



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Instituto de Biologia**

**Programa De Pós-Graduação Em Biologia Vegetal**

**Morfologia das cipselas de Disynaphiinae e Praxelinae (Eupatorieae - Asteraceae)**

**Mestranda:** Taynara Dayane G. Silva

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliana Marzinek

**Coorientador:** Prof. Dr. Jimi Naoki Nakajima

Uberlândia – MG  
2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Instituto de Biologia**

Programa De Pós-Graduação Em Biologia Vegetal

**Morfologia das cipselas de Disynaphiinae e Praxelinae (Eupatorieae - Asteraceae)**

**Mestranda:** Taynara Dayane G. Silva

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliana Marzinek

**Coorientador:** Prof. Dr. Jimi Naoki Nakajima

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Uberlândia – MG  
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia

Programa De Pós-Graduação Em Biologia Vegetal

**Morfologia das cipselas de Disynphiinae e Praxelinae (Eupatorieae - Asteraceae)**

**Mestranda:** Taynara Dayane Guimarães Silva

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

Presidente (Orientador): \_\_\_\_\_

Dra. Juliana Marzinek  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Examinadores: \_\_\_\_\_

Dra. Jaqueline Dias Pereira  
Universidade Federal de Viçosa- *Campus* de Rio Paranaíba – UFV

\_\_\_\_\_

Dra. Letícia Silva Souto  
Universidade Federal de São Carlos-UFSCAR/Sorocaba

Dissertação aprovada em: 26 / 02 / 2016

UBERLÂNDIA-MG  
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S586m      Silva, Taynara Dayane G, 1991  
2016      Morfologia das cipselas de *Disynaphiinae e Praxelinae* (Eupatorieae  
- Asteraceae) / Taynara Dayane G Silva. - 2016.  
113 f. : il.

Orientadora: Juliana Marzinek.  
Coorientador: Jimi Naoki Nakajima.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.  
Inclui bibliografia.

1. Botânica - Teses. 2. Compostas - Teses. 3. Taxonomia vegetal -  
Teses. I. Marzinek, Juliana. II. Nakajima, Jimi Naoki . III. Universidade  
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Biologia  
Vegetal. IV. Título.

---

CDU: 581

## AGRADECIMENTOS

À Deus, Mestre dos mestres, pela vida, pela força que me deste e por tantas bênçãos sobre a minha vida.

À CAPES pela bolsa de estudos, que foi essencial na realização deste projeto.

À Profa. Dra. Juliana Marzinek pela excelente orientação, por todos os ensinamentos sobre as Compostas, por ter acreditado em mim, pela paciência e tempo dedicado, sempre de bom humor e disposta a ajudar. Ao Prof. Dr. Orlando Cavallari de Paula pelas imagens em MEV, essenciais nesse trabalho, por tantos conselhos, sugestões, ensinamentos botânicos e pela paciência.

Ao coorientador Prof. Dr. Jimi Naoki Nakajima, pela orientação, obtenção de várias exsicatas, e sugestões.

Aos membros da banca examinadora Profa. Dra. Jaqueline Dias Pereira e Dra. Letícia Silva Souto pela disponibilidade e por terem aceitado fazer parte da banca. Agradeço em especial à Jaqueline Dias Pereira, minha eterna orientadora, que me apresentou a Anatomia Vegetal e me mostrou o quanto pode ser interessante.

À Universidade Federal de Uberlândia, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, aos funcionários e aos professores, especialmente a Profa. Dra. Diana Salles Sampaio e Profa. Dra. Neuza Maria de Castro por ter feito parte da minha banca no exame de qualificação.

Aos herbários por fornecerem o material necessário para esse estudo.

Aos taxonomistas Aristônio Magalhães Teles, Heric Koiti Okiyama Hattori, João Bernardo de Azevedo Bringel Jr. e Giselle Lopes pelo fornecimento de frutos necessários para o estudo.

Ao Núcleo de Microscopia Eletrônica de Varredura da Faculdade de Engenharia Química da UFU, por permitir o uso do MEV.

À família, especialmente aos meus pais Maria Helena Silva e Pedro Nascimento e aos irmãos Estefânia Mayara e Pedro Rafael, por serem a base da minha formação. Com carinho a minha mãe e minha irmã, que sempre me apoiaram e incentivaram meus estudos.

Ao meu namorado Osnar, o meu amor, que me apoiou e incentivou, pela paciência e carinho até mesmo nos momentos difíceis e apesar das distâncias, te agradeço por sempre ter cuidado de mim.

Aos meus amigos da BIOVEG e do LAMOV: Angélica, Fernanda, Lígia, Ludimila, Marília, Márcia, Manoela, Nayara, Stéphanie e Thais. Em especial agradeço a Jessyca e Pamella pela grande amizade e conversas inesquecíveis, que levarei sempre comigo, e ao Rafael pela amizade e auxílio sempre que precisei. Agradeço também aos amigos que estão longe, mas que sempre farão parte da minha vida. Conhecer a todos vocês foi um imenso prazer, muito obrigada!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
Referências Bibliográficas.....	8
CAPÍTULO I – Morfologia e anatomia das cipselas da subtribo Disynaphiinae (Eupatorieae-Asteraceae).....	11
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e métodos.....	16
Resultados.....	18
Discussão.....	24
Referências Bibliográficas.....	31
Tabelas e ilustrações.....	36
CAPÍTULO II - Morfologia e anatomia das cipselas da subtribo Praxelinae (Eupatorieae-Asteraceae).....	46
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e métodos.....	51
Resultados.....	53
Discussão.....	59
Referências Bibliográficas.....	65
Tabelas e Ilustrações.....	70
CAPÍTULO III - Estrutura das cipselas das variedades de <i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R. M. King & H. Rob. (Eupatorieae-Asteraceae).....	79
Resumo.....	80
Abstract.....	81
Introdução.....	82
Material e métodos.....	84
Resultados.....	86

Discussão.....	88
Referências Bibliográficas.....	92
Tabelas e Ilustrações.....	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102



## RESUMO

Asteraceae (= Compositae) é uma das maiores famílias de plantas, compreende cerca de 1.600 gêneros e 23.000 espécies. A família apresenta no Brasil uma ampla distribuição em diferentes formações vegetacionais. As subtribos Disynaphiinae e Praxelinae pertencem à tribo Eupatorieae, que atualmente apresenta 19 subtribos. As cipselas e suas partes acessórias (pápus e carpopódio) possuem grande valor taxonômico e podem ser usados como diagnósticos para diferenciar ou agrupar espécies e até gêneros. Os limites entre alguns gêneros não são bem definidos baseado nas características morfológicas tradicionais. O estudo da morfologia das cipselas em Disynaphiinae e Praxelinae contribuirá para a caracterização e o entendimento das relações infragenéricas nestas subtribos. O objetivou-se, com esta dissertação, descrever a micromorfologia e a estrutura do pericarpo do fruto maduro dos representantes de Disynaphiinae e Praxelinae, bem como das variedades de *Chromolaena squalida*, buscando características morfológicas comuns e distintas a estes grupos. Para isso, utilizou-se a Microscopia Eletrônica de Varredura e a Microscopia de luz. Nas subtribos Disynaphiinae e Praxelinae, características analisadas como o indumento, a estrutura do pericarpo e partes acessórias das cipselas, mostraram-se úteis na taxonomia dos grupos, revelando a proximidade entre as espécies de cada uma das subtribos, tais características também foram importantes na rejeição de espécies (*Disynaphia praeficta*). O presente estudo suporta as variedades de *Chromolaena squalida*, permitindo a correta identificação. A fitomelanina esteve presente em todas as cipselas, porém o arranjo dessa camada difere nas subtribos estudadas. A correlação entre o número de feixes vasculares e a presença de costelas não é fixa em Praxelinae e as costelas não necessariamente estavam associadas com feixes vasculares.

**Palavras Chave:** carpopódio, *Chromolaena*, costelas, pápus, tricomas.

## ABSTRACT

Asteraceae (=Compositae) is one of the largest families of plants, comprises about 1,600 genera and 23,000 species. The family has a wide distribution in Brazil occurring in different vegetation formations. The Disynaphiinae and Praxelinae subtribes belong to Eupatorieae tribe, which currently has 19 subtribes. The cypselae and its accessory parts (pappus and carpopodium) have great taxonomic value and can be used as diagnostic to differentiate or group species and even genera. The boundaries between some genera are not well defined based on morphological usual features. The study of the morphology of cypselae in Disynaphiinae and Praxelinae will contribute to the characterization and can understanding their infrageneric relations. The aim is to describe the structure of the pericarp of the mature fruit of the representatives of Disynaphiinae and Praxelinae as well as the varieties of *Chromolaena squalida*, seeking common morphological characteristics distinct to these groups. Thereunto, we used a scanning electron microscopy and light microscopy. The trichomes, pericarp structure, and accessory parts of cypselae proved useful in taxonomic groups revealing a close relationship between species of each of the subtribes. These features were also important to exclude species e. g. *Disynaphia praeficta*. Our study also supports the varieties of *Chromolaena squalida*, allowing the correct identification. The phytomelanin was present in all cypselae studied, but their arrangement differs among the subtribes. The correlation between the number of bundles and ribs is not fixed in Praxelinae and ribs were not always associated with vascular bundles.

**Key words:** carpopodium, *Chromolaena*, ribs, pappus, trichomes.

## INTRODUÇÃO GERAL

Asteraceae (= Compositae) é uma das maiores famílias de plantas, compreende cerca de 1.600 gêneros e 23.000 espécies (FUNK et al., 2009). No Brasil são encontrados aproximadamente 275 gêneros e 2.045 espécies (NAKAJIMA et al., 2012). A família apresenta, no Brasil uma ampla distribuição em diferentes formações vegetacionais (BARROSO et al., 1991), com maior representatividade nos estados de Minas Gerais e Bahia, que possuem grandes extensões de vegetação de campo rupestre, campos gerais e outras fisionomias de Cerrado (BAUTISTA, 2000).

Asteraceae é um grupo monofilético. Na família são encontradas ervas, subarbustos e arbustos, árvores e lianas, com folhas alternas, opostas ou verticiladas. As flores são agregadas em capítulos envolvidos por brácteas e podem ser unissexuais ou bissexuais, as sépalas são modificadas formando o pápus e o ovário é ínfero e bicarpelar. O fruto é denominado cipsela, sendo o pápus e carpopódio partes acessórias do fruto maduro. O pápus pode ser composto por cerdas, páleas ou escamas e pode ser persistente no fruto maduro (relacionado à dispersão) ou caduco (KING & ROBINSON, 1987; ANDERBERG et al., 2007; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). Na zona de abscisão, encontra-se o carpopódio (que pode ser simétrico, assimétrico ou indiferenciado), que está relacionado ao desprendimento do fruto e à dispersão do mesmo e têm grande importância para a taxonomia de Asteraceae (HAQUE & GODWARD, 1984).

São reconhecidas, atualmente 12 subfamílias: Barnadesoideae, Mutisioideae, Stifftioideae, Wunderlichioideae, Gochnatioideae, Hecastocleidoideae, Carduoideae, Pertyoideae, Gymnarrhenioideae, Cichorioideae, Corymbioideae e Asteroideae (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Asteroideae compreende 21 tribos, dentre as quais se situa Eupatorieae (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009).

Entre as modificações quanto à circunscrição genérica nas Asteraceae, as mais significativas e ainda discutidas por alguns estudiosos, são aquelas para a tribo Eupatorieae. Robert M. King e Harold Robinson publicaram mais de uma centena de trabalhos que posteriormente foram resumidos em um livro (KING & ROBINSON, 1987), onde foram registrados 180 gêneros e 18 subtribos, atualmente aceita-se 19 subtribos para Eupatorieae (ROBINSON; SCHILING; PANERO, 2009). Nos estudos de King & Robinson (1987), os autores utilizaram características micromorfológicas para a delimitação de gêneros. Os caracteres micromorfológicos podem ser detalhes celulares presentes na corola, estames, estilete e frutos (KING & ROBINSON, 1970). Tais características como a estrutura da superfície dos lobos da corola, a estrutura e a forma celular dos ramos do estilete, a morfologia da antera, a pubescência da corola, a morfologia e distribuição dos tricomas no fruto e a estrutura celular do carpópódio são características de grande importância para a taxonomia de Eupatorieae (KING & ROBINSON, 1970).

Na tribo Eupatorieae é comum a presença de fitomelanina nos frutos. A fitomelanina é uma substância orgânica formada após a fecundação, secretada pela hipoderme, depositada no espaço esquizógeno formado entre a hipoderme e a camada esclerificada do pericarpo com função de proteção do embrião (PANDEY, 1998; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; DE-PAULA et al., 2013). Constitui uma barreira física contra a herbivoria e está relacionada à produção de substâncias tóxicas (PANDEY & DHAKAL, 2001). Essa substância é rígida e apresenta coloração castanho escuro a negro no fruto maduro (PANDEY & SINGH, 1983). A ocorrência de fitomelanina pode ser considerada uma sinapomorfia de um clado que reúne mais de 5.000 espécies, o *Phytomelanin Cypsela Clade*, que inclui as Heliantheae (PANERO, 2007). Análises filogenéticas moleculares têm mostrado Eupatorieae agrupada dentro da aliança Heliantheae (PANERO & FUNK, 2002). Esta aliança corresponde a um clado centrado em torno das tribos Heliantheae e Eupatorieae juntamente com Bahiinae,

Coreopsideae, Madieae, Millerieae, Perityleae, Polymnieae e Tageteae (PANERO & FUNK, 2002). Pandey, Stuessy e Mathur (2014) em seu trabalho, investigaram o padrão de distribuição da fitomelanina e sua importância para a taxonomia. As características analisadas foram: presença ou ausência de estrias e a ocorrência de características detalhadas de espinhos, estacas e poros. A maioria dos táxons da aliança Heliantheae apresenta fitomelanina com superfície espinhosa (PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014). As estrias (interrupções longitudinais na camada de fitomelanina) são vistas em algumas tribos, sendo ausentes em Eupatorieae, que são caracterizadas por projeções cilíndricas (PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014). Vários autores destacam o padrão semelhante de deposição da fitomelanina em Eupatorieae. Em vista transversal, são observados espessamentos em “U” no espaço esquizógeno (MISRA, 1972; PANDEY & SINGH, 1983; PANDEY & SINGH, 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014; FREITAS et al., 2015).

Dentre as 19 subtribos de Eupatorieae registradas por King & Robinson (1987), serão estudadas as subtribos Disynaphiinae e Praxelinae, que possuem vários gêneros monoespecíficos. A subtribo Disynaphiinae é representada por 6 gêneros e cerca de 50 espécies, com distribuição exclusivamente sulamericana (KING & ROBINSON, 1987). A subtribo possui em comum, algumas características como, brácteas subimbricadas persistentes do involúcro, inflorescência corimbosa ou piramidal e capítulos curtos e pedicelados com cinco flores (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Os frutos desta subtribo possuem cinco costelas, com a superfície glabra, com micro pontuações alinhadas em faixas transversais densas; carpópódio anuliforme ou cilíndrico curto, com células de paredes finas ou ligeiramente espessas e pápus unisseriado geralmente com muitas cerdas, às vezes com células apicais arredondadas (KING & ROBINSON, 1987).

A subtribo Praxelinae é representada por 7 gêneros e 188 espécies (KING & ROBINSON, 1987), apresenta distribuição geográfica de interesse considerável, com grande parte de sua diversidade concentrada no Brasil (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Estudos com DNA confirmam estreita relação entre *Chromolaena* DC. e *Praxelis* Cass., a característica mais notável é o involúcro totalmente decíduo, deixando o receptáculo (eixo da inflorescência) vazio após a antese (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Os frutos de Praxelinae são biconvexos para trígonos ou prismáticos, com 2-5 costelas (KING & ROBINSON, 1987). O carpópódio geralmente é distinto, curto, cilíndrico ou fortemente assimétrico na porção superior (KING & ROBINSON, 1987). O pápus geralmente apresenta numerosas cerdas em uma série, às vezes com apenas 5-8, às vezes o pápus é reduzido a uma franja de cerdas curtas e desiguais e as células apicais geralmente são agudas (KING & ROBINSON, 1987).

Os frutos de Asteraceae são muito distintos dos frutos de outras famílias de Eudicotiledôneas, porém apresentam grandes semelhanças entre as espécies (FRANGIOTE-PALLONE & SOUZA, 2014). Marzinek, De-Paula e Oliveira, (2008) relatam que a denominação dos frutos de Asteraceae é controversa, visto que alguns autores usam o termo aquênio. No entanto os autores sugerem o termo cipsela para os frutos de Asteraceae, uma vez que estes se originam a partir de ovário ínfero, enquanto que os aquênios originam-se de ovário súpero. As cipselas e suas partes acessórias (pápus e carpópódio) possuem grande valor taxonômico (CABRERA, 2002; ANDERBERG et al., 2007; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; HERMAN, 2013; FRANGIOTE-PALLONE & SOUZA, 2014) e podem ser usados como diagnósticos para diferenciar ou agrupar espécies e até gêneros. (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). Outra característica importante é destacada por Hess (1938), em um trabalho pioneiro sobre a utilização de caracteres específicos dos tricomas das cipselas para a delimitação de gêneros. Mukherjee & Sarkar (2001) em seu trabalho intitulado

“Morphology and structure of cypselas in thirteen species of the tribe Astereae (Asteraceae)” dá ênfase à morfologia da superfície dos frutos, à estrutura das cerdas das cipselas, ao carpópodio e pápus. Segundo os autores o pápus possui grande importância na dispersão do fruto, constituindo também fonte de informação taxonômica de acordo com a disposição das cerdas, além disso, as diferenças na forma e na orientação das células epidérmicas da testa são taxonomicamente úteis. O número de costelas do fruto e sua relação com a presença de feixes vasculares também é uma característica morfológica importante, mas questionável na sistemática de Eupatorieae, visto que essa característica apresenta ampla variação (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010).

Visto que características morfológicas das cipselas são amplamente utilizadas, o estudo da morfologia das cipselas em Disynaphiinae e Praxelinae contribuirá para a caracterização e o entendimento das relações infragenéricas nestas subtribos. O objetivou-se, com esta dissertação, descrever a micromorfologia e a estrutura do pericarpo do fruto maduro dos representantes de Disynaphiinae e Praxelinae buscando características morfológicas comuns e distintas a estes grupos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERBERG, A. A. et al. Eupatorieae. In: KUBITZKI, K.; KADEREIT, J.W.; JEFFREY, C.; (eds). **The families and genera of vascular plants**. Berlim: Springer Verlag, 2007. p. 510-576.

BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991.

BAUTISTA, H. P. **Sistemática e filogenia de um gênero endêmico do Brasil: *Acritopappus*** R. M. King & H. Rob. (Asteraceae, Eupatorieae). 2000. Tese (Doutorado) - Universidade de Santiago de Compostela, Espanha, 2000.

CABRERA, L. Cypsela development in *Acourtia* (Mutiseae, Nassauviinae, Asteraceae) and its taxonomic implications. **International Journal of Plant Sciences**, v.163, p. 227-233, 2002.

