

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**MORFOANATOMIA E ONTOGÊNESE DE FRUTOS E SEMENTES DE ESPÉCIES
DE ASTEREA E HELIANTHEAE (ASTERACEAE)**

PRICILA GREYSE DOS SANTOS JULIO

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

BOTUCATU - SP

- 2008 -

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**MORFOANATOMIA E ONTOGÊNESE DE FRUTOS E SEMENTES DE ESPÉCIES
DE ASTEREA E HELIANTHEAE (ASTERACEAE)**

PRICILA GREYSE DOS SANTOS JULIO

**PROF^a DR^a DENISE MARIA TROMBERT DE OLIVEIRA
ORIENTADORA**

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

**BOTUCATU - SP
- 2008-**

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

Julio, Pricila Greyse dos Santos.

Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de espécies de Astereae e Heliantheae (Asteraceae) / Pricila Greyse dos Santos Julio. – Botucatu : [s.n.], 2008.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008.

Orientador: Denise Maria Trombert de Oliveira

Assunto CAPES: 20302002

1. Morfologia vegetal 2. Botânica 3. Anatomia vegetal 4. Fruto
5. Semente

CDD 581.4

Palavras-chave: Anatomia; Desenvolvimento; Morfologia; Pericarpo;
Tegumento

Dedico ao meu esposo, Marcio,
pela compreensão e apoio durante este trabalho,
e a toda minha família, em especial pelos meus pais,
Oswaldo e Inês, pelo incentivo.

Agradecimentos

Agradeço a todas as Instituições e pessoas que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho, em especial:

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita”, pela oportunidade da realização desta tese.

À Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira, pela dedicação, respeito e competência durante a realização deste trabalho.

Aos demais professores desta Instituição, em especial à Profa. Dra. Rita de Cássia S. Maimoni-Rodella e Profa. Dra. Silvia Rodrigues Machado.

À Profa. Dra. Nádia Roque, da Universidade Federal da Bahia, pela identificação do material botânico.

Aos funcionários da Biblioteca Central da UNESP – Botucatu, que me auxiliaram durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários e colegas do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP - Câmpus de Botucatu, pelo apoio e incentivo.

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica) e à Chefia do Departamento de Botânica, pelo apoio necessário.

À Mariana Leão de Lima, pela ajuda nas coletas.

À Seção de Pós-graduação do IB, pela atenção em todos os momentos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado, e à FAPESP, pelo auxílio financeiro deste projeto de pesquisa (Programa BIOTA, processo nº 00/12469-3).

Índice

	Página
Resumo.....	1
Abstract.....	3
Introdução geral.....	5
Revisão de Literatura.....	7
1 – A família Asteraceae.....	7
2 – Fruto e semente de Asteraceae.....	9
3 – Informações sobre as espécies em estudo.....	9
Capítulo I – Morfoanatomia comparada e ontogênese do pericarpo de <i>Bidens</i> <i>gardneri</i> Baker e <i>B. pilosa</i> L. (Asteraceae).....	14
Resumo.....	16
Introdução.....	16
Material e métodos.....	17
Resultados.....	18
Discussão.....	20
Agradecimentos.....	21
Referências bibliográficas.....	22
Ilustrações.....	23
Capítulo II – Morfoanatomia comparada do fruto de <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC., <i>B. pseudotenuifolia</i> Teodoro e <i>B. trimera</i> (Less.) DC. (Asteraceae).....	27
Resumo.....	29
Introdução.....	29
Material e métodos.....	30
Resultados.....	31
Discussão.....	33
Agradecimentos.....	34
Referências bibliográficas.....	35
Ilustrações.....	37
Capítulo III – Morfologia, anatomia e ontogênese de sementes de espécies de <i>Baccharis</i> e <i>Bidens</i> (Asteraceae).....	40
Resumo.....	42
Introdução.....	42

Material e métodos.....	43
Resultados.....	44
Discussão.....	46
Agradecimentos.....	47
Referências bibliográficas.....	47
Ilustrações.....	49
Considerações finais.....	53
Referências bibliográficas.....	54

JULIO, P.G.S. **MORFOANATOMIA E ONTOGÊNESE DE FRUTOS E SEMENTES DE ESPÉCIES DE ASTEREA E HELIANTHEAE (ASTERACEAE)**. 2008. 55P. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – BOTUCATU.

RESUMO – O presente trabalho objetivou estudar a morfoanatomia e o desenvolvimento de frutos e sementes de espécies das tribos Astereae e Heliantheae (Asteraceae), descrevendo a morfoanatomia de cinco espécies selecionadas em função da abundância regional e importância medicinal. Dentro destes princípios, foram estudadas *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro, *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Astereae), *Bidens gardneri* Baker e *Bidens pilosa* L. (Heliantheae). O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Morfologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP, Câmpus de Botucatu. Foram utilizados ovários e óvulos de botões florais e flores em antese, frutos e sementes em diversas fases do desenvolvimento, de todas as espécies selecionadas. O material foi fixado em FAA 50 e conservado em etanol a 70%. Foram preparadas lâminas permanentes, de acordo com as técnicas usuais. Foi possível verificar que as espécies estudadas possuem ovário ínfero, bicarpelar, sincárpico e unilocular. O fruto é uma cipsela, que apresenta pápus cerdoso em *Baccharis* e aristado em *Bidens*. Em *Bidens*, o exocarpo é unisseriado, recoberto por cutícula e ocorrem tricomas tectores multicelulares, persistindo até a maturidade. O mesocarpo externo possui de uma a três camadas de células parenquimáticas em *B. pilosa* e de uma a cinco células em *B. gardneri*. A região mediana do mesocarpo possui de quatro a oito camadas em ambas as espécies e, entre a região mediana do mesocarpo e o mesocarpo interno, estão imersos feixes vasculares colaterais. O endocarpo é unisseriado, tornado-se bi a trisseriado nas regiões de fusão dos carpelos. No ápice do pericarpo, observa-se a protuberância onde se insere o pápus. Na base do fruto, ocorre o carpopódio, pequena projeção, onde o fruto insere-se no eixo da inflorescência. Na maturidade, o pericarpo das duas espécies é desidratado e, em *B. pilosa*, as camadas do pericarpo ficam colapsadas, restando íntegro somente o exocarpo; em *B. gardneri*, apenas ocorre desidratação e células lignificadas da região mediana do mesocarpo permanecem distintas. Em *Baccharis*, o pericarpo se desenvolve com o alongamento das células, sem que ocorra multiplicação das mesmas. O exocarpo é unisseriado e recoberto por cutícula; ocorrem tricomas tectores multicelulares, que também persistem até a maturidade. O mesocarpo é composto por duas a quatro camadas de células, formando um parênquima frouxo. Estão dispersos no mesocarpo os feixes vasculares sobre os quais se formam projeções que conferem um contorno irregular ao órgão. O endocarpo é unisseriado na maior extensão, sendo

multisseriado na região de fusão dos carpelos; é composto por células alongadas tangencialmente, reabsorvida em algumas regiões, onde ficam somente as células do mesocarpo. Na região apical do pericarpo, distingue-se a protuberância onde se insere o pápus; na base, observa-se o carpopódio. Quando maduros, os frutos das cinco espécies sofrem desidratação e lignificação das células do mesocarpo. Quanto às sementes, verificou-se que a estrutura nas cinco espécies é muito similar. O desenvolvimento foi dividido em três estádios: óvulo, semente jovem e semente madura. Todas as espécies apresentaram óvulos anátropos, solitários, unitegumentados e tenuinucelados, formados em placentação basal, produzindo sementes anátropas e unitegumentadas. O tegumento varia de nove a doze camadas, divididas em três regiões. A região mais externa é composta por células isodiamétricas a cubóides, com paredes finas e núcleos evidentes, já a região mediana é formada por células de formatos e tamanhos variados com núcleos evidentes e espessas paredes pécticas; a região mais interna é unisseriada, com células, de paredes delgadas, citoplasma denso e núcleos grandes e evidentes, compondo o endotélio. Na maturidade, a camada mediana encontra-se reabsorvida e as demais colapsadas. O endosperma é escasso, nuclear no início do desenvolvimento, celularizando-se posteriormente. O embrião apresenta eixo hipocótilo-radícula axial, plúmula indiferenciada e dois cotilédones dorsiventrais. Ocorre reserva de lipídios em todas as partes do embrião.

Palavras-chave: Morfologia, anatomia, desenvolvimento, Asteraceae, *Baccharis*, *Bidens*, fruto, semente

JULIO, P.G.S. **MORPHOLOGY, ANATOMY AND ONTOGENY OF FRUIT AND SEEDS OF SPECIES OF ASTERACEAE AND HELIANTHEAE (ASTERACEAE)**. 2008. 55P. DR THESIS – BIOCIENCIAS INSTITUTE, UNESP – SÃO PAULO STATE UNIVERSITY, BOTUCATU.

ABSTRACT – The present work examined the morphology, anatomy, and development of the fruits and seeds of five species of Astereae and Heliantheae (Asteraceae) selected due to their regional abundance and medicinal importance: *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro, and *Baccharis trimera* (Less.) DC. (Astereae), as well as *Bidens gardneri* Baker and *Bidens pilosa* L. (Heliantheae). Analyses were performed in the Laboratory of Plant Morphology, Botany Department of the Biosciences Institute at UNESP (Botucatu Campus). Ovaries and ovules from floral buds and flowers undergoing anthesis were examined from all of the species studied, as well as fruits and seeds in various phases of development. The material was fixed in FAA 50 and subsequently stored in 70% ethanol. Permanent slides were prepared according to traditional techniques. The species studied had inferior ovaries, and were bicarpelar, syncarpic and unilocular. The fruits are cypselae having a bristly pappus in *Baccharis* and an aristate pappus in *Bidens*. In *Bidens*, the exocarp is uniseriate, and is covered with a cuticle and multicellular non-glandular trichomes that persist until maturity. The outer mesocarp has from one to three parenchymatous cell layers in *B. pilosa*, and from one to five layers in *B. gardneri*. The median region of the mesocarp has from four to eight layers in both of these species, and collateral vascular bundles can be found in the region between the median mesocarp and the inner mesocarp. The endocarp is uniseriate, becoming bi- and tri-seriate near the regions where the carpels are fused. The pappus is inserted on a protuberance at the apex of the pericarp. The carpopodium can be seen at the base of the fruit, occurring as a small projection where the fruit is attached to the axis of the inflorescence. At maturity, the pericarp of these two species becomes dehydrated; in *B. pilosa* the pericarp layers collapse, leaving only the intact exocarp; only dehydration of the pericarp is observed in *B. gardneri*, while the lignified cells in the median region of the mesocarp remain quite distinct. In *Baccharis*, the pericarp develops by the lengthening of component cells, without cell multiplication. The exocarp is uniseriate and is covered with a cuticle; multicellular non-glandular trichomes are observed, and these persist until maturity. The mesocarp is composed of from two to four cell layers, forming as loose parenchyma. Vascular bundles are dispersed within the mesocarp, forming projections on them, giving these organs irregular shapes. The endocarp is uniseriate along its long axis, but multiseriate in the region where the carpels are fused; it is composed of

tangentially elongated cells that are reabsorbed in some regions, leaving only mesocarp cells. A protuberance can be seen in the apical region of the pericarp where the pappus is inserted; at the base is the carpopodium. When mature, the mesocarp cells of the fruits of the five species undergo dehydration and lignification. Seed structure in the five species examined was very similar, and their development can be divided into three stages: ovule, young seed and mature seed. All of the species had anatropous, solitary, unitegmic, and tenuinucellate ovules having basal placentation, and producing anatropous and unitegmic seeds. The tegument had from nine to twelve layers divided into three regions. The more external region is composed of isodiametric and cuboid cells with thin cell walls and evident nuclei; the median region is formed by cells of various shapes and sizes, with evident nuclei and thick pectin-containing cell walls; the most internal region is uniseriate and composed of thin-walled endothelium cells with dense cytoplasm, large and evident nuclei. At maturity, the median layer is reabsorbed and the other layers collapse. There is little endosperm that is nuclear at the start of its development, later forming cells. The embryo demonstrates an axial hypocotyl-radicle axis, undifferentiated plumule, and two dorsiventral cotyledons. Lipidic reserves were observed throughout the embryo.

Key words: Morphology, anatomy, development, Asteraceae, *Baccharis*, *Bidens*, fruit, seeds

INTRODUÇÃO

A família Asteraceae pertence à ordem Asterales e possui cerca de 1.535 gêneros (Bremer 1994), com aproximadamente 23.000 espécies de ampla distribuição, bem representadas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Barroso *et al.* 1991).

Nos cerrados brasileiros, as Asteraceae se destacam por sua riqueza e sua importância econômica, visto que muitas espécies são comercializadas principalmente para fins medicinais, ornamentais e culinários. Mendonça *et al.* (1998) relataram que, no cerrado, entre as 6.062 espécies distribuídas em 151 famílias, as Asteraceae ocupam o segundo lugar entre as mais representativas, apresentando 557 espécies.

As tribos Heliantheae e Astereae são as maiores de Asteraceae, englobando diversas espécies com importância econômica. Na primeira tribo, encontra-se o gênero *Bidens* L. com algumas espécies típicas do cerrado, que apresenta capítulos radiados ou discóides, anteras negras e flores que variam do amarelo ao vermelho. Já na segunda tribo, enquadra-se *Baccharis* L., o maior gênero de Astereae, também bem representado nos cerrados brasileiros; este gênero possui capítulos pequenos, geralmente dióicos e flores geralmente brancas, podendo também apresentar flores rosas e púrpuras (Bremer 1994).

Segundo Roth (1977), o fruto das Asteraceae é do tipo aquênio, fruto seco, indeiscente, com o tegumento da semente e o pericarpo justapostos, porém independentes. O cálice é modificado, formando o pápus, que está diretamente relacionado com a dispersão do fruto que na maioria das vezes é anemocórica; em determinados casos, pode ser também epizoocórica (Pijl 1972). As características estruturais dos pápus são bastante utilizadas na taxonomia das Asteraceae (Bremer 1994).

Outros autores como Bremer (1994) e Spjut (1994) adotam a denominação de “cipsela” para os frutos de Asteraceae, postura que será adotada no presente trabalho.

A semente das Asteraceae é pequena, geralmente albuminosa, com tegumento fino ou papiráceo, multiplicativo ou não (Corner 1976).

Em função da significativa abundância regional, foram selecionadas para este trabalho as seguintes espécies: *Bidens pilosa* L., planta encontrada em todas as fisionomias de cerrado, principalmente áreas perturbadas e amplamente conhecida por suas propriedades medicinais, indicada popularmente para o tratamento de doenças do fígado (Rodrigues & Carvalho 2001); *Bidens gardneri* Baker; *Baccharis dracunculifolia* D.C.; *Baccharis pseudotenuifolia* I. L. Teodoro; *Baccharis trimera* (Less.) D.C., esta conhecida como carqueja, utilizada como planta medicinal e, segundo Rodrigues & Carvalho (2001), indicada como antifebril, anti-

reumática, nos cálculos biliares, na diabetes, na obesidade, estomática e nas obstruções do fígado. As quatro últimas espécies são referidas por Durigan *et al.* (2004) como frequentes nos cerrados do Estado de São Paulo.

