpo aqui descrita concorda com as generalizações citadas para Leguminosae.

Um caráter interessante é a frequente ocorrência de cristais de oxalato de cálcio no mesocarpo das espécies deste trabalho. O relato destes cristais é comum para ovários e frutos de Leguminosae, tendo sido registrado para espécies de *Mimosa daleoides*, *Mimosa dolens* (Iwasaki 2008), *Mimosa caesalpinifolia* (Barros 2002), *Machaerium* (Pinto 2009) e *Chamaecrista* (De-Paula 2006), de acordo com Pate & Kuo (1981) pode representar um bom caráter taxonômico. Nas espécies em estudo foi possível diferenciar-las com base na localização destas células ao longo do

mesocarpo. Em *M. bimucronata* e *M. scabrella* são observados cristais de oxalato ao longo do mesocarpo interno, sendo ausentes no mesocarpo de *A. brachystachya*. As funções destes cristais podem estar associadas à regulação de cálcio, proteção contra predação e desintoxicação de metais pesados, inclusive o alumínio (Franceschi & Nakata 2005).

A localização e a presença de idioblastos fenólicos ao longo do mesocarpo apresentaram variações nas espécies estudadas. Esta condição também foi verificado por Fahn & Cutler (1992), De Paula (2006), Iwasaki (2008) e Pinto (2009). Para as espécies em estudo seu reconhecimento mostrou-se bastante eficaz na diferenciação das espécies. Compostos fenólicos como os observados neste estudo, protegem as plantas contra fungos e bactérias primariamente, mas também são considerados importantes contra a herbívora (Roth 1977, Swain 1979).

Comparando-se as três espécies verificam-se grupos de esclereídes endocárpicas, comumente encontrados em frutos secos, que têm sido descritos para diversas espécies de leguminosas em diferentes tipos de frutos. Há registros de esclereídes nos legumes indeiscentes de *Mimosa caesalpinifolia* (Barros 2002) e de *Mimosa daleoides* (Iwasaki, 2008), e nos legumes deiscentes de *Caesalpinia ferrea* (Teixeira *et al.* 2004), nos frutos samaróides de *Dalbergia nigra* (Paoli 1992). Roth (1977) afirmou que, em leguminosas, a existência de esclereídes é comum, podendo estar isolados, em grupos ou em camadas contínuas, sendo que seu número, forma e distribuição constituem caráter taxonômico.

Esses tecidos esclerenquimáticos com base em diversos estudos Fahn & Zohary (1955) e Roth (1977), sugerem que na maturidade, devido à desidratação do pericarpo, as fibras do endocarpo interno geram uma tração entre as duas valvas que, associada à região de fragilidade do pericarpo no tecido de separação, culmina na deiscência dos frutos. Embora a literatura destaque a grande variedade morfológica e deiscência dos frutos de leguminosa a ocorrência de camada esclerenquimática no endocarpo parece ser típica nos frutos de espécies de Leguminosae e se tratar de um caráter sinapomórfico. Estudos mais recentes Ferrándiz (2002); Rajani e Sundaresan (2001), Liljegren *et al.* (2000), também a partir de ferramentas moleculares, demonstram o envolvimento de genes específicos relacionados ao processo de deiscência em frutos.

No que se refere à deiscência dos craspédios, Bravato (1974), Lima (1990) e Barroso *et al.* (1999) destacaram que eles podem ser deiscentes ou não. Barros (2002) e Souza (2006) sugerem que não ocorre deiscência propriamente dita nos craspédios, mas sim fragmentação transversal em artículos monospérmicos apartir de falsos septos. A presença de falsos septos, como os que formam câmaras monospérmicas no fruto de *M. bimucronata* e *M. scabrella*, tem sido utilizada para caracterizar um grupo de gêneros da tribo Dalbergieae (Polhill 1981). As subdivisões aqui observadas no fruto das espécies de *Mimosa*, que constituem as cavidades monospérmicas, foram consideradas como falsos septos, já que as mesmas não existiam pré-formadas no ovário, sendo produzidas ao longo do desenvolvimento ontogenético. Apesar de *Mimosa bimucronata* apresentar fragmentação transversal, não há exposição das sementes e, por isso, trata-se de um craspédio que forma artículos indeiscentes. Ao contrário do observado em *Mimosa scabrella* onde após a fragmentação em artículos expõe suas sementes, neste caso trata-se de um craspédio deiscente. A comparação anatômica dos frutos indeiscentes de *M. bimucronata* e frutos deiscentes de *M. scabrella* mostram que o mecanismo de deiscência corrobora com o encontrado na literatura para legume. Comumente, para a deiscência ativa dos frutos de leguminosas, dois fatores são indispensáveis: a presença de um tecido de separação, que se estenda pela região da deiscência, desde a epiderme interna até a epiderme externa, e o cruzamento de células esclerenquimáticas e/ou o cruzamento das micelas de celulose de suas paredes (Fahn & Zohary 1955).

Em *Abarema brachystachya* o fruto é um legume, onde após desidratação do pericarpo as valvas se abrem no ponto de junção das bordas do carpelo e na região dorsal onde se encontra a nervura mediana. Segundo Souza *et al.* (2006), o pericarpo autocoro destes frutos secos deiscentes, podem desempenhar papel ecológico fundamental no processo de dispersão através do processo xerostático. Essa diversidade carpológica verificada em representantes de Leguminosae, provavelmente seja um dos fatores que contribua para o sucesso do grupo em diferentes formações vegetacionais, onde comumente é uma das famílias mais representativas.

Um aspecto que chama atenção em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* é o endocarpo interno, que prolifera intensamente, formando um tecido tricomatoso. Esse

tecido pode ser considerado como “seed cushion” e possui importante papel no desenvolvimento da semente. De acordo com Roth (1977), a presença de *seed cushion* permite que os pericarpos de frutos lignificados diferenciem-se antes do crescimento da semente, que se desenvolve mais paulatinamente, já que a mesma pode ampliar suas dimensões comprimindo os espaços intercelulares ou mesmo as células volumosas. A presença de “seed cushion” é comum nas Faboideae (Martins & Oliveira 2001, Pietrobon & Oliveira 2004, Nakamura & Oliveira 2005), estando sempre associada a pericarpos secos) e tem caráter distintivo dentro os grupos.

Uma abordagem interessante sobre as 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.

Finalmente, conclui-se que, apesar do pequeno número de espécies estudadas foram observadas no pericarpo padrões estruturais comuns em leguminosas. As características dos tricomas, a presença de cristais e de idioblastos fenólicos são bastante variáveis e aparentemente promissores para auxiliar no entendimento das relações taxonômicas e filogenética da família. Porém, vale ressaltar que, para se fazer inferências entre gêneros, ou mesmo para a subfamília como um todo, há a necessidade de se ampliar os estudos de morfoanatomia pericárpica para Leguminosae.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado de N.G. Urquiza; à FAPESP-Programa BIOTA pelo auxílio financeiro; e a M.Sc. Juliana Bandeira, da Universidade Estadual de Campinas, pela identificação das espécies.

Refêrencias Bibliograficas

- ARONSON, J. 1992. Evolutionary biology of *Acacia caven* (Leguminosae, Mimosoideae): infraspecific variation in fruit and seed characters. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 79: 958-968.
- BARNEBY, R. C. 1991. *Sensitivae Censitae*. A Description of the Genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 65.
- BARROS, S.U.B. 2002. Anatomia e ontogênese dos frutos e sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (Fabaceae: Mimosoideae). Botucatu. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 92p.
- BARROSO, G.M., MORIN, M.P., PEIXOTO, A.L. & ICHASO, C.L.F. 1999. Frutos e sementes morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV. 443p.
- BESSEGA, C., HOPP, H.E & FORTUNATO, R.H. 2008. Toward a Phylogeny of *Mimosa* (Leguminosae: Mimosoideae): A Preliminary Analysis of Southern South American Species Based on Chloroplast DNA Sequence. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 95(4):567-579.
- BRAVATO, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 5:317-361.
- COLEY, P.D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs*. 53: 209-233.
- DE-PAULA, O.C. 2006. Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de três espécies de *Chamaecrista* Moench (Fabaceae, Caesalpinioideae) de cerrado do estado de São Paulo. Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu 2006. 129p.
- FAHN, A. & CUTLER, D. 1992. Xerophytes. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- FAHN, A. & ZOHARY, M. 1955. On the pericarpial structure of the legumen, its evolution and relation to dehiscence. *Phytomorphology* 5:99-111.
- FERRÁNDIZ, 2002 Regulation of fruit dehiscence in *Arabidopsis* *J Exp Bot* 1 October 2002: 2031-2038.
- FRANCESCHI, V.R. & NAKATA, P. 2005. Calcium oxalate in plants: Formation and function. *Ann. Rev. Plant. Biol.*, 56:41-71.
- GOULART, M.F., FILHO, J.P.L. & LOVATO, M.B. 2006. Variabilidade em frutas e Morfologia de Sementes Entre e Dentro de Populações de *Plathyenia* (Leguminosae- Mimosoideae) em áreas do Cerrado, a mata Atlântica e sites transitórias. *Plant Biology*. 8:112-119.
- GUNN, C.R. 1984. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). *Technical Bulletin* 1681: 1-194.
- IWASAKI, M.C. 2008. Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa* linnaeus (Fabaceae: Mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas. Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 109p.
- JENSEN, WA 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, W. H. Freeman and Co.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. Mc Graw Hill Book.

- KIRKBRIDE J.R., GUNN, C.R. & WEITZMAN A.L. 2003. Fruits and seeds of genera in subfamily Faboideae (Fabaceae). Tech Bull U S Dep Agric 1–1212.
- LE ROUX, M.M., VAN WYK, B.E., BOATWRIGHT, J.S. & TILNEY, P.M. 2011. The systematic significance of morphological and anatomical variation in fruits of *Crotalaria* and related genera of tribe Crotalarieae (Fabaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, 165:84–106.
- LEWIS, G.P., SCHIRERE, B., MACHINDER, B. & LOCK, M. 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, 577p.
- LILJEGRENS, D.G., ESHED, Y., SAVIDGE, B., BOWMAN, J. & YANOFSKY M. 2000. Control of fruit dehiscence in *Arabidopsis* by the SHATTERPROOF MADS-box genes. Nature 404:766–769.
- LIMA, H.C. 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.
- LIMA, H.C. 1985. *Diploctropis* Benth. (Leguminosae-Faboideae) estudo dos táxons infragenéricos. Acta Amazonica 15:61-75.
- MANSANO, V.F. 2002. Revisão Taxonômica do Genero *Zollernia* (Legiminosae Papillionoideae). Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Unicamp. Instituto de Biologia.
- MARTINS, M.A.G. & OLIVEIRA, D.M.T. 2001. Morfo-anatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu*(Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). Revista Brasileira de Botânica 24:109-121.
- 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.
- 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 Systematics Botany 16: 27-33.
- MURPHY, D.J., BROWN, G.K., MILLER, J.T. & LADIGES, P.Y. 2010. Molecular phylogeny of *Acacia* Mill. (Mimosoideae: Leguminosae): evidence for major clades and informal classification. Taxon 59: 7-19.
- NAKAMURA, A.T.; OLIVEIRA, D.M.T. 2005. Morfoanatomia e ontogênese da sâmara de *Pterocarpus violaceus* Vogel (Fabaceae: Faboideae). Revista Brasileira de Botânica, 28(2):375-387.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. 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.
- PAOLI, A.S. 1992. Desenvolvimento morfo-anatômico do fruto de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. (Leg. - Papilionoideae). Acta Bot. Bras. [online]. 6(1):65-72.
- PATE, J.S. & KUO, J. 1981. Anatomical studies of legume pods - a possible tool in taxonomic research. In Advances in legume systematics. Part 2 (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds.). Crown Copyright, Kew, p.903-912.
- PIETROBOM, R.C.V. & OLIVEIRA, D.M.T. 2004. Morfoanatomia e ontogênese do pericarpo de *Schizolobium parahyba*(Vell.) Blake (Fabaceae, Caesalpinioideae.) Revista Brasileira de Botânica 27:767-779.

- PINTO, D.D. 2009. Morfoanatomia e ontogênese de *Machaerium* Pers. (Fabaceae: faboideae): fruto, semente e plântula. Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu 2009. 92p.
- POLHILL, R.M., RAVEN, P.H. & STIRTON, C.H. 1981. Evolution and systematic of the Leguminosae. In *Advances in legume systematics* (R.M Polhill. & P.H Raven. eds.). Crow Copyright, Kew. v.1, p.1-26.
- PRESS, M.C. 1999. The functional significance of leaf structure: a search for generalizations. *New Phytologist*, Cambridge, 143:213-219.
- RAJANIS, S.V. 2001. The *Arabidopsis* myc/bHLH gene *ALCATRAZ* enables cell separation in fruit dehiscence. *Current Biology* 11: 1914–1922.
- ROTH, I. 1977. Fruits of angiosperms: encyclopedia of plant anatomy. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- SASS, J.E. 1951. Botanical microtechnique. 2nd ed. Iowa: State College Press. 228p.
- SAVASSI-COUTINHO, A.P. 2010. Revisao taxonomica e estudos filogenéticos de *Mimosa* sect. *Calothamnus* Barneby (Leguminoae-Mimosoideae). Tese de doutorado. Instituto de biociências da Universidade de são Paulo. Departamento de Botânica.
- SHARMA, G.K. & DUNN, D.B. 1968. Effect of environment on the cuticular features in *Kalanchoe fedtschenkoi*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 95:464-473.
- SOUZA, L.A. 2006. Anatomia do fruto e da semente. Ponta Grossa, UEPG.
- SPUJT, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 70: 1-82.
- STEVENS, P.F. 2006. Angiosperm phylogeny website. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb>
- SWAIN, T. 1979. Tanins and lignins. In *Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites* (G.A. Rosenthal & D.H. Janzen, eds.). Academic Press, New York, p.657-682.
- TEIXEIRA, S.P., CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & MACHADO, S. R. 2004. Fruit and seed ontogeny related to the seed behavior of two tropical *Caesalpinia* species (Leguminosae). *Bot. J. Linn. Soc.* 146:57-70.
- TURNER, I.M. 2001. The ecology of trees in the tropical rain forest. New York: Cambridge University Press.
- WOODMAN, R.L. & FERNANDES, G.W. 1991. Differential mechanical defence: herbivory, evapotranspiration, and leaf hairs. *Oikos*, Copenhagen, 60:11-19.

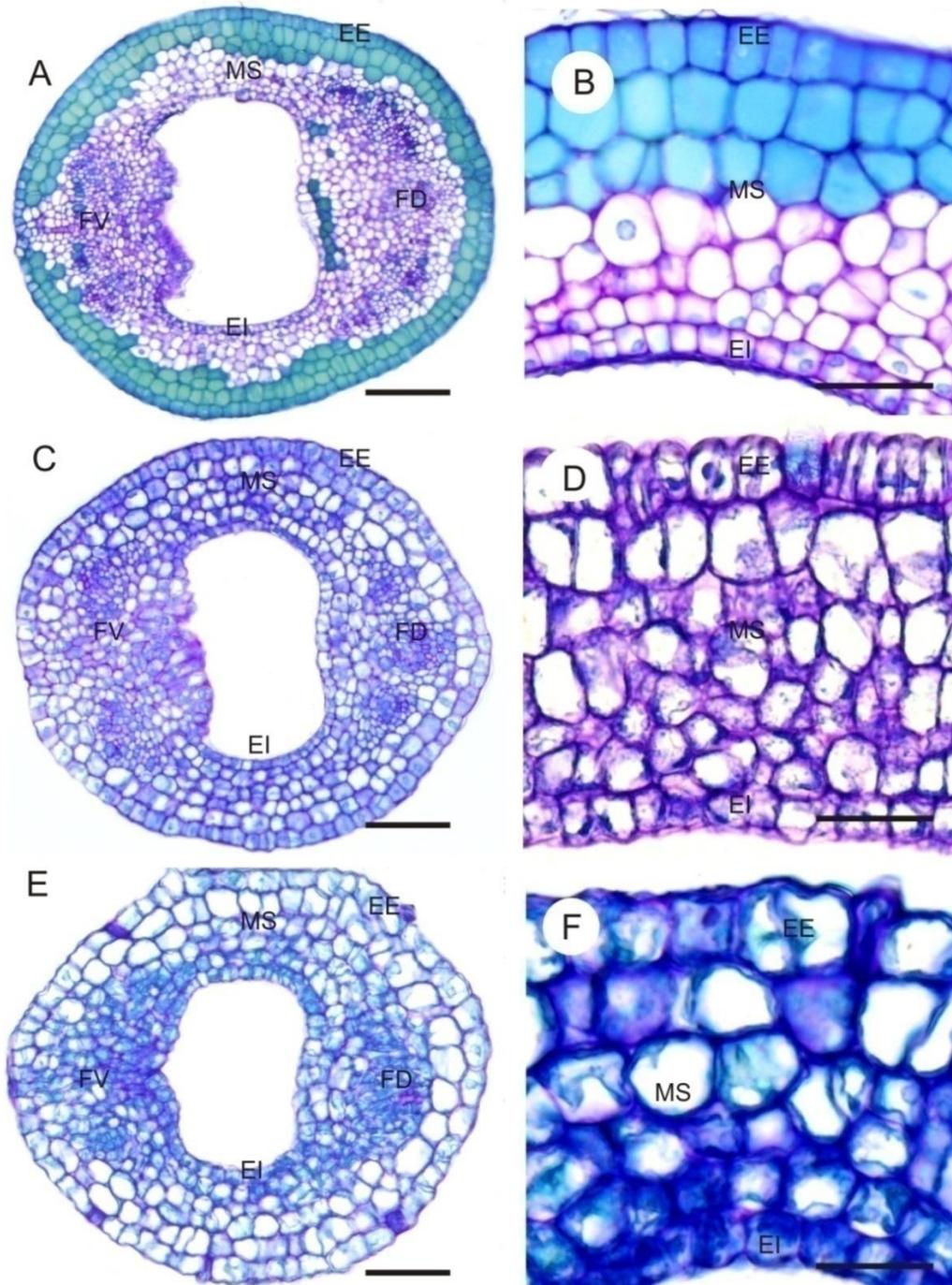


Figura 1. Cortes transversais de ovário do botão floral de *Abarema brachystachya* (A,B), *Mimosa bimucronata* (C,D) e *Mimosa scabrella* (E,F). (A) Ovário de *Abarema brachystachya* com faixas de células com compostos fenólicos. (B) Parede ovariana de *Abarema brachystachya* com células em divisão. (C) Ovário de *Mimosa bimucronata*. (D) Parede ovariana de *Mimosa bimucronata*. (E) Ovário de *Mimosa scabrella* com estômatos na epiderme. (F) Parede ovariana de *Mimosa scabrella*. (ee-epiderme externa, ms-mesofilo, ei-epiderme interna, fd-feixe dorsal, fv-feixe ventral. Barras de escala: 100 μ m (A,C,E); 50 μ m (B,D,F).

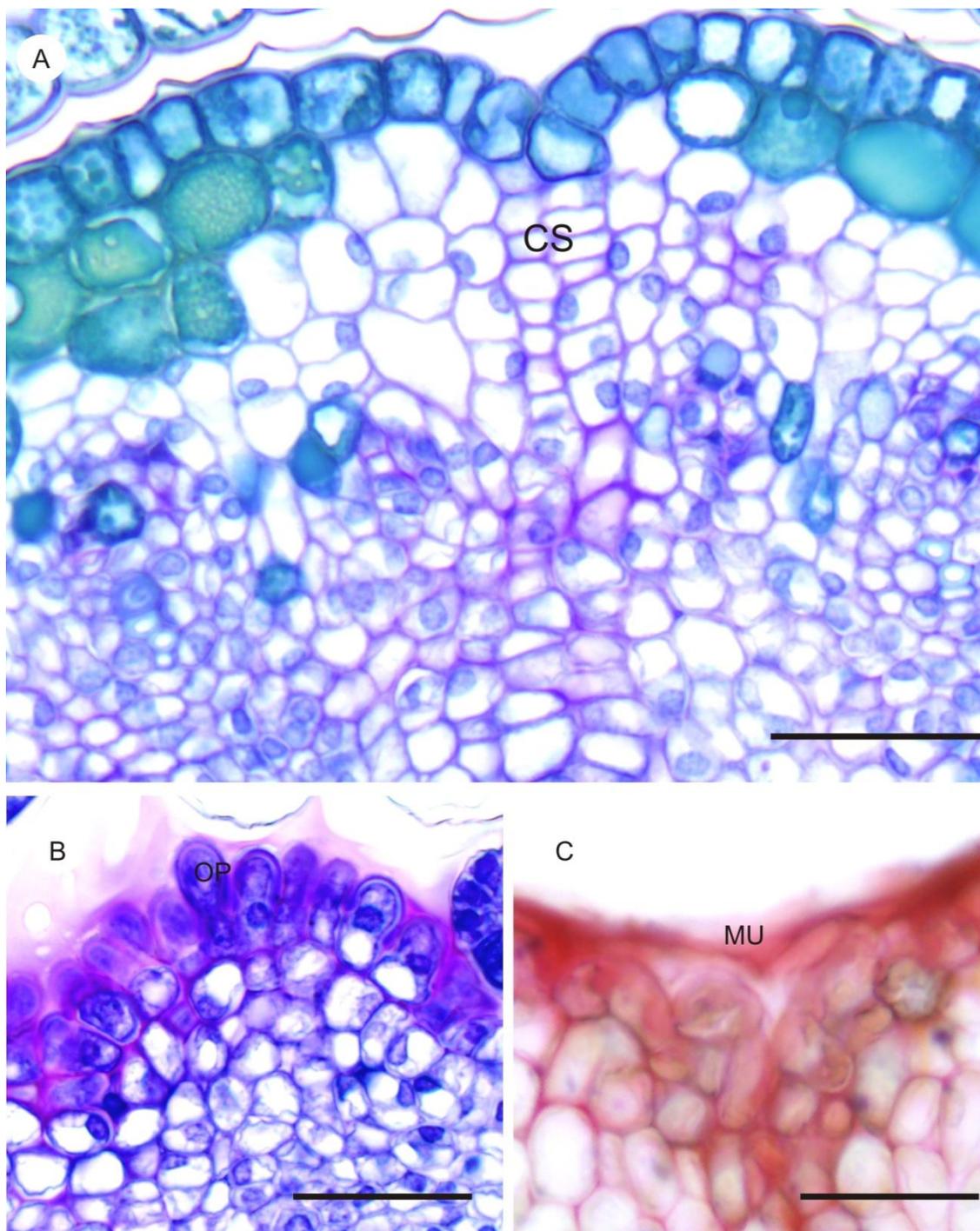


Figura 2. Corte transversal (A-C). Detalhes do ovário de *Abarema brachystachya*. (A) Camada de separação na parede do ovário. (B) Região placentária com células papilosas do obturador. (C) Epiderme recoberta por substância de natureza mucilaginosa. (cs:camada de separação; op: obturador placentário; mu: mucilagem.) 25 μ m (A-C).