DE-PAULA, O. C. et al. The role of fibres and the hypodermis in Compositae melanin secretion. **Micron**, v. 44, p. 312-316, 2013.

FRANGIOTE-PALLONE, S.; SOUZA, L. A. Pappus and cypsela ontogeny in Asteraceae: structural considerations of the tribal category. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 85, p. 62-77, 2014.

FREITAS, F. et al. Fruit of *Heterocoma* DC: Taxonomic significance a new pattern phytomelanin deposition in Asteraceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 255-265, 2015.



FUNK, V. A. et al. Classification of Compositae. In: FUNK, V. A. et al. (eds). **Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae**. Vienna: International Association for Plant Taxonomy, 2009. p. 171–192.

HAQUE, M. Z.; GODWARD, M. B. E. New records of the carpodium in Compositae and its taxonomic use. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 89, p. 321-40, 1984.

HERMAN, P. P. J. Cypsela morphology in the genus *Nolletia* (Asteraceae, Astereae) and a revision of the genus. **Phytotaxa**, v. 122, p. 1-44, 2013.

KING, R. M.; ROBINSON, H. The New Synantherology. **Taxon**, v. 19, p. 6-11, 1970.

KING, R. M.; ROBINSON, H. **The genera of the Eupatorieae (Asteraceae)**. Kansas: Botanical Garden, 1987.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Cypsela or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 549-553, 2008.

MARZINEK, J.; OLIVEIRA D. M. T. Structure and ontogeny of the pericarp of six Eupatorieae (Asteraceae) with ecological and taxonomic considerations. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 279-291, 2010.

MUKHERJEE, S. K.; SARKAR, A. K. Morphology and structure of cypselas in thirteen species of the tribe Astereae (Asteraceae). **Phytomorphology**, v. 51, p. 17-26, 2001.

MISRA, B. S. Floral Morphology of the family Compositae V. The seed coat and pericarp in *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. and Hk. f. ex. A Gray. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 51, p. 332-341, 1972.

NAKAJIMA, J. Asteraceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 21 Ago. 2014.

PANDEY, A. K. Development of Phytomelanin Layer in Fruit Wall of *Tagetes patula* L. (Asteraceae). **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 77, p. 35-38, 1998.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae: Tribe Eupatorieae. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 62, p. 276-281, 1983.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seed and fruit in Eupatorieae and Heliantheae (Compositae). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 64, p. 115-125, 1994.

PANDEY, A. K.; DHAKAL, M. R. Phytomelanin in Compositae. **Current Science**, v. 80, p. 933-940, 2001.

PANDEY, A. K.; STUESSY, T. F.; MATHUR, R. R. Phytomelanin and Systematics of the Heliantheae Alliance (Compositae). **Plant Diversity and Evolution**, v. 131, p. 1-21, 2014.

PANERO, J. L. Compositae - Key to the tribes of the Heliantheae Alliance. In: KADEREIT, J. W.; JEFFREY, C. (eds.). **The families and genera of vascular plants**. Berlim: Springer Verlag, 2007. p. 391-395.

PANERO, J. L.; FUNK, V. A. Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). **Proceedings of the Biological Society**, v. 115, p. 909-922, 2002.

ROBINSON, H.; SCHILLING, E.; PANERO, J. E.; Eupatorieae. In: FUNK, V. A. et al. (eds.). **Compositae**. Austria: International Association for Plant Taxonomy, 2009. p. 731-744.

## **CAPÍTULO I**

**Morfologia e Anatomia das cipselas da subtribo Disynaphiinae (Eupatorieae-Asteraceae)**

## RESUMO

A subtribo Disynaphiinae atualmente possui seis gêneros e cerca de 50 espécies. Os gêneros são: *Acanthostyles*, *Campovassouria*, *Disynaphia*, *Grazielia*, *Raulinoreitzia*, e *Symphyopappus*. Em Disynaphiinae os limites entre os gêneros não são bem definidos baseado nas características morfológicas tradicionais. Portanto, objetiva-se, com o presente estudo, verificar por meio da morfologia e anatomia as cipselas de todos os gêneros da subtribo Disynaphiinae, baseando-se no indumento, estrutura do pericarpo e partes acessórias, para constatar quais características são elucidativas na classificação da subtribo e dos gêneros. Foram estudadas 28 espécies por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura e Microscopia de luz, obtidas por meio de exsicatas. A estrutura do pericarpo apresentou padrão semelhante, porém o mesocarpo externo apresentou o número de camadas variável de um gênero para o outro. O mesocarpo externo é multiplicativo na maioria das espécies de *Symphyopappus*. Foram encontrados sete tipos de tricomas, o tipo, a localização e distribuição é variável entre as cipselas, porém, os tricomas do tipo IV e V são exclusivos de *Symphyopappus*. A presença de fitomelanina que passa externamente aos feixes vasculares foi uma característica presente em todas as espécies. O pápus é vascularizado e cerdoso sendo unisseriado em *Acanthostyles* e *Raulinoreitzia* e multisseriado nos demais gêneros. O carpopódio é assimétrico e não lignificado na maior parte das cipselas. O desprendimento do disco floral juntamente com o pápus em uma unidade foi encontrado em *A. buniifolius* e *S. decussatus*. Nossos resultados corroboram a suposição de que *Disynaphia praeficta* não pertença ao gênero e tampouco à subtribo Disynaphiinae, uma vez que foram observadas diferenças morfológicas e anatômicas. Nossos estudos mostram que o uso de características morfológicas e anatômicas das cipselas são bons indicadores taxonômicos podendo ser usados no nível subtribal e genérico.

**Palavras Chave:** micromorfologia, tricomas, frutos, fitomelanina.

## ABSTRACT

The Disynaphiinae subtribe currently has six genera (*Acanthostyles*, *Campovassouria*, *Disynaphia*, *Grazielia*, *Raulinoreitzia*, and *Symphyopappus*) and approximately 50 species. The boundaries between genera are not well defined in subtribe based on traditional morphological characteristics. Therefore, the objective is, with this study, verify by morphology and anatomy of the cypselae all genera of subtribe based on indumentum, pericarp structure (including accessory parts) to find what features are informative in the classification of the subtribe and genera. Were studied 28 species using scanning electron microscopy and light microscopy, obtained from herbarium specimens. The pericarpial structure showed a similar pattern, but the outer mesocarp presented a variable number of layers from the genera. The outer mesocarp is multiplicative in most species of *Symphyopappus*. Seven types of trichomes were found. Their type, distribution varies among the cypselae, but, the type IV and V are unique to *Symphyopappus*. The presence of phytomelanin layer externally contouring the vascular bundle the vascular bundles was a feature present in all species. The pappus is vascularized and bristly being uniseriate in *Acanthostyles* and *Raulinoreitzia*, multiseriate in all other genera. The carpodium was asymmetric unlignified in most cypselae studied. The detachment of the floral disc and pappus in a single structure was found in *A. buniifolius* and *S. decussatus*. Our results support the current phylogenetics hypothesis that *Disynaphia praeficta* does not belong to the genus nor the subtribe Disynaphiinae. Our studies show that the use of morphological and anatomical characteristics of cypselae are good taxonomic indicators and can be used in subtribal and generic level

**Key words:** micromorphology, trichomes, fruits, phytomelanin.

## INTRODUÇÃO

A tribo Eupatorieae contém 19 subtribos, dentre as quais se situa Disynaphiinae, que é monofilética (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Várias espécies foram descritas nos gêneros desta subtribo e outras sinonimizadas a partir dos estudos de King & Robinson (1971a, 1977, 1978, 1980, 1981, 1987) e Robinson (2006a, 2006b). A subtribo atualmente possui seis gêneros e cerca de 50 espécies (KING & ROBINSON, 1987). Os gêneros pertencentes à subtribo são: *Acanthostyles* R.M. King & H. Rob. (uma espécie), *Campovassouria* R.M. King & H. Rob. (duas espécies), *Disynaphia* Hook. & Arn. (16 espécies), *Grazielia* R.M. King & H. Rob (10 espécies), *Raulinoreitzia* R.M. King & H. Rob. (três espécies), e *Symphyopappus* Turcz. (14 espécies). O grupo é quase inteiramente brasileiro com algumas espécies que se distribuem até o Peru (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009). Uma das características mais notáveis da subtribo é a presença de cinco flores por capítulo com mais de cinco brácteas involucrais (KING & ROBINSON, 1987), exceto *S. decemflorus* que possui dez flores (ROBINSON, 2006a).

*Acanthostyles* apresenta como característica distintiva a presença de papilas aciculares alongadas nos ramos do estilete (KING & ROBINSON, 1971b). Essa característica é única na tribo (KING & ROBINSON, 1987). Inicialmente, o gênero foi descrito pelos autores com duas espécies, sendo *A. buniifolius* Hook. & Arn. e *A. sauechicoensis* Hieron., porém Grossi et al. (2011) sinonimizou em *A. buniifolius* baseado em análises morfométricas.

*Campovassouria* apresenta duas espécies, *C. cruciata* Vell. e *C. barbosae* H. Rob. A espécie *C. bupleurifolia* DC. e *C. cruciata* restabelecida por King & Robinson são consideradas sinônimos (KING & ROBINSON, 1981; ROBINSON, 2006b). O gênero é estreitamente relacionado com *Disynaphia*, pois ambas apresentam o mesmo tipo de inflorescência e folhas finas alternadas (KING & ROBINSON, 1971c).

*Disynaphia* é caracterizada pelas folhas densamente espiraladas, no entanto, essa característica não é exclusiva, ocorrendo também em gêneros de outras subtribos (KING & ROBINSON, 1987). King & Robinson (1971d) mencionam a presença de algumas características críticas para esse gênero, dentre eles, frutos escassamente glandulíferos e o carpopódio muito rudimentar.

O gênero *Grazielia* a princípio foi descrito como *Dimorpholepis* em referência às brácteas externas distintas do involúcro, que são estreitadas e lineares, essa característica é distintiva no gênero (KING & ROBINSON 1971e; 1972). Tais brácteas também ocorrem em *Symphyopappus* e até certo ponto em *Disynaphia*, indicando a estreita relação entre os gêneros (KING & ROBINSON, 1987). *Symphyopappus* caracteriza-se pelo pápus fundido na base que se separa do fruto como uma unidade na maioria das espécies, essa característica também é compartilhada com *Grazielia* e *Disynaphia* (KING & ROBINSON, 1987).

*Raulinoreitzia* se distingue de outros gêneros na tribo Eupatorieae pela presença de células apicais do pápus ampliadas e pela falta de tricomas na base do estilete (KING & ROBINSON, 1987). O gênero é semelhante a *Acanthostyles* devido à presença de inflorescência em panícula piramidal, porém, esse gênero apresenta folhas lobadas, em *Raulinoreitzia* as folhas são inteiras e o carpopódio é mais desenvolvido (KING & ROBINSON, 1971b; 1987).

A anatomia dos frutos da família Asteraceae apresenta um alto valor para a classificação, sendo baseado no arranjo e natureza dos elementos esclerenquimáticos, na formação de costelas e na distribuição das células secretoras (ROTH, 1977). A uniformidade dos caracteres presentes no pericarpo em Eupatorieae, permite a aproximação de táxons e tende a separá-los de outros nos quais essas características estão ausentes (PANDEY & SINGH, 1982; 1983). Diversos trabalhos indicam que a estrutura do pápus, carpopódio e o

arranjo da camada de fitomelanina também têm se mostrado esclarecedor a nível tribal (HAQUE & GODWARD, 1984; PANDEY & SINGH, 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014; FREITAS et al., 2015).

Na subtribo Disynaphiinae os limites entre os gêneros não são bem definidos baseado nas características morfológicas tradicionais. Hattori (2013) e Rivera et al. (2016) afirmam que alguns gêneros de Disynaphiinae não são monofiléticos e que muitas características usadas por King & Robinson (1987) na circunscrição da subtribo são homoplásicas. As relações entre *Symphyopappus* e *Grazielia*, e de *Disynaphia*, *Campovassouria* e *Raulinoreitzia* não estão totalmente resolvidas (HATTORI, 2013). Portanto, objetiva-se, com o presente estudo, verificar por meio da morfologia e anatomia as cipselas de todos os gêneros da subtribo Disynaphiinae, baseando-se no indumento, estrutura do pericarpo e partes acessórias, para constatar quais características são elucidativas na classificação da subtribo e dos gêneros.

## MATERIAL E MÉTODOS

As cipselas utilizadas foram obtidas por meio de exsiccatas depositadas em herbários (Tab. 1), em estágio de antese. Foram estudadas 28 espécies distribuídas nos seis gêneros pertencentes à subtribo Disynaphiinae *sensu* King & Robinson (1987): *Acanthostyles* (1/1 spp.), *Campovassouria* (2/2 spp.), *Disynaphia* (5/16 spp.), *Grazielia* (7/10 spp.), *Raulinoreitzia* (2/3 spp.) e *Symphyopappus* (11/14 spp.).

Para os estudos micromorfológicos foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura a fim de observar características do pápus, carpopódio e indumento. Análises qualitativas foram feitas a fim de verificar a distribuição dos tricomas nas cipselas. O material foi



montado em stubs de alumínio, metalizado com ouro e, posteriormente, foi feita a análise e o registro fotográfico em Microscópio ZEISS EVO MA10.

A terminologia utilizada para os variados tipos de tricomas encontrados neste estudo baseou-se em Castro, Leitão-Filho e Monteiro (1997).

Para os estudos anatômicos, as cipselas foram inicialmente hidratadas em 5N NaOH por 36 horas (ANDERSON, 1963) para a posterior desidratação em série etílica crescente e embebição em historesina (Leica®). Foram feitos cortes transversais e longitudinais a 10µm de espessura por meio de um micrótomo rotativo. Os cortes da região mediana do fruto foram escolhidos para a obtenção das imagens. A coloração das lâminas foi feita com azul e toluidina tampão acetato 0,05%, pH 4,7 (O'BRIEN; FEDER; MCCULLY, 1964 modificado) e a montagem das lâminas histológicas foi feita com resina sintética. As imagens foram obtidas digitalmente utilizando o microscópio Olympus BX51. Foi analisada a estrutura do pericarpo com ênfase nas camadas do mesocarpo externo e interno, presença de fitomelanina e presença de feixes vasculares nas costelas.

A descrição dos resultados foi feita considerando a origem ínfera do ovário, e assumindo a definição de pericarpo *stricto sensu* sumarizada por Roth (1977), na qual o exocarpo se origina da epiderme externa do ovário, o endocarpo da epiderme interna e o mesocarpo da região onde se encontra o tecido vascular.

A terminologia utilizada para a classificação do pápus foi adaptada de Hickey (1979), considerando o ângulo de divergência das células projetadas, que foram denominados de agudos estreitos (inferior a 45°) e agudos moderados (entre 45°–65°). Adaptou-se a nomenclatura proposta por Barthlott et al. (1998) na classificação da superfície das cerdas do pápus.

## RESULTADOS

### Morfologia das cipselas

Todas as cipselas estudadas da subtribo Disynaphiinae são cilíndricas (Fig. 1A–L) e as costelas são conspícuas em todas as espécies estudadas.

O disco floral em algumas espécies apresentou um maior número de camadas, os quais foram denominados de salientes. Essa característica foi encontrada nas espécies *Acanthostyles buniifolius* (Fig. 1M), *Campovassouria cruciata* (Fig. 1N), *Grazielia dimorpholepis* (Fig. 1P), *G. gaudichaudiana*, *G. intermedia*, *G. nummularia*, *G. serrata*, *Raulinoreitzia crenulata* (Fig. 1Q), *R. tremula*, *Symphyopappus compressus* (Fig. 1R), *S. cuneatus*, *S. decussatus*, *S. itatiayensis*, *S. lymansmithii*, *S. myricifolius* e *S. reitzii* (Tab. 2). As demais espécies não apresentam essa característica (Fig. 1O).

Os pápus são multisseriados, exceto em *Acanthostyles* e *Raulinoreitzia*, que são unisseriados. Os pápus possuem numerosas cerdas persistentes e com projeções em diferentes alturas. As extremidades distais das cerdas são congestionadas (Fig. 2A, C, E, G, I, K, M, O, Q, S, U, X, Z, BB, DD, FF, HH, JJ). As extremidades possuem o ápice agudo, com exceção de *Disynaphia multicrenulata* (Fig. 2I), *Raulinoreitzia* (Fig. 2U), *Symphyopappus brasiliensis* (Fig. 2BB) e *S. reitzii* (Fig. 2JJ), cujos ápices são arredondados. As células do ápice do pápus são foram em *Acanthostyles buniifolius* (Fig. 2A), *Campovassouria barbosae* (Fig. 2C), *Disynaphia praeficta* (Fig. 2K), *Grazielia dimorpholepis*, *G. gaudichaudiana*, *G. intermedia*, *G. nummularia*, *G. serrata* (Fig. 2S), *Symphyopappus brasiliensis* (Fig. 2BB), *S. compressus* (Fig. 2DD), *S. cuneatus*, *S. decussatus*, *S. itatiayensis*, *S. lymansmithii* (Fig. 2FF) e *S. myricifolius* (Fig. 2HH). Nas demais espécies tais células foram alongadas. As superfícies das cerdas em *R. crenulata* (Fig. 2U–W) e *R. tremula* possuem curtas estrias longitudinais visíveis em maior aumento (Fig. 2V). Na base as cerdas são achatadas (Fig. 2B, D, F, H, J, L, N, P, R,

T, W, Y, AA, CC, EE, GG, II, KK). As projeções das cerdas na base apresentaram ângulo de divergência agudo estreito em *Acanthostyles buniifolius* (Fig. 2B), *Campovassouria* (Fig. 2D, F), *Disynaphia multicrenulata* (Fig. 2J), *D. praeficta* (Fig. 2L), *D. senecionidea* (Fig. 2N), *Raulinoreitzia crenulata* (Fig. 2W), *R. tremula*, *Symphyopappus angustifolius* (Fig. 2Y), *S. apurimacensis* (Fig. 2AA), *S. brasiliensis* (Fig. 2CC), *S. cuneatus*, *S. decussatus* e *S. itatiayensis*. O ângulo de divergência agudo moderado foi encontrado nas espécies *Disynaphia halimifolia*, *Grazielia dimorpholepis*, *G. gaudichaudiana*, *G. intermedia*, *G. mollicoma* (Fig. 2P), *G. multifida* (Fig. 2R), *G. nummularia*, *G. serrata* (Fig. 2T), *Symphyopappus compressus* (Fig. 2EE), *S. lymansmithii* (Fig. 2GG), *S. myricifolius* (Fig. 2II), *S. polystachyus* e *S. reitzii* (Fig. 2KK). No pápus de *Disynaphia littoralis* (Fig. 2H) constatou-se ângulo de divergência superior a 65°.

Os carpópódios foram assimétricos na maior parte dos frutos estudados (Fig. 1S–W; tab. 2), sendo indistintos em *D. multicrenulata* (Fig. 1E), *D. senecionidea*, *G. mollicoma*, *G. multifida* e *S. angustifolius*.