Desta maneira, estas cinco espécies foram selecionadas para este trabalho, que tem como principal objetivo descrever a morfoanatomia e o desenvolvimento do pericarpo e da semente das espécies selecionadas, buscando reconhecer padrões estruturais característicos das tribos.

REVISÃO DA LITERATURA

1. A família Asteraceae

As Asteraceae (Asterales) estão divididas em três subfamílias, Asteroideae, Cichorioideae e Barnadesioideae (Bremer 1994), compreendendo 17 tribos, dentre as quais se destacam Gnaphalieae, Astereae, Anthemideae, Senecioneae, Helenieae, Heliantheae e Eupatorieae, devido à diversidade de gêneros (Judd *et al.* 1999).

Trata-se de uma família cosmopolita (Heywood 1996), sendo mais abundante no sudoeste dos Estados Unidos e México, extremo sul do Brasil (Jones 1977, Bremer 1994), ao longo dos Andes, no mediterrâneo, sudoeste e centro da Ásia, África do Sul e Austrália, abrangendo 10% de toda a flora mundial de plantas superiores (Bremer 1994).

No Brasil, as Asteraceae apresentam 300 gêneros e 2.000 espécies (Souza & Lorenzi 2005), sendo a segunda família melhor representada no bioma cerrado, onde inclui 106 gêneros e 557 espécies (Mendonça *et al.* 1998).

Segundo Judd *et al.* (1999), as Asteraceae são ervas, arbustos ou árvores, com folhas simples, alternas, opostas ou verticiladas; apresentam inflorescências envoltas por brácteas e do tipo capítulo, que podem conter flores bissexuadas, unissexuadas e estéreis. As flores possuem sépalas altamente modificadas que formam o pápus; as pétalas são conatas e, normalmente, em número de cinco, tal como as anteras. O ovário é ínfero, bicarpelar, com um único óvulo unitegumentado e de placentação basal. Seu fruto é um “aquênio” com pápus persistente, achatado ou espinhoso, e a semente tem endosperma escasso.

Muitas espécies de Asteraceae apresentam grande importância econômica (Jones 1977), sendo usadas na alimentação humana e animal, como é o caso do girassol (*Helianthus annuus* L.), no uso medicinal, como a carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) D.C.), e como ornamental, como o crisântemo (*Chrysanthemum coronarium* L.).

Astereae é uma das maiores tribos da família, com 170 gêneros e cerca de 3.000 espécies amplamente distribuídas, mas com concentração na América do Norte, América do Sul ao longo dos Andes, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia. Muitas de suas espécies são bem conhecidas, especialmente como plantas ornamentais (Bremer 1994). Incluso nesta tribo, *Baccharis* apresenta cerca de 400 espécies (Bremer 1994), distribuídas dos Estados Unidos à Argentina, sendo que 90% delas ocorrem na América do Sul (Budel *et al.* 2003).

Heliantheae, também conhecida como a tribo do girassol, compreende 189 gêneros e aproximadamente 2.500 espécies. A maioria dos gêneros de Heliantheae é encontrada na América do Norte e do Sul e particularmente no México (Bremer 1994). Um dos maiores gêneros de Heliantheae é *Bidens*, com cerca de 240 espécies; são ervas anuais ou perenes, produzindo capítulos solitários ou formando inflorescências compostas do tipo corimbos ou panículas, radiados ou discóides; as flores do raio são femininas ou neutras, geralmente amarelas; as flores do disco são hermafroditas ou funcionalmente masculinas.

A maioria dos trabalhos com os gêneros *Baccharis* e *Bidens* estão relacionados às propriedades medicinais dos mesmos. Avancini *et al.* (2000) evidenciaram a atividade bacteriostática e bactericida do decocto de *Baccharis trimera* (Less.) D.C. como desinfetante ou anti-séptico. Estudos comprovaram também o efeito anti-uceral de solução viscosa oral a partir de extrato de *Bidens pilosa* L. em ratos (Avalos *et al.* 1996). Seu uso popular no tratamento de desobstruções do fígado, hepatite e icterícia, além de febre, afecções do peito, tosses, inflamações da garganta, reumatismo articular e na gonorréia também são conhecidos, como relataram Rodrigues & Carvalho (2001).

Além de estudos relacionados às propriedades medicinais, também são encontrados trabalhos relacionados à fisiologia de espécies de *Baccharis* e *Bidens*.

Gomes & Fernandes (2002) estudaram o comportamento germinativo de cipselas de *Baccharis dracunculifolia* recém coletadas e de cipselas estocadas por um ano, chegando à conclusão de que o armazenamento de cipselas pelo período de um ano afetou significativamente as porcentagens de germinação, que foi 70 vezes menor em relação às cipselas recém-coletadas.

Existem trabalhos anatômicos realizados principalmente com espécies das tribos Vernonieae, Mutisieae e Eupatorieae (Pandey & Singh 1983, Davies & Facher 2001, Hayashi & Appezzato-da-Glória 2005). Porém, no que diz respeito as tribos Astereae e Heliantheae, poucos trabalhos anatômicos são encontrados, e a maioria deles é relacionado à anatomia dos órgãos vegetativos como Budel *et al.* (2003), que realizaram um estudo morfoanatômico do caule alado de *Baccharis gaudichaudiana* D.C., e concluíram que os caracteres morfoanatômicos descritos, como o caule trialado com secção circular e pequenas projeções entre as alas, cutícula estriada, estômatos anomocíticos, tricomas glandulares pluricelulares e cristais de oxalato de cálcio do tipo estilóides, contribuem para identificação da planta medicinal, que é confundida com outras espécies do mesmo grupo, fornecendo subsídios taxonômicos à família.

2. Fruto e semente de Asteraceae

Alguns autores denominam os frutos de Asteraceae como aquênios (Roth 1977, Jones 1977, Barroso *et al.* 1999, entre outros). Outros preferem utilizar o termo cipsela (Bremer 1994, Spjut 1994, entre outros).

Segundo Font Quer (1985), aquênio corresponde a um tipo de fruto monospérmico, seco, indeiscente, no qual o tegumento da semente e a parede do fruto são justapostas, porém independentes. Para o mesmo autor, cipsela é o termo dado ao aquênio proveniente de ovário ínfero e com mais de um carpelo. Porém, segundo estudos realizados por Marzinek *et al.* (manuscrito submetido a publicação), cipsela é o termo utilizado para frutos complexos, oriundos de ovários ínferos, sincárpicos, uniloculares e monospérmicos, onde a região mais interna do fruto é originada da parede ovariana e a mais externa pelo receptáculo

Desta forma, o termo cipsela se encaixa mais precisamente nos frutos da família Asteraceae e é adotado neste trabalho.

Dentre as características peculiares, as Asteraceae podem apresentar, na região basal do ovário, uma estrutura chamada carpopódio. O carpopódio, cuja a base constitui a região de abscisão da cipsela, apresenta grande variação estrutural, sendo utilizado na taxonomia (Robinson & King 1977).

O pápus, cálice bastante modificado nas Asteraceae, apresenta um papel importante na dispersão do fruto (Pijl 1972) e também é útil à taxonomia (Bremer 1994). Algumas características como o número de cerdas, a presença ou ausência de tecido vascular e o número de verticilos são importantes taxonomicamente (Mukherjee & Sarkar 2001).

Segundo Corner (1976), a semente das Asteraceae provém de óvulo anátropo, unitegmentado, tenuinucelado e solitário. A semente é pequena, incrustada na cipsela e geralmente albuminosa, com tegumento fino ou papiráceo. O endosperma pode ser celular ou nuclear.

3. Informações sobre as espécies em estudo

Tribo Astereae

É uma das maiores tribos, com 170 gêneros e cerca de 3.000 espécies. Amplamente distribuídas mas com concentração na América do Norte, América do Sul ao longo dos

Andes, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia. Muitas espécies são familiares como ornamentais (Bremer 1994).

O gênero *Baccharis* pertence a tribo Astereae e inclui mais de 400 espécies (Bremer 1994), distribuídas dos Estados Unidos à Argentina, sendo que 90% delas ocorrem na América do Sul (Budel *et al.* 2003).

Espécies do gênero selecionadas:

3.1. *Baccharis dracunculifolia* D.C.

Baccharis dracunculifolia (figura 1), conhecida popularmente como alecrim-de-vassoura, alecrim-do-campo ou simplesmente alecrim, forma arbusto ou arvoreta, podendo atingir até 3 m de altura, muito ramificada, com folhas simples, alternas. As flores são alvas ou amareladas, pequenas, dispostas em capítulos axilares. Os frutos formados são do tipo cipsela. Esta planta ocorre em todas as fisionomias de cerrado e em outras formações vegetais, especialmente áreas perturbadas (Durigan *et al.* 2004).



Figuras 1-3. Espécies de Astereae estudadas. 1. *Baccharis dracunculifolia*. 2. *Baccharis pseudotenuifolia*. 3. *Baccharis trimera*.

3.2. *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro

Baccharis pseudotenuifolia Teodoro (figura 2), tem como nome popular alecrim-de-folha-fina e trata-se de um arbusto ramificado, com ramos finos atingindo 1,5 m de altura. Apresenta folhas simples, alternas, opostas ou subopostas. Suas flores são de cor creme, reunidas em capítulos axilares, e os frutos são do tipo cipsela. Ocorrem em fisionomias campestres e em campo úmido (Durigan *et al.* 2004).

3.3. *Baccharis trimera* (Less.) D.C.

Baccharis trimera (Less.) D.C. (figura 3), conhecida como carqueja ou carqueja-amarga, é um subarbusto ramificado, com os ramos principais tetra a trialados na base,

bialados nas ramificações laterais. As flores são pequenas, alvas e dispostas em capítulos. Os frutos são cipselas. De acordo com Durigan *et al.* (2004), ocorre em fisionomias campestres de cerrado, especialmente em terrenos mal drenados.

Tribo Heliantheae

Também conhecida como a tribo do girassol, compreende 189 gêneros e aproximadamente 2.500 espécies. Os maiores gêneros são *Verbesina* (300 spp.) *Bidens* (240 spp.), *Viguiera* (180 spp.), *Wedelia* (130 spp.) e *Calea* (110 spp.). A maioria dos gêneros de Heliantheae é encontrada na América do Norte e do Sul e particularmente no México (Bremer 1994).

O gênero *Bidens* compreende ervas anuais ou perenes. As flores são dispostas em capítulos solitários ou formando inflorescências compostas do tipo corimbos ou panículas, radiados ou discóides (Bremer 1994).

Espécies do gênero selecionadas:

3.4. *Bidens gardneri* Baker (Heliantheae)

Bidens gardneri Baker (figura 4), conhecida como picão, é uma planta herbácea, ereta e pouco ramificada, com cerca de 1 m de altura. Suas folhas são simples e alternas. As flores são reunidas em capítulos grandes, vistosos, alaranjados. Os frutos são do tipo cipsela. Ocorre em fisionomias campestres de cerrado, em cerrado típico e é freqüente em áreas perturbadas e bordas de cerradão (Durigan *et al.* 2004).



Figuras 4-5. Espécies de Heliantheae estudadas. 4. *Bidens gardneri*. 5. *Bidens pilosa*.

3.5. *Bidens pilosa* L. (Heliantheae)

Bidens pilosa L. (figura 5), planta conhecida como picão-preto, é uma erva anual, com caule quadrangular, atingindo até 1 m de altura. Possui folhas opostas-cruzadas e as flores são diminutas, amarelas e tubulosas, com pápus formado por 2-4 cerdas, reunidas em capítulos paleáceos. O fruto é uma cipsela, longa, angulosa, com 2-4 cerdas longas, de pêlos rijos voltados para a base. Tem ciclo anual curto, com várias gerações durante o ano. Sua inflorescência é integralmente amarela e seus frutos, quando maduros, apresentam coloração enegrecida e seus pápus transformados em cerdas rijas que facilmente aderem ao pêlo dos animais e as roupas do homem que as disseminam (Aranha *et al.* 1988).

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

Capítulo I: Morfoanatomia comparada e ontogênese do pericarpo de *Bidens gardneri* Baker e *B. pilosa* L. (Asteraceae) (a ser submetido à Revista Brasileira de Botânica)

Capítulo II: Morfoanatomia comparada do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia* DC., *B. pseudotenuifolia* Teodoro e *B. trimera* (Less.) DC. (Asteraceae) (a ser submetido à Acta Botanica Brasilica)

Capítulo III: Morfologia, anatomia e ontogênese de sementes de espécies de *Baccharis* e *Bidens* (Asteraceae) (a ser submetido à Rodriguésia)

CAPÍTULO I

Morfoanatomia comparada e ontogênese do pericarpo de *Bidens gardneri* Baker e *B. pilosa* L. (Asteraceae)¹

PRICILA GREYSE DOS SANTOS JULIO² e DENISE MARIA TROMBERT OLIVEIRA^{3,4}

Título resumido: Pericarpo de *Bidens gardneri* e *B. pilosa*

1. Parte da tese do doutorado da primeira autora, elaborada segundo as normas da Revista Brasileira de Botânica.

2. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

3. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Antonio Carlos, 6627, Pampulha, Caixa Postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

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

RESUMO – (Morfoanatomia comparada e ontogênese do pericarpo de *Bidens gardneri* Baker e *B. pilosa* L. (Asteraceae): Este trabalho descreve morfoanatômica e ontogeneticamente o pericarpo e pápus de *Bidens gardneri* e *B. pilosa*, espécies de Heliantheae (Asteraceae). Verificou-se que as duas espécies são muito similares, possuem ovário ínfero, bicarpelar, sincárpico e unilocular. O pericarpo se desenvolve a partir do alongamento das células, sem fase multiplicativa. O exocarpo é unisseriado e recoberto por cutícula; ocorrem tricomas tectores multicelulares, que persistem até a maturidade. O mesocarpo externo possui de uma a três camadas de células parenquimáticas em *B. pilosa* e de uma a cinco células em *B. gardneri*. A região mediana do mesocarpo possui de quatro a oito camadas em ambas as espécies e, entre a região mediana do mesocarpo e o mesocarpo interno, estão imersos feixes vasculares colaterais. O endocarpo é unisseriado, mas nas regiões de fusão dos carpelos, é bi a trisseriado. No ápice do pericarpo, observa-se a protuberância onde se insere o pápus aristado, formado por três a quatro cerdas rígidas, que apresentam tricomas voltados para a base. Na base do fruto, ocorre uma pequena projeção, o carpopódio, onde o fruto insere-se no eixo da inflorescência. Na maturidade, o pericarpo das duas espécies é desidratado, e, em *B. pilosa*, as camadas do pericarpo ficam colapsadas, restando íntegro somente o exocarpo; em *B. gardneri*, também ocorre a desidratação, mas as células lignificadas da região mediana do mesocarpo permanecem distintas.