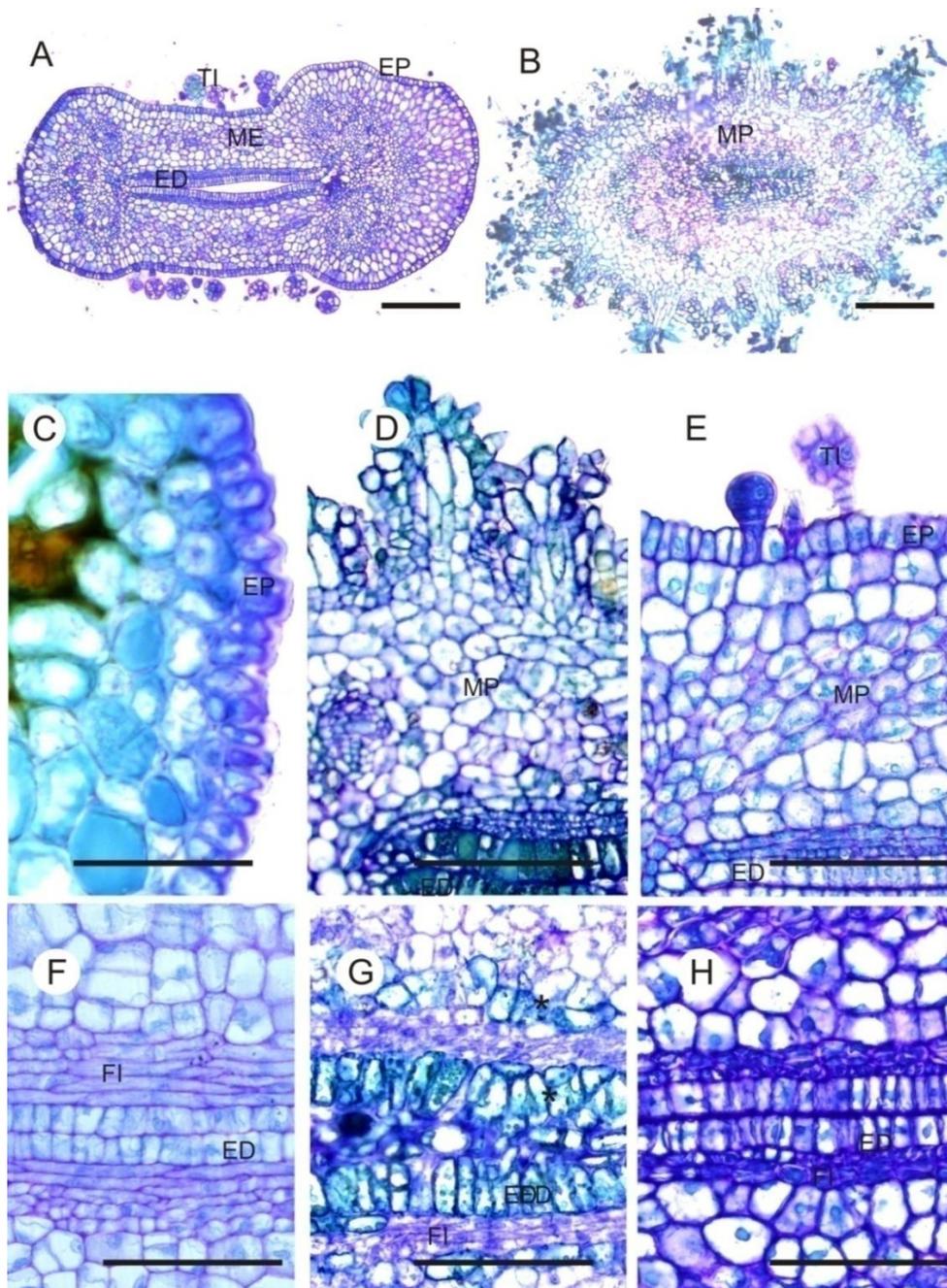


Figura 3. Estádio I. Cortes transversais de fruto de *Abarema brachystachya* (C, F), *Mimosa bimucronata* (A, E, H) e *Mimosa scabrella* (B, D, G). (A) Aspecto geral do fruto jovem com tricomas glandulares. (B) Aspecto geral do fruto jovem com emergências. (C) Detalhe do epicarpo com divisão celular. (D) Detalhe do epicarpo com emergências. (E). Detalhe do tricoma peltado. (F). Detalhe do endocarpo fibroso. (G). Detalhe do endocarpo células fenólicas. (H) Detalhe do endocarpo externo e interno. (ep-epicarpo, mp-mesocarpo, ed-endocarpo, ti-tricoma, fi-fibras, idioblastos).100 μm (A,B), 25 μm (D,E,G,H).

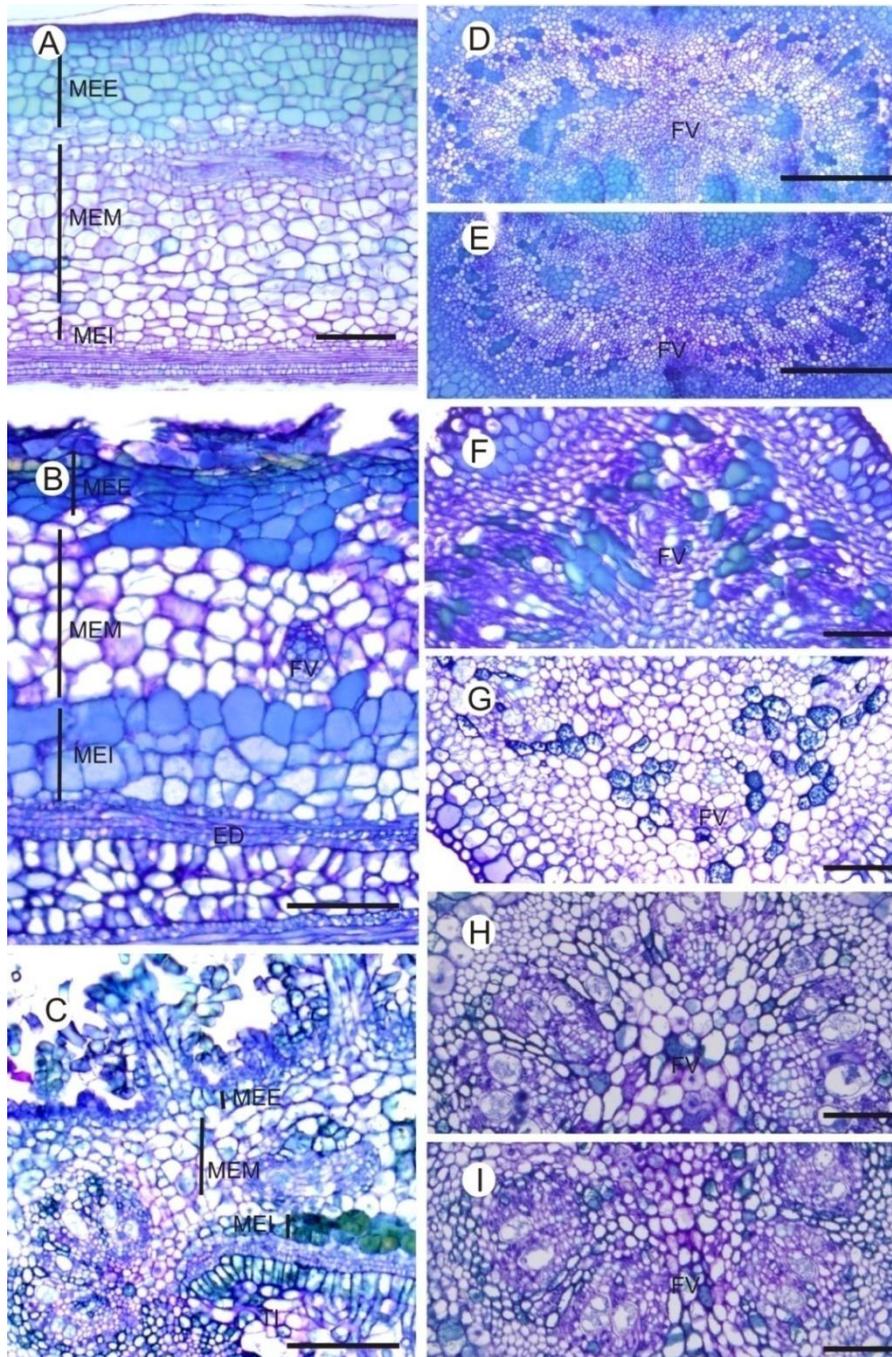


Figura 4. Estádio II. Cortes transversais (A-G). Corte longitudinal (H). Pericarpio de *Abarema brachystachya* (A,D,E), *Mimosa bimucronata* (A,F,G) e *Mimosa scabrella* (C,H,I). (A) Detalhe do pericarpio evidenciando regiões do mesocarpio. (B) Endocarpio com tricomas. (C) Faixa de células fenólicas no mesocarpio interno. (D-I) Idioblastos ao longo dos feixes vasculares. (ep-epicarpio, mee-mesocarpio externo, mem-mesocarpio médio, mei-mesocarpio interno, ed-endocarpio, fv-feixe vascular). 100 μ m (A-C); 250 μ m (D-I).

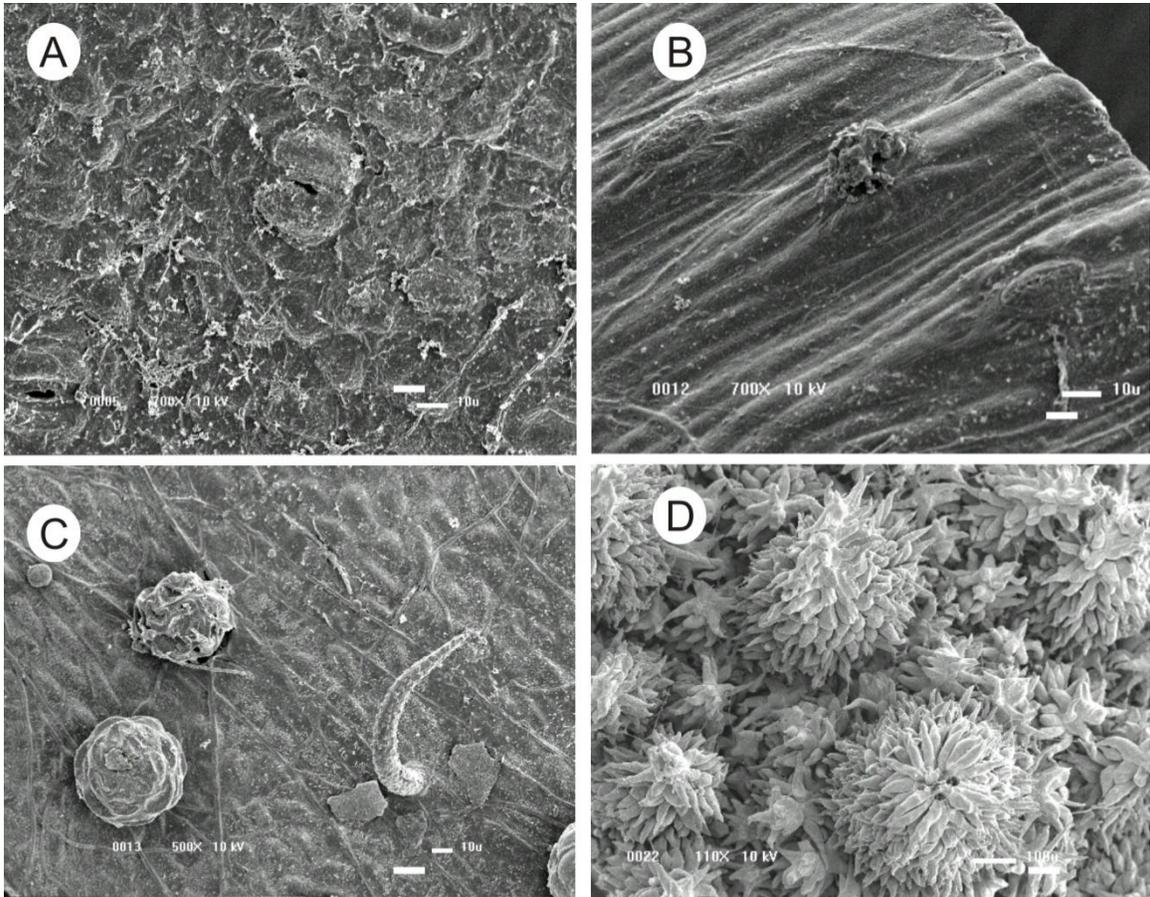


Figura 5. Estadio III. Micromorfologia da superfície do pericarpo maduro de *Abarema brachystachya* (A), *Mimosa bimucronata* (B-C) e *Mimosa scabrella* (D). (A). Detalhe dos estômatos e ceras epicuticulares. (B). Estômatos nas laterais do fruto. (C). Detalhe de tricomas tectores e glandulares senescentes. (D). Emergências estreladas. 10µm.

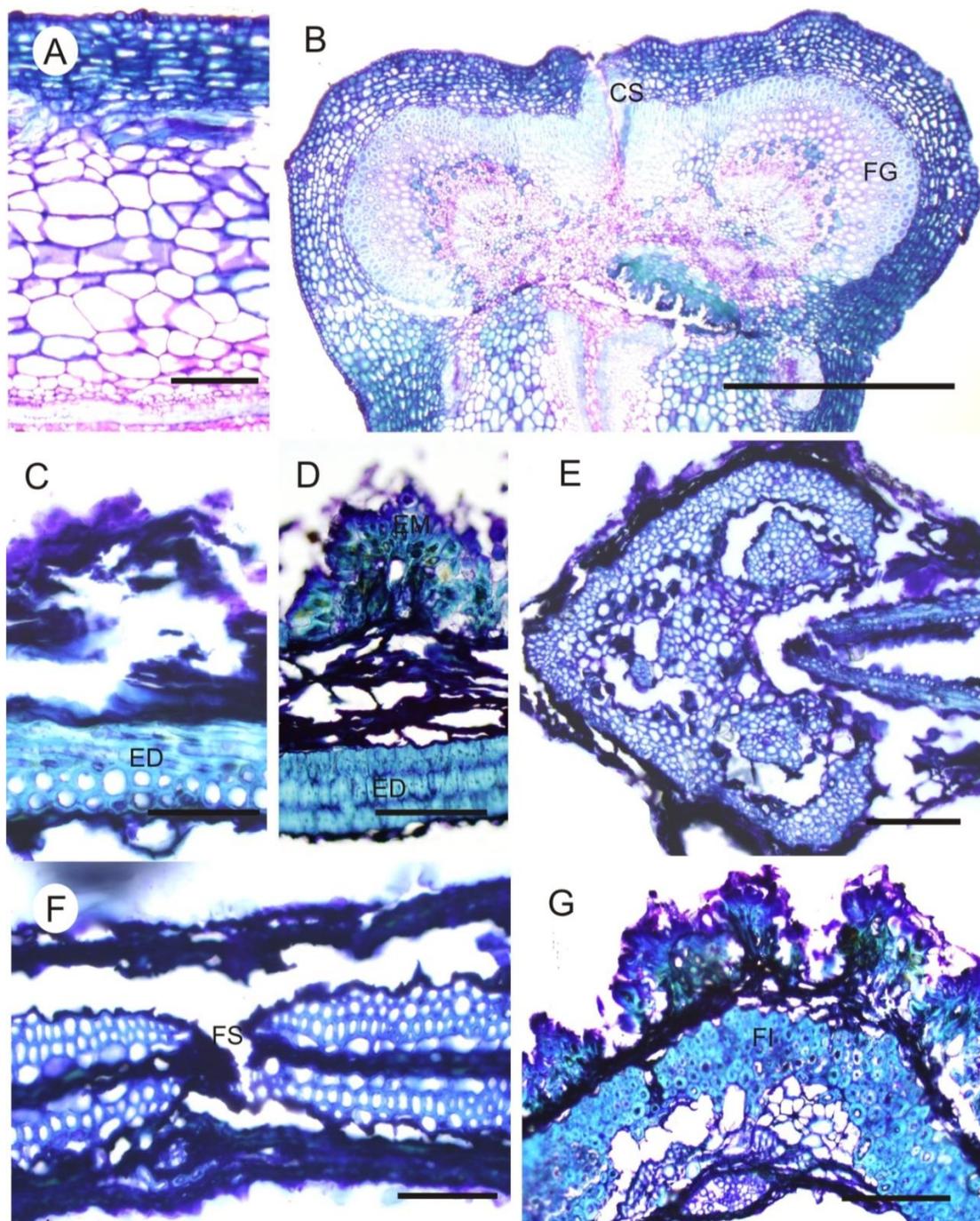


Figura 6. Estádio III. Cortes transversais (A,B,C,E,D,G). Corte longitudinal (F). Pericarpio maduro de *Abarema brachystachya* (A,B,), *Mimosa bimucronata* (C,E,F) e *Mimosa scabrella* (D,G). (A) Pericarpio com células lignificadas. (B) Feixe vascular com fibras gelatinosas e camada de separação. (C) Pericarpio com camadas de fibras do endocarpo. (D) Pericarpio com emergências lignificadas. (E) Região de fragmentação e formação do replum. (F) Artículos do pericarpio com falsos septos. (G) Pericarpio com presença de fibras próximas aos feixes vasculares. (ed: endocarpo, fg: fibras gelatinosas, cs: camada de separação, fs: falso septo, fi-fibras). 50 μ m (A,C,D,G); 25 μ m (E-G); 0,5mm (B).

Capítulo II

Morfoanatomia das sementes de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae).

NAZARETH GUEDES URQUIZA¹ e SANDRA MARIA CARMELLO-GUERREIRO²

ABSTRACT – Seed morphoanatomy of *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze and *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). *Abarema brachystachya* seeds, *Mimosa bimucronata* and *M. scabrella* were analyzed morphologically and anatomically, using standard light microscopy techniques. The ovule, with sutural placentation, is anatropous and bitegmic, with a slight tendency to type campylotropous in *M. scabrella*. The coats have 2-3 layers, with zigzag micropyle in *Abarema brachystachya* and *Mimosa scabrella*, but with straight micropyle in *M. bimucronata*. After fertilization, cell divisions occur mainly on the testa; the tegmen consists of vacuolated cells, consumed during development. The exotesta shows radial elongation and the rest of the seed coat presents parenchyma cells in early stage of wall thickening. At maturity, seeds are testal and unintegumented, with typical structure of Fabaceae, showing palisade exotesta with median lucid line, hourglass-cells, and several parenchymatous layers; across all the testa, the cell walls are thickly impregnated by pectic substances. The embryo is straight, with differentiated plumule in the three species. The cotyledons have mesophyll with a dorsiventral tendency and crystal idioblasts. The surface of the seed displays the pleurogram open in the micropylar portion, which, anatomically, displays only change in the palisade layer.

Keywords: anatomy, integument, embryo, Fabaceae

RESUMO – Sementes de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae) foram analisadas morfoanatomicamente, por meio de técnicas usuais em microscopia de luz. O óvulo, de placentação sutural, é bitegumentado e anátropo, com ligeira tendência ao tipo campilótropo em *M. scabrella*. Os tegumentos apresentam 2 a 3 camadas, com micrópila em zig-zag em *Abarema brachystachya* e *Mimosa scabrella* e reta em *M. bimucronata*. Após a fecundação, divisões celulares ocorrem principalmente na testa; o tégmen é constituído de células vacuoladas, consumidas durante o desenvolvimento. A exotesta apresenta alongamento radial e o restante do tegumento apresenta células parenquimáticas em início de espessamento parietal. Na maturidade, as sementes são testais e unitegumentadas, com estrutura típica de Leguminosae, 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. O embrião é reto, com plúmula bem 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: anatomia, tegumento, embrião, Fabaceae.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de espécies de leguminosas pode ser verificada em diferentes formações vegetacionais presentes em distintas regiões brasileiras, onde figura sempre como uma das mais representativas. Diversas características da biologia das leguminosas têm contribuído para o seu sucesso ecológico e evolutivo (Polhill, 1981) entre elas a expressiva variação morfológica nos tipos de frutos e sementes. Essas variações são em grande parte relacionadas às estratégias de dispersão e de germinação, podendo envolver o tamanho e a posição do embrião e do endosperma, a estrutura, a textura e a cor do tegumento, bem como a forma e as dimensões da semente (Souza 2006).