### **Anatomia das cipselas**

As cipselas na subtribo Disynaphiinae são prismáticas em corte transversal (Fig. 3A, D, G, J; 4A, D, G, J; 5A, D, G, J, M). O exocarpo é unisseriado, porém em *D. praeficta* (Fig. 3L) e *Symphyopappus reitzii* (Fig. 5N) foi possível observar divisões nessa camada. Na maior parte dos frutos estudados sendo formado por células isodiamétricas e justapostas, exceto *Acanthostyles buniifolius* (Fig. 3B, C), *D. senecionidea*, *G. gaudichaudiana*, *G. multifida*, *S. compressus*, e *S. itatiayensis*, que são achatadas periclinalmente. Em *S. brasiliensis* (Fig. 5E, F) e *S. reitzii* (Fig. 5N, O) o exocarpo é mais volumoso e apresenta espessamento de parede periclinal externa, sendo lignificado em *S. brasiliensis* (Fig. 5E, F) e em *S. decussatus* (Fig. 5H, I).

O mesocarpo externo apresentou duas camadas de células volumosas em *D. praeficta* (Fig. 3K) e duas a três camadas em *R. crenulata* e *R. tremula* (Fig. 4K); três camadas de células foram observadas em *A. buniifolius* (Fig. 3B); três a quatro camadas de células observadas em *Campovassouria* (Fig. 3E), *D. halimifolia* (Fig. 3H), *D. littoralis*, *D. multicrenulata*, *D. senecionidea*, *Grazielia* (Fig. 4B, E, H), *S. apurimacensis* (Fig. 5B), *S. itatiayensis*, e *S. lymansmithii*; cinco a seis camadas de células foram observadas nas demais espécies do gênero *Symphyopappus* (Fig. 5E, H, K, N). O mesocarpo externo apresentou-se aparentemente multiplicativo na maioria das espécies de *Symphyopappus* (Fig. 5E, H, K, N) exceto *S. apurimacensis* (Fig. 5B) e *S. lymansmithii*.

Uma camada de esclereídes foi observada em toda a extensão dos frutos em *A. buniifolius* (Fig. 3B), *Campovassouria* (Fig. 3E), *Disynaphia* (Fig. 3H, K), na maioria das espécies do gênero *Grazielia* (Fig. 4B, H), em *Raulinoreitzia* (Fig. 4K), *S. compressus* e *S. lymansmithii*; observou-se duas a três camadas em *G. mollicoma* (Fig. 4E), *S. apurimacensis* (Fig. 5B), *S. angustifolius*, *S. brasiliensis* (Fig. 5E), *S. cuneatus*, *S. decussatus* (Fig. 5H), *S. itatiayensis*, *S. myricifolius* (Fig. 5K), *S. polystachyus* e *S. reitzii* (Fig. 5N). O mesocarpo interno apresentou-se parcialmente consumido em *D. praeficta* (Fig. 3K, L), sendo possível observar nessa espécie a presença de estruturas semelhantes a canais secretores associados a regiões que abrigam os feixes vasculares (Fig. 3J, L). Em *G. mollicoma* (Fig. 4E), *S. angustifolius*, *S. apurimacensis* (Fig. 5B) e *S. polystachyus* o mesocarpo interno também se mostrou parcialmente consumido. Nas demais espécies estudadas da subtribo essa camada esteve totalmente consumida (Fig. 3B, E, H; 4B, H, K; 5E, H, K, N). Não foi possível a observação do endocarpo, pois essa camada também foi consumida conforme procede a maturação das cipselas.

Observou-se a presença de fitomelanina depositada entre as regiões mesocárpicas, de forma contínua na região das costelas, passando externamente aos feixes vasculares, em todos

os frutos da subtribo estudados (Fig. 3C, F, I, L; 4C, F, I, L; 5C, F, I, L, O; Tab. 2). Três feixes vasculares associados às costelas foram observados em *D. multicrenulata* e *G. mollicoma* (Fig. 4F); cinco feixes vasculares associados às costelas dos frutos foram observados em *A. buniifolius* (Fig. 3A), *Campovassouria* (Fig. 3D), *D. halimifolia* (Fig. 3G), *D. littoralis*, *D. senecionidea*, *G. gaudichaudiana*, *G. intermedia*, *G. multifida*, *G. serrata* (Fig. 4G), *Raulinoreitzia* (Fig. 4J) e *Symphyopappus* (Fig. 5A, D, G, J, M; Tab. 2); *D. praeficta* (Fig. 3J) exibiu cinco feixes associados às costelas e quatro costelas sem a presença de feixes (Tab. 2); seis feixes associados às costelas foram observados em *G. dimorpholepis* (Fig. 3A) e *G. nummularia* (Tab. 2).

No disco floral, observou-se em todas as cipselas estudadas epiderme unisseriada, com células justapostas (Fig. 6A–F). Internamente encontram-se camadas de células parenquimáticas, mais alongadas na periferia (Fig. 6A–F). No centro do disco apresentaram um conjunto de esclereídes com depósito de fitomelanina em todas as espécies estudadas. O pápus sendo lignificado e vascularizado com cerdas formadas por um conjunto multisseriado de células circulares em corte transversal (Fig. 6G). Nos ápices, tais cerdas foram mais arredondadas em relação à base, onde foram levemente achatadas. Os carpópódios não foram lignificados na maioria das espécies estudadas (Fig. 6H) e possuem exocarpo lignificado em *S. brasiliensis*, *S. itatiayensis*, *S. lymansmithii* (Fig. 6I), e *S. reitzii*.

### **Tipos e distribuição dos tricomas**

Observou-se através da análise micromorfológica a presença de tricomas na maior parte das cipselas, que foram classificados em sete tipos (Fig. 7A–G): tipo I- tector bisseriado (Fig. 7A); tipo II- glandular unisseriado capitado (Fig. 7B); tipo III- glandular unisseriado filamentososo (Fig. 7C); tipo IV- glandular unisseriado, filamentososo capitado (Fig. 7D); tipo V- glandular bisseriado globular (Fig. 7E); tipo VI- glandular bisseriado capitado (Fig. 7F); tipo

VII- glandular bisseriado capitado, com pedúnculo alongado (Fig. 7G). O tipo, a posição e distribuição destes nos frutos foi variável entre as espécies estudadas.

Tricomas do tipo I (Fig. 7A) estiveram presentes na região costal e intercostal dos frutos de *A. buniifolius* (Fig. 1A), *G. dimorpholepis* (Fig. 1F) e *S. apurimacensis*; costal de *C. barbosae* (Fig. 1B), *D. praeficta* e *S. itatiayensis* (Fig. 1J); intercostal de *D. littoralis*, *G. intermedia*, *G. mollicoma*. Tricomas do tipo II (Fig. 7B) foram encontrados ao longo da região costal e intercostal de *C. cruciata* (Fig. 1C), *D. multicrenulata* (Fig. 1E), *D. senecionidea* e *S. apurimacensis* (Tab. 2), sendo encontrados de forma escassa na região intercostal de *D. littoralis* (Tab. 2). Tricomas do tipo III (Fig. 7C) ocorreram na região costal e intercostal de *D. halimifolia* (Fig. 1D), *D. praeficta*, *G. dimorpholepis* (Fig. 1F), *G. nummularia*, *G. serrata* (Fig. 1G) e *S. itatiayensis* (Fig. 1J); costal de *R. crenulata* (Fig. 1H) e *R. tremula*; intercostal de *G. intermedia* e *G. multifida*; os tricomas do tipo IV (Fig. 7D) foram encontrados na região costal e intercostal de *S. brasiliensis*, *S. compressus* e *S. reitzii* (Fig. 1L); costal de *S. lymanismithii*; intercostal de *S. angustifolius*, *S. cuneatus*, *S. decussatus* (Fig. 1I) e *S. polystachyus*; tricomas do tipo V (Fig. 7E) foram comuns na região costal e intercostal dos frutos de *S. apurimacensis*, *S. brasiliensis*, *S. cuneatus*, *S. decussatus* (Fig. 1I) e *S. reitzii* (Fig. 1L); estes também ocorreram na região costal de *S. lymanismithii* e na região intercostal de *S. angustifolius*. Tricomas do tipo VI (Fig. 7F) ocorrem na região costal e intercostal de *S. itatiayensis* (Fig. 1J); costal de *S. myricifolius* (Fig. 1K); intercostal de *C. barbosae* (Fig. 1B), *D. multicrenulata* (Fig. 1E), *D. senecionidea*, *G. mollicoma* e *S. polystachyus*; os tricomas do tipo VII (Fig. 7G) foram encontrados apenas em *D. halimifolia* (Fig. 1D) e *D. praeficta*, na região costal e intercostal. A espécie *G. gaudichaudiana* não apresentou tricomas no fruto (Tab. 2).

Na região do disco floral tricomas do tipo I (Fig. 7A) ocorreram em *Acanthostyles buniifolius* (Fig. 1M), *C. barbosae*, *D. littoralis*, *D. praeficta* e *G. dimorpholepis* (Fig. 1P), *G.*

*intermedia*, *G. mollicoma*, *S. itatiayensis*. Tricomas do tipo II (Fig. 7B) estiveram presentes no disco floral em *Campovassouria* (Fig. 1N), e nas espécies *D. littoralis*, *D. multicrenulata*, *D. senecionidea*, *G. dimorpholepis* (Fig. 1P), *G. intermedia*, *G. mollicoma*, *G. multifida*. Tricomas do tipo III (Fig. 7C) foram observados no disco floral das espécies *D. halimifolia* (Fig. 1O), *D. praeficta*, *G. dimorpholepis* (Fig. 1P), *G. intermedia*, *G. multifida*, *G. nummularia*, *G. serrata*, e *S. itatiayensis*. Tricomas do tipo IV (Fig. 7D) ocorreram no disco floral de *S. angustifolius* e *S. polystachyus*. Tricomas do tipo V (Fig. 7E) foram observados no disco floral em *S. angustifolius*. Tricomas do tipo VI (Fig. 7F) foram observados na região do disco floral em *C. barbosa*, *D. multicrenulata*, *D. senecionidea*, *G. dimorpholepis* (Fig. 1P), *G. intermedia*, *G. mollicoma*, *S. itatiayensis*, *S. myricifolius* e *S. polystachyus*. Os tricomas do tipo VII (Fig. 7G) foram observados na região do disco floral em *D. halimifolia* (Fig. 1O) e *D. praeficta*. As demais espécies não apresentaram tricomas no disco floral.

Observou-se a presença de tricomas do tipo I (Fig. 7A) nos carpópódios de *A. buniifolius* (Fig. 1S) e *D. praeficta*; tricomas do tipo III (Fig. 7C) ocorreram nos carpópódios de *D. praeficta*, *D. halimifolia*, *R. crenulata* (Fig. 1X) e *R. tremula*; os tricomas do tipo IV (Fig. 7D) ocorreram em *S. compressus*, *S. decussatus*, *S. lymansmithii* (Fig. 1W) e *S. polystachyus*; tricomas do tipo V (Fig. 7E) foram observados nos carpópódios de *S. brasiliensis*, *S. cuneatus*, *S. decussatus*, *S. lymansmithii* (Fig. 1W), *S. polystachyus* e *S. reitzii*; observou-se tricomas do tipo VI (Fig. 7F) na região do carpópódio em *S. polystachyus*; tricomas do tipo VII (Fig. 7G) ocorreram nos carpópódios de *D. halimifolia* e *D. praeficta*. As demais espécies não apresentaram tricomas no carpópódio.

## DISCUSSÃO

### Morfologia comparada dos frutos de Disynaphiinae

A estrutura do pericarpo nas espécies estudadas apresenta um padrão estrutural semelhante, com o exocarpo unisseriado, apresentando diferentes tipos de tricomas, mesocarpo externo com número de camadas variável nos gêneros, o espaço esquizógeno preenchido por fitomelanina, uma ou mais camadas de esclereídes, mesocarpo interno e endocarpo consumidos. As diferenças observadas nas camadas do mesocarpo interno, deve-se à fase de maturação dos frutos, pois essa camada é consumida conforme procede a maturação das cipselas. Essa organização básica do pericarpo têm sido descrita por diferentes autores para Eupatorieae (PANDEY & SINGH, 1983; 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; FRANGIOTE-PALLONE & SOUZA, 2014; FREITAS et al., 2015).

Os tricomas podem apresentar diferentes formas e funções (ROTH, 1977). Os tricomas tectores bisseriados (tipo I) são encontrados em alguns frutos de Disynaphiinae e são característicos do pericarpo de muitas compostas, sendo também denominados de *twin hairs* ou “Zwillingshaare” (HESS, 1938; ROTH, 1977). Esse tipo de tricoma pode apresentar uma grande variedade de formas (ROTH, 1977). Os tricomas glandulares são apêndices epidérmicos, que possuem células que liberam substâncias de aspecto denso ou hialino (CASTRO; LEITÃO-FILHO; MONTEIRO, 1977). As cipselas de Disynaphiinae são caracterizadas por tricomas glandulares de vários tipos, que ocorrem em mais de um táxon ou são restritos a apenas um gênero, como no caso de *Symphyopappus*. Na família Asteraceae há uma grande variação estrutural de tricomas glandulares possibilitando a identificação de diversos tipos, que podem ser usados na classificação taxonômica (CASTRO; LEITÃO-FILHO; MONTEIRO, 1977).



O exocarpo é unisseriado, no entanto nas espécies *D. praeficta* e *Symphyopappus reitzii* é possível observar divisões periclinais nesta camada. O exocarpo é normalmente unisseriado, raramente essa camada sofre divisões periclinais tornando-se multisseriada nos frutos, essa característica é relatada para poucas espécies de angiospermas (ROTH, 1977). O número de camadas do mesocarpo externo é constante em um mesmo gênero, com exceção de *D. praeficta*, que possui duas camadas, sendo que as demais espécies do gênero apresentam de três a quatro, e as espécies *S. apurimacensis*, *S. itatiayensis* e *S. lymansmithii* apresentam de três a quatro camadas no mesocarpo externo, em contraste com as demais espécies do gênero, que possuem de cinco a seis camadas. Observa-se na maioria das espécies do gênero *Symphyopappus* o mesocarpo externo aparentemente multiplicativo. Embora Galastri & Oliveira (2010) relatem que pericarpos de frutos secos, que têm a função primária de proteger a semente, tendem a ser multiplicativos, condicionando a formação de várias camadas, especialmente o esclerênquima, isto não é comum na maioria das Asteraceae estudadas até o momento. O número de camadas de esclereídes é uniforme na maior parte das espécies estudadas, com exceção de *G. mollicoma* e da maioria das espécies do gênero *Symphyopappus*, que apresentam de duas a três camadas.

A correlação entre o número de feixes versus número de costelas é constante em toda subtribo, com exceção de *Disynaphia praeficta*. Para Marzinek, De-Paula e Oliveira (2010) essa relação deve ser analisada com cautela, pois as espécies *Chromolaena stachyophylla* e *Praxelis pauciflora* (subtribo Praxelinae) mostraram ampla variação nessa característica. Possivelmente, a relação entre o número de feixes x costelas seja condicionada a determinados grupos, como é o caso de Disynaphiinae.

A presença de fitomelanina nos frutos é comum na tribo Eupatorieae (PANDEY & SINGH, 1994), essa substância é depositada entre as regiões mesocárpicas, sendo provavelmente, produzida pela camada de esclereídes (DE-PAULA et al., 2013). O tipo de

deposição da fitomelanina observado nas cipselas corresponde ao padrão Eupatorieae, que é descrito por Freitas et al. (2015). Pandey, Stuessy e Mathur (2014) investigaram o padrão de deposição da fitomelanina e seu uso na taxonomia, os autores constataram que na tribo Eupatorieae são caracterizadas por projeções cilíndricas.

O disco floral é a protuberância onde se insere o pápus, este apresenta a estrutura interna conservadora em todas as espécies. A mesma estrutura é descrita para seis espécies de Eupatorieae estudadas por Marzinek & Oliveira (2010). Em *Vernonia platensis* (tribo Vernonieae), o padrão também é correspondente, porém nessa espécie apresenta grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio (GALASTRI & OLIVEIRA, 2010). Segundo King & Robinson (1987) frutos que apresentam fitomelanina não possuem cristais e vice-versa. Marzinek & Oliveira (2010) destacam a presença de cavidades no disco floral em *Mikania micrantha* (tribo Eupatorieae). O disco floral saliente, ou seja, com maior número de camadas, é encontrado em todos os gêneros estudados, porém não em todas as espécies, sendo mais frequente em *Acanthostyles*, *Raulinoreitzia*, *Grazielia* e *Symphyopappus*. Tal característica não é relatada em outros trabalhos.

O pápus é uma modificação do cálice e possui importante papel na dispersão do fruto (ROTH, 1977). Na família Asteraceae o pápus representa uma das estruturas mais importantes na classificação (ROQUE & BAUTISTA, 2008). As cerdas são agudas na maior parte das cipselas estudadas, sendo arredondadas em algumas espécies. Na subtribo Disynaphiinae o pápus apresenta muitas cerdas, às vezes com células apicais arredondadas (KING & ROBINSON, 1987). Essa característica também é relatada por Marzinek & Oliveira (2010) para *Mikania micrantha* e *Symphyopappus reticulatus*. O pápus é vascularizado nas cipselas de Disynaphiinae, essa característica tem sido pouco estudada, a presença de vascularização é relatada por King & Robinson (1987) para *Helogyne* e por Marzinek & Oliveira (2010) para cinco das seis espécies estudadas da tribo Eupatorieae. No estudo de Frangiote-Pallone &

Souza (2014) o pápus é vascularizado nas espécies *Porophyllum ruderale* e *Tridax procumbens*, sendo a vascularização reduzida em *T. procumbens*.

O carpopódio é a zona de abscisão da cipsela, que auxilia no desprendimento do fruto e dispersão do mesmo (ROBINSON & KING, 1977; ROQUE & BAUTISTA, 2008). A morfologia do carpopódio pode ser bastante diversificada, Mukherjee & Nordenstam (2004) relatam a existência de 14 tipos de carpopódios para 17 tribos de Asteraceae estudadas. Os carpopódios em Disynaphiinae são assimétricos, sendo indistintos nas espécies *D. multicrenulata*, *D. senecionidea*, *G. mollicoma*, *G. multifida* e *S. angustifolius*.