Palavras-chave: anatomia, desenvolvimento, fruto, morfologia, pápus

Introdução

Também conhecida como a tribo do girassol, Heliantheae compreende 189 gêneros e aproximadamente 2.500 espécies. Os maiores gêneros são *Verbesina* (300 spp.), *Bidens* (240 spp.), *Viguiera* (180 spp.), *Wedelia* (130 spp.) e *Calea* (110 spp.). A maioria dos gêneros de Heliantheae é encontrada na América do Norte e do Sul e particularmente no México (Bremer 1994).

Uma característica importante para esta tribo é a presença de fitomelanina, uma substância negra, depositada no espaço intercelular entre a camada mais externa do pericarpo e a camada mediana do mesmo. Segundo Pandey & Dark (2001) esta substância está relacionada à proteção contra a predação por insetos. Porém pouco se sabe sobre esta substância.

O gênero *Bidens* L. é representado por ervas anuais ou perenes, que possuem capítulos solitários ou formando inflorescências compostas do tipo corimbos ou panículas, radiados ou

discóides; as flores do raio são femininas ou neutras, geralmente amarelas, e as flores do disco são hermafroditas ou, raramente, funcionalmente masculinas (Bremer 1994).

Bidens gardneri Baker ocorre em fisionomias campestres de cerrado, em cerrado típico e é freqüente em áreas perturbadas e bordas de cerradão. É uma erva que apresenta flores tubulares reunidas em capítulos radiados, com flores do raio apresentando coloração que varia do laranja ao vermelho com ovário ínfero (Durigan *et al.* 2004).

Bidens pilosa L. é uma erva anual e apresenta flores tubulares, reunidas em capítulos pequenos, com flores diminutas, tubulosas, de corola amarelo-paleácea (Durigan *et al.* 2004). O ovário é ínfero, semelhante ao de *B. gardneri* seguindo o padrão da família descrito por Corner (1976).

Bidens pilosa é considerada uma planta invasora (Lorenzi 1984). O estudo de órgãos reprodutivos de plantas que apresentam esta característica se torna bastante oportuno, visto que podem fornecer subsídios para trabalhos que visem ao controle populacional.

O presente trabalho tem o objetivo de descrever a morfoanatomia e o desenvolvimento do pericarpo e estruturas acessórias de *B. gardneri* e *B. pilosa*, comparando-os entre si e com a literatura pertinente, buscando reconhecer padrões estruturais comuns entre as espécies.

Material e métodos

O material vegetal constou de ovários, frutos jovens e maduros, e foi coletado em áreas residuais de cerrado da região de Botucatu, São Paulo, Brasil (22° 53' 17" S e 48° 29' 84" W - *Bidens pilosa*) e na reserva legal da Fazenda Palmeira da Serra, em Pratânia, São Paulo, Brasil (23° 02' 54" S e 48° 31' 26" W - *Bidens gardneri*). Parte do material coletado foi herborizado e depositado no Herbário "Irina Delanova de Gemtchujnicov" (BOTU), do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Botucatu, como documento taxonômico, registrado sob os números 24.277 (*B. gardneri*) e 24.278 (*B. pilosa*).

Para o estudo anatômico, as amostras foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940) e conservadas em álcool etílico a 70% (Jensen 1962).

Para elaboração de laminário permanente, após desidratação em série etflica e inclusão em metacrilato (Leica®), o material foi seccionado em micrótopo rotativo com espessura variando de 8-12 µm, obtendo-se séries transversais e longitudinais. As secções obtidas foram coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão acetato pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em Entellan®.

Testes histoquímicos foram realizados, sendo utilizados os seguintes corantes e reagentes: vermelho de rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol acrescido de ácido clorídrico, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudan IV, para a localização de substâncias lipídicas; lugol, para a detecção de amido; cloreto férrico, para verificar a ocorrência de compostos fenólicos (Johansen 1940).

O laminário analisado foi fotografado com máquina digital Olympus C7070WZ, adaptada a microscópio Olympus BX41TF.

Para medir o comprimento dos frutos foram utilizadas 100 cipselas de cada espécie, coletadas de ao menos cinco indivíduos; os valores obtidos foram apresentados em média.

Resultados

As flores de *Bidens gardneri* e *B. pilosa* são dispostas em capítulos, individualmente acompanhadas por uma bráctea paleácea, que recobre o ovário (figuras 1-3). A bráctea apresenta seção transversal em “V” e epiderme com células de tamanhos variados, cubóides, de paredes finas (figura 3) e cutícula evidente e é possível observar alguns tricomas multicelulares em diferenciação; o mesofilo é composto por células parenquimáticas alongadas longitudinalmente, de tamanhos variados (figura 1), entre as quais ocorrem vários feixes vasculares e canais secretores.

Ovário (figuras 1-8) - O ovário das duas espécies é ínfero (figura 1), bicarpelar, sincárpico e unilocular (figuras 2-3), e apresenta o contorno losangular em vista transversal (figuras 2-3) devido à disposição das flores e brácteas no capítulo.

A epiderme externa do ovário é unisseriada (figuras 3-8), composta por células cubóides, justapostas, de parede delgada e núcleos evidentes (figuras 4-6); tricomas tectores multicelulares encontram-se em diferenciação (figuras 3-4).

O mesofilo ovariano é constituído por três regiões (figuras 3, 6-7). A mais externa é composta por uma a cinco camadas de células isodiamétricas, de paredes delgadas, citoplasma denso e núcleos evidentes (figuras 6-7).

A região mediana do mesofilo em *B. pilosa* varia de cinco a sete camadas de células, enquanto em *B. gardneri* é constituída por quatro a oito camadas de células parenquimáticas, de formato irregular, alongadas longitudinalmente (figura 6). Na região mediana do mesofilo, entre o mesofilo externo e o interno, encontram-se vários feixes vasculares colaterais em

início de diferenciação e quatro feixes mais diferenciados, dispostos nas regiões angulosas do ovário (figuras 3, 7). Interna e paralelamente aos feixes, ocorrem canais secretores esquizógenos (figura 8).

A camada mais interna do mesofilo é formada por três a seis camadas de células, um pouco menos alongadas longitudinalmente, em relação à região mediana do mesofilo, mais largas (figura 6), abrigando espaços intercelulares (figura 7), que caracterizam a formação de um parênquima frouxo.

A epiderme interna é formada por uma camada de células de tamanho e formato irregulares; na região de fusão marginal dos carpelos, a epiderme é bi a trisseriada (figura 7), com células de citoplasma denso e núcleos bastante evidentes.

Na região apical do ovário (figura 4), ocorre uma protuberância revestida por epiderme unisseriada, composta por células parenquimáticas de formatos irregulares, paredes delgadas. Nesta região se insere o pápus que, nesta fase ainda está se desenvolvendo, formado em um único verticilo.

Na região basal do ovário, ocorre o carpopódio pouco desenvolvido (figura 5), preenchido por células parenquimáticas; é por esta região a flor se insere no eixo da inflorescência. Suas células tem formato irregular e paredes delgadas, sendo recobertas por células epidérmicas de maior tamanho que as que recobrem o ovário (figura 5).

Fruto jovem (figuras 9-15) - É possível observar que nenhuma das regiões do pericarpo é multiplicativa, não havendo atividade meristemática no fruto de ambas as espécies. Ocorre um alongamento do pericarpo, aumentando a cavidade seminal que é, posteriormente, preenchida pelo desenvolvimento da semente.

O exocarpo é unisseriado, com células cubóides, justapostas, de citoplasma denso e núcleo evidente, com cutícula evidente (figura 9).

Nesta fase, os tricomas estão diferenciados (figuras 9-10) e é possível notar que estão posicionados acropetamente (figura 9).

Em *B. pilosa* (figura 12), ocorre o início da deposição de fitomelanina, que confere a cor negra ao fruto maduro, entre a região mais externa do mesocarpo e a região mediana do mesmo. Esta deposição teve início desde a fase pós-antese. Ocorre a formação de um espaço esquizógeno entre o mesofilo externo e o mediano, local onde ocorre a deposição de fitomelanina que, em *B. gardneri*, só será acumulada ao final da fase de maturação.

O mesocarpo externo diferencia células isodiamétricas, de paredes delgadas, citoplasma muito denso e núcleos evidentes (figuras 11-12). Na região mediana do mesocarpo, ainda é possível observar, no início desta fase os canais secretores (figura 11).

Em *B. pilosa*, o desenvolvimento do fruto é mais precoce que em *B. gardneri*. A região mediana do mesocarpo de *B. pilosa* começa a se lignificar logo no início da fase jovem (figuras 11-12), não crescendo mais a partir daí, enquanto que em *B. gardneri* ainda não há sinais de lignificação, e o fruto continua crescendo até o final da fase jovem. A camada mais interna é formada por parênquima frouxo cujas células têm tamanhos variáveis e vacuoma muito desenvolvido (figura 12).

O endocarpo é pouco conspícuo, só se destacando as regiões multisseriadas (figura 10). As células desta região mantêm citoplasma denso e núcleos bastante evidentes, possuindo paredes delgadas.

O pápus (figuras 14-15) já está totalmente desenvolvido e apresenta de três a quatro aristas, de secção transversal triangular. A epiderme é unisseriada composta por células de paredes delgada e apresenta células silicosas nos ângulos da cerda, formando tricomas voltados para base, em forma de gancho. Internamente ocorre parênquima fundamental com um único feixe vascular no centro.

O carpopódio não apresenta modificações nesta fase.

Fase de maturação do pericarpo (figuras 16-19) - Nesta fase, o pericarpo passa por desidratação. Em *B. gardneri* as camadas do pericarpo não ficam colapsadas; nesta fase, ocorre a lignificação da região mediana do mesocarpo, acompanhada pela deposição de fitomelanina entre a camada mais externa do mesocarpo e a camada mediana (figura 16).

Bidens pilosa, que apresenta lignificação da camada mediana do mesocarpo e depósito de fitomelanina desde a fase jovem, agora apresenta intensa desidratação do pericarpo (figura 17-18), e no final da fase de maturação o pericarpo desta começa a degenerar (figura 19), de modo que chega à fase madura com apenas o exocarpo visível (figura 19). O fruto maduro apresenta comprimento médio de 1 cm em *B. pilosa* e 1,5 cm em *B. gardneri*.

Discussão

Observou-se que as características gerais do ovário de *Bidens gardneri* Baker e *B. pilosa*, em relação à posição, número e fusão de carpelos, número de óvulos por lóculo, tipo de óvulo e tipo de placentação conferem com as características descritas para a família (Bremer 1994).

Neste trabalho, a análise da parede ovariana revelou a presença de cinco regiões: epiderme externa, região externa, mediana e interna do mesofilo, e epiderme interna. Alguns autores que trabalharam com espécies de Vernoniaceae descrevem apenas quatro regiões, como

é o caso de *Vernonia anthelmintica* (Misra 1972). Porém, as espécies aqui estudadas apresentam a formação de um depósito de fitomelanina, não observado nas Vernonieae, o qual depende de uma camada adicional no pericarpo que constitua a região produtora desta substância. Nas espécies avaliadas, a porção com características secretoras é a região externa do mesofilo.

A fitomelanina, segundo Roth (1977), é uma substância negra, caracteristicamente encontrada nos frutos de determinadas compostas e provavelmente relacionada a proteção do pericarpo.

O pericarpo não multiplicativo, encontrado nas espécies estudadas torna o fruto muito leve, pelo pequeno número de camadas celulares, e constitui uma estratégia importante para a família, pois auxilia no mecanismo de dispersão, que pode ser anemocórica em alguns gêneros e epizoocórica em outros, como é o caso de *Bidens*. O pericarpo mais leve se torna mais fácil de ser transportado, seja pelo vento ou aderindo à superfície de animais para serem transportados (Pijl 1972).

Outro fator ligado à dispersão é o pápus, cálice modificado encontrado nas cipselas e bastante utilizado na identificação de gêneros e espécies devido à especificidade de suas características (Murherjee & Sarkar 2001). O pápus pode ser uma estrutura especializada no transporte pelo vento (Pijl 1972), quando capilar, ou adaptado a se prender superficialmente. Este é o caso das espécies ora estudadas, que apresentaram pápus modificado, rígido e com ganchos projetados para base, que auxiliam na dispersão por animais.

O crescimento diferenciado do pericarpo das duas espécies é um aspecto importante para o reconhecimento das mesmas. Em *B. pilosa*, o fruto é menor que em *B. gardneri*, que apresenta uma lignificação mais tardia, o que permite que o alongamento celular ocorra até a fase próxima à maturação; já em *B. pilosa*, a lignificação ocorre mais precocemente, cessando o alongamento.

Também é preciso ressaltar que em *B. gardneri* o pericarpo não sofre colapso de todas as suas células na maturidade; apesar da desidratação sofrida, as camadas lignificadas da região mediana do mesocarpo permanecem reconhecíveis e nítidas, o que não se dá com *B. pilosa*.

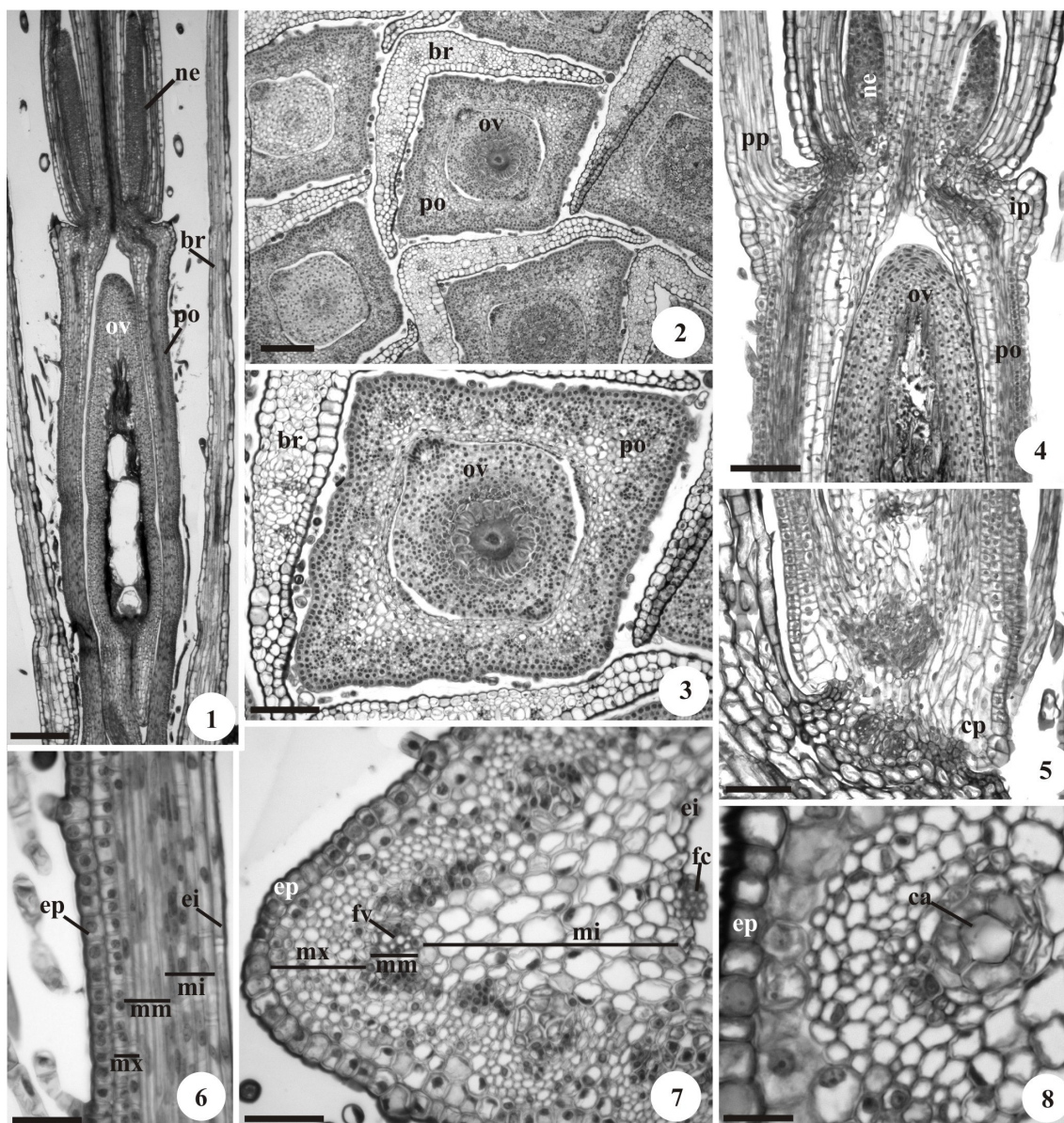
Agradecimentos – À FAPESP (Programa BIOTA, proc. nº 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; à CAPES, pela bolsa de doutorado de P.G.S. Julio; ao CNPq, pela bolsa de

produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à Dra. Nádia Roque, da Universidade Federal da Bahia, pela identificação do material botânico.