A versatilidade apresentada pelas leguminosas realça sua grande importância (Polhill *et al.* 1981). Mais de 80 espécies são consumidas no mundo e representam a segunda maior fonte de alimento. 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* 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, Lorenzi, 2001). Além disso, tem grande aplicação em programas reflorestamentos e manejo de áreas degradadas.

As sementes têm sido objeto de estudos morfoanatômicos de muitos pesquisadores pelo mundo, resultando em amplas publicações como as de Martin (1946), Corner (1976), Gunn (1981), Werker (1997), Barroso *et al.* (1999), Kirkbride *et al.* (2003), Souza (2006) dentre muitos outros autores. Muitos destes apresentam dados sobre morfologia, anatomia e filogenia de sementes, mas poucos discutem aspectos ecofisiológicos. Podem ser destacados os trabalhos morfoanatômicos de Hoffman & Kummerow (1962) trabalhando com *Acacia caven* (Mol.) Hook. além de Barros (2002) e Iwasaki (2008). Werker *et al.* (1973) descreveram a morfologia da semente de *Prosopis falcata* (Banks & Solander) Eig (Mimosoideae), discutindo aspectos anatômicos envolvidos na impermeabilidade, a produção de gomas e mucilagens e algumas diferenças entre sementes de diferentes locais, levantando questionamentos sobre o papel do ambiente nestas diferenças.

A identificação de sementes por meio de características morfológicas e anatômicas é importante na sistemática e taxonomia (Esau 1965), no entendimento da fisiologia, em paleobotânica, arqueologia, fitopatologia, em análises na agricultura e horticultura, bem como no estudo de comunidades vegetais (Silva & Paoli 2000).

Mimosoideae é uma das grandes subfamílias de Leguminosae, com aproximadamente 78 gêneros e 3270 espécies. Muitos destes gêneros são pequenos ou monotípicos, mas cerca de um terço das espécies estão restritos a três tribos: Acacieae, Mimoseae e Ingae. A subfamília está distribuída principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo estendendo-se até regiões temperadas, porém o

centro de diversidade do grupo concentra-se nos trópicos. As Mimosoideae podem ser encontradas desde florestas até regiões desérticas, no entanto estão mais adaptadas a florestas de terras baixas e geralmente associadas a cursos d' água (Elias 1981).

Considerando a escassez de trabalhos sobre a ontogênese de órgãos reprodutivos das Mimosoideae e a elevada importância do grupo para a vegetação do continente americano, o objetivo do presente trabalho é descrever, sob o ponto de vista ontogenético, a morfologia e anatomia das sementes de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O local de estudo está inserido no Parque Estadual da Serra do Mar Núcleo Picinguaba município de Ubatuba (23°21'20" S e 44°50'59"W) e a Reserva Ecológica de Santa Virgínia, município São Luís de Paraitinga (22°23'7.3"S e 45°11'25"W; 23°20'14"S e 45°09'02"W), situados no litoral norte do estado de São Paulo.

Coleta de Material

Com base nos períodos fenológicos das espécies, coletas foram realizadas nos anos de 2007 a 2009. O material botânico utilizado no presente trabalho constou de botões florais, flores, frutos jovens em diversas fases de desenvolvimento, frutos maduros e sementes provenientes de cinco indivíduos. Os estudos morfoanatômicos foram realizados em material fresco ou em material fixado em FAA (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 50% na proporção 1:1:18 v/v) (Johansen 1940). Ambos os materiais foram conservados em álcool etílico a 70% (Jensen 1962). Para elaboração de laminário permanente, após desidratação em série etílica, o material foi incluído em resina plástica (Leica Histoiresina®) segundo as recomendações do fabricante, e seccionado em micrótomo rotativo nas espessuras com 4 a 8 µm de espessura, obtendo-se séries longitudinais e transversais. As seções obtidas foram coradas com azul de Toluidina (O'Brien *et al.* 1964). Algumas lâminas foram

preparadas para a realização de testes histoquímicos visando à detecção de diferentes compostos. Foram utilizados os seguintes corantes e reagentes: vermelho de Rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol em meio ácido, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudan IV, para a localização de substâncias lipofílicas lugol, para a localização de amido. Os resultados foram ilustrados por meio de imagens digitais obtidas em fotomicroscópio Olympus BX 51, com câmara digital DP acoplada e estereomicroscópio Leica M80 acrescentando-se escalas nas condições ópticas adequadas.

Para o estudo micromorfológico da testa, o material foi seco pelo método de ponto crítico, metalizado com ouro e analisado em microscópio eletrônico de varredura (MEV) no departamento de microscopia eletrônica no IB/Unicamp.

RESULTADOS

As sementes das espécies *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby e Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth an apresentaram características muito semelhantes em todas as fases de seu desenvolvimento. Assim sendo, foi realizada uma descrição única do desenvolvimento das sementes dessas espécies, destacando-se os caracteres divergentes.

Óvulo: As espécies estudadas apresentam cerca de 7 a 8 óvulos por ovário em *Abarema brachystachya*, 3 a 4 em *Mimosa bimucronata* e 2 a 3 em *Mimosa scabrella*. Os óvulos estão arranjados linearmente na placenta ao longo da sutura do carpelo configurando a placentação sutural (Figura 1A, 2A) e estão ligados a parede ovariana por um funículo longo em *Abarema brachystachya* (Figura 1C) e curto em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* (Figura 2D-E). Os óvulos são anátropos, bitegmentados, no entanto nota-se ligeira tendência a campilotropia em *M. scabrella* (Figura 2E).

O tegumento externo e o interno apresentam duas a três camadas (Figura 1C, 2B e 2E). A epiderme apresenta células pequenas, revestidas por cutícula e núcleos evidentes. É visível a presença de conteúdo fenólico ao longo do tegumento externo das três espécies (Figura 1C, 2E).

No botão floral o tegumento interno do óvulo é reduzido e curto, constituído por células com fina cutícula (Figura 1C, 2B). Mas durante a antese o tegumento interno cresce e a micrópila passa a ser formada por ambos os tegumentos. Como a abertura dos dois tegumentos não são coincidentes em *A. brachystachya* e *M. scabrella*, a micrópila é em zig-zag (Figura 2E), enquanto que em *M. bimucronata* ocorre em linha reta.

O nucelo apresenta células de formatos e tamanhos variáveis, vacúolo desenvolvido e núcleo pequeno e com várias camadas logo abaixo da epiderme nucelar (Figura 1B, 2C). No saco embrionário de são visíveis numerosos grãos de amido (Figura 1D).

Nas três espécies na calaza, ocorre um pequeno acúmulo de compostos fenólicos, constituindo uma hipóstase pouco conspícua (Figura 1B, 2E). O funículo é formado por células de parênquima com conteúdo fenólico. Na região de inserção do funículo com no óvulo ocorre um adensamento de células com leve alongamento longitudinal este tecido constituindo um obturador funicular (Figura 1C, 2D).

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

Estadio I _ No início do desenvolvimento, a semente apresenta estrutura similar a do óvulo. Com o desenvolvimento da semente a primeira modificação observada é o alongamento do funículo (Figura 3B).

A exotesta inicia o alongamento radial das suas células inicialmente junto a rafe e a micrópila (Figura 3B-D). Observa-se crescimento determinado por divisões em vários planos nas células da testa, originando várias camadas de tecido parenquimático (Figura 3A, 3C).

O tegumento interno não apresenta divisões celulares, sendo comprimido entre tegumento externo e o nucelo em quase toda sua extensão. Sua distinção só é possível na região próxima à micrópila (Figura 3A, 3C). O feixe vascular do tipo colateral atravessa a calaza e se estende até próximo à micrópila, sem alcançá-la (Figura 3C).

Com o desenvolvimento do saco embrionário as células do nucelo começam a ser consumidas nas três espécies, e fica restrito a região periférica próximo aos tegumentos (Figura 4A-B). Observa-se que o endosperma inicia o processo de

celularização e circunda o embrião (Figura 4A-C). As células do endosperma são pequenas, com citoplasma hialino).

O zigoto apresenta divisões celulares e dá origem ao embrião com formato globular (Figura 4C), e posteriormente devido ao alongamento dos cotilédones adquire a forma de torpedo.(Figura 4D).

Estádio II_ Na maturidade, as sementes são anátropas, obovadas e achatadas lateralmente. *Abarema brachystachya* (Figura 5A-D) apresenta coloração mimética branca e preta, *Mimosa bimucronata* (Figura 6A-D) e *Mimosa scabrella* de coloração marrom (Figura 7A-D). A micrópila é inconspícua e o hilo é pequeno e pouco distinto. O pleurograma é aberto nas três espécies padrão mais comum para Mimosoideae (Figura 5A,6A e 7A).

As três espécies apresentam padrão anatômico semelhante. Na testa observam-se as seguintes regiões: exotesta que exhibe células paliçádicas, radialmente alongadas, com paredes celulares lignificadas, os macroesclereides (Figura 8A-C). Nestas células o lume celular é reduzido e restrito à base da célula, devido a maior deposição de materiais de parede na sua região mais distal, assim forma a visualização de uma linha denominada de linha lúcida (Figura 8D-F). Em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* externamente à paliçada, observa-se um estrato mucilaginoso amorfo. Internamente à paliçada, a testa é constituída por células em ampulheta denominadas de osteoesclereides, também de paredes celulares espessadas por substâncias pécticas (Figura 8A-F). Esta camada é marcada por espaços intercelulares, além de acúmulo de substâncias fenólicas nos vacúolos (Figura 8D-F). Tal camada apresenta-se ausente em algumas regiões em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella*. A endotesta se torna indistinguível da mesotesta nas três espécies. O restante da testa é parenquimática, com paredes impregnadas por pectatos (Figura 8D-F). Os feixes rafeal e pós-calazal são do tipo colateral.

Ao longo do desenvolvimento o tégmen é totalmente comprimido (Figura 8D-F). O endosperma é persistente em *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella*, e apresenta-se com aspecto vítreo. As reservas são pécticas e estão impregnadas nas paredes celulares espessadas e, ao embeber, o endosperma mostra-se gelatinoso (Figura 7B).

Os cotilédones das três espécies são plano-convexos e ligeiramente assimétricos. Em *Abarema brachystachya* são do tipo carnosos (Figura 8G), em secção transversal, a epiderme é uniestratificada com células predominantemente isodiamétricas em ambas as faces. O mesofilo é homogêneo e espesso, constituído por várias camadas de células parenquimáticas de tamanho, formatos e conteúdos celulares variados. Os feixes vasculares são do tipo colateral e estão dispostos próximo à face adaxial do cotilédone. Amido, substâncias lipídicas e compostos fenólicos foram observados nas células parenquimáticas. Cotilédones foliáceos são observados em *Mimosa bimucronata* (Figura 8H) e *M. scabrella* (Figura 8I). A epiderme é uniestratificada, e o mesofilo 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 epiderme da face adaxial, notam-se células levemente alongadas tangencialmente. Foram registradas drusas no mesofilo, além de cordões procambiais nas três espécies.

Os eixos embrionários nas espécies estudadas são retos, curtos (Figura 5D, 6D e 7D) expostos na base dos cotilédones (Figura 5B,6C,7B). A plúmula apresenta primórdios foliares diferenciados. Em *Mimosa bimucronata* (Figura 6E) a ráquis apresenta-se pouco desenvolvida, contudo nota-se o a presença de diversas protuberâncias, e *M. scabrella* (Figura 7E) a ráquis encontra-se alongada juntamente com os folíolos aparentemente mais desenvolvida que a anterior. Em *Abarema brachystachya* (Figura 5F), a ráquis encontra-se alongada e observa-se os folíolos já bem expandidos, espécie que apresenta maior grau de diferenciação das plúmula.

DISCUSSÃO

Dados anatômicos dos órgãos reprodutivos das plantas servem como critérios adicionais podendo ser usados para resolver problemas taxonômicos, e têm sido amplamente usados no auxílio a taxonomia de vários taxa Barthlott (1981), Gunn (1981) e Zeng *et al* (2004) .

A combinação de caracteres morfoanatômicos observados nas Mimosoideae estudadas provenientes da estrutura dos óvulos, ornamentação da superfície seminal, estrutura da testa e dos cotilédones possibilitou a caracterização das sementes em estudo.

As características encontradas nos óvulos das espécies estudadas corroboram com as descrições propostas por Corner (1951; 1976) e revistas por Gunn (1984). Entretanto constatou-se neste trabalho uma pequena variação estrutural nos óvulos de *Mimosa scabrella*, onde a região anti rafeal é mais longa que a rafeal. Essa é uma característica muito comum em óvulos campilótopos. Mas de acordo com Bouman & Boesewinkel (1991), a morfologia interna também deve refletir esse caráter. Contudo, essa alteração interna não é evidente em *Mimosa scabrella*. Conclui-se, portanto que o óvulo dessa espécie tem realmente natureza anátropa com tendência a campilotropia. Variação semelhante foi observada em *M. daleoides* por Iwasaki (2008). Segundo Barneby (1991), *Mimosa scabrella* e *Mimosa daleoides* encontram-se agrupadas na secção Calothamnos Barneby, assim mais espécies devem ser estudadas ontogeneticamente para se confirmar se tal carácter pode se generalizar dentro desta secção.

O tegumento das sementes é o principal modulador de interações entre as estruturas internas e o meio externo (Souza & Marcos-Filho 2001). Condições ambientais constituem grande pressão seletiva sobre as plantas, pois podem provocar alterações de caráter morfológico e estrutural, levando inicialmente indivíduos e, por fim, espécies a se adaptarem ao meio ambiente. A morfologia do envoltório das sementes apresentou variações na ornamentação da epiderme, de microreticulado em *M. bimucronata*, a macroreticulado em *M. scabrella* para lisa em *A. brachystachya*. Teixeira & Correa (2007) utilizou esse caráter para separar espécies de *Indigofera* um gênero de Papilionoideae. Essa condição também foi constatada por Gunn (1981) para *Vicia benghalensis*, *Zornia diphylla* dentre outras leguminosae.

Nas espécies estudadas não foram verificadas variações na estrutura das camadas da testa das sementes, constituindo caracteres conservativos dentro da família, sendo típica de espécies de Leguminosae, como descrito por Corner (1951) e revisto por Gunn (1984). Mas verificou-se que tal camada pode estar pouco diferenciada em algumas regiões, como na porção micropilar de *Mimosa* e na porção calazal de *Mimosa* e *Abarema brachystachya*. Corner (1951) descreveu que elas

também podem faltar nas porções rafeal e anti-rafeal, caráter não foi detectado nas espécies estudadas.

De acordo com Corner (1951) nas Mimosoideae o endosperma pode ser ausente ou presente. Segundo Landrum & Stevenson (1986), a ausência de endosperma em sementes maduras é consequência da transferência da função de armazenamento de energia do endosperma para diferentes partes do embrião, tais como cotilédones, embrião como um todo, ou hipocótilo. Em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella*, o endosperma é escasso, mucilaginoso, típico das leguminosas (Werker 1997). Segundo a autora em certos *taxa*, o endosperma relaciona-se à proteção física do embrião ou favorece a embebição da semente, dependendo, respectivamente, da natureza rígida ou mucilaginosa do espessamento parietal. No que tange tais espécies, a presença de endosperma parece estar mais associado a reserva e a embebição da semente (Buckeridge *et al* 2004). Em alguns casos o endosperma mucilaginoso pode constituir a principal parte da matéria seca da semente de leguminosas, como foi o caso de *Prosopis* e *Trigonella*.

Características dos embriões são tradicionalmente utilizadas na taxonomia de leguminosas. Muitos autores, incluindo Kirkbride *et al.* (2003), Oliveira (1999), Lima (1989,1985), Gunn (1981, 1984) evidenciaram a importância desses caracteres para a taxonomia das Fabaceae.

Gunn (1984) ressaltou a importância da morfologia do eixo embrionário, em especial da plúmula, como caráter de identificação das sementes de Caesalpinioideae e Mimosoideae, por apresentar grande importância no reconhecimento de relações filogenéticas. O autor distinguiu 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 arranjo 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 enquadram-se em plúmula rudimentar *M. bimucronata*, pouco diferenciada para e *M.*

scabrella, e diferenciada para *A. brachystachya*. Considerando se as espécies em estudo conclui-se que ocorreram variações com relação a estrutura das plúmulas. Oliveira (1999) enfatiza, que pode se observar uma ampla variação dentro da tribo Mimoseae, como ocorre em *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, que exhibe numerosos folíolos multifoliolulados, com ráquis, estípulas e estípelas bem diferenciados.

Mesofilos cotiledonares podem variar de acordo com a espécie investigada, variando de homogêneos a heterogêneos dentro de um mesmo táxon. Smith (1981) cita ao menos quatro tipos de mesofilo para leguminosas, nos extremos, os cotilédones foliáceos, cuja função principal é a fotossíntese, e os cotilédones carnosos, especializados no armazenamento de reservas; os dois tipos restantes apresentam-se intermediários. *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* apresentaram mesofilo cotiledonar heterogêneo. Cotilédones com mesofilos heterogêneos foram descritos para *Dimorphandra mollis* e *Bauhinia forficata*, enquanto que mesofilos homogêneos foram descritos para *Copaífera langsdorffii* e *Hymenaea stilbocarpa* (Moreira-Coneglian & Oliveira 2006). Os cotilédones foliáceos de *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* podem promover um eficiente mecanismo fotossintetizante, permitindo um rápido crescimento da plântula (Maun, 1994).

A ocorrência de mesofilo homogêneo nos cotilédones como os observados em *Abarema brachystachya* parece está relacionada com a função que exercem, onde os cotilédones de reserva são mais espessos do que os cotilédones fotossintetizantes (Kitajima 1992), apresentando células isodiamétricas e com pouco espaço intercelular. Em determinados ambientes os cotilédones carnosos e com folhas cotiledonares espessas podem representar uma vantagem adicional evitando o dessecamento, além de acúmulo de reservas.

Em um amplo trabalho sobre a anatomia de cotilédones de espécies de Fabaceae, Smith (1983) analisando a distribuição dos tipos de cotilédones na família Fabaceae, o autor constatou que tribos basais apresentam os vários tipos de cotilédones, enquanto as tribos mais derivadas possuem uma ou outra forma extrema (foliáceo ou carnosos). Neste trabalho, foram encontradas variações expressivas nos cotilédones das espécies estudadas. *Abarema brachystachya* apresentou cotilédones carnosos e *Mimosa Bimucronata* e *M. scabrella* cotilédones foliáceos. Tais dados corroboram com informações de Oliveira (1999) para o grupo. Dentre os caracteres

derivados, a ocorrência de cotilédones carnosos, pode ser destacada, já que cotilédones foliáceos são considerados como estruturas menos derivadas.

A hipóstase é amplamente encontrada em óvulo e sementes, de dicotiledôneas segundo Von Teichman e Van Wyk (1991). Nas espécies em estudo elas muito sutis. Ocorre grande variabilidade na estrutura da hipóstase dependendo da espécie (Bouman 1984) e, portanto, as funções que se atribui a esta estrutura também são variadas. Uma das prováveis funções seria a de economia de água (Batygina 2002), ou ainda de estocagem de metabólitos como os taninos e tornar o óvulo mais resistente ao ataque de patógenos (Von Teichman 1988). O autor relaciona a presença de hipóstase ao aparecimento de outros caracteres ancestrais como óvulos bitegmentados, crassinucelados, com endosperma nuclear, entretanto Corner (1976) considerou a hipóstase uma inovações que ocorreu em várias famílias paralelamente.

Em suma, os dados obtidos pela análise anatômica das três espécies estudadas, confirmam informações já descritas por Corner (1951; 1976) e revistas por Gunn (1981) para Mimosoideae. A combinação de caracteres provenientes da microescultura da superfície seminal, do nível de diferenciação da plúmula, além da presença/ausência de endosperma e morfologia do mesofilo cotiledonar, nos permite a diferenciação das espécies em estudo. Embora a amostragem de gêneros no presente trabalho tenha sido pequena, vale ressaltar que tais dados são uma ferramenta promissora para auxiliar na taxonomia deste grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNEBY, R.C. 1991. *Sensitivae censitae*, a description of the genus *Mimosa* L. (Mimosaceae) in the New World. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 65: 1-835.
- BARROS, S.U.B. 2002. Anatomia e ontogênese dos frutos e sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (fabaceae: mimosoideae). Botucatu. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 92p.