### **Importância taxonômica dos frutos de Disynaphiinae**

No presente estudo é possível encontrar características morfológicas comuns à subtribo Disynaphiinae. A presença de fitomelanina que passa externamente aos feixes vasculares é uma característica marcante, presente em todas as espécies. De acordo com Robinson, Schilling e Panero (2009), na parede dos frutos que apresentam fitomelanina existem perfurações onde as células se ligam umas as outras e essas são arranjadas em faixas transversais na subtribo Disynaphiinae. A presença de micropontuações em faixas transversais na parede dos frutos de todos os gêneros da subtribo reflete uma característica utilizada por King & Robinson (1987), que também é relatada para as espécies *S. apurimacensis* e *S. decemflorus* por Robinson (2006a). Hattori (2013) afirma a existência de pontuações entre as costelas de *S. brasiliensis*. Essa característica pôde ser constatada no presente estudo apenas em *Acanthostyles buniifolius* e *Raulinoreitzia*, que apresentam um menor número de camadas de células no pericarpo, sendo possível tal característica estar relacionada à camada de esclereídes que se projetam quando ocorre a desidratação do pericarpo. Em todas as espécies o pápus é vascularizado e cerdoso.

Também é possível a identificação de características que agrupam gêneros. O pápus é multisseriado nos gêneros *Campovassouria*, *Disynaphia*, *Grazielia* e *Symphyopappus*, nos gêneros *Acanthostyles* e *Raulinoreitzia* é unisseriado. *Raulinoreitzia* é semelhante à *Acanthostyles* (KING & ROBINSON, 1971b; 1987), tendo uma inflorescência piramidal, que parece ser especializada na polinização pelo vento (King & Robinson, 1987). Além disso, ambos os gêneros apresentam o mesmo número de camadas no pericarpo. Nas espécies *A. buniifolius* e *S. decussatus* constatou-se o desprendimento do disco floral juntamente com o pápus em uma unidade. Essa é a principal característica destacada por King & Robinson (1987) para a maioria dos gêneros de Disynaphiinae, sendo mencionada para *S. decemflorus* (ROBINSON, 2006b). Isso é característico do gênero *Symphyopappus* (ROBINSON; SCHILLING; PANERO, 2009), e também é registrado por Marzinek & Oliveira (2010) para *S. reticulatus*, que relatam ainda a existência de uma linha de fratura. Essa característica ocorre em menor extensão nos gêneros *Campovassouria* e *Grazielia* (KING & ROBINSON, 1987), porém indica ser pouco confiável na taxonomia.

Nossos resultados permitem o reconhecimento de características exclusivas do gênero *Symphyopappus*, sendo o mais bem definido da subtribo. Apesar da grande diferença de hábito, de acordo com King & Robinson (1971e, 1987) a estreita relação de *Symphyopappus* com *Disynaphia* e *Grazielia* é clara, e as semelhanças são refletidas em várias características. Porém, segundo Rivera et al. (2016) esses gêneros são polifiléticos sendo necessários rearranjos em alguns grupos. Os autores propõem que *Grazielia* seja sinonimizada em *Neocabreria* (subtribo Critoniinae), *Symphyopappus itatiayensis* seja reconhecido como um novo gênero, ou alternativamente, todos poderiam ser considerados *Symphyopappus*. Os gêneros *Disynaphia* e *Grazielia* compartilham algumas características do pericarpo, porém ambas diferem de *Symphyopappus* em relação ao número de camadas e tipos de tricomas, demonstrando que as relações nesses grupos não são bem definidas.

Características comuns a alguns gêneros são observadas. A subtribo Disynaphiinae é caracterizada pela presença dos tricomas glandulares de diversos tipos. Tricomas do tipo II são comuns a espécies dos gêneros *Campovassouria* e *Disynaphia* e do tipo III comuns à *Disynaphia*, *Grazielia* e *Raulinoreitzia*. King & Robinson (1987) relatam que o gênero *Disynaphia* apresenta cipselas glabras a levemente glandulosas, com a presença de tricomas tectores em algumas espécies. É importante destacar que glanduloso é um termo amplo. No presente estudo, encontramos mais de um tipo de tricoma glandular para o gênero. *Campovassouria* parece estreitamente relacionado com *Disynaphia* (King & Robinson, 1971d, 1987). No gênero *Symphyopappus*, destaca-se *S. brasiliensis*, *S. decussatus* e *S. reitzii* pela constância de várias características, dentre elas a presença dos mesmos tipos de tricomas, de exocarpo lignificado em *S. brasiliensis* e *S. decussatus*, e a presença de células mais volumosas no exocarpo de *S. brasiliensis* e *S. reitzii*. Hattori (2013) menciona a semelhança entre *S. reitzii* e *S. brasiliensis*. Os tricomas dos tipos IV e V são exclusivos do gênero. Tal semelhança foi relatada nas cipselas estudadas, podendo ser indicativo de estreita relação entre as espécies.

O carpopódio é assimétrico na maior parte das espécies estudadas. A morfologia do carpopódio tem sido utilizada taxonomicamente em Asteraceae (HAQUE & GODWARD, 1984). Porém, nossos estudos mostram que o carpopódio não apresenta importância taxonômica na subtribo, mas em conjunto com outras características, pode ser usado na separação de espécies.

Em *Raulinoreitzia*, as células apicais do pápus são ampliadas e arredondadas, segundo King & Robinson (1987) a morfologia das células apicais do pápus é uma característica desse gênero, que o distingue de todos os outros na tribo Eupatorieae. Além disso, constatou-se a presença de curtas estrias longitudinais na superfície do pápus em *Raulinoreitzia*.

São observadas diferenças na estrutura do pericarpo de *Disynaphia praeficta*, como o tricoma do tipo VII (encontrado em *D. halimifolia*), duas camadas no mesocarpo externo e canais secretores no mesocarpo interno, características não relatadas nas demais espécies do gênero estudadas. Nossos resultados anatômicos e morfológicos corroboram a suposição de que *D. praeficta* não pertença ao gênero. *Disynaphia praeficta* faz parte de Disynaphiinae com base no hábito e na presença de cinco flores por capítulo, mas difere das outras espécies por apresentar cipselas com tricomas tectores bisseriados nas costelas (KING & ROBINSON, 1975). Algumas diferenças morfológicas são discutidas por King & Robinson (1987), sugerindo que a disposição da espécie não é definitiva. Hattori (2013) e Rivera et al. (2016) relatam que nas análises filogenéticas e moleculares com a subtribo, a espécie posiciona-se fora do clado das Disynaphiinae, agrupando-se com o gênero *Bahianthus* da subtribo Gyptidinae. Portanto, Ferreira, Hattori e Nakajima (em preparação) propõem a transferência de *D. praeficta* para o gênero *Bahianthus* baseados em várias características semelhantes.

Nossos estudos mostram que o uso de características morfológicas e anatômicas das cipselas, como a morfologia do pápus, carpopódio, a estrutura do pericarpo tal como o tipo e distribuição de tricomas, são bons indicadores taxonômicos, podendo ser usados no nível subtribal e genérico. Várias características presentes apontam relações entre as espécies reafirmando a posição na qual se encontram ou ainda fornecendo evidências úteis na taxonomia para a rejeição das mesmas, como no caso de *D. praeficta*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. C. Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, v. 66, p. 632-684, 1963.

BARTHLOTT, W. et al. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 126, p. 237-260, 1998.

CASTRO, M. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; MONTEIRO, W. R. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p. 163-174, 1997.

DE-PAULA, O. C. et al. The role of fibres and the hypodermis in Compositae melanin secretion. **Micron**, v. 44, p. 312-316, 2013.

FRANGIOTE-PALLONE, S.; SOUZA, L. A. Pappus and cypsela ontogeny in Asteraceae: structural considerations of the tribal category. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 85, p. 62-77, 2014.

FREITAS, F. et al. Fruit of *Heterocoma* DC: Taxonomic significance a new pattern phytomelanin deposition in Asteraceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 255-265, 2015.

GALASTRI, N. A.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Vernonia platensis* (Spreng.) Less. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, v. 24, p. 73-83, 2010.

HAQUE, M. Z.; GODWARD, M. B. E. New records of the carpopodium in Compositae and its taxonomic use. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 89, p. 321-40, 1984.

HATTORI, E. K. O. **Filogenia molecular da subtribo Disynaphiinae (Eupatorieae: Asteraceae), tratamento taxonômico e sinopse de *Symphyopappus* e anatomia floral do clado *Grazielia/Symphyopappus***. 2013. 200f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)- Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

HESS, R. Vergleichende untersuchungen uber die zwillingshaare der Compositen. **Botanische Jahrbucher fur systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie**, v. 68, p. 435-496, 1938.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: Metcalf, CR.; Chalk, L. (eds.). **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Claredon Press, 1979, p. 23-39.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LI. The Disynaphioid Complex. **Phytologia**, v. 22, p.109-110, 1971a.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LII. A new genus, *Acanthostyles*. **Phytologia**, v. 22, p. 111-112, 1971b.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LVI. A new genus, *Campovassouria*. **Phytologia**, v. 22, p. 121-122, 1971c.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LVII. A new genus, *Disynaphia*. **Phytologia**, v. 22, p. 123-125, 1971d.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LVII. A new genus *Dimorpholepis*. **Phytologia**, v. 22, p. 118-120, 1971e.



KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). LXVII. *Grazielia* nom. nov. for *Dimorpholepis*. **Phytologia**, v. 23, p. 305-306, 1972.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLVI. Various new combinations. **Phytologia**, v. 32, p. 283-285, 1975.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLXIV. Various notes and additions. **Phytologia**, v. 37, p. 455-460, 1977.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLXXIX. Notes on the genus *Symphyopappus*. **Phytologia**, v. 39, p. 132-135, 1978.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CXCI. Various new species from Brazil. **Phytologia**, v. 46, p. 296-307, 1980.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CCVII. Additional New Combinations. **Phytologia**, v. 49, p.3-6, 1981.

KING, R. M.; ROBINSON, H. **The genera of the Eupatorieae (Asteraceae)**. Kansas: Missouri Botanical Garden, 1987. 581 p.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. The ribs of Eupatorieae (Asteraceae): of wide taxonomic value or reliable characters only among certain groups? **Plant Systematics and Evolution**, v. 285, p. 127-130, 2010.

MARZINEK, J.; OLIVEIRA D. M. T. Structure and ontogeny of the pericarp of six Eupatorieae (Asteraceae) with ecological and taxonomic considerations. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 279-291, 2010.

MUKHERJEE, S. K.; NORDENSTAM, B. Diversity of carpopodial structure in the Asteraceae and its taxonomic significance. **Compositae Newsletter**, v. 41, p. 29-49, 2004.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **O Protoplasma**, v. 59, p. 368-373, 1964.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Composite: *Coreopsis* species. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 61, p. 417-425, 1982.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae: Tribe Eupatorieae. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 62, p. 276-281, 1983.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seed and fruit in Eupatorieae and Heliantheae (Compositae). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 64, p. 115-125, 1994.

PANDEY, A. K.; STUESSY, T. F.; MATHUR, R. R. Phytomelanin and Systematics of the Heliantheae Alliance (Compositae). **Plant Diversity and Evolution**, v. 131, p. 1-21, 2014.

RIVERA, V. L. et al. Origins and recent radiation of Brazilian Eupatorieae (Asteraceae) in the eastern Cerrado and Atlantic Forest. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 97, 90-100, p. 2016.

ROBINSON, H. New species and new records in *Symphyopappus* (Eupatorieae: Asteraceae). **Phytologia**, v. 88, p. 129-135, 2006a.

ROBINSON, H. New species and new combinations in Brazilian Eupatorieae (Asteraceae). **Phytologia**, v. 88, p. 136-153, 2006b.

ROBINSON, H.; KING, R. M. Eupatorieae systematic review. In: Harborne, J.; Heywood, V.; Turner, B. L. (eds.). **The Biology and Chemistry of Compositae**. London: Academic Press, 1977, p. 437-485.

ROBINSON, H.; SCHILLING, E.; PANERO, J. E.; Eupatorieae. In: FUNK, V. A. et al. (eds). **Compositae**. Austria: International Association for Plant Taxonomy, 2009, p. 731-744.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: Caracterização e Morfologia Floral**. Salvador: EDUFBA, 2008. 73 p.

ROTH, I. **Fruits of Angiosperms**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1977. 675 p.

## **Tabelas e Ilustrações**

Tabela 1. Relação das exsicatas utilizadas dos respectivos herbários.

<b>Espécies</b>	<b>Material</b>
<i>Acanthostyles buniifolius</i>	Covas, G. 18516 (CEN)
<i>Campovassouria barbosae</i>	Silva, J.M. et al. 6064 (MBM)
<i>Campovassouria cruciata</i>	Barbosa, A.A.A. 1225 (HUFU)
<i>Disynaphia halimifolia</i>	Romero, R. 2258 (HUFU); Romero, R. et al. 4960 (HUFU)
<i>Disynaphia littoralis</i>	Hattori, E.K.O. et al. 1122 (BHCB)
<i>Disynaphia multicrenulata</i>	Ribas, O.S. 2622 (HUFU)
<i>Disynaphia praeficta</i>	Contro, F. L. & Hattori, E. K. s.n. (HUFU)
<i>Disynaphia senecionidea</i>	Barbosa, A.A. 3375 (HUFU)
<i>Grazielia dimorpholepis</i>	Amorim, E.H. 541 (HUFU)
<i>Grazielia gaudichaudiana</i>	Hattori, E.K.O. et al. 1335 (BHCB); Hattori, E.K.O. et al. 1117 (BHCB)
<i>Grazielia intermedia</i>	Hattori, E.K.O. et al. 1331 (BHCB); Hattori, E.K.O. et al. 1116 (BHCB)
<i>Grazielia mollicoma</i>	Hattori, E.K.O. 1224 (HUFU)
<i>Grazielia multifida</i>	Camilo, S.B. s.n. (HUFU)
<i>Grazielia nummularia</i>	Hattori, E.K.O. 1103 (BHCB)
<i>Grazielia serrata</i>	Hattori, E.K.O. et al. 1097 (BHCB)
<i>Raulinoreitzia crenulata</i>	Hattori, E.K.O. 1230 (HUFU)
<i>Raulinoreitzia tremula</i>	Pires, A. 336 (HUFU)
<i>Symphyopappus angustifolius</i>	Hattori, E.K.O. 1066 (HUFU)
<i>Symphyopappus apurimacensis</i>	Hattori, E.K.O. 1402
<i>Symphyopappus brasiliensis</i>	Hattori, E.K.O. 1488 (BHCB)
<i>Symphyopappus compressus</i>	Duarte, A.P. 7607 (HUFU)
<i>Symphyopappus cuneatus</i>	ACF. 1025 (BHCB)
<i>Symphyopappus decussatus</i>	Mendonça, C.V. 1303 (HUFU)
<i>Symphyopappus itatiayensis</i>	Sakane, M. 538 (HUFU)
<i>Symphyopappus lymansmithii</i>	Meireles, L.D. 3005 (HUFU)
<i>Symphyopappus myricifolius</i>	Leoni, L. S. 3980 (HUFU)
<i>Symphyopappus polystachyus</i>	Carvalho, M.G. 1362 (HUFU)
<i>Symphyopappus reitzii</i>	Hattori, E. K. s.n. (HUFU)

Tabela 2. Tipos e distribuição dos tricomas e principais características comparadas nas cipselas de Disynaphiinae. (A, apice; M, região mediana; B, base; -: ausente; +: escasso; ++: frequente; +++: abundante).

Tipo de tricoma		Tipo I			Tipo II			Tipo III			Tipo IV			Tipo V			Tipo VI			Tipo VII			Disco floral Saliente	Pápus: tamanho das células	Projeção das cerdas	Carpopódio	Exocarpo ignificado	Mesocarpo Externo: nº de camadas	Esclerênquima nº de camadas	Pápus vascularizado	Fitomelanina passa acima dos feixes	Nº de costelas	Nº de feixes vasculares
Espécies	Região	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B											
<i>Acanthostyles bunifolius</i>	Costal Intercostal	++ +	+ -	+++ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo estreito	Assimétrico		3	1	X	X	5	5
<i>Campovassouria barbosa</i> e	Costal Intercostal	+ -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	Curtas		Agudo estreito	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Campovassouria cruciata</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	+ +++	+ ++	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Disynaphia halimifolia</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	+ +	- -	+ -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- -	Alongadas		Agudo moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Disynaphia littoralis</i>	Costal Intercostal	- +	- -	- -	- +	- +	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -		Alongadas	Superior a 65°	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Disynaphia multicrenulata</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	++ +++	+ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	Alongadas		Agudo estreito	Indistinto		3–4	1	X	X	3	3
<i>Disynaphia praeficta</i>	Costal Intercostal	+ -	+ -	+ -	- -	- -	- -	++ ++	+ +	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -		Curtas	Agudo estreito	Assimétrico		2	1	X	X	9	5
<i>Disynaphia senecionidea</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	+ +	+ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	Alongadas		Agudo estreito	Indistinto		3–4	1	X	X	5	5
<i>Grazielia dimorpholepis</i>	Costal Intercostal	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	+ +	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo Moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	6	6
<i>Grazielia gaudichaudiana</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo Moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Grazielia intermedia</i>	Costal Intercostal	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Grazielia mollicoma</i>	Costal Intercostal	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	Alongadas		Agudo moderado	Indistinto		3–4	2–3	X	X	3	3
<i>Grazielia multifida</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -		Alongadas	Agudo moderado	Indistinto		3–4	1	X	X	5	5
<i>Grazielia nummularia</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	++ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	6	6
<i>Grazielia serrata</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	+ +	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Raulinoreitzia crenulata</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	++ -	++ -	+++ -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico		2–3	1	X	X	5	5
<i>Raulinoreitzia tremula</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico		2–3	1	X	X	5	5
<i>Symphyopappus angustifolius</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- ++	- -	- -	- ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Alongadas	Agudo estreito	Indistinto		5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus apurimacensis</i>	Costal Intercostal	+ -	- +	- -	++ +++	++ ++	+ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico		3–4	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus brasiliensis</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +	- +		Curtas	Agudo estreito	Assimétrico	X	5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus compressus</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	++ +++	- +	++ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo moderado	Assimétrico		5–6	1	X	X	5	5
<i>Symphyopappus cuneatus</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- -	- +	- +	+++ +++	+ +	++ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo estreito	Assimétrico		5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus decussatus</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- +	- +	+ +++	+ +++	+ ++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo estreito	Assimétrico	X	5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus itatiayensis</i>	Costal Intercostal	+ -	- -	- -	- -	- -	- -	++ +++	+ -	+ -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo estreito	Assimétrico		3–4	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus lymansmithii</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- +++	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo Moderado	Assimétrico		3–4	1	X	X	5	5
<i>Symphyopappus myricifolius</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- -	++ -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Curtas	Agudo moderado	Assimétrico		5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus polystachyus</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- +	- -	- -	- -	- +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico		5–6	2–3	X	X	5	5
<i>Symphyopappus reitzii</i>	Costal Intercostal	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- +	- +	- +	- +	- +	++ ++	++ ++	++ +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	X	Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico		5–6	2–3	X	X	5	5

Figura 1. Cipselas de Disynaphiinae (micromorfologia). (A–L) visão geral. (M–R) Região apical do fruto evidenciando o disco floral, visão ampliada. (S–X) Região basal do fruto evidenciando os carpópódios, visão ampliada. (A, M, S) *Acanthostyles buniifolius*. (B) *Campovassouria barbosae*. (C, N, T) *Campovassouria cruciata*. (D, O) *Disynaphia halimifolia*. (E) *Disynaphia multicrenulata*. (F, P) *Grazielia dimorpholepis*. (G) *Grazielia serrata*. (H, Q, W) *Raulinoreitzia crenulata*. (I) *Symphyopappus decussatus*. (J) *Symphyopappus itatiayensis*. (K) *Symphyopappus myricifolius*. (L) *Symphyopappus reitzii*. (R) *Symphyopappus compressus*. (U) *Disynaphia littoralis*. (V) *Grazielia intermedia*. (X) *Symphyopappus lymansmithii*.