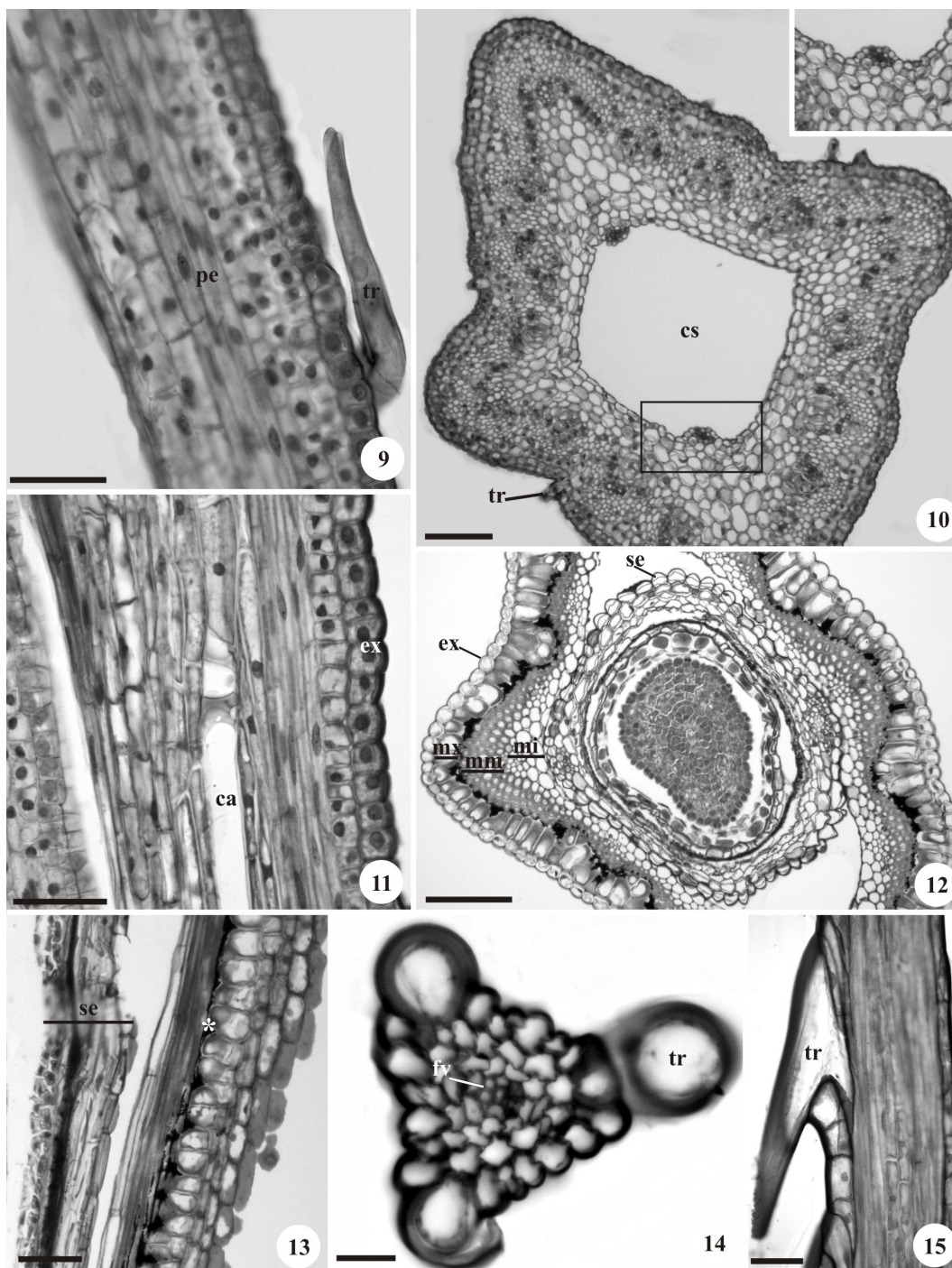
Referências Bibliográficas

- BREMER, K. 1994. Asteraceae: cladistics and classification. Timber Press, Portland.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. University Press, Cambridge, 2v.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo.
- JENSEN, W.A. 1962. Botanical histochemistry: principles and practice. W.H. Freeman, San Francisco.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book, New York.
- LORENZI, H. 1984. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: TORRADO, V.P., RAPHAEL, A.R. Plantio direto no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p.13-46.
- MISRA, S. 1972. Floral morphology of the Compositae: IV – tribo Vernonieae – *Vernonia anthelmintica*. Tokyo Botanical Magazine 85: 187-199.
- MURHERJEE, S.K. & SARKAR, A.K. 2001. Morphological diversity of pappus in the subfamily Asteroideae (Asteraceae). Journal of Economic and Taxonomic Botany Additional Series 19: 275-295.
- O'BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. Protoplasma 59: 368-373.
- PANDEY, A. K. & DHAKAL, M. R. 2001. Phytomelanin in Compositae. Current Science. 80: 933-940.
- PIJL, L. van der. 1972. Principles of dispersal in higher plants. 2nd ed. Springer-Verlag, New York.
- ROTH, I. 1977. Fruits of angiosperms. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SASS, J.E. 1951. Botanical microtechnique. Iowa State University, Ames.

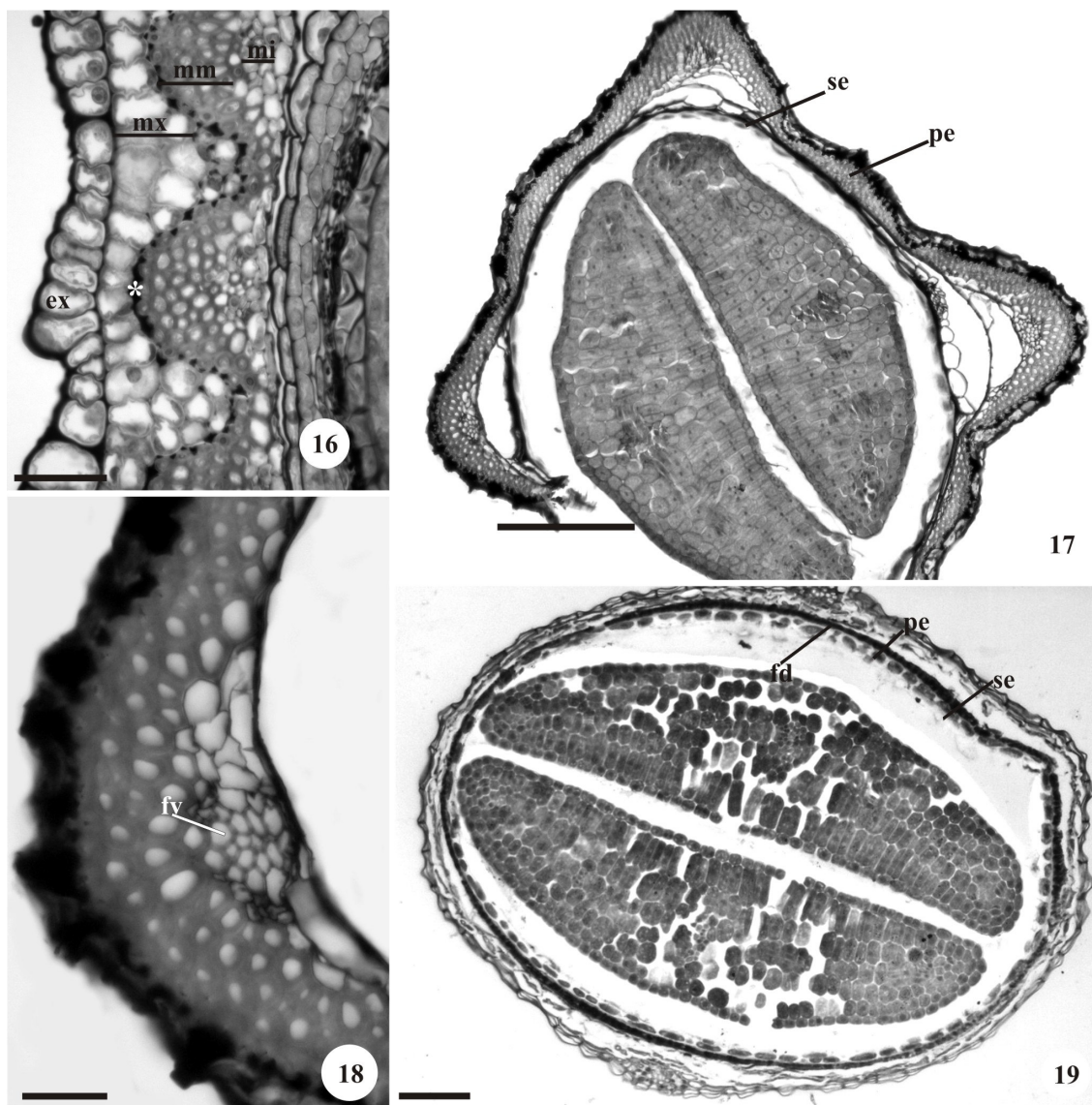
ILUSTRAÇÕES



Figuras 1-8. Ovário e óvulo. *Bidens gardneri* Baker (1-3, 6-8) e *B. pilosa* L.(4, 5) Secções longitudinais (1,4, 5-6). Secções transversais (2-3, 7-8). 1. Aspecto geral da flor. 2. Vista geral do capítulo; notar a disposição das brácteas em relação ao ovário. 3. Detalhe do ovário e óvulo. 4. Detalhe da região apical do ovário, mostrando a inserção do pápus. 5. Detalhe do carpópódio. 6. Detalhe da parede ovárica. 7. Detalhe da parede do ovário, indicando as regiões do mesofilo. 8. Detalhe da região da parede ovariana, com canal secretor. (br = bráctea; ca = canal secretor; cp = carpópódio; ei = epiderme interna do ovário; ep = epiderme externa do ovário; fc = região de fusão carpelar; fv = feixe vascular; ip = região de inserção do pápus; mi = mesofilo interno; mm = região mediana do mesofilo; mx = mesofilo externo; ne = nectário; ov = óvulo; po = parede ovariana; pp = pápus). Barras = 150 μ m (2), 125 μ m (1), 100 μ m (3-5), 50 μ m (6, 7), 25 μ m (8).



Figuras 9-15. Fruto jovem. *Bidens gardneri* Baker (9-10, 14) e *Bidens pilosa* L. (11-13, 15). Secções longitudinais (9, 11, 14-15). Secções transversais (10, 12-13). 9-10. Aspectos do pericarpo jovem, destacando tricomas, em 10 observar o detalhe da região indicada na figura. 11. Detalhe do pericarpo, mostrando o canal secretor. 12. Detalhe do pericarpo com início de deposição de fitomelanina (asterisco). 13. Aspecto geral do pericarpo, já com a região mediana lignificada e maior depósito de fitomelanina. 14-15. Detalhes do pápus triangular, com tricomas nos ângulos e em formato de gancho. (ca = canal secretor; cs = cavidade seminal; ex = exocarpo; fv = feixe vascular; pe = pericarpo; se = semente; tr = tricoma). Barras = 100 μ m (11-12), 75 μ m (10), 50 μ m (9, 13, 15), 25 μ m (14).



Figuras 16-19. Fruto em maturação. *Bidens gardneri* Baker (16), *Bidens pilosa* L. (17-19). Secção longitudinal (16). Secções transversais (17-19). 16. Detalhe do pericarpo. 17. Aspecto geral do pericarpo maduro. 18. Detalhe de feixe vascular. 19. Aspecto geral do fruto maduro. (ct = cotilédone; ed = endosperma; ex = exocarpo; fd = feixe dorsal; fv = feixe ventral; pe = pericarpo; se = semente; tg = tegumento). Barras = 150 μ m (17), 50 μ m (16,19), 25 μ m (18).

CAPÍTULO II

Morfoanatomia comparada do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia* DC., *B. pseudotenuifolia* Teodoro e *B. trimera* (Less.) DC. (Asteraceae)¹

Pricila Greyse dos Santos Julio² e Denise Maria Trombert Oliveira^{3,4}

Título resumido: Ontogênese do fruto de espécies de *Baccharis*

1. Parte da tese do doutorado da primeira autora, elaborada segundo as normas da revista *Acta Botanica Brasilica*.

2. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

3. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Antonio Carlos, 6627, Pampulha, Caixa Postal 486, 31270-910, Belo Horizonte, MG, Brasil

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

Resumo – (Morfoanatomia comparada do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia* DC., *B. pseudotenuifolia* Teodoro e *B. trimera* (Less.) DC. (Asteraceae)). Este trabalho consiste de um estudo morfoanatômico e ontogenético do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia*, *B. pseudotenuifolia* e *B. trimera*, realizado pelo emprego das técnicas usuais. Foi possível observar que as espécies em estudo apresentam um padrão de desenvolvimento, possuindo ovário ínfero, bicarpelar, sincárpico e unilocular. O fruto maduro é uma cipsela, com exocarpo formado por células cubóides de paredes delgadas. O mesocarpo é composto por duas a quatro camadas de células, formando um parênquima frouxo. Dispersos no mesocarpo, estão os feixes vasculares sobre os quais formam-se projeções que conferem um contorno irregular ao órgão. O endocarpo é unisseriado, sendo multisseriado na região de fusão dos carpelos; é composto por células alongadas tangencialmente, reabsorvidas em algumas regiões, onde ficam somente as células mesocárpicas. Na região apical do pericarpo, ocorre uma protuberância onde se insere o pápus; este possui muitas cerdas delicadas, cada uma composta por um conjunto de quatro a seis células, cujas extremidades apicais projetam-se para o exterior. Na base do pericarpo ocorre o carpopódio pouco diferenciado, região de abscisão da cipsela. Quando maduros, os frutos das três espécies apresentam lignificação das células vizinhas aos feixes e desidratação das demais, ocorrendo a desintegração de algumas regiões pericárpicas.