- 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.
- BARTHLOTT, W. 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot.* 1:345-355.
- BATYGINA, T.B. 2002. Embryology of flowering plants: terminology and concepts. v1. Science Publishers, USA.
- BOUMAN, F. & BOESEWINKEL, F.D. 1991. The campylotropous ovules and seeds, their structure and functions. *Botanische Jahrbucher fur Systematik* 113(2-3): 255-270.
- BOUMAN, F. 1984. The ovule. In *Embryology of angiosperms* (B.M. Johri, ed.) Springer-Verlag, New York, p.123-57.
- BUCKERIDGE, M.S., AIDAR, M.P.M., SANTOS, H.P. dos, & TINÉ, M. A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borgheretti, F. (orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre:Artmed, p. 31-50.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. v.1. Cambridge, University Press.
- CORNER, E.J.H. 1951. The leguminous seed phytomorphology. 1:117-150.
- ELIAS, T.S. 1981. Mimosoideae. Pp.143-152. 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.
- GUNN, C.R. 1981. Seeds of Leguminosae. In *Advances in legume systematics* (R.M Polhill & P.H. Raven eds.). Crow Copyright, Kew. 2:913-925.
- HOFFMANN, A. & KUMMEROW, J. 1962. Aspectos anatômicos, morfológicos y de la fisiología de germinación de semillas de *Mytenus boaria* Mol. *Phyton* (Argentina) 18: 51-56.
- IWASAKI, M.C. 2008. Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa linnaeus* (fabaceae: mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas. Botucatu. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 109p.
- JENSEN, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, W. H. Freeman and Co.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. Mc Graw Hill Book.
- KIRKBRIDE, J.R., GUNN, C.R. & WEITZMAN, A. L. 2003. Fruits and seeds of genera in subfamily Faboideae (Fabaceae). *Tech Bull U S Dep Agric* 1-1212
- KITAJIMA, K. 1992. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. *Functional Ecology* 6:582-589.
- LANDRUM, L.R. & STEVENSON, D. 1986. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). *Systematic Botany* 11(1):155-162.
- LIMA, H.C. 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.
- LIMA, H.C. 1989. 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.
- LORENZI, H. & SOUZA, H. M. 2001. *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. São Paulo: Editora Plantarum.
- MARTIN, A.C. 1946. The comparative internal morphology of seeds. *The American Midland Naturalist* 36(3):513-660.

- MAUN, M.A. 1994. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. *Vegetatio* 111:59-70.
- 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: 193-207.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59(2):368-373.
- OLIVEIRA, D.M.T. 1999. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. *Revista Brasileira de Botânica* 22:413-427.
- POLHILL, R.M., RAVEN, P.H. & STIRTON, C.H. 1981. Evolution and systematic of the Leguminosae. In *Advances in legume systematics* (R.M Polhill. & P.H Raven. eds.). Crow Copyright, Kew. v.1, p.1-26.
- SASS, J. E. 1951. *Botanical microtechnique*. 2nd ed. Iowa: State College Press. 228p.
- SILVA, L.L. & PAOLI, A.A.S. 2000. Caracterização morfo-anatômica da semente de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.- RUTACEAE. *Revista Brasileira de Sementes, Campinas*, 22(2):250-256.
- SMITH, D.L. 1983. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 86:325-355.
- SOUZA, L.A. 2006. Anatomia do fruto e da semente. Ponta Grossa, UEPG.
- SOUZA V.C. & LORENZI H. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG/II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- SOUZA, L.A. & OLIVEIRA, J.H.G. 2004. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellaneade* Lor. ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). *Acta Scientiarum* 26: 217-226.
- 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.
- TEIXEIRA, S.P. & CÔRREA, V.M.A. 2007. Morfoanatomia do envoltório seminal de espécies brasileiras de *Indigofera* L. (Leguminosae, Papilionoideae). *Rodriguésia* 58: 265-273.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A.E. 1991. Trends in the evolution of dicotyledonous seeds based on character associations, with special reference to pachychalazy and recalcitrance.
- VON TEICHMAN I. 1988. Notes on the ontogeny and structure of the seed-coat of *Sclerocarya birrea* (Richard) Hochst. Subsp. *caffra* (Sonder) Kokwaro (Anacardiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 98:153–158
- 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 of the Linneau Society* 66:223-239.
- ZENG, C.L., WANG, J.B., LIU, A.H. & WU, X.M. 2004. Seed coat microsculpturing changes during seed development in diploid and amphidiploid *Brassica* species. *Annals of Botany* 93: 555-566.

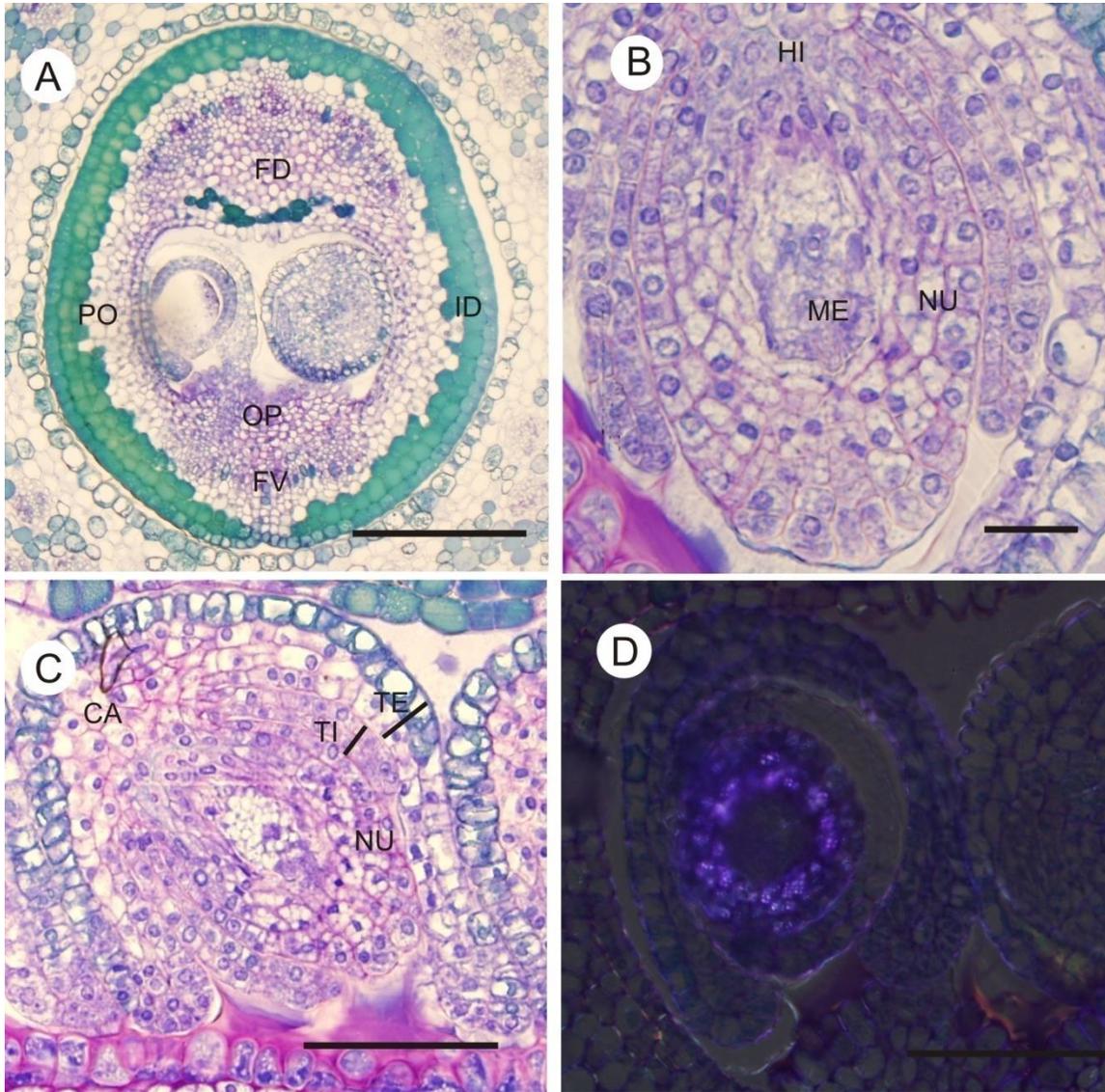


Figura 1. Corte transversais (A). Cortes longitudinais (B,C,D). Estrutura dos óvulos de *Abarema Brachystachya* (A) Vista geral do ovário mostrando óvulos em placentação sutural. (B). Detalhe do megagametófito central e camadas do nucelo. (C). Detalhe do óvulo anátropo. (D). Óvulo evidenciando presença de grãos de amido. (calaza: ca; fu:funículo; te: tegumento externo; ti: tegumento interno; me: célula mãe do megásporo; hi: hipóstase; op: obturador placentário; fv: feixe ventral; fd: feixe dorsal, nu:nucelo; po:parede do ovário). 100 μ m (A); 25 μ m(B-D).

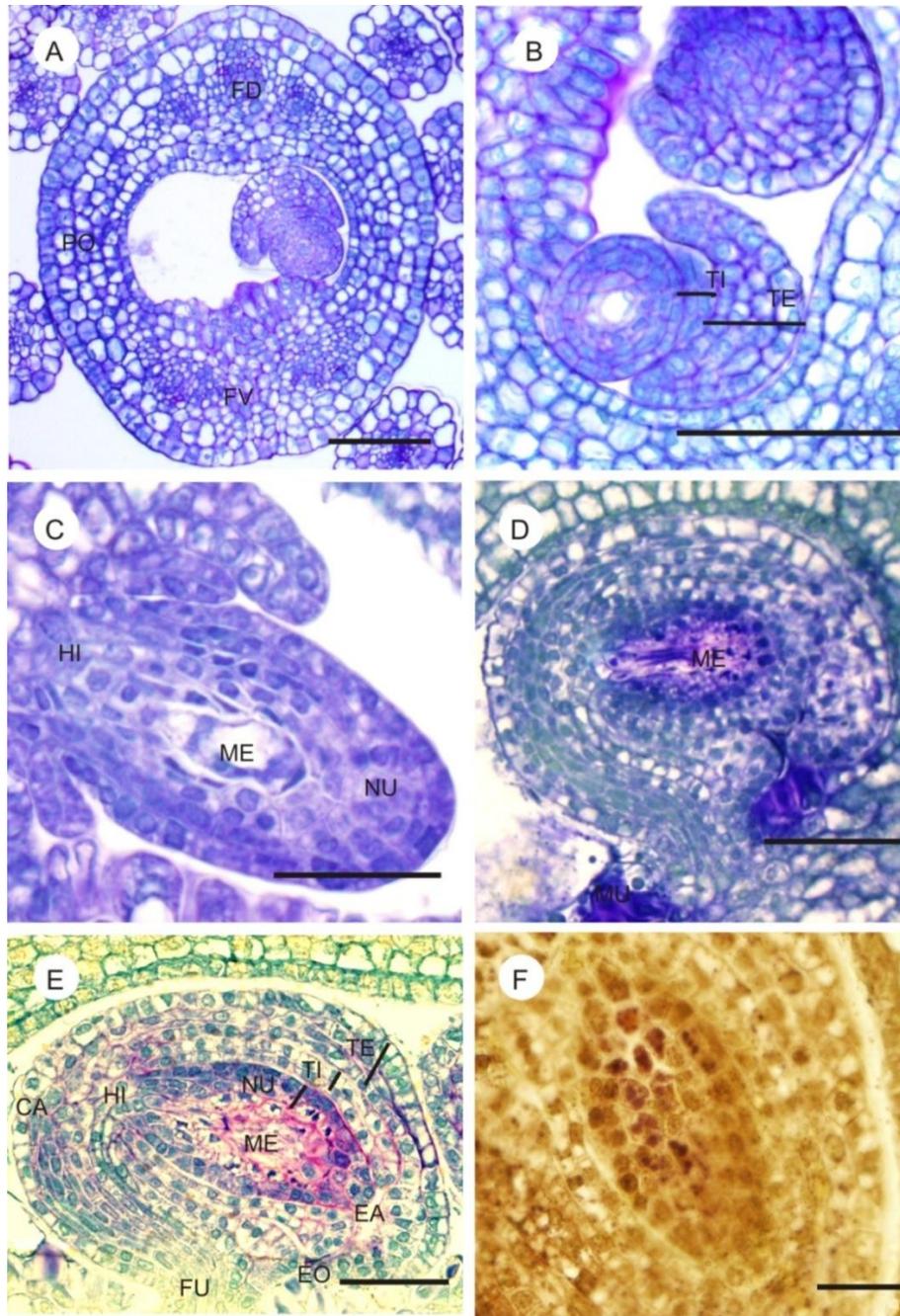


Figura 2. Corte transversais (A,B). Cortes longitudinais (C,D,E,F). Estrutura dos óvulos de *Mimosa bimucronata* (A,B,C) e *M. scabrella* (D,E,F). (A). Vista geral do ovário. (B). Óvulo no botão floral nos estágios iniciais de formação de tegumentos. (C). Detalhe do nucelo e megagametofito central. (D). Óvulo anátropo, notar ligeira tendência a campilotropia. (E). Detalhe do óvulo evidenciando os tegumentos e região do nucelo. (F). Detalhe do óvulo evidenciando presença de grãos de amido. (po: parede do ovário, ca:calaza; fu:funículo; te: tegumento externo; ti: tegumento interno; me: célula mãe do megásporo; hi: hipóstase; ea: endóstoma; eo: exóstoma, op: obturador placentário; fv: feixe ventral; fd: feixe dorsal, nu:nucelo; mu:mucilagem). 50 μ m (A,C, D); 25 μ m (B); 20 μ m (E-F)

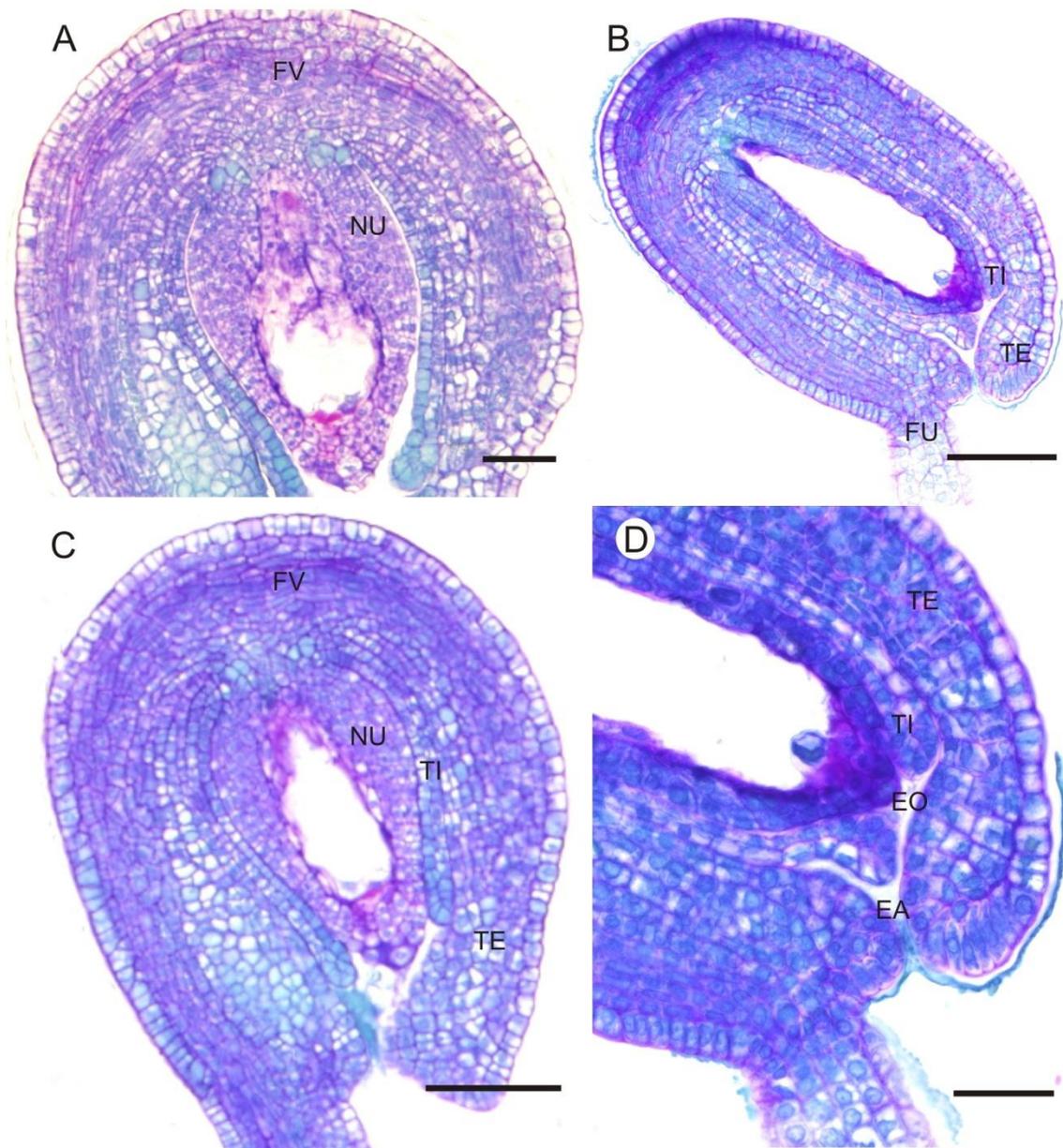


Figura 3. Estádio I. Cortes longitudinais. Semente jovem de *Abarema brachystachya* (A), *Mimosa bimucronata* (C) e *Mimosa scabrella* (B,D). (A) Feixe vascular pós-calazal. (B) Estrutura geral da semente jovem. (C) Semente jovem com o tégmen próximo à micrópila e comprimido no restante. (D) Exotesta com alongamento radial da testa e região micropilar em zig zag. (nu: nucelo; fu: funículo; ti: tegumento interno; te: tegumento externo; ea: exóstoma; eo: endóstoma; fv: feixe vascular). 50 μ m(B,C); 25 μ m(A, D).

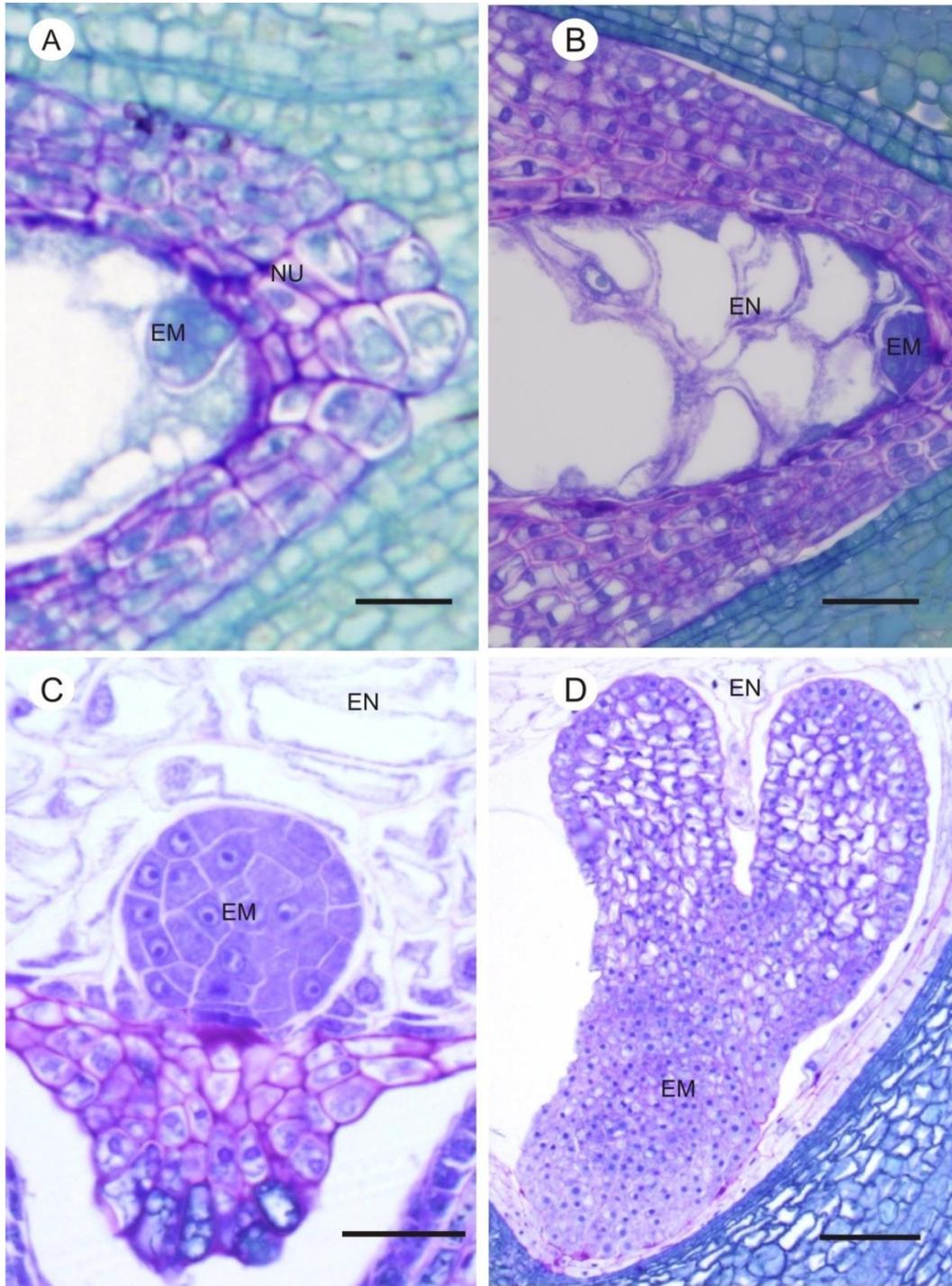


Figura 4. Cortes longitudinais de *Abarema brachystachya* (A,C), *Mimosa bimucronata* (B) e *Mimosa scabrella* (D). (A) Detalhe da semente, evidenciando embrião e nucelo com célula em divisão. (B) Aspecto da semente, mostrando embrião em desenvolvimento e endosperma nuclear. (C) Embrião em desenvolvimento no estágio globular. (D) Embrião em início de alongamento dos cotilédones; notar endosperma celularizado. (nu: nucelo; em:embrião; en: endosperma). 50 μ m (A-D).