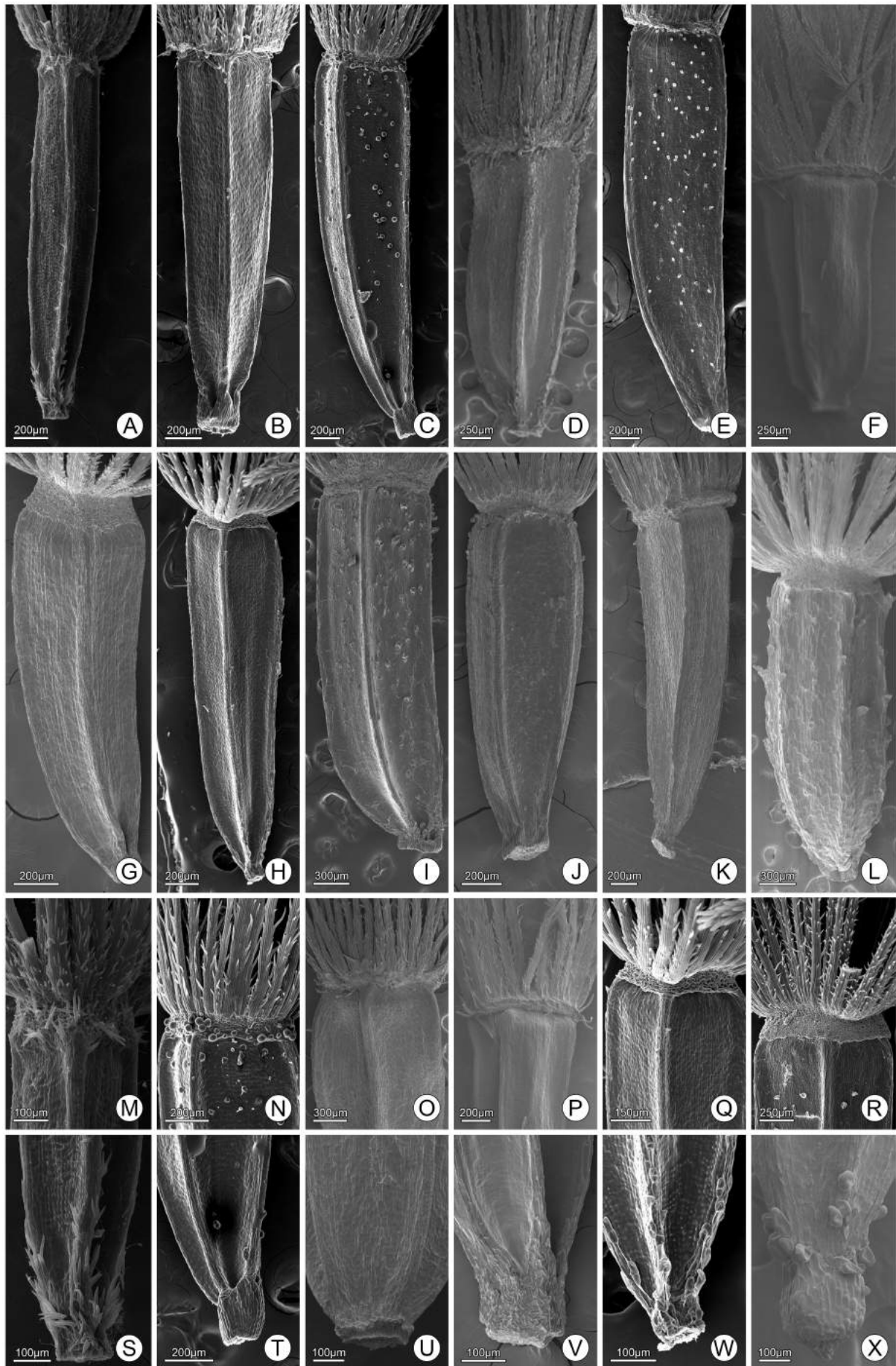




Figura 2. Pápus de Disynaphiinae (micromorfologia). (A, C, E, G, I, K, M, O, Q, S, U, X, Z, BB, DD, FF, HH, JJ) ápice e (B, D, F, H, J, L, N, P, R, T, W, Y, AA, CC, EE, GG, II, KK) base dos pápus. (A, B) *Acanthostyles buniifolius*. (C, D) *Campovassouria barbosa*. (E, F) *Campovassouria cruciata*. (G, H) *Disynaphia littoralis*. (I, J) *Disynaphia multicrenulata*. (K, L) *Disynaphia praeficta*. (M, N) *Disynaphia senecionidea*. (O, P) *Grazielia mollicoma*. (Q, R) *Grazielia multifida*. (S, T) *Grazielia serrata*. (U, V, W) *Raulinoreitzia crenulata*, notar estrias longitudinais em V. (X, Y) *Symphyopappus angustifolius*. (Z, AA) *Symphyopappus apurimacensis*. (BB, CC) *Symphyopappus brasiliensis*. (DD, EE). *Symphyopappus compressus*. (FF, GG) *Symphyopappus lymanismithii*. (HH, II) *Symphyopappus myricifolius*. (JJ, KK) *Symphyopappus reitzii*.

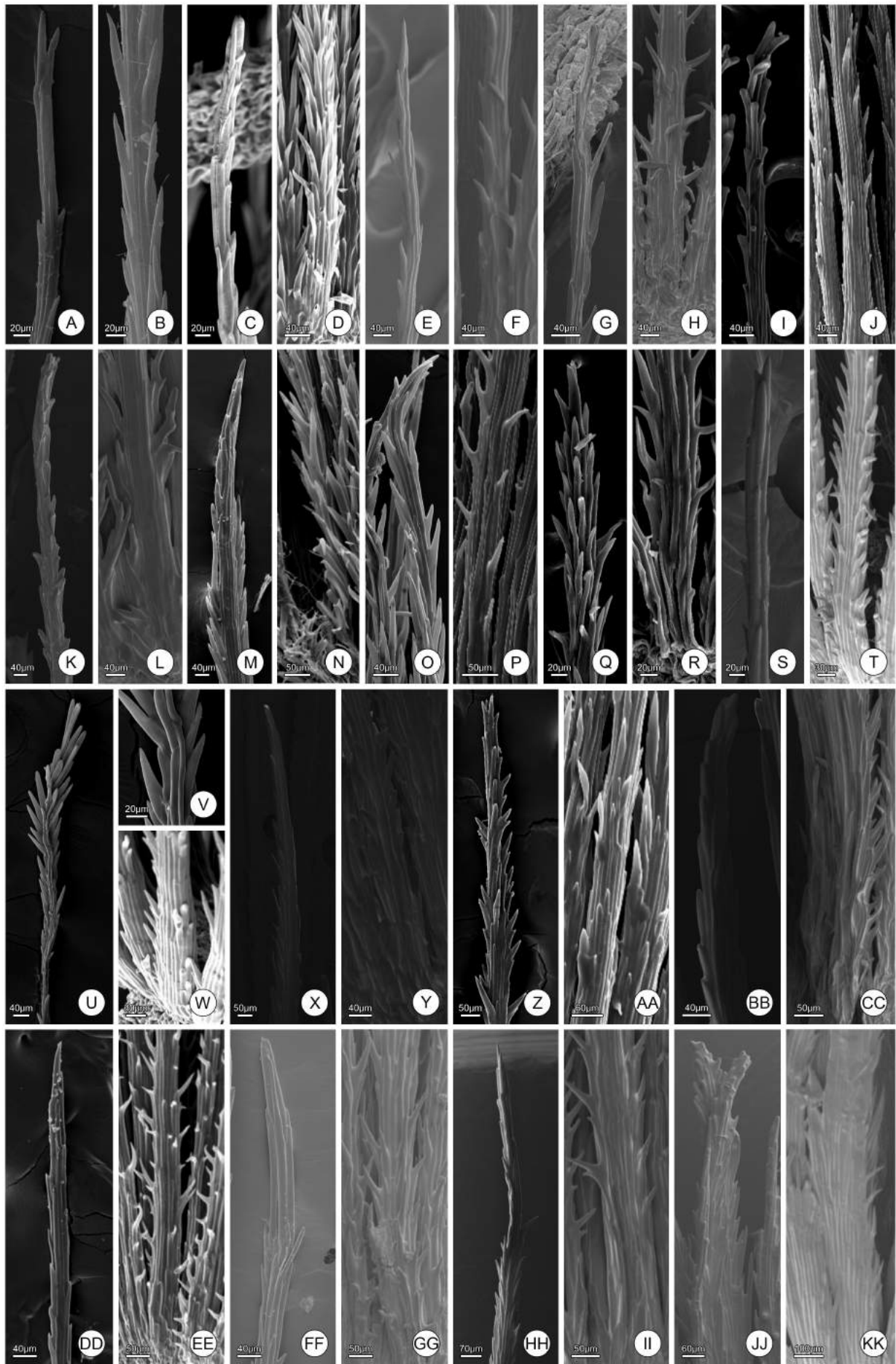


Figura 3. Pericarpo maduro dos gêneros *Acanthostyles*, *Campovassouria* e *Disynaphia* (secções transversais). (A, D, G, J) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K) Regiões intercostais e (C, F, I, L) costais. (A, B, C) *Acanthostyles buniifolius*. (D, E, F) *Campovassouria cruciata*, notar na ponta da seta costela abrigando feixe vascular em D. (G, H, I) *Disynaphia halimifolia*, notar o início da deposição de fitomelanina em H. (J, K, L) *Disynaphia praeficta*, notar na ponta da seta costela sem feixe vascular em J. (cs, canal secretor; es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; ponta da seta, divisão no exocarpo; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina).

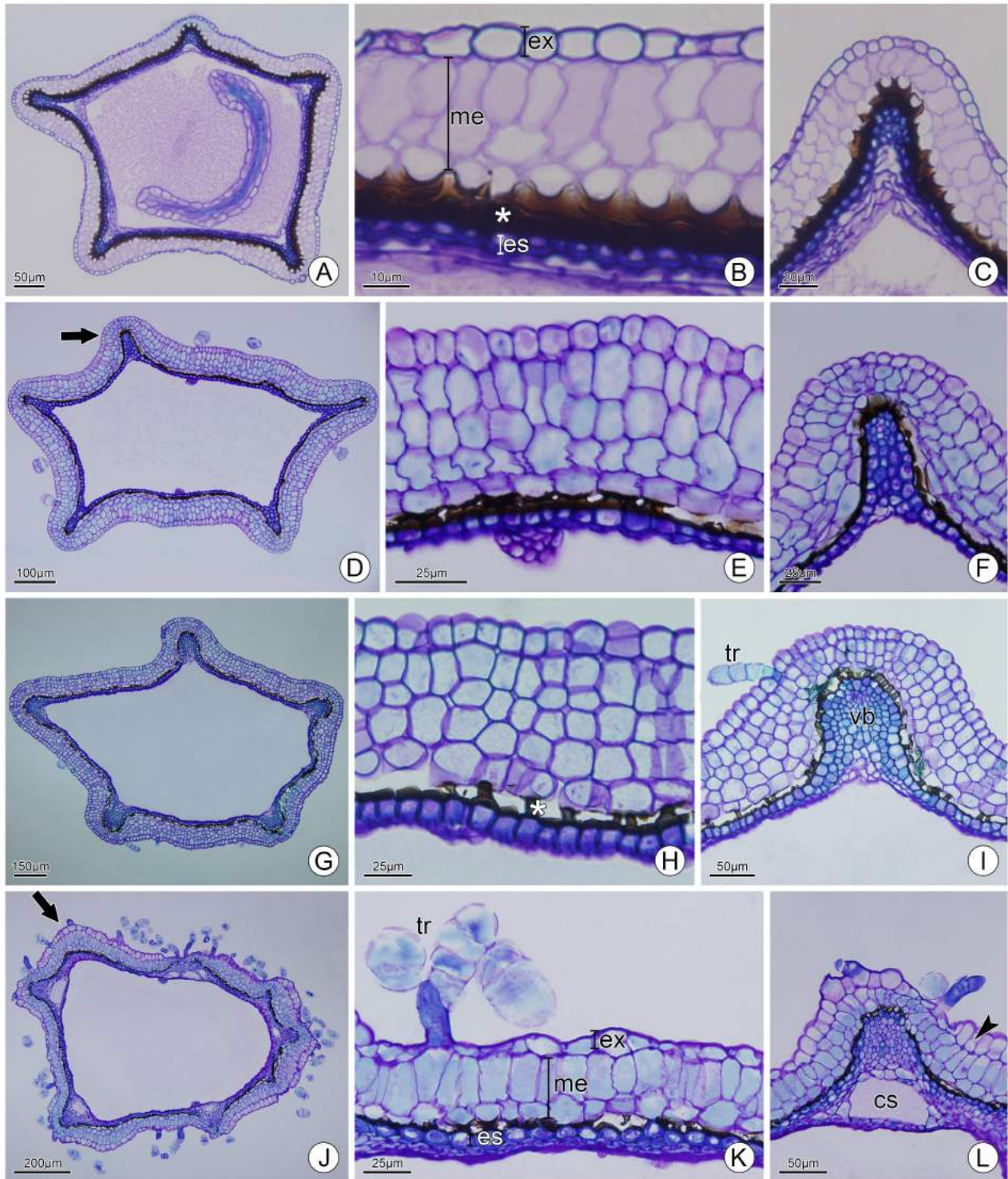


Figura 4. Pericarpo maduro dos gêneros *Grazielia* e *Raulinoreitzia* (secções transversais). (A, D, G, J) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K) Regiões intercostais e (C, F, I, L) costais. (A, B, C) *Grazielia dimorpholepis*, notar tricoma do tipo III em B. (D, E, F) *Grazielia mollicoma*, notar a dupla camada de esclereídes em E e F. (G, H, I) *Grazielia serrata*, notar a deposição de fitomelanina em H. (J, K, L). *Raulinoreitzia tremula*, notar na ponta da seta uma costela com feixe vascular em J. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; mi, mesocarpo interno; se, semente; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina).



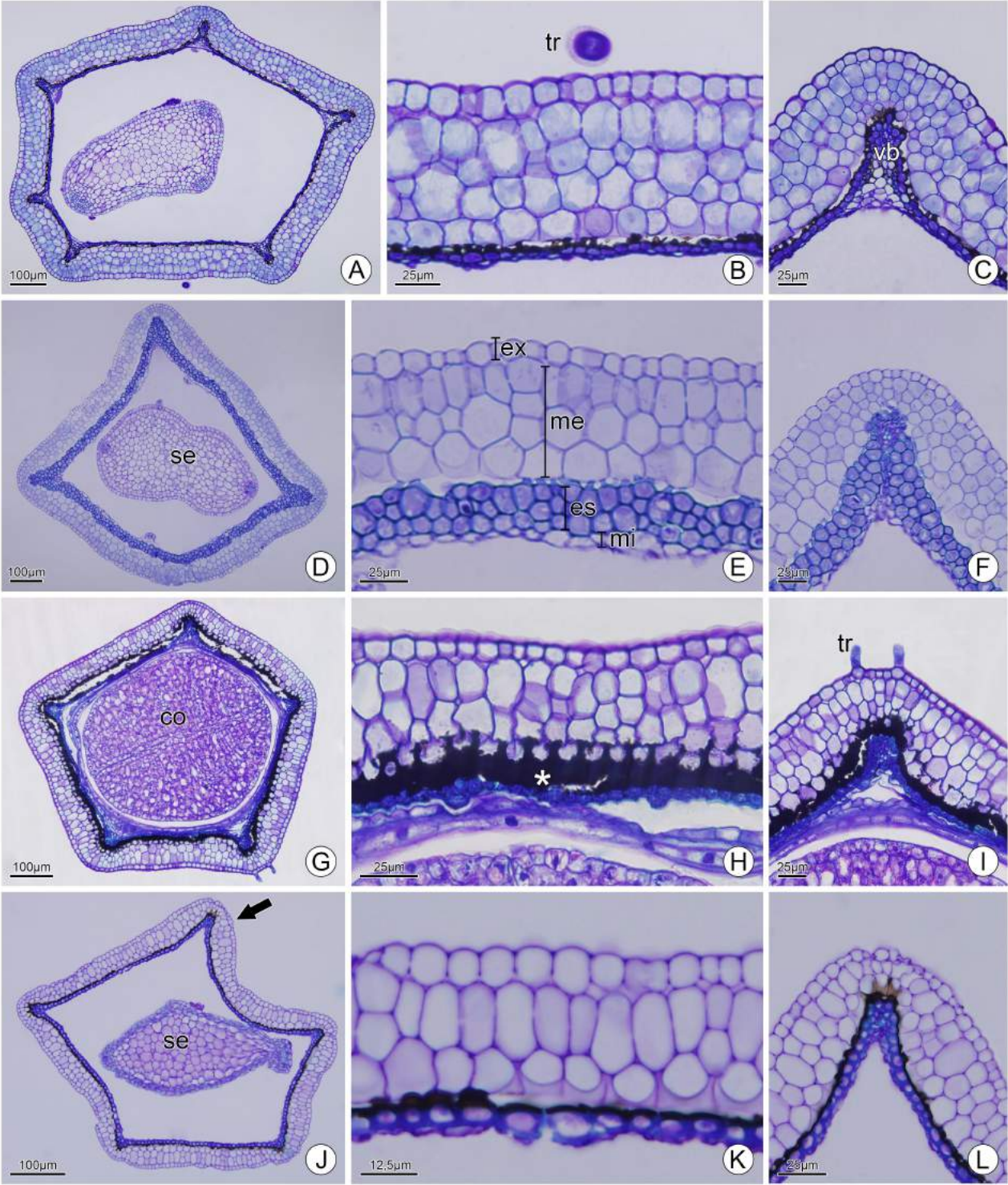


Figura 5. Pericarpo maduro do gênero *Symphyopappus* (secções transversais). (A, D, G, J, M) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K, N) Regiões intercostais e (C, F, I, L, O) costais. (A, B, C) *Symphyopappus apurimacensis*. (D, E, F) *Symphyopappus brasiliensis*, notar na ponta da seta costela abrigando um feixe vascular em D e exocarpo lignificado, início da deposição de fitomelanina em E. (G, H, I) *Symphyopappus decussatus*. (J, K, L) *Symphyopappus myricifolius*, notar costela contendo feixe vascular em J e o início da deposição de fitomelanina em K. (M, N, O) *Symphyopappus reitzii*, notar divisões no exocarpo e mesocarpo externo multiplicativo em N. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; mi, mesocarpo interno; ponta da seta, divisões; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina).