Palavras-chave: morfoanatomia, ontogênese, pápus, pericarpo

Introdução

A tribo Astereae é uma das maiores tribos de Asteraceae, com 170 gêneros e cerca de 3.000 espécies amplamente distribuídas, mas com concentração na América do Norte, América do Sul ao longo dos Andes, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia.

O gênero *Baccharis* pertence a Astereae e inclui mais de 400 espécies (Bremer 1994), distribuídas dos Estados Unidos à Argentina, 90% delas ocorrentes na América do Sul (Budel *et al.* 2003).

Compreende plantas dióicas, freqüentemente perenes, de 50 cm a 4 m de altura (Spinar 1973), reunidas em 28 grupos morfológicamente semelhantes (Barroso 1976).

Baccharis dracunculifolia é conhecida popularmente como alecrim-de-vassoura ou alecrim-do-campo, já *B. pseudotenuifolia* é conhecida como alecrim-de-folha-fina, sendo a primeira um arbusto ou arvoreta, de até 3 m de altura, e a segunda um arbusto com cerca de 1,5 m de altura (Durigan *et al.* 2004). *Baccharis trimera* é um subarbusto ereto, conhecida como carqueja, atingindo até 70 cm; esta espécie ocorre em fisionomias campestres de cerrado, principalmente em terrenos mal drenados (Durigan *et al.* 2004), e seu cultivo é

bastante disseminado por suas propriedades medicinais, como no tratamento de cálculos biliares, diabetes, doenças estomáticas e obstruções do fígado, obesidade e como antifebril (Rodrigues & Carvalho 2001).

O gênero *Baccharis* tem grande importância econômica, tanto como plantas medicinais quanto como ornamentais (Bremer 1994). A identificação dessas espécies oferece dificuldades mesmo para especialistas, principalmente no que diz respeito às espécies que possui como característica marcante a presença de cladódios, caules com expansões laterais folhosas com função fotossintetizante (Budel *et al.* 2003). De acordo com Corrêa (1984), a primeira espécie a receber o nome carqueja foi *B. genistifolia* DC., porém este nome foi se estendendo às outras espécies de caules não alados, como *B. dracunculifolia* DC. *B. cylindrica* (Less.) DC., entre outras (Barroso 1976, Corrêa 1984).

No Brasil, a carqueja está entre as dez plantas medicinais mais comercializadas (Silva Júnior 1997), o que implica num esforço em fiscalizar o uso da espécie correta no intuito de evitar concentrações diferentes de princípios ativos, como é o caso de *B. crispa*, que em estado vegetativo em nada se diferencia de *B. trimerá*, porém a composição química e a porcentagem de óleos essenciais são bastante diferentes entre as duas espécies (Simões-Pires *et al.* 2005).

Devido à ausência de estudos anatômicos neste tema, este trabalho objetiva descrever a morfoanatomia e o desenvolvimento do pericarpo e estruturas acessórias do fruto das três espécies de *Baccharis* referidas anteriormente, comparando-as entre si e com a literatura pertinente. Espera-se, desta forma, ampliar os conhecimentos referentes às espécies estudadas, fornecendo subsídios para futuros trabalhos morfoanatômicos na família e auxiliando na identificação das espécies.

Material e métodos

O material de *Baccharis dracunculifolia* DC. e *B. pseudotenuifolia* Teodoro (ovários, frutos jovens e maduros) foi coletado em áreas residuais de cerrado da região de Botucatu, SP, Brasil (coordenadas: 22° 54' 01" S e 48° 29' 37" W e 22° 54' 00" S e 48° 29' 37" W, respectivamente) e o material de *B. trimerá* (Less.) DC. foi coletado na Fazenda Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), no município de Botucatu, São Paulo, Brasil (coordenadas: 22° 50' 54" S e 48° 25' 94" W).

Parte do material coletado foi herborizado e depositado no Herbário "Irina Delanova de Gemtchujnicov" (BOTU), do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da UNESP, Câmpus de Botucatu, como documento taxonômico, registrado sob os números:

24279 (*B. pseudotenuifolia* Teodoro ♂), 24280 (*B. pseudotenuifolia* Teodoro ♀), 24281 (*B. dracunculifolia* DC. ♀), 24282 (*B. dracunculifolia* DC. ♂), 25155 (*B. trimera* (Less.) DC. ♂) e 25156 *B. trimera* (Less.) DC. ♀). Somente os capítulos contendo flores pistiladas foram fixados em FAA 50 (Johansen 1940) e conservados em álcool etílico a 70% (Jensen 1962).

O laminário permanente foi elaborado a partir do material desidratado em série etílica e incluído em metacrilato (Leica®), seguindo-se as instruções do fabricante; os blocos foram seccionados, obtendo-se séries transversais e longitudinais. As secções obtidas foram cortadas em micrótomo rotativo com espessura de 8 a 12 µm, coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão acetato pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em Entellan®.

Foram realizados testes histoquímicos utilizando: vermelho de rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol acrescido de ácido clorídrico, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudan IV, para a localização de substâncias lipídicas; lugol, para a detecção de amido; cloreto férrico, para verificar a ocorrência de compostos fenólicos (Johansen 1940).

O laminário analisado em microscópio fotônico e com luz polarizada, sendo fotografado com máquina digital Olympus C7070WZ, adaptada a microscópio Olympus BX41TF e aluz polarizada apresentada na página 36, figuras 11-12.

Resultados

Estádio I - As flores de *Baccharis dracunculifolia*, *B. pseudotenuifolia* e *B. trimera* são diminutas, com coloração creme e estão reunidas em capítulos protegidos por brácteas involucrais que se inserem em várias camadas no eixo da inflorescência. O ovário de botões florais e flores em antese das três espécies é ínfero, bicarpelar e unilocular, contendo um único óvulo (figura 1).

A epiderme externa do ovário de *B. dracunculifolia* e *B. pseudotenuifolia* é composta por uma camada de células cubóides (figuras 3, 5) e de núcleos evidentes, recobertas por cutícula evidente. Em *B. trimera* a epiderme externa possui células papilosas (figura 4) e não há deposição de cutícula. O mesofilo ovariano é composto por duas a quatro camadas de células com espaços intercelulares nítidos em todas as espécies estudadas. As células do mesofilo apresentam formato arredondado transversalmente e alongado longitudinalmente, com paredes delgadas e núcleos arredondados e evidentes.

Encontram-se, imersos no mesofilo, diversos feixes vasculares sobre os quais formam-se projeções que conferem um contorno irregular ao órgão (figuras 2-3). A epiderme interna é composta por células alongadas tangencialmente, as quais são reabsorvidas em algumas

regiões, onde ficam somente as células do mesofilo delimitando o lóculo (figura 5). Em *B. dracunculifolia*, não é possível observar a região de fusão marginal dos carpelos, que fica visível em *B. pseudotenuifolia* (figuras 2-3) e *B. trimera* (figura 4).

Em *B. pseudotenuifolia*, as características anatômicas são muito parecidas com *B. dracunculifolia*, porém a epiderme interna é mais íntegra e é possível verificar que, na região de fusão marginal dos carpelos (figuras 2-3), a epiderme interna é múltipla.

Na região apical do ovário, ocorre uma protuberância (figura 7), revestida por epiderme unisseriada e composta por células parenquimáticas de formatos irregulares e paredes delgadas. Nesta região, insere-se o pápus, com único verticilo, que possui muitas cerdas; cada cerda é composta por um conjunto de quatro a seis células de contorno transversal arredondado e alongadas longitudinalmente, cujas extremidades apicais se projetam para o exterior. As cerdas são similares em todas as espécies (figuras 6-7) e não são vascularizadas.

Na região basal do ovário de todas as espécies, é possível notar a formação do carpopódio, uma projeção preenchida por células parenquimáticas, recobertas por células epidérmicas com paredes delgadas (figura 8).

Também destaca-se a diferença do carpopódio, que neste estágio em *B. pseudotenuifolia*, as células da epiderme ainda não possuem paredes lignificadas.

Estádio II – Nesta fase, é possível verificar que nenhuma das regiões do pericarpo é multiplicativa; o que ocorre é um alongamento das células do pericarpo, aumentando de tamanho para comportar a semente que está crescendo (figura 9).

O exocarpo em *B. dracunculifolia* é formado por células cubóides de paredes delgadas e recobertas por cutícula. Em *B. pseudotenuifolia*, embora o exocarpo seja muito semelhante ao de *B. dracunculifolia*, as células são ligeiramente alongadas longitudinalmente. Já em *B. trimera*, as células do exocarpo são papilosas e não há presença de cutícula (figura 10).

Uma mudança evidente que ocorre no pericarpo é lignificação das células do mesocarpo em todas as espécies. O endocarpo é composto por células alongadas tangencialmente e, em algumas regiões, ela encontra-se reabsorvida, ficando somente as células do mesocarpo.

Em *B. pseudotenuifolia*, nesta fase, já é possível verificar o carpopódio com mais clareza; suas células epidérmicas estão com as paredes lignificadas, o que ainda não ocorria na fase anterior.

Estádio III – Nesta fase, o fruto está pronto para ser disperso.

O pericarpo de *B. dracunculifolia* desidrata, praticamente só se distingue o exocarpo e feixes com células lignificadas; a maioria das células do mesocarpo fica colapsada, ocorrendo a desintegração de algumas regiões (figuras 11-12).

Em *B. pseudotenuifolia*, o pericarpo desidrata (figuras 13-14). As células mostram-se colapsadas, inclusive as do exocarpo, só sendo possível observar algumas células dos feixes que estão totalmente lignificadas (figura 14).

Em *B. trimera*, o fruto maduro também é desidratado, porém as células do pericarpo ficam bem menos colapsadas do que as anteriores (figuras 15-16).

Discussão

A análise estrutural dos ovários das três espécies de *Baccharis* permite observar que algumas características, como o número e fusão de carpelos e a posição do ovário, concordam com as generalizações para Asteraceae (Corner 1976, Roth 1977, Bremer 1994). Tais características parecem ser constantes no grupo, tendo sido reforçadas pelos dados deste trabalho.

O desenvolvimento da parede ovariana das espécies de *Baccharis* estudadas assemelha-se ao descrito por Borthwick & Robins (1928) para *Lactuca sativa*, espécie de Lactuceae em que, na maturação do fruto, é possível notar a formação de cavidades lisígenas na porção interna do pericarpo; durante este processo, algumas camadas mais internas do pericarpo de *L. sativa* se desintegram, como observado neste trabalho. Cabe destacar que não se verificou, nas espécies de *Baccharis*, a formação de nenhum tipo de cavidade, apenas o alongamento do pericarpo gerou a desintegração de células.

A desintegração freqüente das camadas internas do pericarpo, que ocorre nas três espécies, provavelmente pela pressão direta que a semente em expansão exerce sobre o pericarpo, podem ser considerada como propriedade especial do fruto de Asteraceae, anteriormente destacada por Roth (1977).

O caráter não multiplicativo do pericarpo é outra característica interessante que vem sendo observada em vários trabalhos ontogenéticos com frutos de Asteraceae, como é o caso de *Vernonia brevifolia* e *V. herbacea* (Martins & Oliveira 2007).

Em relação ao processo de desenvolvimento do pericarpo, houve grande constância nas três espécies estudadas, bem como os processos de lignificação e desidratação e das células do mesocarpo que também foram semelhantes, variando somente a intensidade.

Tanto na epiderme ovariana quanto no exocarpo das espécies estudadas não foram encontrados tricomas, como freqüentemente registrado em outras Asteraceae estudadas, como *Tragopogon* L. - Chichorieae (Pandey *et al.* 1978), *Chaetanthera* Ruiz & Pav. - Mutiseae (Davies & Facher 2001), *Vernonia brevifolia* e *V. herbacea* – Vernonieae (Martins & Oliveira 2007) e *Bidens gardneri* e *B. pilosa* - Heliantheae (capítulo I deste volume).

O pápus, segundo Murherjee & Sarkar (2001), desempenha um papel importante na identificação dos gêneros; mostrou-se, porém, muito semelhante nas três espécies. Outro fator interessante em relação a esta estrutura é que está diretamente relacionada à dispersão anemocórica do diásporo (Pijl 1972).

O carpopódio, região de abscisão da cipsela, constitui uma estrutura importante taxonomicamente, pois apresenta variações estruturais em algumas Asteraceae, segundo Robinson & King (1977).

Nas espécies estudadas as células que recobrem o carpopódio são lignificadas desde as fases iniciais em *Baccharis dracunculifolia* e *B. trimera*, enquanto em *B. pseudotenuifolia* só se lignifica na fase de maturação. Embora estas diferenças não sejam relevantes a ponto de auxiliem na identificação taxonômica destas espécies, é importante ressaltar o papel ecológico desta estrutura, que apresenta uma região que confere resistência, permitindo que o fruto entre em abscisão sem se romper.

Baccharis trimera apresentou células papilosas na epiderme externa do ovário e posteriormente do exocarpo, característica que não foi encontrada nas outras duas espécies. Segundo Budel *et al.* (2004) a falta de parâmetros para a identificação da matéria-prima vegetal utilizada na produção de fitoterápicos causa grande confusão, impossibilitando o controle de qualidade e obtenção do efeito a que se propõe. Desta forma, o estudo anatômico de órgãos reprodutivos pode auxiliar de forma bastante eficaz na distinção de espécies medicinais.