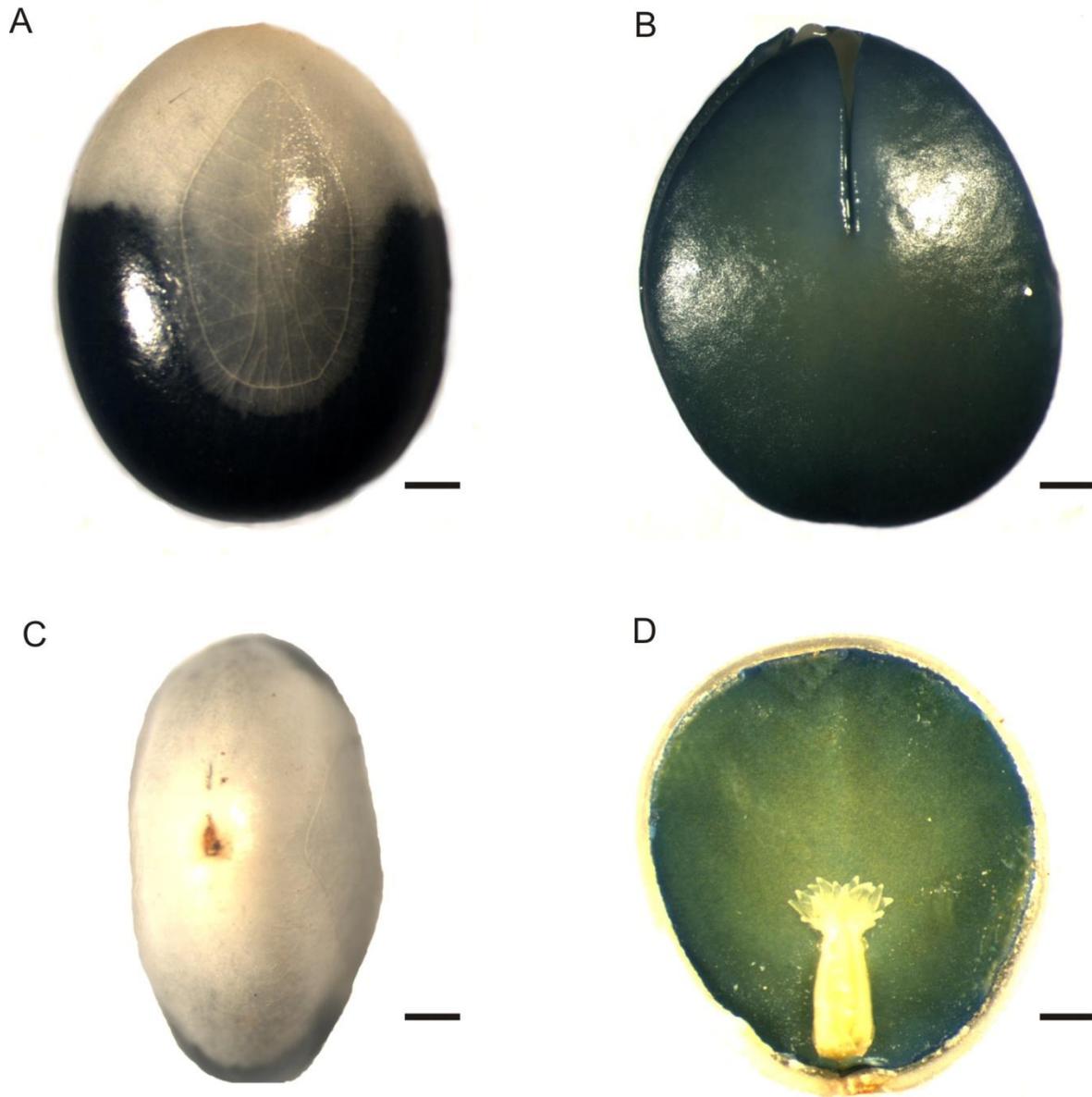


Figura 5. Morfologia externa e interna das sementes de *Abarema brachystachya*. (A-D). Sementes em secção transversal mediana (C). Semente em secção longitudinal transmediana (A,B,F). (A). Vista lateral externa da semente. (B). Embrião após a remoção da testa. (C). Região hilo-micropilar. (D). Embrião com plúmula desenvolvida. 1,0 mm. (A-D)

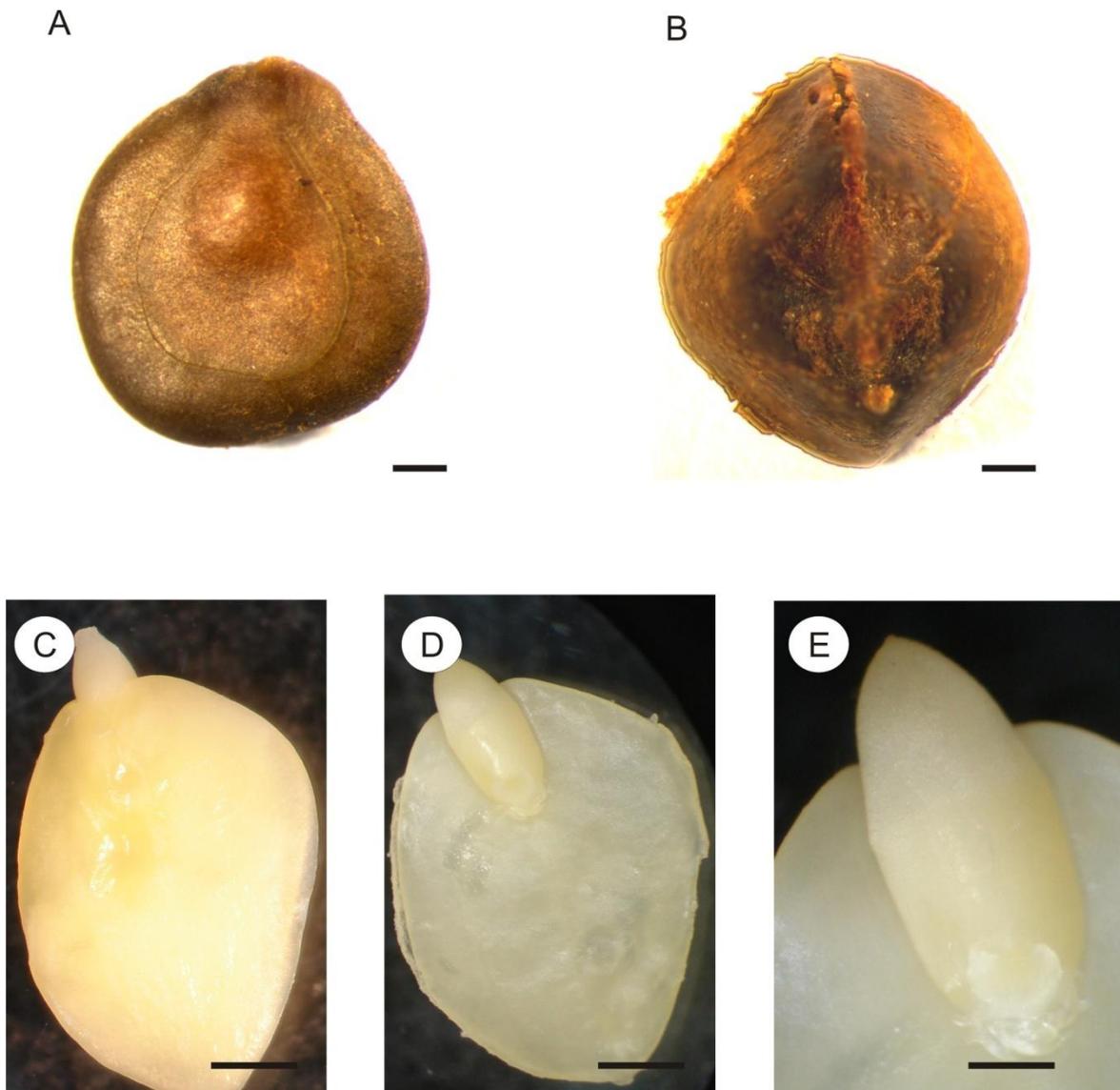


Figura 6. Morfologia externa e interna das sementes de *Mimosa bimucronata*. (A-E). Sementes em secção transversal mediana (B). Semente em secção longitudinal transmediana (A,C,D,E). A. Vista lateral externa da semente. B. Região hilo-micropilar. C. Embrião após a remoção da testa. D. Embrião com plúmula desenvolvida. E. Detalhe do eixo-embrionário. 0,5mm (A-E).



Figura 7. Morfologia externa e interna das sementes de *Mimosa scabrella*. (A-E). Sementes em secção transversal mediana (C). Semente em secção longitudinal transmediana (A,B,D,E). A. Vista lateral externa da semente. B. Embrião após a remoção da testa. C. Região hilo-micopilar. D. Embrião com plúmula desenvolvida. E. Detalhe do eixo-embrionário. 0,5mm (A-E).

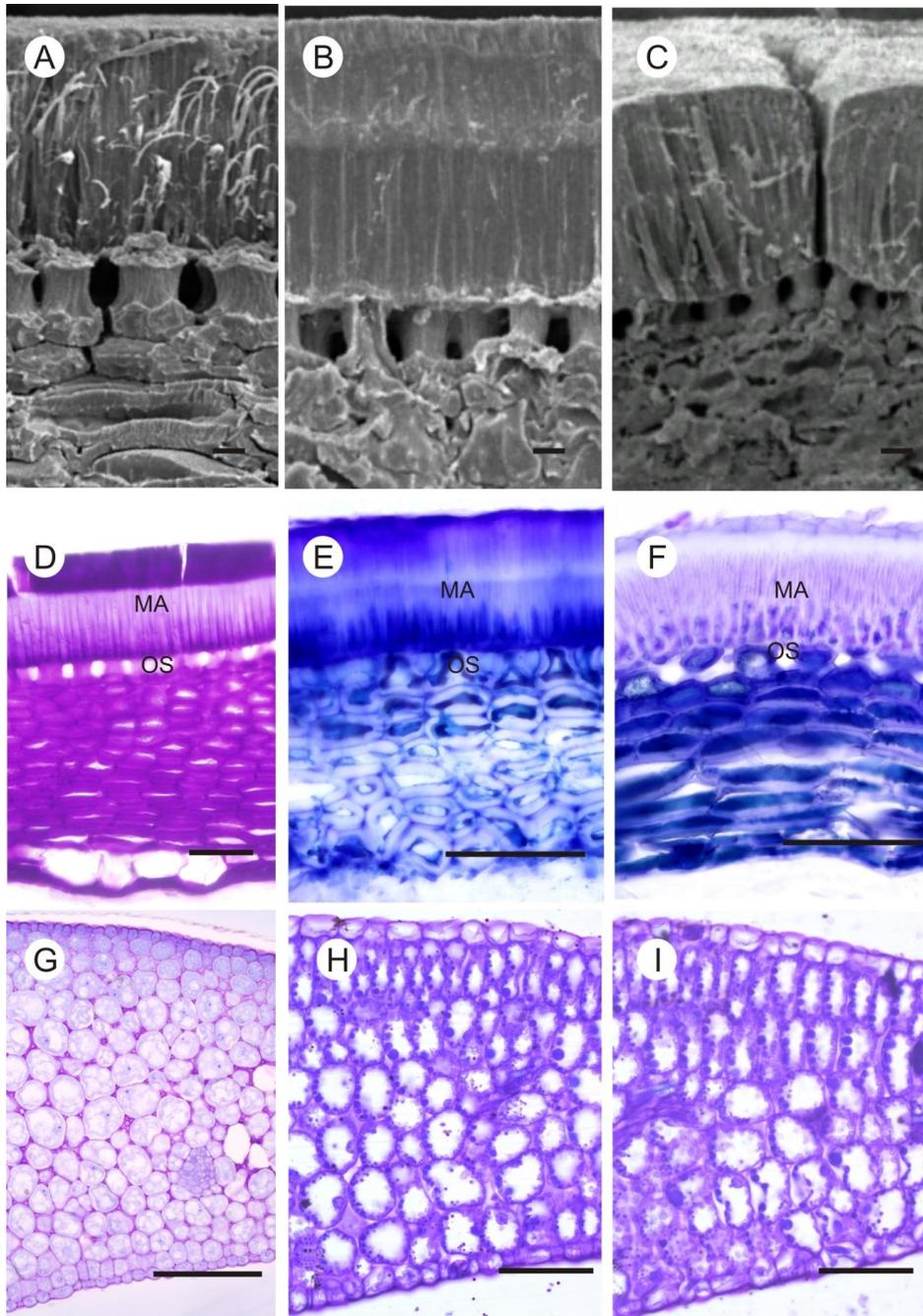


Figura 8. Fotomicrografia do tegumento seminal de *Abarema brachystachya* (A), *Mimosa bimucronata* (B) e *Mimosa scabrella* (C). Cortes transversais. Semente de *Abarema brachystachya* (D,G), *Mimosa bimucronata* (E,H), *Mimosa scabrella* (F,I). (A) Detalhes da testa constituída por camada de células paliçádicas (B) Camadas de células em ampulheta, os osteoesclerídeos. (C) Detalhe do pleurograma na camada paliçádica. (D) Testa com macroesclerídeos e osteoesclerídeos. (E) Linha lúcida na camada paliçada.(F) Cotilédone carnoso com simetria isobilateral. (G) Estrutura geral do cotilédone. (H) Cotilédone foliáceo com simetria bilateral. (ma:macroesclerídeos, os:osteo esclerídeos) 100µm (G), 50µm (D-F, H-I), 10µm.

Capítulo III.

Mobilização de reservas e germinação de sementes durante o crescimento inicial de plântulas de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Mimosa scabrella* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae)

NAZARETH GUEDES URQUIZA¹ e SANDRA MARIA CARMELLO-GUERREIRO²

Abstract_ The reserves of proteins, lipids and carbohydrates are extremely important factors for seed germination, and obviously besides that, there are the abiotic factors (light, temperature, nutrients, moisture). The seeds accumulate these high energy compounds that can be mobilized during germination ensuring the initial establishment of seedlings. This study aimed to assess the germination and biochemical aspects of the mobilization of seed reserves of *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata*, and *M. scabrella* during germination and early growth of seedlings. The variations in the content of these compounds were analyzed at time zero to 15 days of development. According to the results obtained in this study, the lipids are the main energy components for the germination of *Abarema brachystachya*, these reserves were rapidly consumed during the germination process. In the case of *Mimosa bimucronata* and *M. scabrella* germination, carbohydrates play a prominent role. In this context, regardless of the type of reserve, carbohydrates and soluble proteins had a significant decrease in all species. The starch intake was most striking in *Mimosa bimucronata* and *M. scabrella*, whereas in *Abarema brachystachya*, this was hardly consumed.

Keywords: germination, use of reserves, seeds, Fabaceae.

Resumo_ As reservas de proteínas, lipídios e carboidratos são fatores extremamente importantes para a germinação das sementes, além, obviamente, dos fatores abióticos (luz, temperatura, nutrientes, umidade). As sementes acumulam esses compostos altamente energéticos que poderão ser mobilizados no período germinativo garantindo o estabelecimento inicial da plântula. Este trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e os aspectos bioquímicos da mobilização de reservas de sementes de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby e Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *M. scabrella* Bentham. durante a germinação e crescimento inicial de plântulas. As variações no teor destes compostos foram analisadas no período de zero a 15 dias de desenvolvimento. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho os lipídios são os principais componentes energéticos para a germinação de *Abarema brachystachya*, reservas rapidamente consumida durante o processo de germinação. No caso da germinação *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* carboidratos desempenham papel proeminente. Neste âmbito independente do tipo de reserva carboidratos e proteínas solúveis tiveram decréscimo expressivo em todas as espécies. O consumo de amido foi mais marcante em *Mimosa bimucronata* e *M scabrella*, já em *Abarema brachystachya* este quase não foi consumido.

Palavras- chave: germinação, consumo de reservas, sementes, Fabaceae.

INTRODUÇÃO

A semente é um dos mais sofisticados avanços evolutivos que as plantas desenvolveram para potencializar o processo de propagação e perpetuação. Desta forma, o objetivo de aumentar a eficiência da dispersão, as plantas concentraram nas sementes mecanismos que assegurassem que este processo não seja interrompido. Assim, a energia metabólica passou a ser direcionada para a produção de compostos de reserva que serão mobilizados no período de germinação e de desenvolvimento inicial da plântula. Estes produtos serão utilizados como fonte de energia e matéria-prima necessária para a construção de células e tecidos, assegurando que o embrião possa sobreviver independentemente da planta-mãe (Buckeridge *et al.* 2000) desde o período que compreende a maturação da semente até o estabelecimento da plântula. Este mecanismo assegura que uma nova geração seja iniciada (Koornnef *et al.* 2002).

De acordo com o critério Botânico, a germinação ocorre quando a radícula atravessa os tecidos que a envolvem (Bewley 1997). Biologicamente, este processo é controlado por componentes intrínsecos e moleculares da semente associados à regulação hormonal e dependentes de fatores externos que, via de regra, precisa ser

favoráveis ao processo. Neste âmbito, a interação entre giberelinas (GAs) e ácido abscísico (ABA) desencadeia o sinal responsável pelo início do processo, ativando e/ou inibindo enzimas envolvidas na germinação. A regulação metabólica garante o estabelecimento da plântula, dependente da germinação rápida e uniforme para vencer a competição com outras espécies. Outras espécies que não germinam rapidamente precisam manter-se viáveis por mais tempo até que as condições tornem-se favoráveis ao processo de germinação e de estabelecimento da plântula (Borges 2001). Para que isto aconteça, os produtos predominantemente armazenados nas sementes, carboidratos, lipídeos e proteínas (Bewley & Black, 1994) precisam ser mobilizados.

Os carboidratos e os lipídios são utilizados como as principais fontes de energia e carbono, enquanto as proteínas são fonte de nitrogênio e enxofre, indispensáveis para a síntese de novas proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e compostos do metabolismo secundário (Buckeridge *et al.* 2004). A quantidade e a qualidade desses produtos de reserva estão relacionadas às adaptações ao ambiente natural, portanto podem variar entre espécies da mesma família.

Em geral, as leguminosas apresentam uma alta diversidade de gêneros e espécies (Moreira *et al.* 1992) e compõem diferentes formações vegetacionais. Essa diversidade reflete na variedade fisiológica e morfológica apresentada pelo grupo. A versatilidade da família também reflete sua grande relevância econômica, sendo utilizada principalmente na alimentação, através do consumo direto ou na composição de alimentos manufaturados devido ao seu alto teor protéico. São aproveitadas sementes, legumes, raízes, folhas e até flores de algumas espécies. Outros usos englobam a indústria madeireira, produção de tintas, cosméticos e apicultura.

Diversas sementes de leguminosas vêm sendo estudadas. De acordo com indexadores bibliográficos dos muitos gêneros estudados quanto aos aspectos anatômicos e bioquímicos do armazenamento, biossíntese e degradação pode-se citar *Cyamopsis tetragonolobus* (Mcclendon *et al.* 1976), *Trigonella foenum* (Dirk, 1999), Reid & Bewley (1979), Reid & Meyer (1973), Reid (1971), *Lupinus sp.* Buckeridge & Reid (1994), Al Kaisey & Wilkie (1992), Hirst (1947), Crawshaw & Reid (1984), Brillouet & Riolchet (1983), *Vicia faba* (Akpinar *et al.* 2001), *Hymenaea courbaril* Buckeridge *et al.* (1997), *Copaifera langsdorffii* Alcantara (1999), *Sesbania virginata* Buckeridge & Dietrich (1996), *Lonchocarpus* Valillo *et al.* (2001), *Erytrina*

Nkang (2002), *Caesalpinia* Hellmann *et al.* (2008), Borges *et al.* (2006), Corte (2006), Garcia *et al.* (2006), *Astragalus* Bagci *et al.* (2006, 2004), Inga Faria *et al.* (2006), *Schizolobium* Magalhães (2010). Investigações em tais gêneros comprovam a variedade e importância destas reservas no desenvolvimento das espécies.

Mimosoideae é uma das grandes subfamílias de Leguminosae, com aproximadamente 78 gêneros e 3270 espécies. Muitos destes gêneros são pequenos ou monotípicos, mas cerca de um terço das espécies estão restritos a três gêneros: Acacieae, Mimoseae e Ingae. A subfamília está distribuída principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo estendendo-se até regiões temperadas, porém o centro de diversidade do grupo concentra-se nos trópicos. As Mimosoideae podem ser encontradas desde florestas até regiões desérticas, no entanto estão mais adaptadas a florestas de terras baixas e geralmente associadas a cursos d' água (Elias 1981).