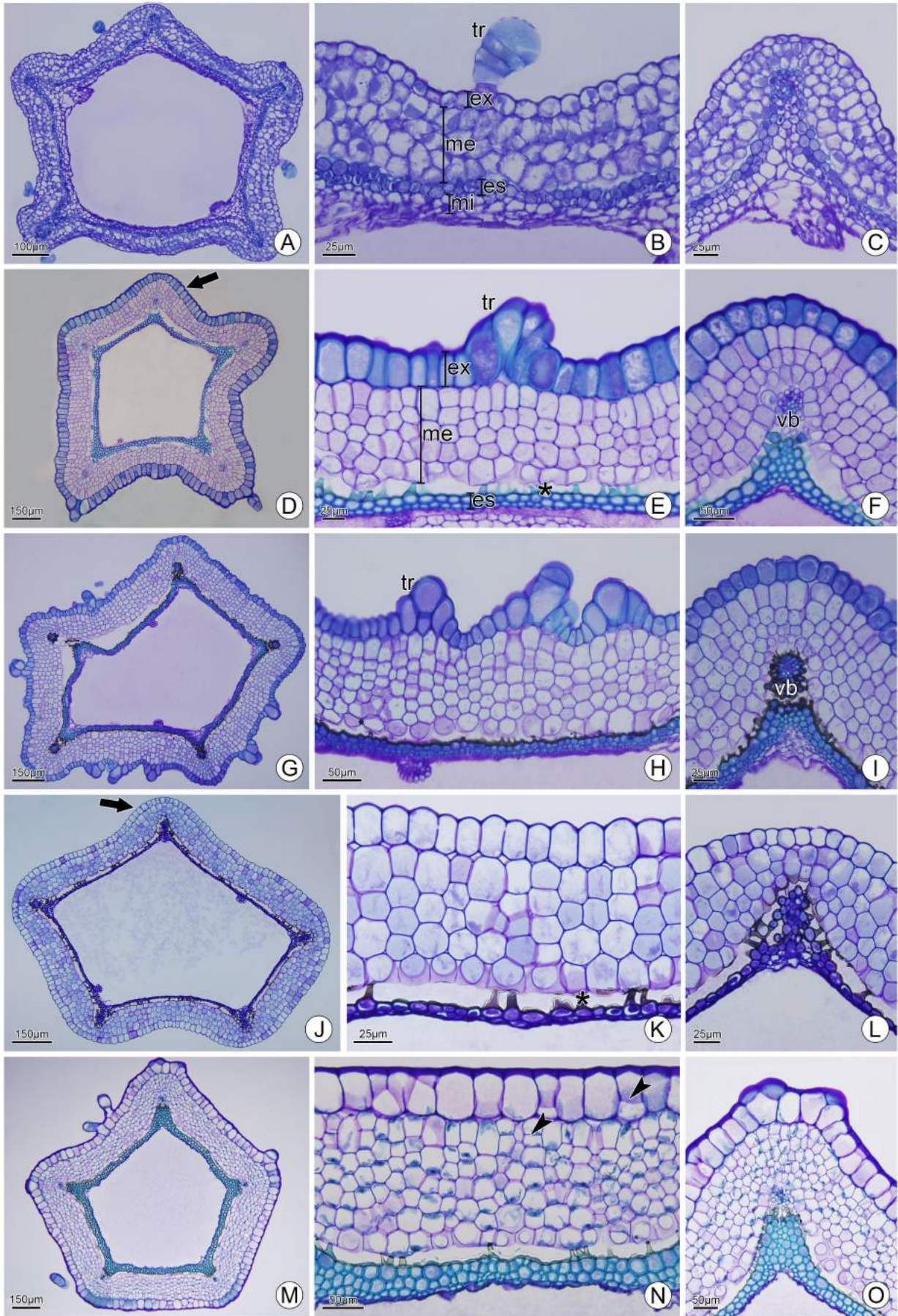




Figura 6. Discos florais, pápus e carpópódios de Disynaphiinae (secções transversais). (A–F) Discos florais. (G) pápus e (H, I) carpópódios. (A) *Acanthostyles buniifolius*. (B, H) *Campovassouria cruciata*, notar tricoma do tipo II em B. (C) *Disynaphia senecionidea*. (D) *Grazielia intermedia*. (E) *Raulinoreitzia tremula*. (F) *Symphyopappus itatiayensis*. (G) *Symphyopappus cuneatus*, notar a vascularização do pápus. (I) *Symphyopappus lymansmithii*, notar na ponta da seta a lignificação do carpópódio. (tr, tricoma; ponta da seta, fitomelanina no interior do disco floral; vb, feixe vascular).

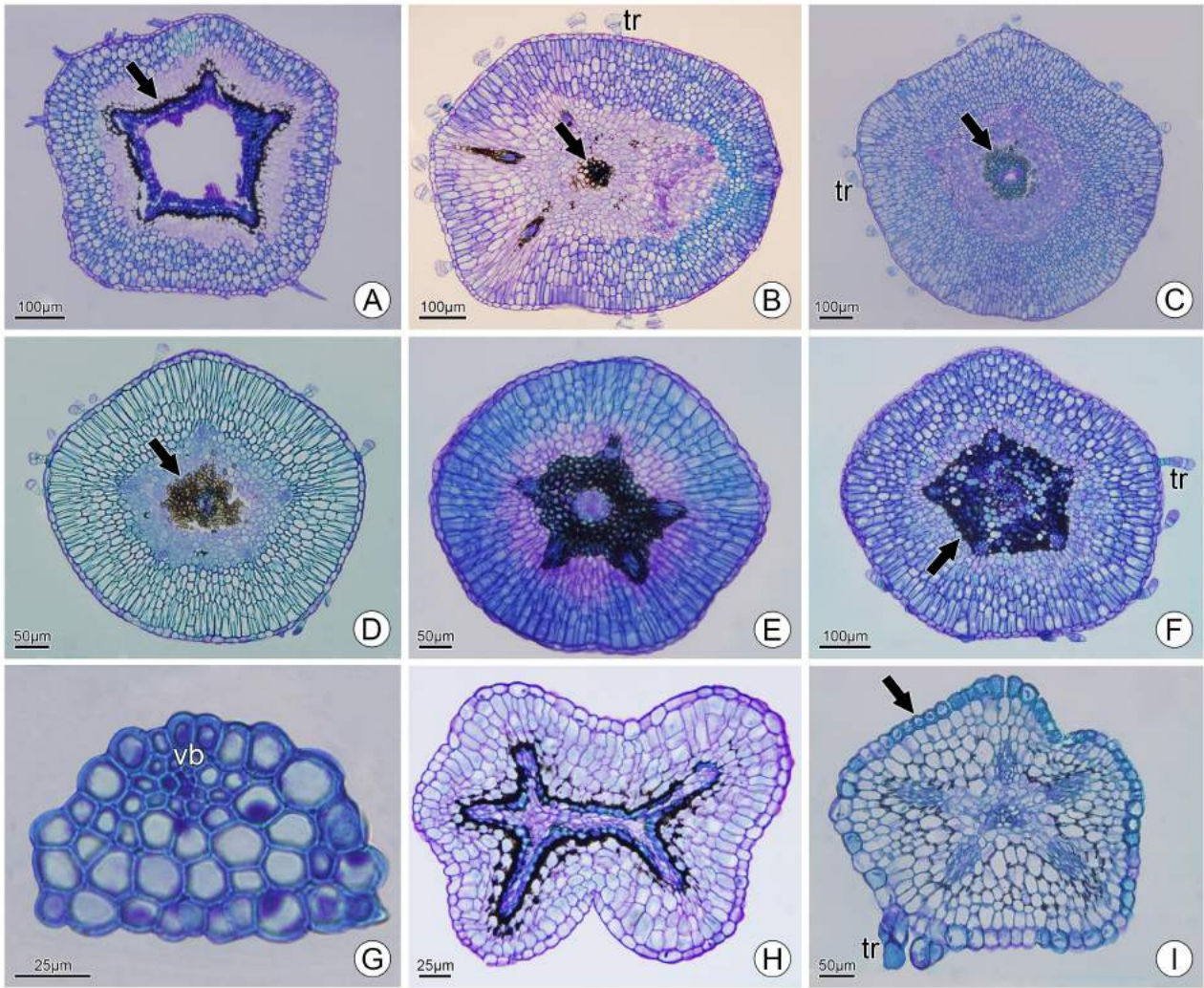
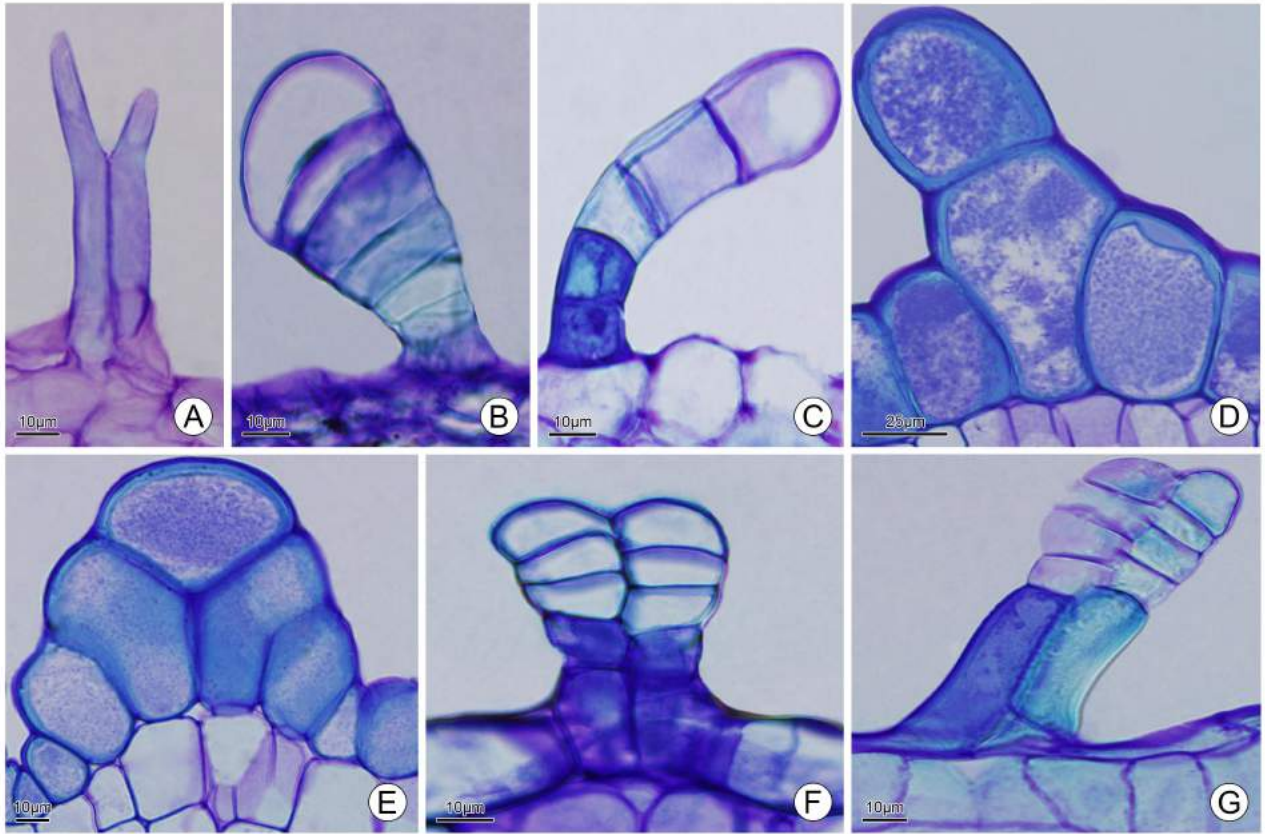


Figura 7. Tipos de tricomas de Disynaphiinae. (A–F) Secções transversais e (A) longitudinais. Tipo I- Tector bisseriado em *Acanthostyles buniifolius*. (B) TIPO II- Glandular unisseriado capitado em *Disynaphia senecionidea*. (C) Tipo III- Glandular unisseriado filamentoso em *Symphyopappus itatiayensis*. (D) Tipo IV- Glandular unisseriado filamentoso capitado em *Symphyopappus brasiliensis*. (E) Tipo V- Glandular bisseriado globular em *Symphyopappus decussatus*. (F) Tipo VI- Glandular bisseriado capitado em *Symphyopappus myricifolius*. (G) Tipo VII- Glandular bisseriado capitado com pedúnculo alongado em *Disynaphia praeficta*.



## **CAPÍTULO II**

### **Morfologia e Anatomia das cipselas da subtribo Praxelinae (Eupatorieae- Asteraceae)**

## RESUMO

A subtribo Praxelinae compreende um dos grupos mais naturais da tribo Eupatorieae e estudos sugerem que a subtribo seja monofilética. Tendo em vista que a anatomia e morfologia das cipselas de Asteraceae têm sido esclarecedora na classificação taxonômica, objetivou-se estudar as cipselas da subtribo Praxelinae, a fim de relacionar as características presentes que sejam úteis na classificação da subtribo e indiquem as relações entre os táxons. Foram analisadas através de métodos usuais em microscopia eletrônica de varredura e microscopia de luz, a morfologia e anatomia de cipselas de 27 espécies pertencentes aos gêneros: *Chromolaena*, *Eitenia*, *Lomatozona*, *Praxeliopsis* e *Praxelis*. Para isso, utilizou-se exsicatas depositadas em herbários. A anatomia do pericarpo mostrou grande uniformidade em relação ao número de camadas. Três tipos de tricomas ocorrem nas cipselas, os tricomas tectores bisseriados foram os abundantes na subtribo. A fitomelanina foi observada em todos os frutos estudados e ocorre formando projeções, que são características da tribo Eupatorieae, essa substância ocorre internamente aos feixes vasculares, exceto em *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii*. Constatou-se a presença de fitomelanina no pápus de grande parte das cipselas. O pápus é unisseriado, vascularizado e apresenta ornamentações em todos os gêneros. O gênero *Lomatozona* apresenta o pápus de tamanho reduzido e robusto na base, as espécies *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii* apresenta um menor número de cerdas em relação às demais espécies. O carpópodio é assimétrico. As semelhanças observadas entre *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii*, podem indicar a estreita relação entre as espécies. Na subtribo Praxelinae, observou-se a uniformidade de diversas características das cipselas, isso mostra a relevância do uso de características presentes no fruto para a definição da subtribo e dos gêneros.

**Palavras Chave:** fitomelanina, disco floral, costelas, pápus, carpópodio.

## ABSTRACT

The subtribe Praxelinae comprises one of the groups of natural tribe Eupatorieae and studies suggest that it is monophyletic subtribe. Considering that the anatomy and morphology of cypselae of Asteraceae have been enlightening in classification, the objective was to study the cypselae of Praxelinae subtribe in order to relate the present characteristics that are useful in the subtribe classification and indicate the relationships between their taxa. The structure of the cypselae of 27 species belonging *Chromolaena*, *Eitenia*, *Lomatozona*, *Praxeliopsis*, and *Praxelis* were analysed by usual methods for scanning electron microscopy and light microscopy. Thereunto, we used herbarium specimens. The anatomy of the pericarp showed great uniformity in the layers number. Three types of trichomes occur in cypselae but the biseriate the most abundant in the subtribe cypselae. The phytomelanin was observed in all the fruits studied forming projections as a common feature of the Eupatorieae tribe. The phytomelanin layer internally contouring the vascular bundles except *Praxeliopsis mattogrossensis* and *Praxelis splotii*. Phytomelanin occurs in the pappus of the most cypselae. The pappus was uniseriate, vascularized, and ornamentated in all genres. *Lomatozona* genus presents reduced pappus, and *Praxeliopsis mattogrossensis* and *Praxelis splotii* has fewer bristles in relation to other species. The carpodium is asymmetrical in all species. The similarities observed in *Praxeliopsis mattogrossensis* and *Praxelis splotii* may indicate the close relationship between their species. In subtribe Praxelinae there was uniformity of various characteristics of cypselae, it shows the importance of the use of the features present in the fruit for the definition of the subtribe and genres.

**Key words:** Phytomelanin, floral disk, ribs, pappus, carpodium.

## INTRODUÇÃO

A subtribo Praxelinae é pertencente à tribo Eupatorieae, que atualmente apresenta 19 subtribos (ROBINSON; SCHILING; PANERO, 2009). A subtribo compreende um dos grupos mais naturais da tribo, provavelmente monofilética (KING & ROBINSON, 1987). A característica mais distintiva de Praxelinae é o involúcro totalmente decíduo, com brácteas que caem na maturidade. A subtribo possui sete gêneros e cerca de 190 espécies (KING & ROBINSON, 1987). Cinco dos sete gêneros pertencentes à subtribo foram estudados, e são eles: *Chromolaena* DC., *Eitenia* R.M. King & H. Rob., *Lomatozona* Baker, *Praxeliopsis* G.M. Barroso e *Praxelis* Cass. Praxelinae possui uma distribuição geográfica de interesse considerável, com a maioria dos gêneros e diversidade concentrada no Brasil, com exceção do gênero *Osmiopsis* R.M. King & H. Rob., que ocorre no Haiti (KING & ROBINSON, 1987).

O gênero *Chromolaena* foi inicialmente reconhecido no conceito amplo de *Eupatorium* pelo tradicional sistema de classificação (BAKER, 1873, 1876). A maior parte das espécies foi colocada na seção *Cylindrocephala*, que ocasionalmente foi reconhecida a nível genérico sob o nome *Osmia* (BAKER, 1873, 1876). King & Robinson (1970a) propuseram reconhecer *Chromolaena* como gênero, oriundo da segregação de *Eupatorium s.l.* O gênero possui o maior número de espécies da subtribo, e apresenta como característica distintiva o pápus com numerosas cerdas, o receptáculo quase convexo e corolas delgadas com lóbulos superiores amplos (KING & ROBINSON, 1987). Têm sido sugerido que os gêneros *Chromolaena* e *Praxelis* são estreitamente relacionados (ROBINSON, 2009), porém Rivera et al. (2016) relatam que ambos os gêneros não são monofiléticos.

O gênero *Eitenia* foi nomeado por King & Robinson durante sua série de estudos com a tribo (KING & ROBINSON, 1987). No tradicional conceito genérico de Robinson, *Eitenia* seria introduzida em *Dissothrix*, pertencente a Alomiinae (KING & ROBINSON, 1987). *Eitenia* é um membro inquestionável da subtribo Praxelinae, por apresentar o involúcro



totalmente decíduo e a forma do colar da antera característicos da subtribo (KING & ROBINSON, 1987). O gênero é relacionado com *Eupatoriopsis* e *Praxelis*, os três gêneros apresentam frutos achatados, sendo biconvexos com duas costelas em *Eitenia* e *Eupatoriopsis* (KING & ROBINSON, 1979; 1987).