Agradecimentos

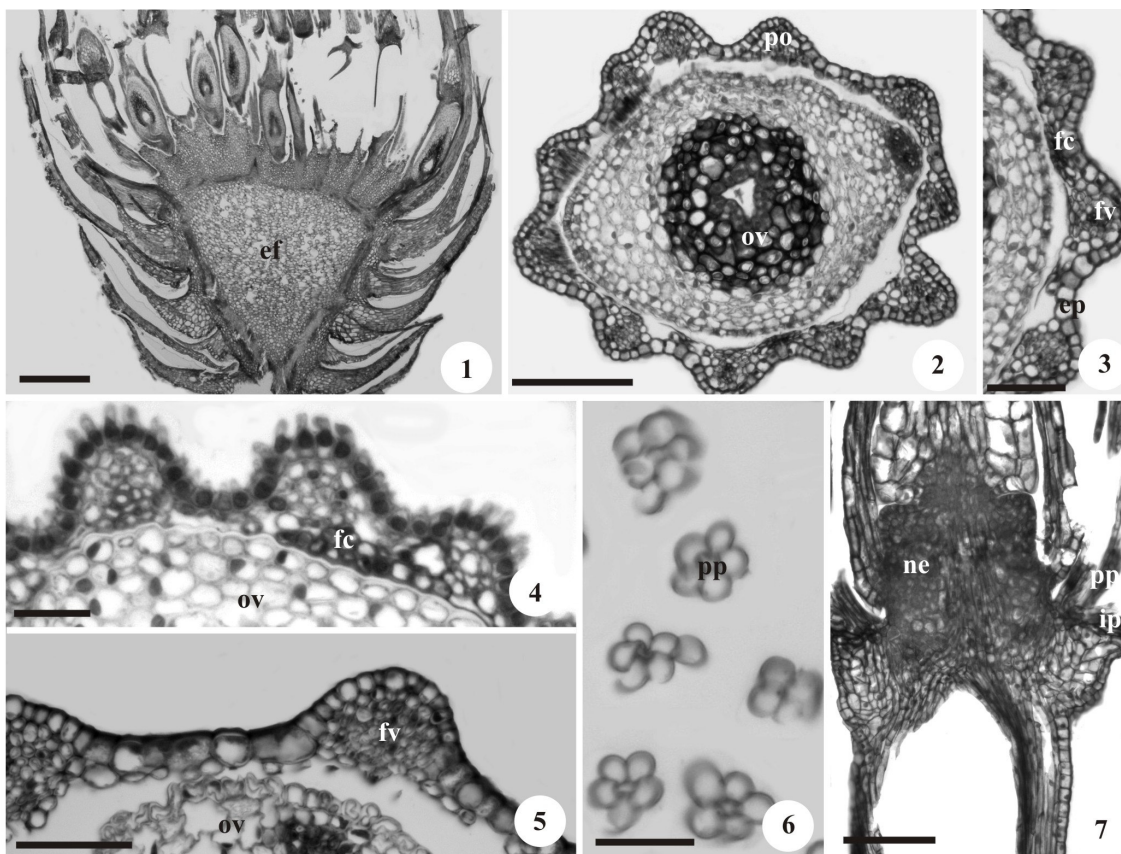
À FAPESP (Programa BIOTA, proc. nº 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; à CAPES, pela bolsa de doutorado de P.G.S. Julio; ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à profa. Dra. Nádia Roque, da Universidade Federal da Bahia, pela identificação do material botânico.

Referências Bibliográficas

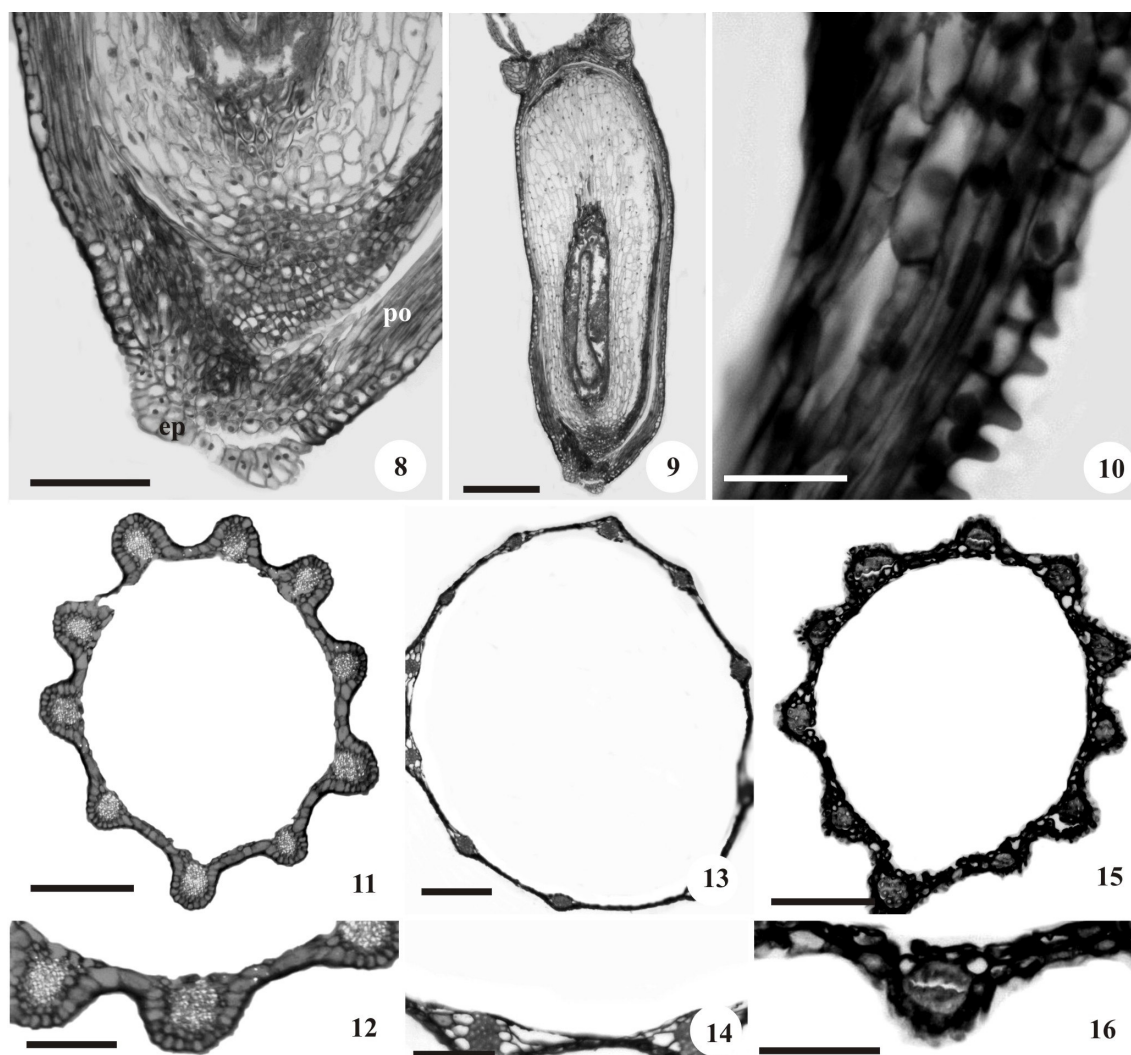
- Barroso, G.M. 1976. Compositae – Subtribo Baccharidinae Hoffmann: estudos das espécies dos cerrados ocorrentes no Brasil. **Rodriguésia** **28**(40):3-273.
- Borthwick, H. A. & Robbins, W. W. 1928. Lettuce seed and its germination. **Hilgardia** **7**: 275-305.
- Bremer, K.1994. **Asteraceae: cladistics and classification**. Timber Press, Portland.
- Budel, J.M., Duarte, M.R. & Santos, C.A.M. 2003. Caracteres morfoanatômicos de *Baccharis gaudichaudiana* DC., Asteraceae. *Acta Farmacéutica Bonaerense* **22**(4):313-320.
- Budel, J.M., Duarte, M.R. & Santos, C.A.M. 2004. Parâmetros para análise de carqueja: comparação entre quatro espécies de *Baccharis* spp. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** **14**: 41-48.
- Corner, E.J.H. 1976. **The seeds of dicotyledons**. University Press, Cambridge, 2v.
- Corrêa, M.P. 1984. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: IBDF, v.2.
- Davies, A.M.R. & Facher, E. 2001. Achene hairs and their diversity in the genus *Chaetanthera* Ruiz & Pav. (Mutiseae, Asteraceae). **Sendtnera** **7**:13-33.
- Durigan, G., Baitello, J.B., Franco, G.A.D.C. & Siqueira, M.F. 2004. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo.
- Jensen, W.A. 1962. **Botanical histochemistry: principles and practice**. W.H. Freeman, San Francisco.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw-Hill Book, New York.
- Martins, M.A.G. & Oliveira, D.M.T. 2007. Morfoanatomia comparada dos frutos em desenvolvimento de *Vernonia brevifolia* Less. e *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby (Asteraceae). **Revista Brasileira de Botânica** **30**:101-112.
- Murherjee, S.K. & Sarkar, A.K. 2001. Morfological diversity of pappus in the subfamily Asteroideae (Asteraceae). **Journal of Economic and Taxonomic Botany Additional Series** **19**: 275-295.
- O'Brien, T.P., Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** **59**: 368-373.
- Pandey, A.K., Singh, R.P. & Chopra, S. 1978. Development and structure of seeds and fruits in Compositae – Cichorieae. **Phytomorphology** **28**: 198-206.
- Pijl, L. van der. 1972. **Principles of dispersal in higher plants**. 2nd ed. Springer-Verlag, New York.

- Robinson, H. & King, R.M. 1977. Eupatorieae, systematic review. *In* **The biology and chemistry of the Compositae**, v.1 (V.H. Heywood, J.B. Harborne & B.L. Turner, eds). Academic Press, London, p.437-485.
- Rodrigues, V.E.G. & Carvalho, D.A. 2001. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Ed. UFLA, Lavras.
- Roth, I. 1977. **Fruits of angiosperms**. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Sass, J.E. 1951. **Botanical microtechnique**. Iowa State University, Ames.
- Silva-Júnior, A.A. 1997. **Plantas medicinais e aromáticas**. Itajaí: Epagri, CD-ROM.
- Simões-Pires, C.A., Debenedetti, S., Spegazzini, E., Mentz, L.A., Matzenbacher, N. I., Limberger, R. P. & Henriques, A. T. 2005. Investigation of the essential oil from eighth species of *Baccharis* belonging to sect. *Caulopterae* (Asteraceae, Astereae): a taxonomic approach. **Plant Systematics and Evolution** **253**: 23-32.
- Spinar, L.A. 1973. Las especies de *Baccharis* (Compositae) de Argentina Central. **Boletim de La Academia de Ciências** **50**:176-305.

ILUSTRAÇÕES



Figuras 1-7. Desenvolvimento do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia* DC. (5), *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro (2-3, 7) e *Baccharis trimera* (Less.) DC. (1, 4, 6). Seções longitudinais (1, 7). Seções transversais (2-6). 1. Aspecto geral da inflorescência. 2. Vista geral do ovário. 3. Detalhe da parede do ovário. 4. Detalhe da parede do ovário mostrando a região de fusão dos carpelos. 5. Detalhe da parede do ovário, mostrando feixe vascular. 6. Detalhe do pápus. 7. Região de inserção do pápus. ef = eixo da inflorescência; ep = epiderme externa do ovário; fc = região de fusão carpelar; fv = feixe vascular; ip = região de inserção do pápus; ne = nectário; ov = óvulo; po = parede ovariana; pp = pápus. Barras = 250 μ m (fig.1-2), 125 μ m (fig. 3), 100 μ m (fig. 7), 25 μ m (fig. 4-6).



Figuras 8-16. Desenvolvimento do pericarpo de *Baccharis dracunculifolia* DC.(8-9, 11-12), *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro(13-14) e *Baccharis trimera* (Less.) DC. (10,15-16). Secções longitudinais (8-10). Secções transversais (11-16). 8. Detalhe do carpópodio. 9. Geral do fruto jovem. 10. Detalhe da parede do pericarpo, mostrando células papilosas da epiderme. 11-12. Luz polarizada. 11, 13, 15. Aspectos gerais dos frutos maduros. 12, 14,16. Detalhes do pericarpo maduro. cp = carpópodio; po = parede ovariana. Barras = 125 μ m (fig. 9), 100 μ m (fig. 15), 75 μ m (fig. 11-12), 50 μ m (fig. 8, 13,16), 25 μ m (fig. 14), 12,5 μ m (fig. 10).

CAPÍTULO III

**Morfologia, anatomia e ontogênese de sementes de espécies de *Baccharis* e *Bidens*
(Asteraceae)¹**

PRICILA GREYSE DOS SANTOS JULIO² e DENISE MARIA TROMBERT OLIVEIRA^{3,4}

Título resumido: Sementes de *Baccharis* e *Bidens*

1. Parte da tese do doutorado de P.G.S. Julio, elaborada segundo as normas da revista *Rodriguésia*.

2. UNESP - Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil

3. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Avenida Antonio Carlos, 6627, Pampulha, Caixa Postal 486, 31270-910, Belo Horizonte, MG, Brasil

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

RESUMO – (Morfologia, anatomia e ontogênese de sementes de espécies de *Baccharis* e *Bidens* (Asteraceae)). Neste trabalho, descreveu-se a ontogênese das sementes de *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis pseudotenuifolia*, *Baccharis trimera*, *Bidens gardneri* e *Bidens pilosa* (Asteraceae), com o intuito de descrever sua morfologia e anatomia. Verificou-se que a estrutura das sementes nas cinco espécies é muito similar. O desenvolvimento foi dividido em três estádios: óvulo, semente jovem e semente madura. Todas as espécies apresentaram óvulos anátropos, solitários, unitegmentados e tenuinucelados, formados em placentação basal, os quais produziram sementes anátropas e unitegmentadas. O tegumento varia de nove a doze camadas divididas em três regiões. A camada mais externa é composta por células isodiamétricas a cubóides, com paredes finas e núcleos evidentes; a região mediana é formada por células de formatos e tamanhos variados com núcleos evidentes e espessas paredes pécticas. A camada mais interna é formada por uma única camada de células, de paredes delgadas, citoplasma denso e núcleos grandes e evidentes, o endotélio. Na maturidade, a camada mediana é reabsorvida e as demais camadas ficam colapsadas. O endosperma é nuclear no início do desenvolvimento, celularizando-se depois. O embrião apresenta eixo hipocótilo-radícula axial, plúmula indiferenciada e dois cotilédones dorsiventrais. Ocorre reserva de lipídios em todas as partes do embrião.

Palavras chave: morfoanatomia, desenvolvimento, semente, tegumento

Introdução

As Asteraceae abrangem 10% da flora mundial, com cerca de 1.535 gêneros e aproximadamente 23.000 espécies (Bremer 1994) distribuídas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Barroso *et al.* 1991). No Brasil, apresentam cerca de 300 gêneros e 2.000 espécies (Souza e Lorenzi 2005).

Em Asteraceae, as flores são reunidas em inflorescências do tipo capítulo (Barroso *et al.* 1991). A maioria das espécies de Asteraceae é polinizada por insetos (abelhas e borboletas), podendo, em alguns casos, ocorrer a polinização por beija-flores e pelo vento (Lane 1996). É também notada a ocorrência de apomixia na família, que consiste na formação de sementes sem que ocorra a fecundação (Richards 1997). Werpachowski *et al.* (2004) estudaram a apomixia em espécies de Asteraceae e concluíram que gêneros de Astereae apresentam maior frequência de apomixia, e entre gêneros de Heliantheae esta frequência é menor.

O fruto das Asteraceae é seco e indeiscente, com tegumento da semente e parede do fruto justapostos, porém se mantendo independentes (Roth 1977). O fato dos frutos serem pequenos, leves e apresentarem pápus, cálice modificado que auxilia na dispersão anemocórica (Pijl 1972). Contudo, pode acontecer também a dispersão epizoocórica, como é o caso das espécies de *Bidens* estudadas (Julio & Oliveira, Cap. I deste volume).