As características morfológicas e fisiológicas das sementes são extremamente importantes para o estabelecimento da plântula no meio ambiente. Desta forma características que incluem forma, função, e tamanho das estruturas que fazem parte da semente são decisivas para que as mesmas germinem de maneira adequada e passem a utilizar de forma satisfatória os nutrientes do ambiente, crucial para o processo da propagação. Desta forma, a documentação da capacidade de estocar e utilizar as reservas são bastante importantes do ponto de vista fisiológico, atributos que podem estar ligados a alguma vantagem adaptativa da espécie (Corte *et al.* 2006). Além disso, com a consequente alteração da paisagem florestal devido a ação antrópica evocasse o levantamento de informações, até então, escassas com o propósito de conservação das espécies ou para a utilização das espécies para outros fins (Mondo *et al.* 2008). Assim devido as inúmeras lacunas no conhecimento do(s) mecanismo(s) envolvido(s) nos processos fisiológicos e bioquímicos de sementes de espécies nativas, o objetivo do trabalho é o melhor entendimento dos aspectos morfo-fisiológicos associados ao processo de germinação de espécies e a caracterização quantitativa e qualitativa das reservas orgânicas, e em estádios morfofisiológicos sequenciais ao longo da germinação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O local de estudo está inserido no Parque Estadual da Serra do Mar Núcleo Picinguaba município de Ubatuba (23°21'20" S e 44°50'59"W) e a Reserva Ecológica de Santa Virgínia, município São Luís de Paraitinga (22°23'7.3"S e 45°11'25"W; 23°20'14"S e 45°09'02"W), situados no litoral norte do estado de São Paulo.

Análises fisiológicas

Obtenção das Sementes

Para realização dos experimentos foram utilizadas sementes das espécies de *Abarema brachystachya* (DC.) Barneby & Grimes, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, e *Mimosa scabrella* Benth. pertencentes a subfamília Mimosoideae, família Fabaceae. As sementes de *Abarema brachystachya* foram coletadas no Núcleo Picinguaba município de Ubatuba SP. As sementes de *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* foram coletadas na reserva ecológica de Santa Virginia município de São Luis de Paraitinga SP no Parque estadual da Serra do Mar.

Beneficiamento das Sementes

Após os procedimentos de coleta as sementes foram transportadas e beneficiadas no laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto de Botânica da Unicamp. O beneficiamento das sementes foi realizado de forma manual, onde foram retiradas as sementes dos frutos secos. Durante o beneficiamento foram eliminadas sementes imaturas, deterioradas ou danificadas.

Condições de Germinação

As sementes, logo após a coleta, passaram por um processo de assepsia com feita com hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5% p/p de cloro ativo) a 0,5% v/v por 3 três minutos. Posteriormente, as sementes foram escarificadas e colocadas em placas de Petri forradas duplamente com papel filtro como substrato e embebido com 10mL de água destilada. Em seguida as placas foram acondicionadas em incubadoras com temperatura constante de 25°C, recebendo luz branca contínua, provida por duas lâmpadas fluorescentes de 15W tipo luz do dia (GE®, Hungria) , instaladas sobre a prateleira onde foram colocadas as placas de Petri, de maneira que o fluxo luminoso fosse o mais homogêneo possível. A avaliação das sementes foram diárias sendo consideradas como sementes germinadas aquelas que apresentaram emissão da radícula (Brasil 1992). Ao final do teste de germinação que teve duração de cinco dias foram determinados a porcentagem de germinação, o tempo médio de germinação (Laboriau & Valadares 1976), o tempo inicial e final de germinação das sementes germináveis e o índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire 1962).

Para obtenção das variáveis: porcentagem de germinação, tempo médio e índice de velocidade de germinação utilizaram-se as seguintes equações:

Porcentagem de germinação

$$G = \frac{N}{A} \cdot 100$$

Onde:

N: número de sementes germinadas;

A: número total de sementes.

Tempo médio

$$t = \frac{\sum ni \cdot ti}{\sum ni}$$

Onde: ni: número de sementes germinadas no i-ésimo dia;

Ti: tempo de incubação (dias).

Índice de velocidade de germinação

$$IVG = \frac{n_1 + n_2 \dots n}{d_1 + d_2 \dots d_n}$$

Onde: n_1 : número de sementes germinadas no primeiro dia;

n_2 : número de sementes germinadas no segundo dia;

n_n : número de sementes germinadas no enésimo dia.

d_1 : primeiro dia de contagem;

d_2 : segundo dia de contagem;

d_n : enésimo dia de contagem.

Análises Bioquímicas

Amostras de cotilédones foram coletadas de 100 sementes de cada espécie para a determinação dos teores de lipídios, proteínas e carboidratos, a cada cinco dias por um período de quinze dias de desenvolvimento. Este período marca o estágio de senescência e abscisão do cotilédone. As amostras foram conservadas a -20°C até o momento das análises. O experimento contou com cinco repetições de 20 cotilédones com três replicatas cada. Os tempos de coleta compreenderam: (T0) sementes maduras, (T5) sementes aos cinco dias, (T10) plântulas aos 10 dias e (T15) plântulas aos 15 dias, período marcado pela senescência dos cotilédones.

Lipídios

As 100 sementes de cada repetição nos diferentes períodos de germinação foram trituradas com o auxílio de pistilo e almofariz, com solução de clorofórmio-metanol e água destilada (1:1:1 v:v:v), de acordo com o método de Bligh & Dyer (1959). Em seguida, a mistura foi centrifugada para a separação das fases entre os solventes, e a fração do clorofórmio (fundo do tubo) foi coletada. O conteúdo de lipídios totais foi determinado a partir da diferença de peso entre o recipiente (previamente pesado) contendo os lipídios totais após a evaporação do clorofórmio e o mesmo recipiente completamente vazio.

Carboidratos

O método foi executado de acordo com o utilizado em Takaki & Dietrich (1980). As 100 sementes de cada repetição nos diferentes períodos de germinação foram homogeneizadas e os carboidratos livres foram extraídos com 15 mL de etanol 70% (v:v) em refluxo durante 60 minutos. Após centrifugação o sobrenadante continha os carboidratos livres. Os precipitados após a centrifugação foram extraídos de acordo com o método de Matheson & Saini (1977). Os carboidratos totais foram estimados em cada fração de acordo com o método de Dubois *et al.* (1956), utilizando-se glicose como padrão.

Proteínas

A extração de proteínas solúveis foi realizada de acordo com o método descrito por Alfenas *et al.* (2006), a qual consistiu na homogeneização das sementes em tampão fosfato de sódio 0,05 M e pH 7,0 e posterior centrifugação a 5000xg. O teor de proteínas dos extratos foi quantificado pelo método de Bradford (1976) utilizando albumina de soro bovino como proteína padrão.

Análises Anatômicas

Sementes submetidas aos mesmos tratamentos descritos no item “Condições de Germinação” foram utilizadas para os estudos morfoanatômicos. Os trabalhos foram realizados em material fresco ou em material fixado em FAA (formaldeído, ácido acético e álcool etílico 50% na proporção 1:1:18 v/v) (Johansen 1940). Ambos os materiais foram conservados em álcool etílico a 70% (Jensen 1962). Para elaboração de laminário permanente, após desidratação em série etílica, o material foi incluído em resina plástica (Leica Histoiresina®) segundo as recomendações do fabricante, e seccionado em micrótomo rotativo nas espessuras com 4 a 8 µm de espessura, obtendo-se séries transversais. As secções obtidas foram coradas com azul de Toluidina (O'Brien *et al.* 1964). Os cortes foram preparados para a realização de testes visando à detecção de algumas substâncias.

Azul de Toluidina (rotina, para detecção de compostos ácidos): Os cortes foram corados na solução de azul de toluidina em pH 4,7 durante 3 minutos. Em seguida, foram lavados em água destilada.

Ácido Periódico de Schiff - PAS (para detecção de carboidratos): As lâminas foram colocadas durante 10 minutos em ácido periódico 1%. Em seguida, foram colocadas durante 5 minutos em água destilada. Após isso, foram mergulhadas durante 20 minutos no reativo de Schiff (no escuro), passando em seguida por 3 banhos de 1 minuto cada em água sulfurosa. Seguiram-se mais um banho em água em água destilada, por 5 minutos cada.

Xilidine Ponceau (para a detecção de proteínas): As lâminas foram colocadas durante 15 minutos em Xilidine Ponceau. Em seguida, foram colocadas durante 45 minutos em ácido acético 3%, e na sequência por um minuto em água destilada.

Azul do Nilo (para detecção de lipídios): As lâminas foram coradas durante 10 minutos na solução de Azul do Nilo a 60°C. Na sequência, foram lavadas em água destilada e em 2 banhos de ácido acético 1%. Em seguida, as lâminas foram novamente lavadas em água destilada.

Os resultados foram ilustrados por meio de imagens digitais obtidas em fotomicroscópio Olympus BX 51, com câmara digital DP acoplada e estereomicroscópio Leica M80 acrescentando-se escalas nas condições ópticas adequadas.

RESULTADOS

Análises Fisiológicas

Germinação

A caracterização fisiológica inicial das sementes recém colhidas das três espécies estudadas encontra-se na tabela 1. Como se pode observar, a capacidade de germinação dessas sementes foi superior aos 70%, indicando a boa qualidade dos lotes. *Abarema brachystachya* e *Mimosa bimucronata* foram as espécies que apresentaram a maior porcentagem de germinação 84%, seguidas por *M. scabrella*

77%. Também foram registrados os tempos médios de germinação onde as sementes das demais espécies apresentaram em média 1,5 dia para o início do processo de germinação. A tabela 1 mostra, ainda, que o índice de velocidade de germinação foi de 12,7 para *Abarema brachystachya* e aproximadamente 13 para *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella*.

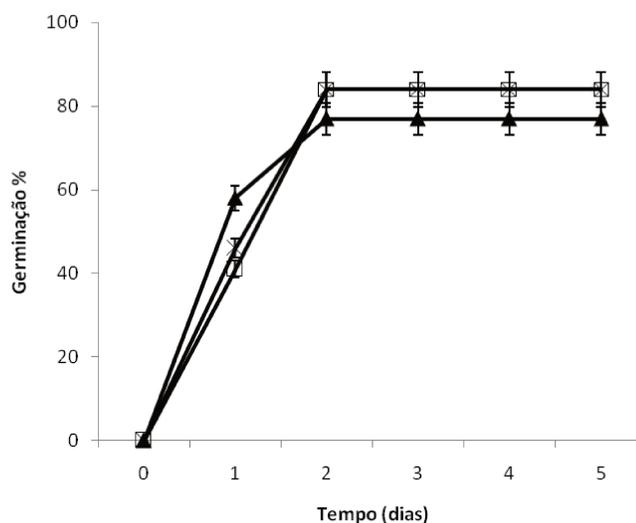


Figura 1. Curvas de germinação das sementes de *Abarema brachystachya* -▲-, *Mimosa bimucronata* -□- e *M. scabrella* -x-. As barras de erro representam o desvio padrão.

Tabela1. Germinação de sementes de *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella*, submetidas à temperatura de 25 °C.

Espécies	Germinação (%)	Tempo médio (dias)	IVG
<i>Abarema brachystachya</i>	84±15,5a	1,5±0,12a	12,7±3,2a
<i>Mimosa bimucronata</i>	77±17,5a	1,26±0,15a	13,5±3,5a
<i>Mimosa scabrella</i>	84±17,4a	1,4±0,04a	13±2,7a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Análises Bioquímicas

Carboidratos

A quantidade de carboidratos solúveis nos extratos etanólicos dos cotilédones das sementes de *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* variou de 45 a 50 mg/g⁻¹ de MS. Verificou-se que ocorreu uma redução nos teores destes açúcares nos cotilédones entre os estágios T0 e T15 (Figura 2).

Á partir da análise da composição do extrato etanólico dos cotilédones das sementes, observou-se que houve um incremento na proporção relativa de carboidratos solúveis no estágio T5 em *Mimosa bimucronata* de 41 para 88 mg/g⁻¹ de MS e *M. scabrella* de 46 para 76,7 mg/g⁻¹ MS. Em *A. brachystachya* comportamento semelhante foi observado somente em T10 com valores variando de 47 para 76 mg/g⁻¹ MS. Posteriormente foi observado o consumo destes açúcares em todas as espécies.

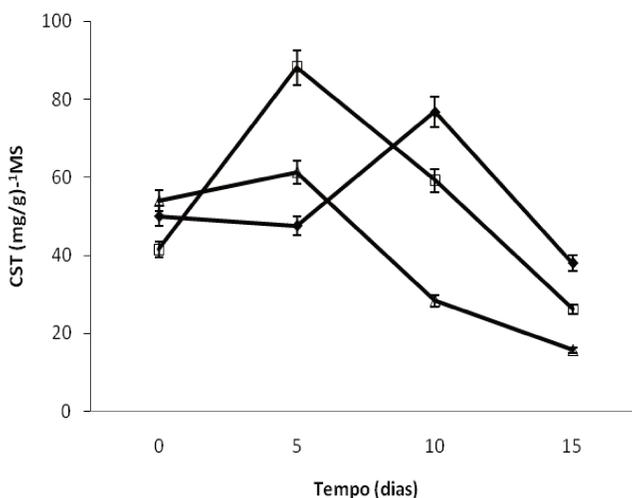


Figura 2. Teores de carboidratos solúveis em sementes de *Abarema brachystachya* -♦-, *Mimosa bimucronata* -□- e *Mimosa scabrella* -△-, expressos em valores totais por semente (mg/g⁻¹MS), durante a germinação. As barras de erro representam o desvio padrão.

A análise dos teores de amido indicou que nos cotilédones de *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella* contêm expressivas quantidades deste polissacarídeo que representa inicialmente valores entre 30 a 55 mg/g⁻¹ de MS

(Figura 3). Em *Abarema brachystachya* observa-se um acréscimo gradativo na quantidade destas reservas até o estágio T15. Por outro lado, os valores de amido apresentaram redução em *Mimosa bimucronata* de 29,5 mg/g⁻¹ MS e *M. scabrella* de 38,9 mg/g⁻¹ MS nos estágios correspondentes a T0 e T15.

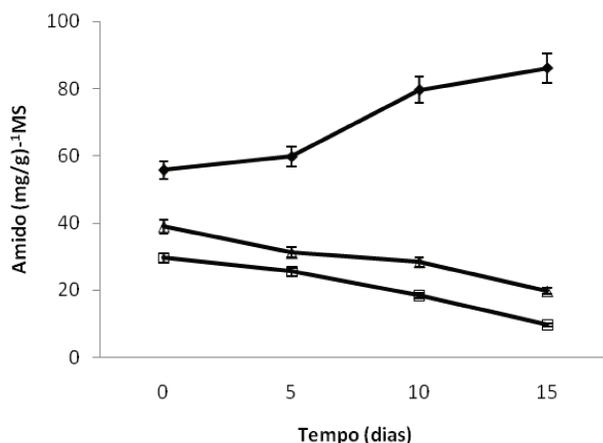


Figura 3. Teores de amido em sementes de *Abarema brachystachya* -◆-, *Mimosa bimucronata* -□- e *Mimosa scabrella* -Δ-, expressos em valores totais por semente (mg/g⁻¹MS), durante a germinação. As barras de erro representam o desvio padrão.

Proteína

Os teores de proteínas totais nos extratos dos cotilédones das sementes de *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* apresentaram decréscimos nos rendimentos entre de 70 até 8 mg/g⁻¹ de MS. (Figura 4). De maneira geral as três espécies apresentaram comportamento semelhante com redução expressiva na quantidade destas reservas até o estágio T15. Em *Abarema brachystachya* inicialmente foi observado um aumento na proporção relativa de proteína, mas com posterior redução destes valores a partir de T5 para 20 mg g⁻¹ MS.

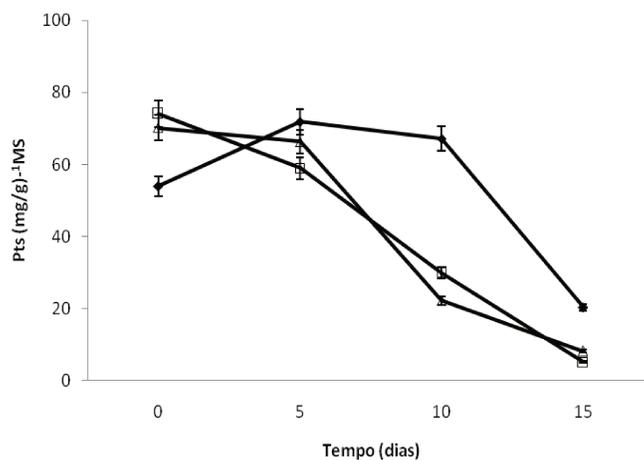


Figura 4. Teores de proteínas em sementes de *Abarema brachystachya* -◆-, *Mimosa bimucronata* -□- e *Mimosa scabrella* -Δ-, expressos em valores totais por semente ($\text{mg/g}^{-1}\text{MS}$), durante a germinação. As barras de erro representam o desvio padrão.

Lipídios

Os teores de lipídios nos extratos dos cotilédones da semente de *Abarema brachystachya*, indicaram nítido consumo destas reservas nos estágios iniciais da germinação. Foram observados decréscimos de 4 para $2 \text{ mg/g}^{-1} \text{MS}$, que foram consumidos totalmente até o estágio T5. Nas demais espécies não foi detectada a presença de tal reserva (Figura 5).

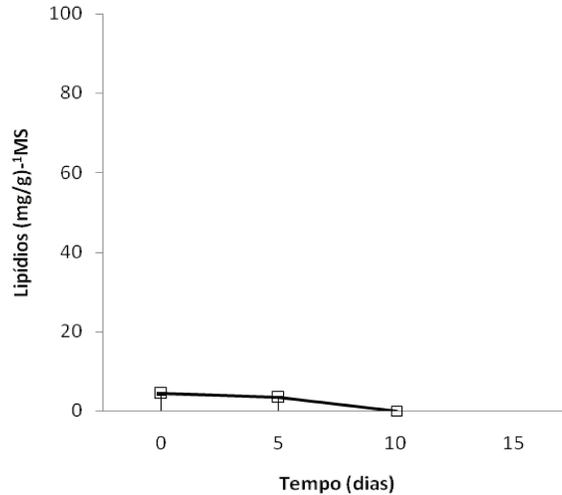


Figura 5. Teores de lipídios em sementes de *Abarema brachystachya* -□- expressos em valores totais por semente ($\text{mg/g}^{-1}\text{MS}$), durante a germinação. As barras de erro representam o desvio padrão.

Análises histoquímicas

Os cortes corados com lugol revelaram grande quantidade de amido nas células dos cotilédones das espécies estudadas. O amido encontra-se distribuído por todo o mesofilo cotiledonar. Os amiloplastos apresentam uma organização parietal nas células com número variável de grãos. (Figura 6A-M).

As células do mesofilo cotiledonar de *A. brachystachya* nos estágios iniciais da germinação T0, também apresentaram corpos oleaginosos de lipídios neutros. Esses corpos oleaginosos foram evidenciados pela coloração rosada conferida pelo tom laranja do Sudam IV (Figura 7A-B) e pelo tom rosado do sulfato azul do Nilo (Figura 7C-D). Esses corpúsculos inicialmente apresentaram-se diminutos em número variável. Posteriormente observou-se o aumento no tamanho destes corpos seguido por rápido consumo destes materiais até o T5 após a germinação.

As células cotiledonares corados com PAS também apresentaram os grãos de amido além das paredes celulares. As paredes celulares cotiledonares apresentaram-se espessadas em *Abarema brachystachya* e foi observado significativo consumo na fase inicial do processo de mobilização de reservas (Figura 8A-D). Nas demais

espécies as paredes apresentaram-se delgadas não sendo observado consumo das mesmas (Figura 8E-M).

As proteínas nas espécies estudadas foram evidenciadas pelo teste de Xilidine Ponceau. No interior das células do mesófilo observou-se a presença de inúmeros corpúsculos globulares intensamente corados com XP no estágio (Figura 9A-M). A morfologia do material corado altera-se significativamente após o período de embebição T0. Nessa fase o envoltório do corpo protéico expande-se formando cavidades internas e o material XP positivo dentro desse corpúsculo restringe-se a cerca de 1/3 do seu volume interior. Em seguida se verificou um acentuado desarranjo no padrão globular a partir de T10. Nessa etapa o material encontra-se fragmentado pela degradação dos corpúsculos e deslocado parietalmente. A partir de então restam apenas vestígios parietais de material protéico no estágio.

DISCUSSÃO

A presença de uma camada hidrofóbica como barreira primária no tegumento maduro de *Abarema brachystachya*, *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* são observadas por diversos autores por meio de investigações morfoanômicas e histoquímicas na família leguminosae (Corner 1976, Irwing 1984, De Paula 2006, Teixeira & Correa 2007, Iwasaki 2008, Pinto 2009). Esta barreira é perdida após o tratamento com ácido sulfúrico, seguido pela entrada de água na semente, quebrando assim a dormência e dando sequência a germinação. O fato destas sementes germinarem de forma rápida, pode ser entendido como uma estratégia da espécie de se estabelecer no ambiente o mais breve possível ou porque as condições ambientais são apropriadas ao desenvolvimento do novo indivíduo (Borghetti & Ferreira 2004). De acordo com Abreu & Garcia (2005), o tempo médio de germinação é um índice que estima a rapidez de ocupação de uma espécie em seu ambiente. Por outro lado, como as sementes são ricas em óleos, proteínas e amido, é possível que estes compostos estejam também colaborando para que a germinação ocorra de forma eficiente e rápida, visto que, a demanda energética decorrente da oxidação dessas reservas é ampla, desta forma tais sementes reúnem qualidades de uma espécie bem

adaptada ao seu ambiente ou com recursos que lhe possibilitem adaptar-se a distintos ambientes.