*Lomatozona* foi conhecido por mais de 100 anos com uma única espécie, e durante a série de estudos com a tribo foi adicionado mais três espécies para o gênero (KING & ROBINSON, 1975; 1978; 1979). O gênero era reconhecido por Baker próximo a *Ageratum* e foi mantido na sequência entre *Ageratum* e *Stevia* (BAKER, 1876). O autor notou neste tratamento do gênero que o involúcro era como o de *Eupatorium* seção *Praxelis*. O gênero *Lomatozona* é caracterizado pelo receptáculo não-cônico, carpopódio indistinto, o pápus com cerdas curtas e irregulares e a presença de glândulas na superfície das folhas (KING & ROBINSON, 1987).

O gênero *Praxeliopsis* tem a aparência de *Praxelis* e foi inicialmente posicionado por Barroso (1950) na subtribo Piqueriinae, devido à ausência do apêndice da antera, presente nos outros gêneros de Praxelinae (KING & ROBINSON, 1987). O gênero apresenta várias características que difere dos demais membros da subtribo, sendo o táxon mais distintivo. Contudo, os lóbulos da corola desiguais está presente em membros de *Eitenia* e *Lomatozona*, além disso, o receptáculo altamente cônico é semelhante à *Praxelis*, *Eitenia* e *Eupatoriopsis* (KING & ROBINSON, 1987).

*Praxelis* pode ser distinguido pela combinação do pápus com numerosas cerdas, o involúcro decíduo e o receptáculo cônico. Essas características foram reconhecidas por Cassini e De Candolle no estabelecimento de *Ooclinium* (KING & ROBINSON, 1970b; 1987). Além disso, o gênero apresenta o carpopódio assimétrico (KING & ROBINSON, 1987). *Praxelis* foi colocado como parte de *Eupatorium* e mantido entre a última seção do

gênero, próximo à *Campuloclinium* e *Conoclinium* (BAKER, 1876). O gênero *Praxelis* foi reconhecido por King & Robinson oriundo da segregação de *Eupatorium* s.l. (KING & ROBINSON, 1970b). O gênero é uniforme em muitas características e relaciona-se com *Eupatoriopsis* e *Eitenia* (KING & ROBINSON, 1987).

A subtribo possui grande parte das espécies oriundas da segregação de *Eupatorium* s.l., ao longo da circunscrição de Praxelinae, alguns gêneros sofreram reduções e outros tiveram o número de espécies ampliadas, portanto as relações entre os gêneros e as espécies podem ser mais bem definidas. Tendo em vista que a anatomia e morfologia das cipselas de Asteraceae têm sido esclarecedoras na classificação taxonômica (PANDEY & SINGH, 1994; MUKHERJEE & SARKAR, 1997; BISWAS et al., 2014; JANA & MUKHERJEE, 2014; FREITAS, et al. 2015), objetivou-se estudar as cipselas da subtribo Praxelinae, a fim de relacionar as características presentes que sejam úteis na classificação da subtribo e indiquem as relações entre os táxons. Para tanto as características analisadas foram o indumento, a estrutura do pericarpo, e partes acessórias das cipselas (pápus e carpopódio).

## MATERIAL E MÉTODOS

As cipselas da subtribo Praxelinae foram adquiridas através de exsicatas depositadas em herbários, a relação das mesmas encontra-se na tabela 1. Foram estudadas 27 espécies pertencentes a cinco gêneros de um total de sete da subtribo Praxelinae *sensu* King & Robinson (1987), em torno de 10% ou mais de cada gênero foi amostrado de acordo com o material disponível: *Chromolaena* (16/165 spp.), *Eitenia* (1/2 spp.), *Lomatozona* (3/4 spp.), *Praxeliopsis* (1/1 spp.), *Praxelis* (6/14 spp.).

A micromorfologia de superfície dos frutos foi feita a fim de comparar a morfologia das cipselas das espécies estudadas, para tanto, características presentes no pápus, indumento

e carpópodio foram observadas. Foram feitas análises qualitativas da distribuição dos tricomas nas cipselas. Seguiu-se a metodologia usual para análise em microscopia eletrônica de varredura. Inicialmente, as cipselas foram coladas em stubs de alumínio, metalizadas em ouro na proporção recomendada, analisadas e fotografadas por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (ZEISS EVO MA10).

Para análise anatômica, as cipselas maduras foram hidratadas durante 36 horas em NaOH (ANDERSON, 1963), desidratadas gradualmente em etanol e incluídas em Metacrilato (Leica®). Foram feitos cortes transversais com 10 µm de espessura através de um micrótomo rotativo e as secções obtidas foram coradas com azul de toluidina 0,05% tampão acetato pH 4,7 (O'BRIEN; FEDER; MCCULLY, 1964 modificado). A selagem das lâminas foi feita com resina sintética e o registro fotográfico feito no microscópio Olympus BX51.

Para a avaliação dos tricomas, utilizou-se um estereomicroscópio e um microscópio eletrônico de varredura (MEV), os tricomas foram classificados baseados no trabalho de Castro, Leitão-Filho e Monteiro (1997).

Pressupondo a origem ínfera do ovário, adotou-se a definição *stricto sensu* de Roth (1977), em que a epiderme externa do ovário produz o exocarpo, a epiderme interna da origem ao endocarpo e a região vascular origina o mesocarpo externo e interno.

O pápus foi classificado de acordo com Hickey (1979 adaptado) para o ângulo de divergência das fibras projetadas, sendo agudos estreitos quando menor que 45°, e agudos moderados entre 45°–65°. A terminologia usada na classificação da superfície das cerdas do pápus seguiu Barthlott et al. (1998).

## RESULTADOS

### Micromorfologia das Cipselas

Nos cinco gêneros estudados da subtribo Praxelinae as cipselas são prismáticas (Fig. 1A–E, G–L), *Eitenia polyseta*, apresentou formato biconvexo (Fig. 1F). As costelas foram notáveis, e em grande parte dos frutos caracterizadas pela presença de tricomas tectores bisseriados. A parede do fruto exibiu estrias longitudinais visíveis em maior aumento em *Eitenia polyseta* (Fig. 1F) e *Praxelis odontodactyla* (Fig. 1K). Micropontuações foram visíveis na superfície dos frutos em grande parte das cipselas analisadas.

Em *Chromolaena odorata*, *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 1Q) e na maioria das espécies do gênero *Praxelis* (Fig. 1R) as cipselas formam uma constrição na porção superior do fruto, próximo ao disco floral (Fig. 1I–K, Q, R). O disco floral apresentou um maior número de camadas em *Chromolaena cylindrocephala*, *C. laevigata* (Fig. 1N), *C. minasgeraesensis*, *C. morii*, *C. odorata* e *Praxelis capillaris* (Tab. 2).

Os pápus são unisseriados, estes apresentam numerosas cerdas nos gêneros *Chromolaena* (Fig. 1M, N) e *Praxelis* (Fig. 1R) - exceto *P. splettii*, que apresentou um menor número cerdas. Os gêneros *Eitenia* (1F, O), *Lomatozona* (1G, H, P) e *Praxeliopsis* (1I, Q) possuem menor número de cerdas, que são de tamanho reduzido em *Lomatozona* (Fig. 1G, H, P). O pápus difere em sua dimensão, as extremidades distais das cerdas foram mais unidas e afiladas em relação à base (Fig. 2A, C, E, G, I, K, M, O, Q, S, U, W, Y, AA, CC). Essas extremidades são agudas no ápice, com exceção de *Chromolaena morii*, que exibiu formato arredondado (Fig. 2I). As células no ápice são alongadas na maioria das espécies, sendo curtas em *Chromolaena laevigata* (Fig. 2E) e *Eitenia polyseta* (Fig. 2Q). Na superfície o pápus aparentemente mostrou-se estriado em quase todas as espécies (Fig. 2A–DD), sendo essas ornamentações sutis em *Lomatozona andersonii* (Fig. 2S, T), nas espécies *L.*

*artemisiifolia* (Fig. 2U, V) e *L. inaequale* a superfície foi aparentemente lisa. Na base o pápus apresentou-se levemente achatado, e mais robusto em *Lomatozona* (Fig. 2T, V) e *Praxelis grandiflora*. As projeções das cerdas na base apresentaram ângulo de divergência agudo estreito na maior parte das cipselas (Fig. 2B, D, F, H, J, L, P, R, X, Z, DD). O ângulo de divergência agudo moderado foi encontrado em *Chromolaena maximilianii*, *C. odorata* (Fig. 2L), *Lomatozona* (Fig. 2T, V), *Praxelis clematidea* (Fig. 2BB), *P. grandiflora* e *P. sanctopaulensis*.

Os carpópódios foram distintos e assimétricos (Fig. 1S–X), sendo curtos em anel no gênero *Chromolaena* (Fig. 1S, T) e em algumas espécies do gênero *Praxelis* (Fig. 1X) e cilíndricos em *Lomatozona* (Fig. 1V). As espécies *Chromolaena chaseae* (Fig. 1S) e *C. costatipes* apresentaram o carpópódio interrompido na região intercostal.

### **Tipos e Distribuição dos tricomas**

Três tipos de tricomas foram identificados nas cipselas, estes foram classificados em: tipo I- tector bisseriado; tipo II- glandular unisseriado capitado; e tipo III- glandular unisseriado filamentosos. A distribuição dos tricomas nos frutos foi variável em relação à posição (ápice, meio e base) e sua localização (região costal e intercostal), a tabela 2 representa a ocorrência destes nas cipselas da subtribo analisadas (Tab. 2).

Os tricomas do tipo I (detalhe em Fig. 1F, I) foram os mais abundantes nas cipselas da subtribo Praxelinae (Tab. 2), ocorreram em todas as espécies estudadas (Fig. 1A–L). No gênero *Chromolaena* localizaram-se na região costal e intercostal da maioria dos frutos, exceto *C. chaseae*, *C. cinereoviridis* (Fig. 1A), *C. horminoides*, *C. laevigata*, *C. oxylepis* e *C. pungens* (Fig. 1E), nos quais ocorreram somente na região costal; *Eitenia polyseta* (Fig. 1F) apresenta esses tricomas na região costal e intercostal, em *Lomatozona* (Fig. 1G, H) e *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 1I) ocorreram ao longo da região costal; no gênero

*Praxelis* na maioria das espécies, localizaram-se nas regiões costal e intercostal (Fig. 1J, L), sendo apenas na região costal em *P. odontodactyla* (Fig. 1K) e *P. splettii*. Tricomas do tipo II (detalhe em Fig. 1B) ocorreram somente nas espécies *Chromolaena costatipes* (Fig. 1B) e *C. pedalis*. Os tricomas do tipo III (detalhe em Fig. 1C, E, G) também foram abundantes nos frutos. Foram identificados em quase todas as espécies do gênero *Chromolaena* (Tab. 2), em *Lomatozona* ocorreram em todas as espécies (Fig. 1G, H), e em *Praxelis capillaris* (Fig. 1J), todos na região intercostal, somente em *C. minasgeraesensis* e *L. andersonii* estiveram distribuídos na região costal e intercostal dos frutos. Estes foram ausentes em *C. maximilianii*, *C. morii*, *C. odorata*, *Eitenia polyseta* (Fig. 1F), *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 1I) e nas demais espécies do gênero *Praxelis* (Fig. 1K, L).

Na região do disco floral tricomas do tipo I foram muito comuns, ocorrendo em quase todas as espécies (Fig. 1M, N, P, Q, R), com exceção de *Eitenia polyseta* (Fig. 1O) que não apresentaram tricomas nessa região. Os tricomas do tipo II foram observados no disco floral somente em *Chromolaena costatipes* (Fig. 1M). Os tricomas do tipo III ocorreram amplamente na região do disco floral em *Chromolaena*, foram observados em *C. barbacensis*, *C. chaseae*, *C. cylindrocephala*, *C. horminoides*, *C. laevigata*, *C. minasgeraesensis*, *C. multiflosculosa*, *C. oxylepis* e na espécie *Praxelis capillaris*.

O carpópodio na maioria dos frutos apresentou tricomas do tipo I (Fig. 1S–W), exceto *Chromolaena pedunculosa*, *Lomatozona inaequale*, *Praxelis clematidea*, e *P. grandiflora*, os quais não apresentam tricomas nessa região. Já os tricomas do tipo II ocorreram somente em *C. costatipes*. Os tricomas do tipo III localizaram-se na região do carpópodio em *C. cinereoviridis*, *C. costatipes*, *C. laevigata*, *Lomatozona andersonii* (Fig. 1V) e *L. artemisiifolia*.

## Anatomia das Cipselas

As cipselas estudadas são prismáticas em corte transversal (Fig. 3A, D, G, J, M; 4D, G, J; 5A, D, G, J) sendo biconvexa em *Eitenia polyseta* (Fig. 4A). O pericarpo apresentou o mesmo número de camadas nos frutos estudados. O exocarpo foi unisseriado, formado por células isodiamétricas e justapostas na maior parte das espécies, porém foram achatadas periclinalmente nas espécies *Chromolaena morii*, *C. odorata*, *C. oxylepis*, *C. pedunculosa*, *Eitenia polyseta* (Fig. 4B), *Praxelis clematidea* (Fig. 5E, F), *P. grandiflora*, *P. sanctopaulensis* (Fig. 5H) e *P. splettii* (Fig. 5K).

Em todas as espécies da subtribo Praxelinae estudadas, o mesocarpo externo apresentou número constante de camadas, sendo duas camadas de células volumosas na maioria (Fig. 3B, E, H, K, N; 4E, H; 5B, E, H, K), nas espécies *Eitenia polyseta* (Fig. 4B) e *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 4K) as mesmas apresentaram-se achatadas periclinalmente.

Observou-se em todas as cipselas a presença de uma camada de esclereídes em toda a extensão (Fig. 3D, G, J, M; 4A, D, G, J; 5A, D, G, J), porém uma variação foi encontrada no gênero *Chromolaena*, nas espécies *C. barbacensis* (Fig. 3A), *C. chaseae*, *C. horminoides*, *C. maximilianii*, *C. multiflosculosa*, *C. odorata*, *C. oxylepis* e *C. pungens*. Todas apresentaram uma camada de esclereídes na maior extensão dos frutos e duas a três camadas na face externa dos frutos posicionados externamente no capítulo. O mesocarpo interno apresentou-se parcialmente consumido em grande parte das cipselas (Fig. 3B, E, H, K, N; 4E, H, K; 5B, K) estando totalmente consumidos nas espécies *C. maximilianii*, *C. morii*, *C. multiflosculosa*, *C. odorata*, *Eitenia polyseta* (Fig. 4B), *Lomatozona inaequale*, *Praxelis clematidea* (Fig. 5E), *P. grandiflora*, *P. odontodactyla* e *P. sanctopaulensis* (Fig. 5K). O endocarpo esteve ausente nas espécies estudadas, pois o mesmo é consumido durante a maturação dos frutos.

A fitomelanina ocorreu em todos os frutos, sendo depositada no espaço esquizógeno que se forma entre o mesocarpo externo e a camada de esclereídes formando projeções. Nas espécies analisadas da subtribo Praxelinae a fitomelanina encontrou-se depositada de forma contínua, passando internamente sem revestir os feixes vasculares (Fig. 3C, F, I, L, O; 4C, F, I; 5C, F, I), exceto em *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 4L) e *Praxelis spletii* (Fig. 5L), nos quais essa camada foi observada passando externamente aos feixes vasculares (Tab. 2).

Houve variação entre o número de costelas e feixes vasculares nas espécies estudadas (Tab. 2). Dois feixes vasculares associados às costelas ocorreu em *Eitenia polyseta* (Fig. 4A); três feixes vasculares abrigados pelas costelas do fruto foram observados em *Chromolaena maximilianii* e *C. morii*, a espécie *Praxelis odontodactyla* apresentou três feixes vasculares abrigados por costelas e uma costela sem feixe; Quatro feixes vasculares associados às costelas foram observados nas espécies *C. odorata*, *Lomatozona andersonii* (Fig. 4D), *Praxelis capillaris* (Fig. 5A), *P. clematidea* (Fig. 5D) e *P. grandiflora*, em *C. multiflosculosa* observou-se quatro feixes abrigados por costelas e uma costela sem feixe; cinco feixes vasculares associados às costelas dos frutos ocorreram em *C. barbacensis* (Fig. 3A), *C. cylindrocephala* (Fig. 3J), *C. laevigata* (Fig. 3M), *C. minasgeraesensis*, *C. oxylepis*, *C. pedalis*, *C. pedunculosa*, *Lomatozona inaequale*, *Praxeliopsis mattogrossensis* (Fig. 4J), *Praxelis sanctopaulensis* (Fig. 5G) e *Praxelis spletii* (Fig. 5J); cinco feixes abrigados por costelas e uma costela sem feixe foi observado nas espécies *C. cinereoviridis* (Fig. 3D), *C. pungens* e *L. artemisiifolia* (Fig. 4G); seis feixes vasculares associados às costelas ocorreram em *C. chaseae* e *C. horminoides*; nove feixes vasculares associados às costelas do fruto foram encontrados em *Chromolaena costatipes* (Fig. 3G; Tab. 2). Observou-se a presença de fitomelanina sendo depositada pelas fibras dos feixes vasculares nas espécies *C. horminoides*, *C. pedunculosa*, *C. pungens*, *Praxelis clematidea* (Fig. 5F), *P. grandiflora* e *P. sanctopaulensis* (Fig. 5I).



O disco floral nas espécies estudadas apresentou epiderme unisseriada composta por células justapostas, camadas de células parenquimáticas que se apresentaram mais alongadas na periferia do disco, internamente observou-se feixes vasculares e um conjunto de esclereides com deposição de fitomelanina (Fig. 6A–E). O pápus apresentou um conjunto multisseriado de fibras, com contorno circular em corte transversal (Fig. 6F–H). As cerdas do pápus foram mais arredondadas nos ápices e levemente achatadas na base, próximo à região do disco floral. Na espécie *Praxelis grandiflora* o pápus apresentou maior número de fibras na base, em relação às demais espécies estudadas (Fig. 6G). O pápus em *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis spletii* diferiu de todos os outros na subtribo, apresentando uma camada epidérmica circundando as fibras no interior (Fig. 6H). O pápus apresentou vascularização em seu interior, e foi possível também a observação de fitomelanina sendo depositada pelas fibras do pápus em grande parte das cipselas da subtribo Praxelinae (Fig. 6F). Essa característica foi encontrada em todos os gêneros, nas espécies: *Chromolaena barbacensis*, *C. cylindrocephala*, *C. laevigata*, *C. maximilianii*, *C. morii*, *C. odorata*, *C. pedunculosa*, *C. pungens*, *Eitenia polyseta*, *Lomatozona artemisiifolia*, *Praxeliopsis mattogrossensis*, *Praxelis clematidea* e *Praxelis odontodactyla*.