Segundo Corner (1976), as sementes das Asteraceae são pequenas, incrustadas na cipsela, com tegumento fino ou papiráceo, multiplicativo ou não, geralmente albuminosas. O endosperma é celular ou nuclear, oleaginoso, persistente ou não. Trabalhos como o de Pandey *et al.* (1978), com a tribo Cichorieae, e Pandey & Singh (1994), com Eupatorieae e Heliantheae, relataram que, no estágio globular do embrião, o endosperma preenche totalmente a semente.

Com a diversidade de espécies encontradas nos cerrados brasileiros, que apresentam propriedades medicinais ou outros atrativos econômicos, é indispensável a realização de estudos que abranjam todos os aspectos relacionados a suas sementes, de modo a favorecer o seu cultivo e sua conservação.

Devido à carência de estudos anatômicos sobre sementes, este trabalho tem como objetivo descrever, morfoanatômica e ontogeneticamente, as sementes de *Bidens gardneri*, *Bidens pilosa*, *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis pseudotenuifolia* e *Baccharis trimera*, espécies frequentes nos cerrados do Estado de São Paulo, buscando reconhecer padrões estruturais comuns entre as espécies.

Material e Métodos

Óvulos e sementes nas várias fases do desenvolvimento de *Baccharis dracunculifolia* DC., *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro e *Bidens pilosa* L. foram coletados em áreas residuais de cerrado da região de Botucatu, São Paulo, Brasil nas seguintes coordenadas: *Baccharis dracunculifolia* DC. (♂ e ♀), 22° 54' 01" S e 48° 29' 37" W; *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro (♂ e ♀), 22° 54' 00" S e 48° 29' 37" W; e *Bidens pilosa* L., 22° 53' 17" S e 48° 29' 84" W. O material de *Baccharis trimera* (Less.) DC. foi coletado na Fazenda Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brasil (22° 50' 54" S e 48° 25' 94" W) e *Bidens gardneri* Baker foi coletado na reserva legal da Fazenda Palmeira da Serra, em Pratânia, São Paulo, Brasil (23° 02' 54" S e 48° 31' 26" W). Parte do material coletado foi herborizado e depositado no Herbário "Irina Delanova de Gemtchujnicov" (BOTU), do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da UNESP,

Câmpus de Botucatu, como documento taxonômico, registrado sob os números: 24.279 (*Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro ♂), 24.280 (*Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro ♀), 24.281 (*Baccharis dracunculifolia* DC. ♀), 24.282 (*Baccharis dracunculifolia* DC. ♂), 25.155 (*Baccharis trimera* (Less.) DC. ♂) e 25.156 (*Baccharis trimera* (Less.) DC. ♀), 24.277 (*Bidens gardneri* Baker) e 24.278 (*Bidens pilosa* L.).

Para o estudo anatômico, as amostras foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940) e conservadas em álcool etílico a 70% (Jensen 1962).

O laminário permanente foi elaborado com material desidratado em série etílica e incluído em metacrilato (Leica®), seccionado em micrótomo rotativo com espessura de 8 a 12 µm, obtendo-se séries transversais e longitudinais. As secções obtidas foram coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão acetato, pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em Entellan®.

Testes histoquímicos foram realizados, sendo utilizados os seguintes corantes e reagentes: vermelho de rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen 1962); floroglucinol acrescido de ácido clorídrico, para evidenciar paredes lignificadas (Sass 1951); Sudan IV, para a localização de substâncias lipídicas; lugol, para a detecção de amido; cloreto férrico, para verificar a ocorrência de compostos fenólicos (Johansen 1940).

O laminário analisado foi fotografado com máquina digital Olympus C7070WZ, adaptado a microscópio Olympus BX41TF.

Para a contagem do número de sementes bem formadas, foram analisadas 100 cipselas de cada espécie, com o auxílio de estereomicroscópio (Leica®). Para as *Baccharis*, a contagem foi feita verificando a presença de sementes produzidas por transparência. Já para *Bidens*, que apresenta coloração negra das cipselas, foi necessário fazer a dissecação dos frutos para verificar a presença de sementes. Os resultados são apresentados em porcentagem.

Resultados

As cinco espécies são uniovuladas. O óvulo é anátropo, unitegumentado e tenuinucelado, formado em placentação basal (figuras 1-2). Apresentam endotélio e, nas camadas medianas do tegumento, é possível observar células de paredes espessadas e pécticas (figuras 1-2). As espécies estudadas apresentaram muita semelhança na estrutura da semente, por isto a descrição dos resultados foi elaborada de forma genérica.

Estádio I – Óvulo – O número de camadas de células no tegumento varia de nove a doze, divididas em três regiões (figuras 1-2). A região mais externa é composta por células isodiamétricas a cubóides, com paredes finas e núcleos evidentes. Já a região mediana é formada por células de formatos e tamanhos variados com núcleos evidentes e paredes pécticas. A camada mais interna é unisseriada, de paredes delgadas, citoplasma denso e núcleos grandes e evidentes, caracterizando o endotélio (figuras 1-2).

A vascularização é pouco diferenciada neste estágio, consistindo de um cordão procambial único, que penetra pelo funículo, passa pela calaza e se estende até a anti-rafe (figura 2). Em todas as espécies estudadas, o nucelo é composto por uma única camada de células, interno à qual se encontra o megagametofito.

Estádio II – Semente jovem, em início do desenvolvimento - A camada externa da testa não se diferencia, já a região mediana do tegumento, onde está a reserva de substâncias pécticas, começa a ser reabsorvida por meio de processo lisígeno (figura 4), enquanto inicia-se o desenvolvimento do embrião (figuras 3-5).

No endotélio, as células mostram-se ligeiramente mais alongadas no sentido radial, mantendo paredes delgadas e citoplasma denso (figura 4).

O endosperma, até a fase cordiforme do embrião, preenche totalmente a semente (figura 4). Vai sendo reabsorvido à medida em que prossegue a embriogênese e se alongam os cotilédones (figura 5).

No final desta fase, o embrião está totalmente formado (figuras 6-7). Ele possui eixo embrionário reto e evidente, com plúmula indiferenciada (figura 6); nele se inserem dois cotilédones foliáceos, plano-convexos e justapostos (figuras 6-7). A protoderme é formada por células cubóides, com paredes delgadas e citoplasma denso. O mesofilo cotiledonar é do tipo dorsiventral, com meristema fundamental formado por células de citoplasma denso; os cordões procambiais são pouco evidentes e inseridos no meristema fundamental (figura 7). Todo o embrião apresenta ampla reserva de lipídeos e amido.

Estádio III – Semente madura - A semente madura é anátropa, mostrando-se bastante desidratada. O tegumento restringe-se a uma faixa de células colapsadas (figuras 8-10) que, nas espécies do gênero *Bidens* estudadas, apresentam-se justapostos ao pericarpo (figura 8). Já no gênero *Baccharis*, não ocorre compressão total do tegumento contra o pericarpo na fase final de maturação (figura 9). O endosperma restringi-se a uma ou duas camadas residuais (figura 8).

Avaliando cipselas maduras, encontrou-se a seguinte porcentagem de sementes bem desenvolvidas: em *Bidens pilosa*, cerca de 94% das cipselas abrigam sementes desenvolvidas;

já em *Bidens gardneri* o índice é de 56%; *Baccharis dracunculifolia* apresenta 44%, seguida de *Baccharis pseudotenuifolia* com 36% de sementes bem formadas. A espécie que apresentou o menor índice foi *Baccharis trimera*, com apenas 3% de sementes desenvolvidas. Os frutos de *Baccharis trimera* que não apresentam sementes desenvolvidas chegam somente até o estágio II e então degeneram (figuras 12-13).

Em *Baccharis pseudotenuifolia* o desenvolvimento da semente é bastante precoce. Antes mesmo da antese, ocorre a reabsorção da camada mediana do tegumento e o embrião já está totalmente formado (figura 11). Em *Bidens gardneri* e *Baccharis trimera*, entretanto, o desenvolvimento é um pouco mais tardio, visto que, somente neste último estágio, a região mediana do tegumento é reabsorvida formando um espaço lisígeno entre a região externa e o endotélio. O embrião nestas duas espécies também só se desenvolve neste último estágio.

Discussão

As características encontradas nos óvulos das espécies estudadas estão de acordo com as descritas por Corner (1976) para as Asteraceae; o autor descreveu que os óvulos são anátropos, unitegmentados, tenuinucelados e apresentam endotélio diferenciado. O mesmo autor caracterizou as sementes das Asteraceae como geralmente albuminosas, porém o que se constatou neste trabalho foi que, apesar de estruturalmente as sementes apresentarem apenas um resquício de endosperma, sendo classificadas como albuminosas, funcionalmente são exalbuminosas, pela pequena quantidade de endosperma presente.

O fato do endosperma preencher completamente a semente na fase em que o embrião está globular, observado neste trabalho, ocorre também em espécies de Cichorieae estudadas por de Pandey *et al.* (1978), e de Eupatorieae e Heliantheae avaliadas por Pandey & Singh (1994).

A presença de três regiões distintas nos tegumentos dos óvulos também foi descrita por Pandey & Singh (1980) para espécies de *Vernonia*, como *V. altissima* Nutt., *V. anthelmintica* (Linn.) Willd., *V. cinerea* Less., *V. fasciculata* Michx. e *V. missurica* Raf.

É importante ressaltar a presença do endotélio em todas as espécies estudadas, característica típica de Asteraceae. Fahn (1990) definiu o endotélio como a epiderme interna do tegumento, que se torna nutritiva; segundo Werker (1997), o endotélio pode estar relacionado à transferência de nutrientes do tegumento para o megametofito, acúmulo de nutrientes, secreção de enzimas digestivas, metabolização de nutrientes e como barreira que delimita o crescimento do embrião.

As espécies estudadas apresentaram tegumento delgado, característica comum em frutos indeiscentes, onde a função de proteção é transferida para o pericarpo. Em *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntz (Fabaceae), um fruto indeiscente do tipo sâmara, também foi descrita esta característica (Martins & Oliveira 2001).

A análise morfológica realizada revelou que as espécies estudadas apresentaram alta porcentagem de sementes completamente desenvolvidas, os maiores índices ficando entre as espécies de *Bidens*. Já as espécies de *Baccharis* obtiveram menores porcentagens; *Baccharis trimera*, especificamente, apresentou taxa mais baixa de sementes desenvolvidas, apenas 3%. Baixa porcentagem de sementes formadas também foram encontradas em espécies de *Vernonia* estudadas por Sasaki *et al.* (1999).

O baixo índice de cipselas férteis encontradas em algumas Asteraceae pode ser compensado pela eficiente propagação vegetativa feita pelos rizóforos (Sasaki *et al.* 1999, Hayashi & Appezzato-da-Gloria, 2005). Os rizóforos constituem um sistema caulinar subterrâneo espessado que, além de promover o crescimento da planta, armazena substâncias de reserva, constituindo uma forma de resistência da planta às queimadas naturais, freqüentes no cerrado. Em *B. trimera*, planta muito propagada vegetativamente, foi encontrado o menor índice de sementes desenvolvidas. Também é preciso ressaltar que há uma grande probabilidade de *B. trimera* ser uma espécie apomítica, já que a família apresenta várias espécies com esta característica. (Werpachowski *et al.* 2004).

Agradecimentos

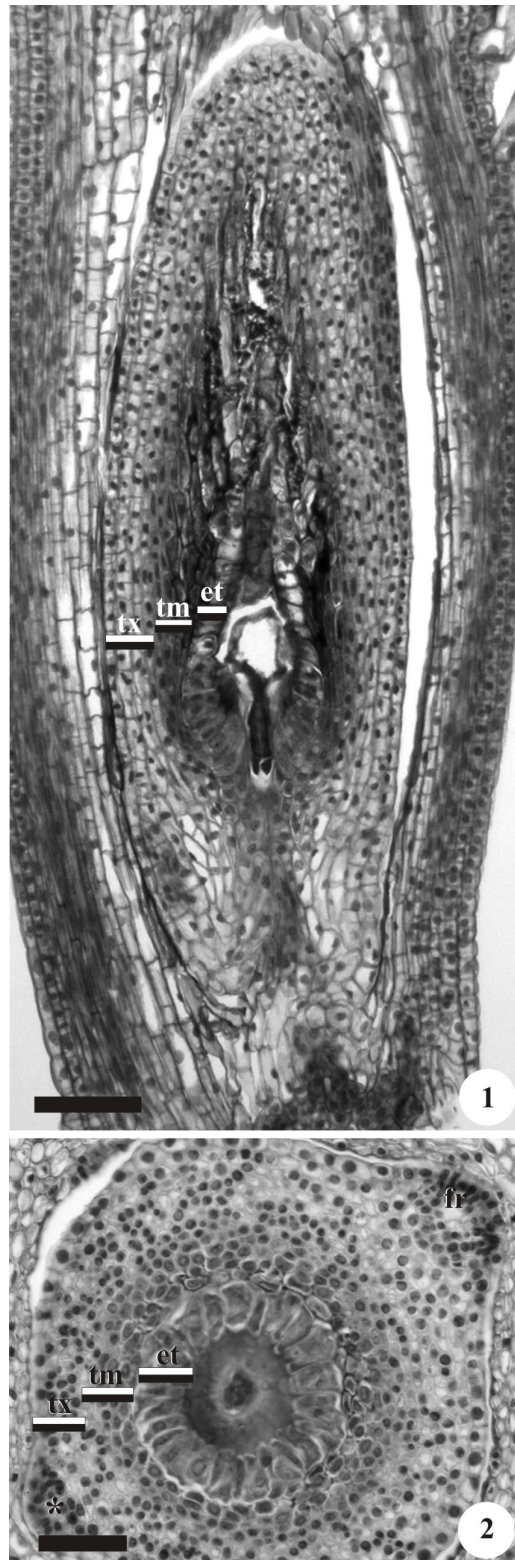
À FAPESP (Programa BIOTA, proc. nº 00/12469-3), pelo auxílio financeiro; à CAPES, pela bolsa de doutorado de P.G.S. Julio; ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa de D.M.T. Oliveira; à Dra. Nádia Roque, da Universidade Federal da Bahia, pela identificação do material botânico.