Fica claro nas espécies de *Mimosa* em estudo, que nos estágios iniciais de mobilização o principal suporte de energia para a germinação da semente é o amido. Tanto pelos resultados apresentados pela histoquímica, quanto pela observação da sua redução apresentada pelas análises bioquímicas. O amido ao ser degradado aloca glicose para ser utilizada na respiração, para gerar energia, e para compor estruturas físicas durante o crescimento do embrião na fase de germinação (Kim 2011). Autores como Borges (2001) e Corte (2006) verificaram comportamento semelhante em *Hymenaea courbaril*, *Eugenia stipitata*, *Senna macranthera* e *Caesalpinia peltophoroides* respectivamente, onde os teores de amido também sofreram redução logo após a germinação. Stone & Gifford (1999) estudando a germinação de sementes de *Pinus taeda*, verificaram também grande mobilização de carboidratos (80%) armazenados no megagametófito dessas sementes durante a germinação e no estágio de plântulas, assim como acúmulo de amido no estágio de protrusão da radícula. De forma semelhante, Cortelazzo (1992) relata esse padrão de degradação em *Canavalia ensiformes* e *C. gladiata*. De maneira oposta, os teores de amido em *Abarema brachystachya* apresentaram acúmulo gradual desta reserva. Pontes *et al.* (2002), estudando a mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa*, verificaram também um aumento nos teores de amido nos cotilédones e tendência de mobilização dos teores de açúcares solúveis e amido encontrados no eixo embrionário durante a embebição dessas sementes.

A quantificação de açúcares solúveis revelou grande proporção destes compostos como forma de reserva nas sementes das espécies em estudo. Mas, não foi observado tendência de mobilização deste material nos estágios iniciais de germinação. De modo geral, tal comportamento indica que não houve dependência de açúcares solúveis como fonte de energia primária para a germinação, ou mesmo para criar estruturas físicas na fase pré-germinativa. O consumo de açúcares solúveis só ficou evidente a partir do estágio T5 em *Mimosa bimucronata* e *M. scabrella*. Resultados descritos por Buckeridge *et al.* (1992) e Pontes (2002) relataram que esses açúcares solúveis foram consumidos pós germinação, e sugerem que estes compostos sejam translocados para a plântula, e rapidamente transformados e

usados nos vários processos metabólicos (Giorgini & Campos 1992). Em *Abarema brachystachya* houve expressivo acúmulo desta reserva até T10, com posterior degradação. Esse acúmulo transitório pode ter relação com o estabelecimento dos processos fotossintéticos. O mesmo resultado foi observado para sementes de *Myrcia dubia* e *Eugenia Stipitata* (Mello 2005).

Um aspecto que chama a atenção em *Abarema brachystachya* é a estratégia de mobilização de carboidratos nos estágios iniciais de germinação. À primeira vista não é observado a degradação de amido, nem de açúcares solúveis na fase pré-germinativa. Mas características histoquímicas sugerem o consumo de polissacarídeos de parede celular em T5 nos cotilédones de *Abarema brachystachya*. A mobilização destes polissacarídeos poderia estar suprindo parte dos carboidratos que estão sendo consumidos, e explicar assim, o acúmulo de amido e açúcares solúveis observados para a espécie. Gallão *et al.* (2007), Buckeridge *et al.* (2000), Tiné *et al.* (2000), relatam essa produção transitória de açúcares em diferentes leguminosas. Spyropoulos & Reid (1988) observaram em sementes de *Ceratonia siliqua* que o crescimento do eixo embrionário e a formação de amido correlacionaram-se com o decréscimo de galactomanano. Diferentes polissacarídeos podem vir a ser mobilizados em leguminosas entre eles podemos citar os galactomananos encontrados em *Shizolobium parayba*, *Mimosa scabrella*, *Stryphnodendron adstringens* (Salvalaggio, 2010), *Sesbania marginata*, *Sesbania virgata* (Tonini 2004), e *Trigonella foenum graecum* (Reid 1971) e os xiloglucanos em *Hymenaea courbaril* (Tiné, 2000). Outras funções ainda são relatadas na literatura para esses polissacarídeos de reserva, além de fonte de carbono, funções secundárias como controle de embebição e propriedades mecânicas dos cotilédones.

Os lipídios nas sementes de *Abarema brachystachya*, não formam uma reserva quantitativamente expressiva, mas nas fases iniciais de germinação foram rapidamente consumidas. Provavelmente, suas sementes acumulam óleos para atuar como principal reserva de energia durante a fase de germinação (Somerville 2000). Os ácidos graxos por serem uma molécula orgânica consideravelmente mais reduzida que os carboidratos, possuem maior potencial de liberação de energia em sua oxidação, e um rendimento (em relação à massa) duas vezes maior do que os carboidratos (Davis 1981). A mobilização bioquímica de lipídios leva à formação de Acetil Co-A, e ativa à síntese de sacarose através da gluconeogênese, podendo ser

armazenada na forma de amido transitório quando os níveis deste açúcar no citosol são muito elevados (Sasaki 1992, Silva *et al.* 1998, Mansfield & Briarty 1996 Buckeridge *et al.* 2004, Penfield *et al.* 2005). A hipótese para sustentar tal fato é que a degradação das reservas primárias seria maior do que a necessária para o desenvolvimento da plântula, e, portanto, para manter o equilíbrio osmótico, o excesso seria convertido em uma reserva “secundária”, no caso, o amido. O mesmo é sugerido nos trabalhos de Silva *et al.* (1998) com *Dalbergia miscolobium* e Horner & Arnott (1966) com *Yucca schidigera*, onde as sementes mostraram um incremento em amido enquanto as reservas lipídicas eram consumidas, atribuindo o aumento nos níveis de amido à degradação dos triglicerídios em glicerol e ácidos graxos, e então convertidos em carboidrato, o que justifica a presença do amido.

A síntese de proteínas é uma atividade intimamente envolvida na germinação e subsequente crescimento da plântula. Com a embebição o metabolismo inicia rapidamente a respiração e ativação de organelas e enzimas. Nas três espécies estudadas fica evidente tal comportamento. O conteúdo de proteínas decresceu durante a fase pré-germinação e crescimento das plântulas, o que concorda com a afirmação de Bewley & Black (1994), de que as proteínas são mobilizadas durante estes eventos. Isso ocorre porque a germinação da semente é iniciada graças às reservas próprias do embrião e depois mantida com o consumo dos componentes dos tecidos de reserva, pela atividade enzimática e pelo fluxo dos componentes solúveis às regiões de crescimento onde há rápido consumo (Carvalho & Nakagawa 2000). Esses resultados também concordam com os obtidos por Müntz *et al.* (2001) quando este afirma que a mobilização das proteínas armazenadas nos cotilédones é detectável após a protrusão da radícula. Em sementes de *Erythrina velutina* Willd., o conteúdo de proteína cotiledonar solúvel decresceu rapidamente durante a germinação e crescimento da plântula (Oliveira *et al.* 1998), em *Euphorbia heterophylla* o conteúdo protéico decresceu constantemente desde o início da embebição (Suda e Giorgini 2000), da mesma forma aconteceu em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Corte 2006).

Yamaguchi *et al.* (1996) e Matsui *et al.* (1999) observaram que em sementes de *Cucumis sativus* a degradação das reservas de proteínas inicia-se aos três dias após a germinação e que a diminuição desta está claramente correlacionada com a transição do metabolismo dos cotilédones, dependente da fonte da energia

preservada nas sementes para o crescimento autotrófico. Nesse contexto, Buckeridge *et al.* (2004) também evidenciaram a mobilização das reservas de proteínas para a estruturação dos processos que conferem capacidade de absorver nutrientes e realizar fotossíntese.

Embora haja grandes variações quantitativas entre os constituintes das sementes em estudo, qualitativamente eles se apresentam mais uniformes, isto se os mesmos forem considerados em seus grupos e funções nas sementes. Assim, marcadores quimiotaxonomicos com base nas reservas armazenados em sementes de leguminosas, vêm sendo aplicados como ferramenta na taxonomia (Polhill *et al.* 1981, Rougé *et al.* 1984, Prasad *et al.* 1986, Moreira *et al.* 1992, Cavada 1996, Moreira *et al.* 1996, Bagci *et al.* 2004). Tais dados sugerem a existência de diferenças nítidas entre as espécies, além de possíveis agrupamentos das mesmas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.E.P. & GARCIA, Q.S. 2005. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, 19(1):149-154.
- AKPINAR, N., AKPINAR, M.A. & TURKOGLU, S. 2001. Total lipid content and fatty acid composition of the seeds of some *Vicia* L. species, *Food Chemistry*, 74, 449-453
- ALCÂNTARA, P.H.N. de; DIETRICH, S.M.C. & BUCKERIDGE, M.S. 1999. Xyloglucan mobilization and purification of a (XLLG/XLXG) specific b-galactosidase from cotyledons of *Copaifera langsdorffii*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 37:653-663.
- ALFENAS, A.C. 2006. Eletroforese e Marcadores Bioquímicos em plantas e microorganismos. Viçosa, UFV, 627 p.
- AL-KAISEY, M.T & WILKIE, C.B. 1992. The polysaccharides of agricultural lupin seeds. *Carbohydrate Research*, 227:147-161.
- BAGCI E. 2006. Study of fatty acid patterns of some *Astragalus* L. (Fabaceae) species from Turkey. *Chem. Nat. Prod.*, 42:645-648.
- BAGCI, E., L. BRUEHL, H. ÖZÇELIK, K. AITZETMULLER, M. VURAL & A. SAHIN. 2004. Study of the Fatty Acid and Tocochromanol patterns of some Turkish Fabaceae (Leguminosae). *Grasas y Aceites* 55(4):378-384.
- BEWLEY, J. D. 1997. Seed germination and dormency. *The Plant Cell*, 9(3):729-738.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2 nd ed. Plenum Press, New York.
- BLIGH E. G. & DYER W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
- BORGES, I.F., BARBEDO, C.J., RICHTER, A.A. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. 2006. Variations in sugars and cyclitols during development and maturation of seeds of brazilwood (*Caesalinea echinata* Lam., Leguminosae). *Braz J Plant Physiol*, 18:475-482.
- BORGES, E. E. L., BORGES, R.C.G., SOARES, C.P.B., PEREZ, S.C.G.J.A. 2001. Crescimento e mobilização de carboidrato em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin et Barneby) durante a germinação. *Revista Cerne*, 7(1).
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. (orgs.). 2004. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 323 p.
- BRADFORD, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para Análise de sementes*, Brasília, 1992. 365 p.
- BRILLOUET, J.M. & RIOCHET, D. 1993. Cell wall polysaccharides and lignin in cotyledons and hulls of seeds from various lupin (*Lupinus* L.) species. *Journal of Science in Food Agriculture*, 34:861-868.
- BUCKERIDGE, M.S., AIDAR, M.P. M., SANTOS, H.P. dos. & TINÉ, M.A. S. 2004. Acúmulo de reservas. In: Ferreira, A. G.; Borgheretti, F. (orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre:Artmed, p. 31-50.

- BUCKERIDGE, M.S., SANTOS, P. H. dos; TINÉ, M.A.S. 2000. Mobilisation of storage cell wall polysaccharides in seeds. *Plant Physiology Biochemistry*, 38 (1):141-156
- BUCKERIDGE, .S., CROMBIE, H.J., MENDES, C.J.M., REID, J.S.G., GIDLEY, M.J. & VIEIRA, C.C.J. 1997. A new family of oligosaccharides from the xyloglucan of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae) cotyledons. *Carbohydrate Research*, 303:233-237.
- BUCKERIDGE, M.S. & DIETRICH, S.M.C.1996. Mobilisation of the raffinose family oligosaccharides and galactomannan in germinating seeds of *Sesbania marginata* Benth. (Leguminosae-Faboideae). *Plant Science*, 117:33-43.
- BUCKERIDGE, M.S., ROCHA, D.C., REID, J.S.G. & DIETRICH, S.M.C. 1992. Xyloglucan structure and post-germinative metabolism in seeds of *Copaifera langsdorffii* from savanna and forest populations. *Physiologia Plantarum*, 86:145-151.
- BUCKERIDGE, M.S. & REID, J.S.G. 1994. Purification and properties of a novel β -galactosidase or exo- β -(1,4)-galactanase from the cotyledons of germinated *Lupinus angustifolius* L. seeds. *Planta*, 192:502-51.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.
- CAVADA, B.S., SANTI, T., GADELHA, C.A.A., GRANGEIRO, T.B., NETO, M.A., NUNES, E.P. & GALVANI, F.R. 1996. Bases quimiotaxonômicas para a diferenciação dos táxons *Acacia caven* (Mol.) Mol e *Acacia farnesiana* (L.) (LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE). *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, 2(1):78-83.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. v.1. Cambridge, University Press.
- CORTE, V.B., BORGES, E.E.L., PONTES, C.A., LEITE, I.T.A., VENTRELLA, M.C. & MATHIAS, A.A. 2006. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (LeguminosaeCaesalpinoideae). *Rev. Árvore*, 30:941-949.
- CORTELAZZO, A. L. 1992. Detecção e quantificação do amido em cotilédones de *Canavalia ensiformis* e *Canavalia gladiata* durante o desenvolvimento inicial da planta. *Revista Brasileira de Botânica* 15:157-162.
- CRAWSHAW, L.A. & REID, J.S.G. 1984. Changes in cell-wall polysaccharides in relation to seedling development and the mobilisation of reserves in the cotyledons of *Lupinus angustifolius* Cv. *Unicrop. Planta*, 160:449- 454.
- DE-PAULA, O.C. 2006. Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de três espécies de *chamaecrista* moench (Fabaceae, Caesalpinioideae) de cerrado do estado de São Paulo. Botucatu. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 129p.
- DUBOIS, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Annalical Chemistry*, 28:350-356.
- DIRK L.M.A., VANDER K.A.R., VREGDENHIL D., HILHORST, H.W.M. & BEWLEY, J.D. 1999. Galactomannan, soluble sugar and starch mobilization following germination of *Trigonella foenum graecum* seeds. *Plant Physiol. Biochem.* 37: 41-50.
- ELIAS, T. S. 1981. Mimosoideae. In: Polhill, R.M & Raven, P.H (eds). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Garden, Kew, v.1, p.143-152, 425p.
- FARIA, J. M. R., DAVIDE, L. C., SILVA, E. A. A., DAVIDE, A. C., PEREIRA, R. C., VAN LAMMERAEN, A. A. M. & HILHORST, H. W. M. 2006. Physiological and

- cytological aspects of *Inga vera* subsp. *affinis* embryos during storage. *Braz J Plant Physiol*, 18:475-485.
- GALLÃO, M. I. 2007. Reserve mobilisation in mesquite (*Prosopis juliflora*) seed (Leguminosae). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87:2012-2018.
- GARCIA, I. S., SOUZA, A., BARBEDO, C. J., DIETRICH, S. M. C. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. (2006), Changes in soluble carbohydrates during storage of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. (Brazilwood), an endangered leguminous tree from Brazilian Atlantic Forest. *Braz J Biol*, 66, 739-745.
- GIORGINI, J.F. & CAMPOS, C.A.S.P. 1992. Changes in the content of soluble sugars and starch synthesis and degradation during germination and seedling growth of *Coffea arabica* L. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 4:11-15.
- HAWES, C.R. & SATIAT-JEUNEMAITRE, B. *Plant Cell Biology: A practical approach*. Oxford university press, Oxford. 2001, 338 p.
- HELLMANN, M.E., MELLO, J. I. O., BARBEDO, C. J. & FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. 2008. Variações dos carboidratos de reserva de sementes de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) armazenadas sob diferentes temperaturas. *Hoehnea*, 35: 255-264
- HIRST, E.L., JONES, J.K.N. & WALDER, W.O. 1947. Pectic substances. Part 7. The constitution of the galactan from *Lupinus albus*. *Journal of Chemical Society*, 1225-1229.
- HORNER JUNIOR, HT. & ARNOTT, HJ. 1966. A Histochemical and Ultrastructural Study of Pre and Post-Germinated *Yucca* Seeds. *Botanical Gazette*, 127(1):48-64.
- IRWING, D. W. 1984. Seed structure and histochemistry of *Prosopis velutina* (Leguminosae). *Botanical Gazette*, 145(3):340-345.
- IWASAKI, M.C. 2008. Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa linnaeus* (Fabaceae: Mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas. *Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu*. 109p.
- JENSEN, W. A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco, W. H. Freeman and Co.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book, New York.
- KIM, T.H., CHOI, U.K., RYU, H.S., LEE, S.J. & KWON, O.S. 2011. Mobilization of storage proteins in soybean seed (*Glycine max* L.) during germination and seedling growth. *Biochimica et Biophysica Acta* 1814(9):1178-1187.
- KOORNNEEF M., BENTSINK L. & HILHORST H. 2002. Seed dormancy and germination. *Curr Opin Plant Biol*. 5(1):33–36.
- LABOURIAU, L.G. & VALADARES, M.E.B. 1976. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. 48(2):263-284.
- MAGALHÃES, S.R., BORGES, E.E.L. & BERGER, A.P.A. 2010. Mobilização De Reservas No Eixo Embrionário e Nos Cotilédones De Sementes De *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake Durante a Germinação. *Ciência Florestal* 20(4):589-595.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2(1):176-177.
- MANSFIELD, G. & BRIARTY, LG., 1996. The Dynamics of Seedling and Cotyledon Cell Development in *Arabidopsis thaliana* During Reserve Mobilization. *International Journal of Plant Sciences*, 157(3):280-295.

- MATHESON, N.K. & SAINI, H.S. 1977. α -L-Arabinofuranosidases and β -D-galactosidases in germinating-lupin cotyledons. *Carbohydrate Research* 57:103-116.
- MATSUI, K. 1999. Cucumber Cotyledon Lipoxygenase during Postgerminative Growth. Its Expression and Action on Lipid Bodies. *Plant Physiology*, 119:1279-1287.
- MELLO, Z. L. O. 2005. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a germinação de sementes de espécies de flora amazônica. Dissertação (Tese). Universidade Federal do Amazonas. Instituto de Biociências. 94p.
- McCLENDON, J.H., NOLAN, W.G. & WENZLER, H.F. 1976. The role of the endosperm in the germination of legumes: galactomannan, nitrogen, and phosphorus changes in the germination of guar (*Cyamopsis tetragonolobus*, Leguminosae). *American Journal of Botany*, 63:790-797.
- MONDO, V.H.V., BRANCALION, P.H.S., CICERO, S.M., NOVENBRE, A.D.L.C. & DOURADO NETO, D. 2008. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2):177-183.
- MOREIRA, F. M., SILVA, M.F. & FARIA, S.M. 1992. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. *New Phytologist* 121: 563-570.
- MORTON, C. M. 1998. Chemotaxonomy significance of hydrolated pipercolic acids in Central American *Inga* (Fabaceae: Mimosoideae: Ingeae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 26(4):379-401
- MÜNTZ, K. 1998. Deposition of Storage Proteins. *Plant Molecular Biology*, (38):77- 99.
- NKANG, A. 2002. Carbohydrate composition during seed development and germination in two subtropical rainforest tree species (*Erythrina caffra* and *Guilfoylia monostylis*). *J Plant Physiol*, 159, 473-483.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59(2): 368-373.
- PEARSE, A.G.E. 1985 *Histochemistry: theoretical and applied*. V.2, 4 ed., Edinburgh, C. Livingstone.
- PENFIELD, S., GRAHAM, S. & GRAHAM, I.A. 2005. Storage reserve mobilization in germinating oilseeds: *Arabidopsis* as a model system. *Biochem. Soc. Trans.* 33:380-383.
- PINTO, D.D. 2009. Morfoanatomia e ontogênese de *Machaerium* Pers. (Fabaceae: Faboideae): fruto, semente e plântula. Botucatu. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu 2009. 92p.
- POLHILL, R.M. 1981. Papilionoideae. In *Advances in legume systematics*. (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds.). Royal Botanical Gardens, Kew, Part 1, p.191-204.P
- PONTES, A.C., BORGES, E.E.L., BORGES, R.C.G. & SOARES, C.P.B. 2002. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (garapa) durante a embebição. *Revista Árvore*, Viçosa, 26(5):593-601.
- PRASAD, H.R. RADHAKRISHNAIAH, M. & ANURADHA, S.M.J. 1986. Chemotaxonomy of Mimosoideae. *Indian J. Bot.* 9(1):70-71.
- REID, J.S.G. & BEWLEY, J.D. 1979. A dual role for the endosperm and its galactomannan reserves in the germinative physiology of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) an endospermic legume seed. *Planta* 147:145-150.
- REID, J.S.G. & MEIER, H. 1973. Enzyme activities and galactomannan mobilisation in germinating seeds of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L. Leguminosae).