Referências Bibliográficas

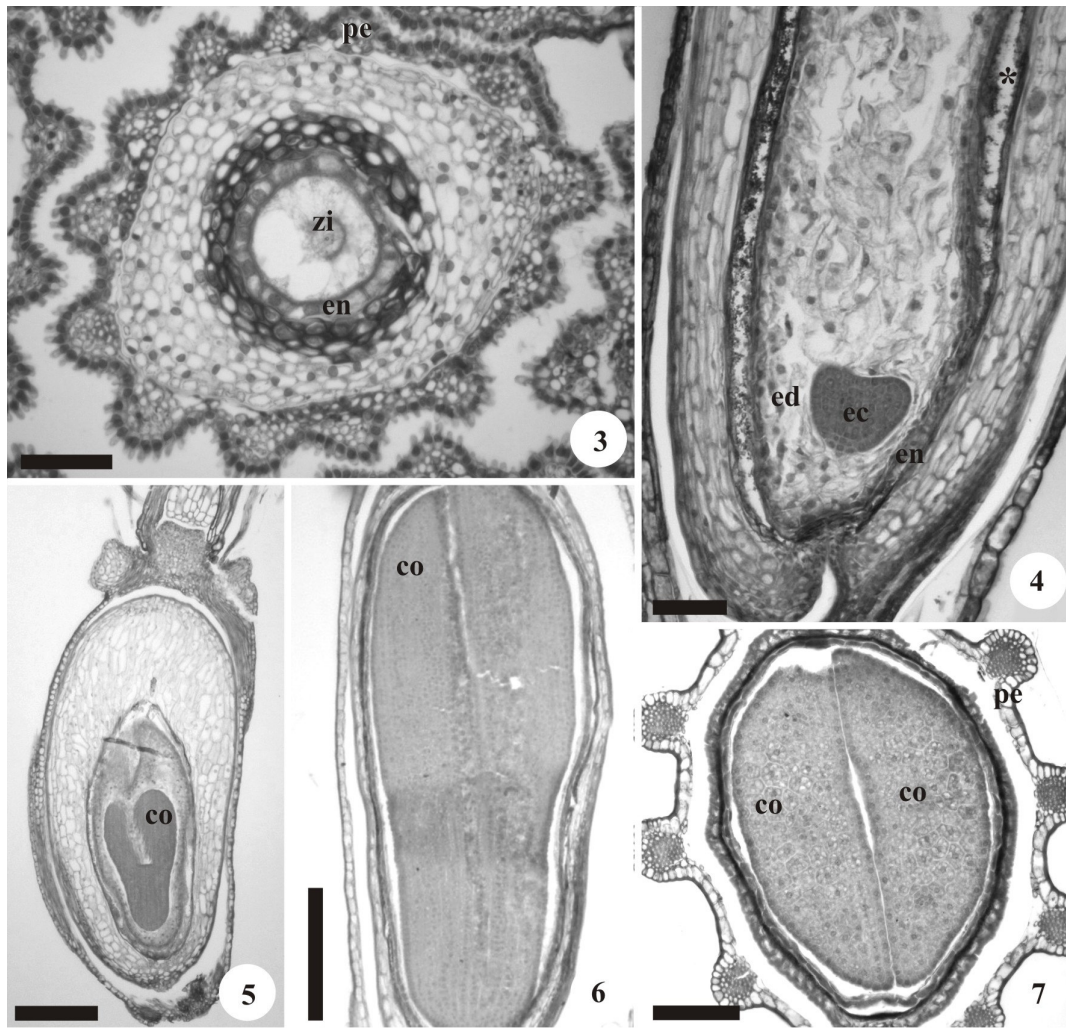
- Barroso, G.M., Peixoto, A.L. Ichaso, C.L.F., Costa, C.G., Guimarães, E.F. & Lima, H.C. 1991. Sistemática das angiospermas do Brasil. Editora Universitária UFV, Viçosa, v.3.
- Bremer, K. 1994. Asteraceae: cladistics and classification. Timber Press, Portland.
- Corner, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. University Press, Cambridge, 2v.
- Fahn, A. 1990. Plant anatomy. Pergamon Press, Oxford.

- Hayashi, A.H. & Appezzato-da-Gloria, B. 2005. The origin and anatomy of rhizophoris in *Vernonia herbacea* and *V. platensis* (Asteraceae) from Brazilian cerrado. *Australian Journal of Botany* 53: 273-279.
- Jensen, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book, New York.
- Lane, M.A. 1996. Pollination biology of Compositae. *In* *Compositae: Biology and utilization* (P.D.S. Caligari & D.J.N. Hind, eds.) Royal Botanic Gardens, Kew, p.61-80.
- 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.
- O'Brien, T.P., Feder, N. & McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Pandey, A.K., Singh, R.P. & Chopra, S. 1978. Development and structure of seeds and fruits in Compositae – Cichorieae. *Phytomorphology* 28: 198-206.
- Pandey, A.K., & Singh, R.P. 1980. Development and structure of seeds and fruits in tribe Vernonieae – some *Vernonia* and *Elephantopus* species. *Flora* 169: 443-452.
- Pandey, A.K. & Singh, A. 1994. Development and structure of seeds and fruits in Eupatorieae and Heliantheae (Compositae). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 64: 115-126.
- Pijl, L. van der. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. 2nd ed. Springer-Verlag, New York.
- Richards, A.J. 1997. *Plant breeding systems*. Chapman & Hall, Londres.
- Roth, I. 1977. *Fruits of angiosperms*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical microtechnique*. Iowa State University, Ames.
- Sassaki, R.M., Rondon, J.N. & Zaidan, L.B.P. 1999. Germination of seeds from herbaceous plants artificially stored in cerrado soil. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 271-279.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Plantarum, Nova Odessa.
- Werker, E. 1997. *Seed anatomy*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Werpachowski, J. S., Varassin, I. G., Goldenberg, R. 2004. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 6007-613.

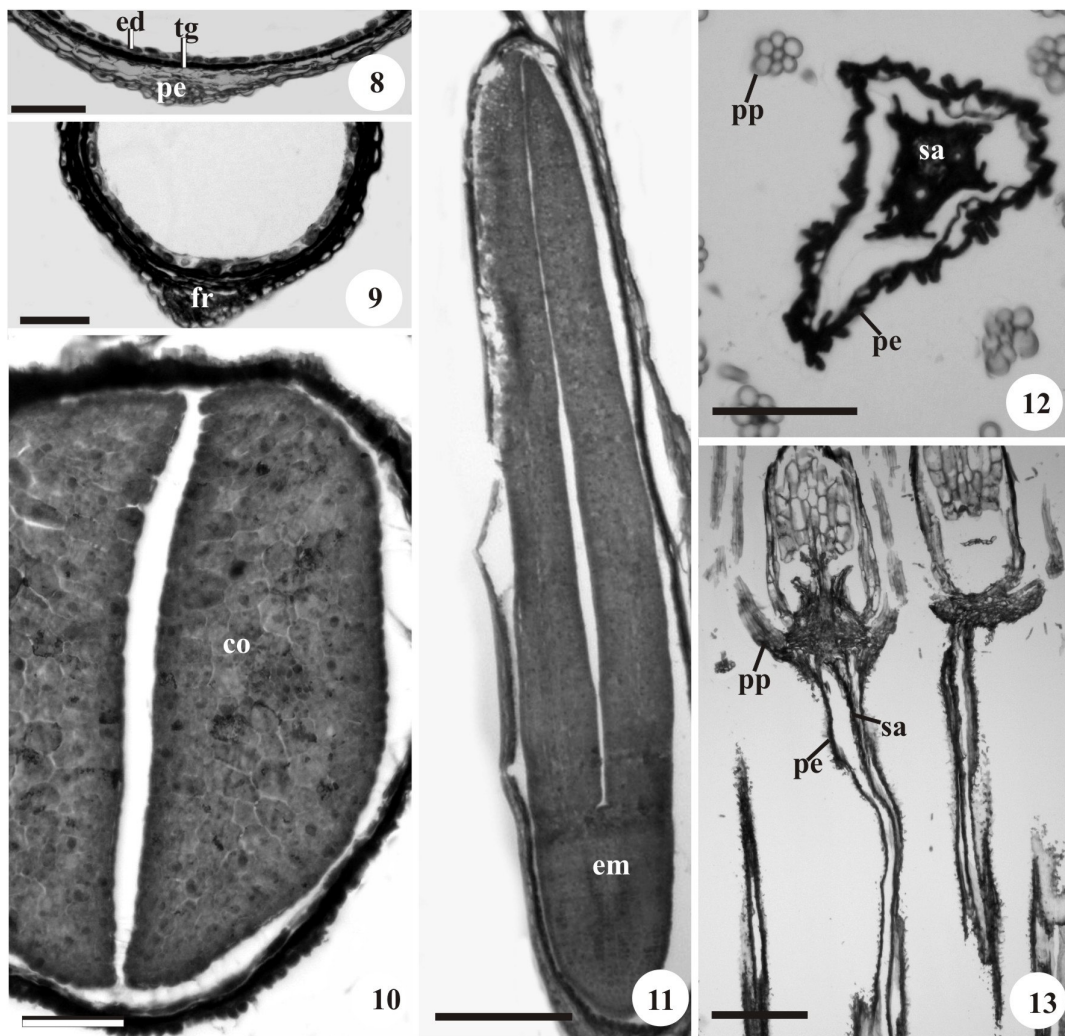
ILUSTRAÇÕES



Figuras 1-2. Ovário e óvulo. Secção longitudinal (1), secção transversal (2). 1. Aspecto geral do ovário e óvulo de *Bidens pilosa*, evidenciando a região externa do tegumento (tx), região mediana do tegumento (tm) e endotélio (et). (Barra = 75 μ m). 2. Aspecto geral do óvulo de *Bidens gardneri* Baker, mostrando feixe rafeal (fr) e cordão procambial na anti-rafe (*).



Figuras 3-7. Semente jovem. *Baccharis dracunculifolia* DC. (5-7), *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro (4) e *Baccharis trimera* (Less.) DC. (3). Secções longitudinais (4-6). Secções transversais (3, 7). 3. Vista geral da semente no fruto evidenciando o pericarpo (pe) endotélion (en) e o zigoto (zi). (Barra = 50 μ m). 4. Semente com embrião cordiforme (ec), notar endosperma (ed), asterisco indicando espaço lisígeno). (Barra = 75 μ m). 5. Vista geral da semente, apresentando embrião já com os cotilédones (co) em início de alongamento. (Barra = 125 μ m). 6. Embrião formado. (Barra = 125 μ m). 7. Vista geral do fruto com a semente contendo embrião bem formado. (Barra = 100 μ m).



Figuras 8-13. Semente madura. *Baccharis pseudotenuifolia* Teodoro (10-11), *Baccharis trimera* (Less.) DC. (9, 12-13) e *Bidens pilosa* L. (8). Secções longitudinais (11, 13). Secções transversais (8-10, 12). 8. Detalhe do resquíio de endosperma (ed) e tegumento da semente (tg), justaposto ao pericarpo (pe). (Barra = 100 μ m). 9. Detalhe do tegumento evidenciando feixe rafeal (fr). (Barra = 50 μ m). 10- Cotilédones (co). (Barra = 125 μ m). 11. Aspecto geral semente com embrião (em) bem formado. (Barra = 50 μ m). 12. Fruto com semente abortada (sa), notar pápus (pp). (Barra = 50 μ m). 13. Aspecto geral do fruto com semente abortada. (Barras = 150 μ m).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A principal característica que distingue as duas tribos estudadas é a deposição de fitomelanina, que ocorre no pericarpo de *Bidens* e é ausente em *Baccharis*.
- Os pápus das espécies das espécies de *Baccharis* estudadas não possuem vascularização, enquanto que as espécies de *Bidens* possuem pápus aristados com vascularização. Seu papel na dispersão dos dois gêneros também é variável, atuando anemocoricamente no primeiro e epizoocoricamente no segundo.
- O fato de *Baccharis trimera* apresentar um percentual baixo de sementes desenvolvidas pode ser compensado pela eficiente propagação vegetativa desta espécie.
- A semente apresenta desenvolvimento muito semelhante nas espécies estudadas das duas tribos reforçando que, especialmente em Asteraceae, as sementes são órgãos conservadores e com pequena plasticidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANHA, C., LEITÃO, H.F., YALN, C.A. 1988. Sistemática de plantas invasoras. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p. 17.
- AVANCINI, C.A.M., WIEST, J.M. & HUNDSTOCH, E. 2000. Atividade bacteriostática e bacterívica do decocto de *Baccharis trimera* (Less.) D.C., Compositae, carqueja, como desinfetante ou anti-séptico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 52(3): 230-234.
- AVALOS, A.A., ROBAINA, I.Y., SÁNCHEZ, E. & GUERRERO, M.C. 1996. Efecto antiulceroso de uma solution viscosa oral a partir de um extracto de *Bidens pilosa* L. (Romerillo) em ratas. Revista Cubana de Plantas Medicinales 1(1):25-29.
- BARROSO, G.M., PEIXOTO, A.L., ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G., GUIMARÃES, E.F. & LIMA, H.C. 1991. Sistemática das angiospermas do Brasil. Editora UFV, Viçosa, v.3.
- BARROSO, G.M., MORIM, M.P., PEIXOTO, A.L. & ICHASO, C.L.F. 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Editora UFV, Viçosa.
- BREMER, K.1994. Asteraceae: cladistics and classification. Timber Press, Portland.
- BUDEL, J.M., DUARTE, M.R. & SANTOS, C.A.M. 2003. Caracteres morfoanatômicos de *Baccharis gaudichaudiana* D.C., Asteraceae. Acta Farmacéutica Bonaerense 22(4):313-320.
- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of dicotyledons. University Press, Cambridge, v2.
- DAVIES, A.M.R. & FACHER, E. 2001. Achene hairs and their diversity in the genus *Chaetanthera* Ruiz & Pav. (Mutiseae, Asteraceae). Sendtnera 7:13-33.
- DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo.
- FONT QUER, P. 1985. Diccionario de Botánica. Editorial Labor, Barcelona.
- GOMES, V. & FERNANDES, G.W. 2002. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). Acta Botanica Brasilica 16(4):421-427.
- HAYASHI, A.H. & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2005. The origin and anatomy of rhizophoris in *Vernonia herbacea* e *V. platensis* (Asteraceae) from Brazilian cerrado. Australian Journal of Botany 53: 273-279.
- HEYWOOD, V.H. 1996. Flowering plants of the world. B.T. Batsford, London.
- JONES, S.B. 1977. Vernonieae – systematic review. In The biology and chemistry of the

- Compositae, v. 1 (V.H. Heywood, J.B. Harborne & B.L. Turner, eds.). Academic Press, London, p.503-521.
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A. & STEVENS, P.F. 1999. Plant systematics: a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Sunderland.
- MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA JR., M.I.C., REZENDE, A.V., FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E. 1998. Flora vascular do cerrado. *In* SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA. Planaltina, p.289-556.
- MURHERJEE, S.K. & SARKAR, A.K. 2001. Morphological diversity of pappus in the subfamily Asteroideae (Asteraceae). *Journal of Economic and Taxonomic Botany Additional Series* 19:275-295.
- PANDEY, A.K. & SINGH, R.P. 1983. Development and structure of seeds and fruits in Compositae, tribe Eupatorieae. *Journal of the Indian Botanical Society* 62:276-281.
- PIJL, L. van der. 1972. Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag, Berlin.
- ROBINSON, H. & KING, R.M. 1977. Eupatorieae, systematic review. *In* The biology and chemistry of the Compositae, v.1 (V.H. Heywood, J.B. Harborne & B.L. Turner, eds.) Academic Press, London, p. 437-485.
- RODRIGUES, V.E.G. & CARVALHO, D.A. 2001. Plantas medicinais no domínio dos cerrados. Ed. UFLA, Lavras.
- ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Plantarum, Nova Odessa.
- SPJUT, R.W. 1994. A systematic treatment of fruit types. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 70:1-182.