- Secretion of α -galactosidases and β -mannosidase by the aleurone layer. *Planta* 112:301-308.
- REID, J.S.G. 1971. Reserve carbohydrate metabolism in germinating seeds of *Trigonella foenum-graecum* L. *Planta* 100:131-142.
- ROUGE, P.; RICHARDSON, M.; RANFAUSG, P.; YARWOOD, A.; & CAVADA, B.S. 1987. Single and two-chain legume lectins as phylogenetic marker speciation. *Biochemical Systematics and Ecology*, 15:341-348.
- SALVALAGGIO, O.M. 2010. Galactomananas de sementes de espécies brasileiras: otimização da extração, caracterização físico-química e por espalhamento de luz. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Instituto de Biociências. 113p.
- SASSAKI, G.M. 1992. Remoção de cotilédones e desenvolvimento inicial de *Dalbergia miscolobium*. *Revista Brasileira de Botânica*, 15:5-16.
- SILVA, T.R.G., CORTELAZZO, A.L. & DIETRICH, S.M.C., 1998. Variation in Storage Compounds during Germination and Early Plantlet Growth of *Dalbergia miscolobium*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 10(2):119-124.
- SOMERVILLE, C.C. Lipids. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. 2000. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Rockville: American Society of Plant Physiologists. p.456-458.
- SPYROPOULOS, C.G. & REID, J.S.G. 1988. Water stress and galactomannan breakdown in germinated fenugreek seeds. Stress affects the production and activities *in vivo* of galactomannan hydrolysing enzymes. *Planta* 179:403-408.
- STONE, S.L. & GIFFORD, D.J. 1999. Structural and biochemical changes in lobolly pine (*Pinus taeda* L.) seeds during germination and early seeding growth. II. Storage triacylglycerols and carbohydrates. *International Journal of Plant Sciences*, 160(4):663–671.
- SUDA, N.K.C. & GIORGINI, J.F. 2000. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12(3):226-245.
- TAKAKI, M. & DIETRICH, S.M.C. 1998. Effect of GA₃, and light on polysaccharide levels and metabolism in germinating coffee seeds. *Journal of Experimental Botany*, 31:1643-1649.
- TEIXEIRA, S.P. & CORRÊA, V.M.A. 2007. Morfoanatomia do envoltório seminal de Espécies brasileiras de *Indigofera* L. (Leguminosae, Papilionoideae). *Rodriguésia* 58: 265-273.
- TINÉ, M.A.S., CORTELAZZO, A.L. & BUCKERIDGE, M.S. 2000. Xyloglucan mobilisation in cotyledons of developing plantlets of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae–Caesalpinoideae). *Plant Science*, 154:117-126.
- TONINI, P.P., CARRARA, T.B. & BUCKERIDGE, M.S. 2004. Storage Sesbania virgata (Cav) Leguminosae. *Trees structure and function*. 24(4)675-684.
- VALILLO, M.I., TAVARES, M., AUED-PIMENTEL, S. & GARBELOTTI, M.L. 2001. Caracterização química parcial das sementes de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hass. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 60:17-22.
- YAMAGUCHI, Y. 1996. Emergence of proteases in germinating cucumber cotyledons and their roles in the two-step degradation of storage protein. *Plant Cell Physiology*, 37:279–284.

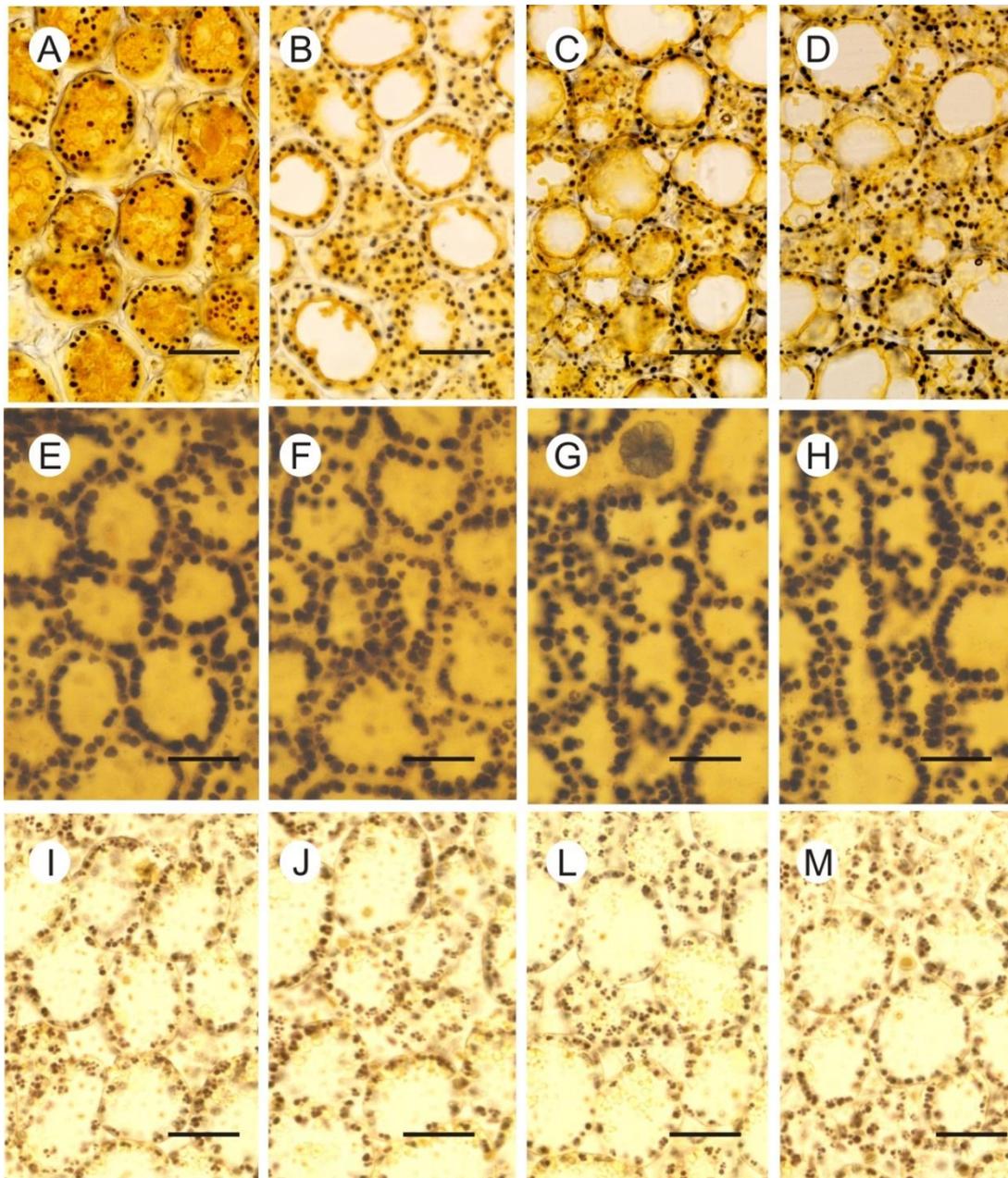


Figura 6. Cortes transversais. Cotilédones de *Abarema brachystachya* (A-D), *Mimosa bimucronata* (E-H) e *Mimosa scabrella* (I-M) submetidas a teste com lugol para identificação de amido. T0 (A,E,I); T5 (B,F,J); T10 (C,G,L); T15 (D,H,M).

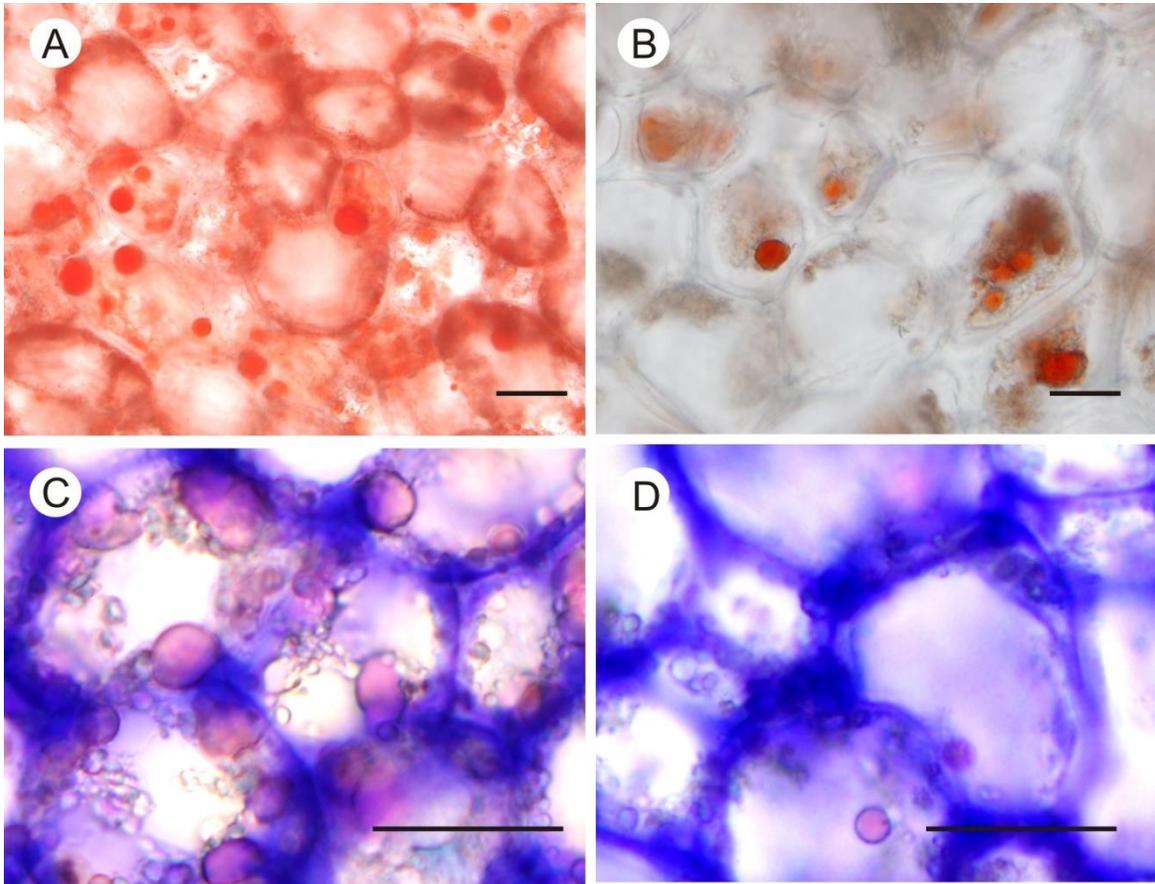


Figura 7. Cortes transversais. Cotilédones de *Abarema brachystachya* submetidas a teste com Sudan III (A-B) e Nile blue (D-E) para identificação de lipídios. T0 (A,D); T5 (B,D).

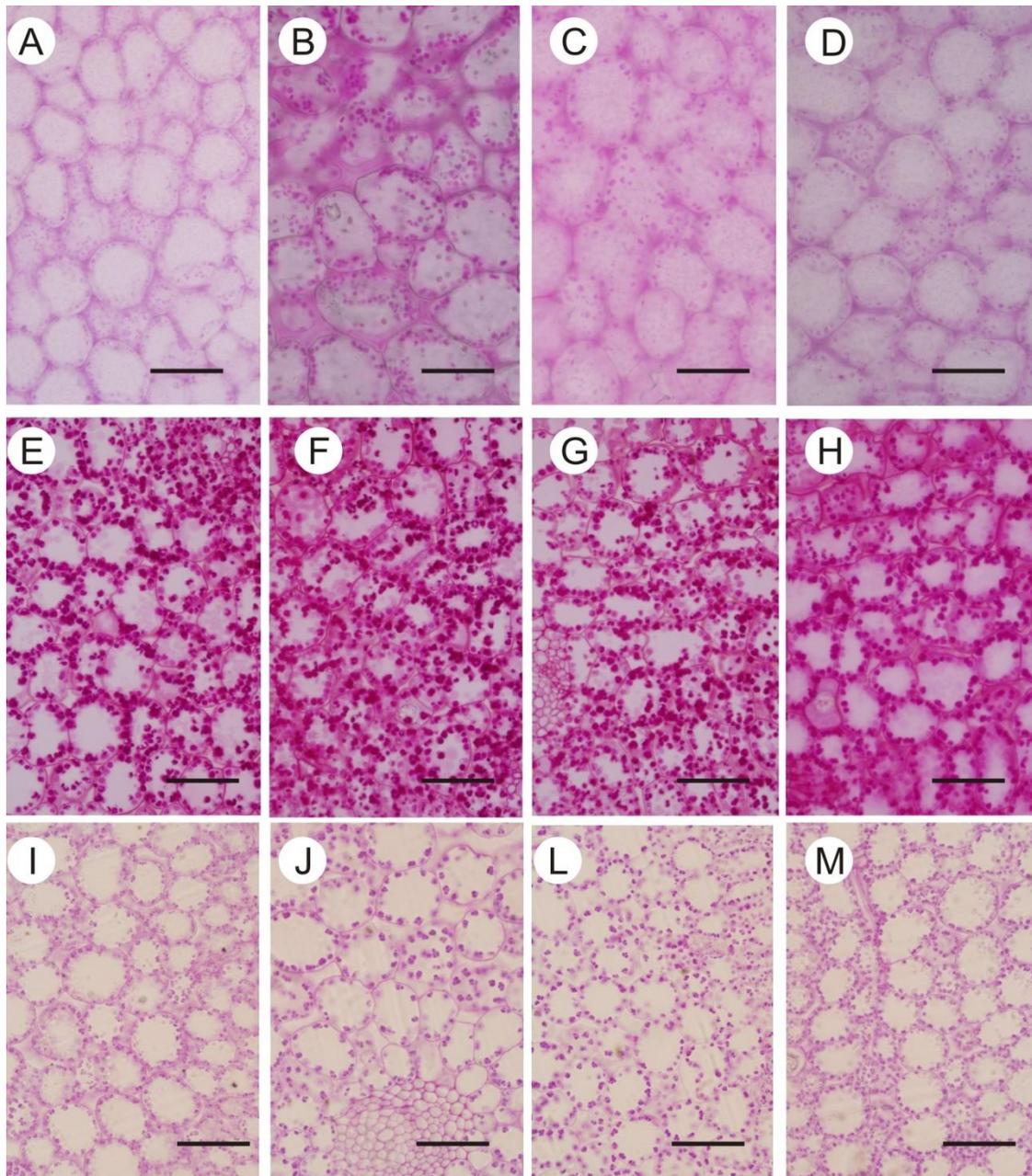


Figura 8. Cortes transversais. Cotilédones de *Abarema brachystachya* (A-D), *Mimosa bimucronata* (E-H), *Mimosa scabrella* (I-M) submetidas a teste com PAS para identificação de carboidratos e parede celular. T0 (A,E,I); T5 (B,F,J); T10 (C,G,L); T15 (D,H,M).

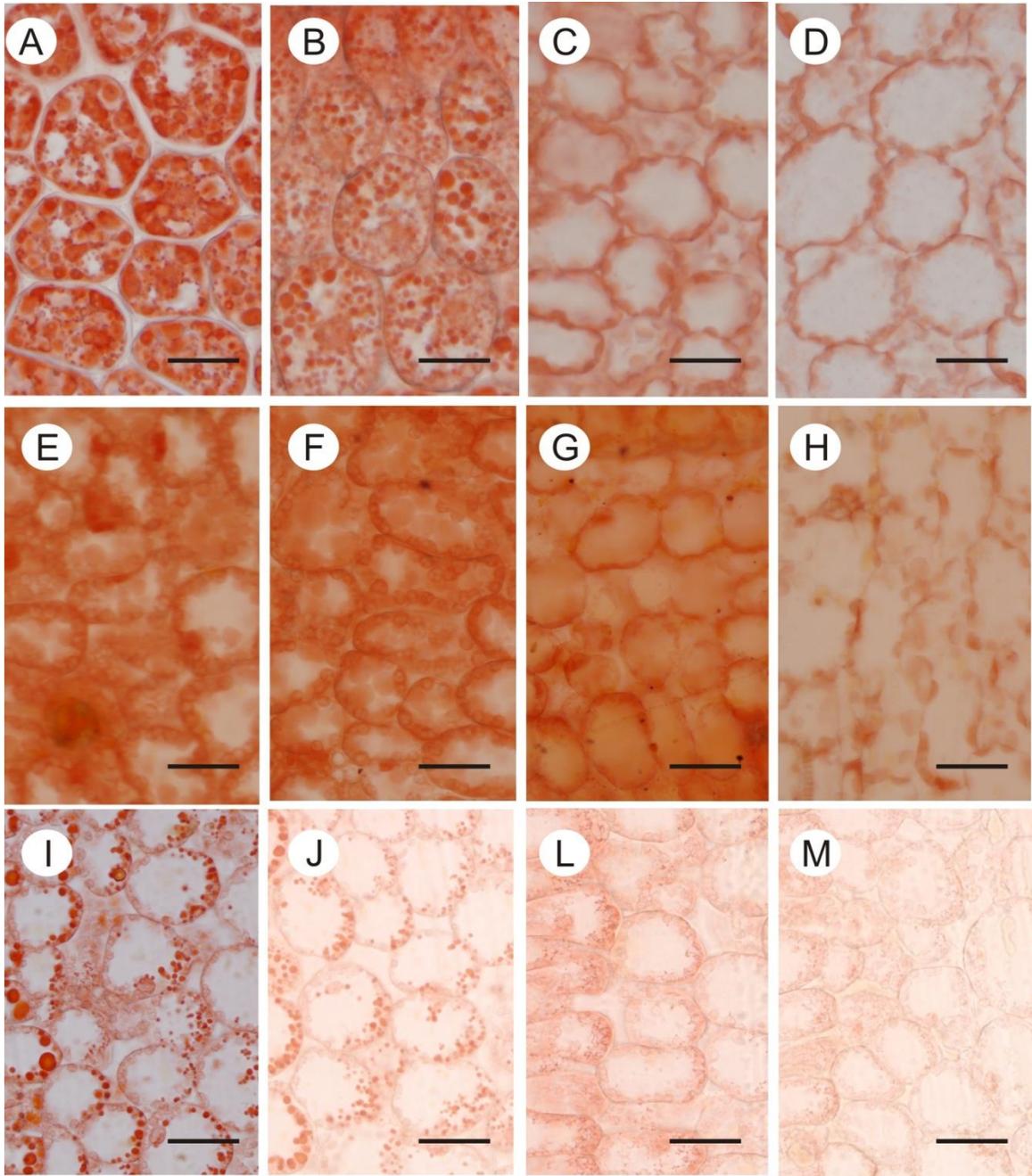


Figura 9. Cortes transversais. Cotilédones de *Abarema brachystachya* (A-D), *Mimosa bimucronata* (E-H) e *Mimosa scabrella* (I-M). submetidas a teste com Xilidine ponceau para identificação de proteínas. T0 (A,E,I); T5 (B,F,J); T10 (C,G,L); T15 (D,H,M).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mimosoideae inclui um grande número de espécies e os conceitos genéricos e específicos nesta família estão em constante modificação. A família apresenta uma taxonomia complexa, com muitos grupos apresentando problemas de delimitação. Avanços na sistemática molecular da subfamília reforçam a necessidade de uma nova organização intra e intertribos, devido às evidências de grupos polifiléticos e parafiléticos (Miller & Bayer 2001, Luckow *et al.* 2003, Miller & Bayer 2003).

No presente trabalho, embora a amostragem de gêneros tenha sido pequena, alguns caracteres apresentaram uma constância dentro do mesmo gênero e tribo. Assim, tais dados parecem potencialmente úteis para a taxonomia da família podendo auxiliar na delimitação dos grupos, e nas questões filogenéticas ainda pendentes na família. Mas sem dúvida, é importante ressaltar a necessidade de ampliar a amostragem das espécies para os estudos morfoanatomicos em frutos e sementes de Leguminosae.

Além disso, leguminosa apresenta uma grande diversidade carpológica. Essas diferentes estruturas pericárpicas muitas vezes são referidas na literatura apenas morfológicamente, o que podem levar a conclusões errôneas acerca de sua real natureza e a terminologias imprecisas. Portanto, este estudo também contribuiu para o melhor entendimento da morfoanatomia de frutos e sementes.

No que diz respeito aos resultados fisiológicos e bioquímicos durante a germinação das espécies estudadas, foi observado que não só a quantidade, mas também, o padrão das reservas foi alterado no decorrer da germinação. A mobilização diferenciada das reservas orgânicas, em particular, carboidratos e lipídios, provavelmente contribuiu para a germinação e o estabelecimento das plantas jovens. A elevada mobilização destas reservas orgânicas é fator preponderante para a rápida germinação das sementes.

Entretanto, informações relativas aos compostos de reservas em sementes nativas ainda apresentam lacunas e são escassos. Tais informações em sua grande maioria ainda são restritas a um grupo de espécies vegetais de importância agrônômica. Este fato se deve, sobretudo, aos múltiplos usos destas espécies e seus derivados pelas populações humanas.

Mas se considerarmos a grande diversidade biológica brasileira, é de extrema importância conhecer aspectos da composição química e da fisiologia de sementes de espécies nativas da Mata Atlântica e de outros biomas. Tais informações são importantes para auxiliar, por exemplo, na conservação destas espécies e fornecer subsídios para a produção de mudas e para recomposição de áreas degradadas.

Por fim, ainda neste estudo foi possível verificar que embora haja grandes variações quantitativas entre os constituintes das sementes, qualitativamente eles se apresentaram mais uniformes. Assim, vale ressaltar que outra possibilidade promissora de estudo para a família, seria o uso de marcadores quimiotaxonomicos com base nos compostos de reserva. Visto que tais informações poderiam elucidar possíveis questões taxonômicas ainda pendentes na família.