Os carpópódios foram lignificados na maioria das espécies do gênero *Chromolaena*, a lignificação ocorre nas espécies *C. barbacensis*, *C. chaseae*, *C. cinereoviridis*, *C. costatipes*, *C. cylindrocephala* (Fig. 6I), *C. horminoides*, *C. laevigata*, *C. maximilianii*, *C. multiflosculosa*, *C. pedalis* e *C. pungens*. Nos demais gêneros o carpópódio foi lignificado em *Eitenia polyseta*, *Praxelis clematidea*, *Praxelis grandiflora* e *Praxelis sanctopaulensis*. As demais espécies não apresentaram lignificação do carpópódio (Fig. 6J).

## DISCUSSÃO

### Morfologia comparada das cipselas de Praxelinae

A anatomia do pericarpo apresenta grande uniformidade em relação ao número de camadas nas espécies analisadas da subtribo Praxelinae (Tab. 2). Esse padrão é observado por Pandey & Singh (1994) para *Chromolaena odorata* e por Marzinek & Oliveira (2010) para *C. stachyophylla* e *Praxelis pauciflora*. A estrutura básica do pericarpo tem se mostrado conservadora na tribo Eupatorieae (PANDEY & SINGH, 1983; 1994; MUKHERJEE & SARKAR, 1997; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). O mesocarpo externo apresenta duas camadas, e uma camada de esclereides pode ser observada, com certa variação em algumas espécies do gênero *Chromolaena*, nas quais apresentam camadas duplas de esclereides na face externa dos frutos. Essa característica não é mencionada por outros autores, no entanto, é encontrada em *C. squalida* var. *caleoides* (Capítulo 3), estando presentes nos frutos posicionados externamente no capítulo. Possivelmente, a ocorrência dessa característica apenas no gênero *Chromolaena* possa estar relacionada à ocorrência de muitas flores por capítulo, sendo assim, os frutos posicionados na periferia sofrem maior pressão com as brácteas que se encontram externamente, condicionando a formação de camadas duplas nessa região. A variação encontrada nas camadas do mesocarpo interno é devido às fases de maturação dos frutos, pois essa camada vai sendo consumida durante a maturação.

Três tipos de tricomas ocorrem nas cipselas, sendo os do tipo I os mais abundantes na subtribo. Esse tipo é bastante comum nos frutos da família Asteraceae, e têm sido mencionados por diferentes autores (HESS, 1938; ROTH, 1977; SAHA & MUKHERJEE, 2012; FRANGIOTE-PALLONE & SOUZA, 2014). Os tricomas classificados como tipo III no presente estudo (glandular unisseriado filamentoso), são comuns nas cipselas dos gêneros *Chromolaena*, *Lomatozona* e *Praxelis capillaris*. Esse tipo é encontrado nas cipselas de

*Chromolaena squalida* e em suas variedades (capítulo 3), e também nos órgãos vegetativos aéreos da espécie *Lomatozona artemisiifolia* (TRINDADE; FERNANDES; GONÇALVES, 2014) A presença desse tipo também é mencionada por King & Robinson (1987) para a espécie, e por Castro, Leitão-Filho e Monteiro (1997) para alguns gêneros da família como *Aspilia*, *Bidens*, *Calea*, *Eupatorium*, *Mikania*, *Riencourtia*, *Stevia*, *Verbesina*, *Viguiera*, *Wedelia* e *Wulffia*. Nossos resultados indicam que esse tipo de tricoma é muito comum nas cipselas da subtribo Praxelinae, porém em Disynaphiinae (Capítulo 1) ocorre em menor proporção.

O número de feixes vasculares e costelas não são constantes na subtribo, há variação em um mesmo gênero e entre os gêneros estudados, observa-se de 2–9 costelas que não necessariamente estão associadas com feixes vasculares. Roth (1977) afirma que a estrutura e o número de costelas têm sido uniforme em Asteraceae e podem ser usados na taxonomia, no entanto o estudo de Marzinek, De-Paula e Oliveira (2010) contradiz demonstrando que essa característica não é fixa em Eupatorieae, e que não existe relação direta entre a ocorrência de feixes e costelas e sim na posição que a flor ocupa no eixo da inflorescência. Nossos resultados reforçam essa afirmação.

A fitomelanina é observada em todos os frutos estudados e ocorre formando projeções no espaço esquizógeno entre o mesocarpo externo e interno, que são características da tribo Eupatorieae (PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014), essa camada pode ter espessura variável de acordo com a maturação das cipselas. A fitomelanina é uma camada protetora do pericarpo e atua contra o excesso de luminosidade e herbivoria (ROTH, 1977; ROQUE; KEIL; SUSANNA, 2009). A sua origem tem sido amplamente discutida (MISRA, 1964; ROTH, 1977; PANDEY, 1982; 1983;), porém De-Paula et al. (2013) associa sua produção às esclereídes presente no pericarpo das Compostas.

O disco floral localiza-se na região apical das cipselas e interliga o pápus ao fruto. Nas espécies estudadas da subtribo Praxelinae essa região não apresenta diferenças significativas, sendo caracterizada por camadas de células parenquimáticas, traços vasculares que vão em direção ao pápus e fitomelanina na região central, assim como descrito em outros estudos de cipselas (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010) e nos capítulos 1 e 3. O disco floral apresenta maior número de camadas em algumas cipselas, essa característica também é encontrada em algumas cipselas da subtribo Disynaphiinae (Capítulo 1), no entanto, não acreditamos ser válido na taxonomia de grupos, pois não é constante em um gênero ou na subtribo.

O pápus é corresponde ao cálice, porém é altamente modificado em cerdas, arestas ou escamas resultantes de um calo basal (ROBINSON, 2009). Essa estrutura pode estar ausente ou ser reduzido em alguns táxons (SMALL, 1917). As cerdas do pápus na tribo Eupatorieae podem ser finas, mesmo na base, aladas, plumosas ou com ampliação nas pontas (ROBINSON, 2009). Em Praxelinae as cerdas apresentam-se mais achatadas na base que no ápice, dentre os táxons estudados destaca-se o gênero *Lomatozona* por apresentar o pápus de tamanho reduzido e robusto na base, e as espécies *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii* pelo menor número de cerdas em relação às demais espécies, que possuem o pápus com maior número de cerdas. Nos gêneros *Chromolaena* e *Praxelis* as cerdas são numerosas (KING & ROBINSON, 1987).

O carpópodio corresponde à cicatriz da zona de abscisão na base da cipsela (ROBINSON, 2009). A morfologia do carpópodio pode ser variada, sendo classificado como simétrico em anel, assimétrico, pode ser interrompido na região das costelas, ou ser indistinto, dentre outras modificações (ROQUE, KEIL, SUSANNA, 2009). Haque & Godward (1984) distingue oito tipos de carpópodios nas Compostas, Mukherjee & Nordenstam (2004) mencionam a presença de 14 tipos para 17 tribos na família. Em Praxelinae todos são assimétricos. Nos gêneros *Chromolaena* e *Praxeliopsis* King & Robinson (1987) afirma que o

carpopódio é simétrico, e em *Lomatozona* é classificado pelos autores como indistinto, em contraste com nossos resultados.

### **A importância taxonômica das cipselas de Praxelinae**

A subtribo Praxelinae é monofilética (KING & ROBINSON, 1987). Segundo Rivera et al. (2016) a subtribo forma um clado com alto valor de suporte nas análises filogenéticas para espécies dos gêneros *Chromolaena*, *Lomatozona*, *Praxelis* e *Eitenia*, apoiando a subtribo como monofilética. O monofiletismo do grupo é aqui refletido em várias características. O mesocarpo externo apresenta o mesmo número de camadas em todas as espécies, a fitomelanina passa internamente aos feixes vasculares exceto *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii*, o tricoma tector bisseriado ocorre em todas as cipselas, o carpopódio é assimétrico, o pápus é unisseriado, vascularizado e apresenta ornamentações em todos os gêneros. A presença de ornamentações na superfície do pápus também é relatada por Marzinek & Oliveira (2010) para *Chromolaena stachyophylla* e *Praxelis pauciflora*.

No presente estudo observamos características presentes em vários gêneros, como a presença de tricomas do tipo III (glandular unisseriado filamentoso) e de fitomelanina no pápus em grande parte das cipselas, não relatada em outros estudos na família. King & Robinson (1987) afirmam a presença de tricomas nas costelas e superfícies do fruto para os gêneros *Eitenia* e *Praxelis*. De acordo com King & Robinson (1979) o gênero *Lomatozona* é distinguido pelo pequeno carpopódio e pelas curtas cerdas do pápus, porém afirmam que os tricomas glandulares são a característica mais distintiva do gênero, estando presentes nas folhas em todas as espécies. O gênero *Eitenia* apresenta o fruto biconvexo. Robinson (2009) e King & Robinson (1987), afirmam que os gêneros *Eupatoriopsis*, *Eitenia* e *Praxelis* apresentam os frutos mais achatados na tribo. Essa característica não é vista em *Praxelis*, como sugere os autores. *Eitenia polyseta* apresenta duas costelas, de acordo com King &

Robinson (1979) é estreitamente relacionado com *Eupatoriopsis* e apresentam frutos biconvexos.

De acordo com Gardner & Williges (2015) *Chromolaena odorata* é semelhante à *Praxelis*. No presente estudo constatou-se que a mesma apresenta uma constrição na porção superior do fruto, característica observada na maioria das *Praxelis*. Para King & Robinson (1987) e Robinson (2009) *Praxelis* e *Chromolaena* são estreitamente relacionados. De fato os gêneros compartilham características como o pápus com numerosas cerdas e o formato do carpopódio curto em anel observado em *Chromolaena*, mas também em algumas espécies de *Praxelis*. De acordo com King & Robinson (1987) o gênero *Praxelis* é mais relacionado com *Eitenia* e *Eupatoriopsis*, e existem problemas na definição dos limites do gênero *Praxelis* (KING & ROBINSON, 1970b). Rivera et al. (2016) afirma que *Chromolaena* e *Praxelis* não são monofiléticos. Com exceção do número de cerdas do pápus, as características observadas na estrutura do pericarpo e na morfologia das cipselas, são compartilhadas com os demais gêneros da subtribo, neste caso a estreita correlação entre esses gêneros não é confirmada.

A partir de nossos resultados, constatamos que *Praxelis splotii* é mais semelhante à *Praxeliopsis mattogrossensis* que a qualquer outro táxon da subtribo, porém tal semelhança não é mencionada por Robinson (2006). Reconhecemos várias características comuns, tanto na morfologia quanto na anatomia do fruto, dentre elas os tricomas tectores bisseriados alongados, que apresentam a mesma distribuição nos frutos, o carpopódio, o pápus que possui poucas cerdas e apresenta uma camada epidérmica circundando as fibras, e a presença de fitomelanina passando externamente aos feixes somente nessas duas espécies, contrastando com as demais espécies estudadas na subtribo. Robinson (2006) afirma que *Praxelis splotii* é relacionado com *Praxelis capillaris*, no entanto, o número de cerdas do pápus, a densidade e localização dos tricomas tectores e a disposição da camada de fitomelanina difere nas

espécies. Segundo King & Robinson (1987) *Praxeliopsis* em geral é semelhante ao gênero *Praxelis*.

Na subtribo Praxelinae observa-se a uniformidade de diversas características das cipselas, isso mostra a relevância do uso de características presentes no fruto para a definição da subtribo e dos gêneros. A importância taxonômica das cipselas é mencionada por vários autores (HAQUE & GODWARD, 1984; BASAK & MUKHERJEE, 2002; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; HERMAN, 2013; FRANGIOTE-PALLONE & SOUZA, 2014; FREITAS, et al., 2015). O pápus é uma das estruturas mais importantes na classificação de Asteraceae (SMALL, 1917; ROQUE; KEIL; SUSANNA, 2009) e no presente estudo mostra-se útil na definição de gêneros, como no caso *Lomatozona*. A estrutura do carpopódio pode apresentar variações úteis taxonomicamente em tamanho, forma das células e espessura das paredes celulares (ROBINSON, 2009). A anatomia do pericarpo também tem sido amplamente utilizada na classificação (ROTH, 1977; PANDEY & SINGH, 1982; 1983; 1994; PAK & KAWANO, 1990; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; JANA & MUKHERJEE, 2014). É importante destacar que as semelhanças observadas entre *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis splotii*, por meio da morfologia e anatomia, podem indicar a estreita relação entre as espécies, portanto, é necessário que a posição das mesmas na subtribo seja revista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. C. Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, v. 66, p. 632-684, 1963.

BAKER, J. G. Compositae I. Vernoniaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. W. (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 6, p. 1-179, 1873.

BAKER, J. G. Compositae II. Eupatoriaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. W. (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 6, p. 181-374, 1876.

BARROSO, G. M. Considerações sobre o gênero *Eupatorium*. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 10, p. 13-116, 1950.

BARTHLOTT, W. et al. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 126, p. 237-260, 1998.

BASAK, N.; MUKHERJEE, S. K. Morphological diversities and taxonomic significance of cypsellar features in the genus *Aster* L. (Astereae- Asteraceae). **Plant Biodiversity**, v. 1, p. 483-498, 2002.

BISWAS, S. et al. Micro-morphology and anatomy of cypselas in some species of Asteraceae by LM and SEM. **International Journal of Pharmaceutical Research and Bio-Science**, v. 3, p. 143-159, 2014.

CASTRO, M. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; MONTEIRO, W. R. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p. 163-174, 1997.

DE-PAULA, O. C. et al. The role of fibres and the hypodermis in Compositae melanin secretion. **Micron**, v. 44, p. 312-316, 2013.



FRANGIOTE-PALLONE, S.; SOUZA, L. A. Pappus and cypsela ontogeny in Asteraceae: structural considerations of the tribal category. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 85, p. 62-77, 2014.

FREITAS, F. et al. Fruit of *Heterocoma* DC: Taxonomic significance a new pattern phytomelanin deposition in Asteraceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 255-265, 2015.

GARDNER, A. G.; WILLIGES, K. A. *Praxelis clematidea* (Asteraceae): A new plant invader of Florida. **Bioone**, v. 14, p. 20-27, 2015.

HAQUE, M. Z.; GODWARD, M. B. E. New records of the carpodium in Compositae and its taxonomic use. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 89, p. 321-40, 1984.

HERMAN, P. P. J. Cypsela morphology in the genus *Nolletia* (Asteraceae, Astereae) and a revision of the genus. **Phytotaxa**, v. 122, p. 1-44, 2013.

HESS, R. Vergleichende untersuchugen uber die zwillingshaare der Compositen **Botanische Jahrbucher fur systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie**, v. 68, p. 435-496, 1938.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: Metcalf, CR, Chalk, L eds. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Claredon Press, 1979.

JANA, B. K.; MUKHERJEE, S. K. Morpho-anatomical features of cypselas in some species of the tribe Coreopsidae (Asteraceae). **Jornal of the Swamy Botanical Club**, v. 31, p. 67-72, 2014.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XXIX. The genus *Chromolaena*. **Phytologia**, v. 20, p. 196-209, 1970a.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XXVIII. The genus *Praxelis*. **Phytologia**, v. 20, p. 193-195, 1970b.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CXLVIII. A new species of *Lomatozona*. **Phytologia**, v. 32, p. 246-249, 1975.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLXXIII. A new species of *Lomatozona*. **Phytologia**, v. 39, p. 129-131, 1978.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CLXXVIII. Additions to *Eitenia* and *Lomatozona*. **Phytologia**, v. 44, p. 455-462, 1979.

KING, R. M.; ROBINSON, H. **The genera of the Eupatorieae (Asteraceae)**. Kansas: Missouri Botanical Garden, 1987. 581 p.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. The ribs of Eupatorieae (Asteraceae): of wide taxonomic value or reliable characters only among certain groups? **Plant Systematics and Evolution**, v. 285, p. 127-130, 2010.

MARZINEK, J.; OLIVEIRA D. M. T. Structure and ontogeny of the pericarp of six Eupatorieae (Asteraceae) with ecological and taxonomic considerations. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 279-291, 2010.

MISRA, S. Floral morphology of the family Compositae II. Development of seed and fruit in *Flaveria repanda*. **Botanical Magazine**, v. 77, p. 290-296, 1964.

MUKHERJEE, S. K.; SARKAR, A. K. Morphological and Anatomical Structure of the Cipselas of Some Species of the Tribe Eupatorieae (Asteraceae). **Journal Plant Anatomy Morphology**, v. 7, p. 9-19, 1997.

MUKHERJEE, S. K.; NORDENSTAM, B. Diversity of carpopodial structure in the Asteraceae and its taxonomic significance. **Compositae Newsletter**, v. 41, p. 29-49, 2004.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **O Protoplasma**, v. 59, p. 368-373, 1964.

PAK, J. H.; KAWANO, S. Biosystematic studies on the genus *Ixeris* and its allied genera (Compositae- Lactuceae) III. Fruit wall anatomy and karyology of *Crepidiastrum* and *Paraixeris*, and their taxonomic implications. **Acta Phytotaxonomica et Geobotanica**, v. 41, p. 109-128, 1990.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae: *Coreopsis* species. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 61, p. 417-425, 1982.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae: Tribe Eupatorieae. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 62, p. 276-281, 1983.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seed and fruit in Eupatorieae and Heliantheae (Compositae). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 64, p. 115-125, 1994.

PANDEY, A. K.; STUESSY, T. F.; MATHUR, R. R. Phytomelanin and Systematics of the Heliantheae Alliance (Compositae). **Plant Diversity and Evolution**, v. 131, p. 1-21, 2014.

RIVERA, V. L. et al. Origins and recent radiation of Brazilian Eupatorieae (Asteraceae) in the eastern Cerrado and Atlantic Forest. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 97, 90-100, p. 2016.

ROBINSON, H. New species and new combinations in Brazilian Eupatorieae (Asteraceae). **Phytologia**, v. 88, p. 136-153, 2006.

ROBINSON, H. An introduction to micro-characters of Compositae. In: FUNK, V. A. et al. (eds). **Compositae**. Austria: International Association for Plant Taxonomy, 2009. p. 89-100.

ROBINSON, H.; SCHILLING, E.; PANERO, J. E.; Eupatorieae. In: FUNK, V. A. et al. (eds). **Compositae**. Austria: International Association for Plant Taxonomy, 2009. p. 731-744.

ROQUE, N.; KEIL, D. J.; SUSANNA, A. Illustrated glossary of Compositae. In: FUNK, V. A. et al. (eds). **Compositae**. Austria: International Association for Plant Taxonomy, 2009. p. 781-806.

ROTH, I. **Fruits of Angiosperms**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1977. 675 p.

SAHA, L.; MUKHERJEE, S. K. Morphological variation of trichomes in some common species of Asteraceae. **International Journal of Pharmaceutical Research and Bio-Science**, v. 1, p. 408-425, 2012.

SMALL, J. The origin and development of the Compositae. **New Phytologist**, v. 17, p. 69-94, 1917.

TRINDADE, L. M. P.; FERNANDES, Y. S.; GONÇALVES, L. A. DE. Diversidade e desenvolvimento dos tricomas glandulares de *Lomatozona artemisiifolia* Baker (Asteraceae-Eupatorieae)- uma planta endêmica do Cerrado de Goiás. **Iheringia**, v. 69, p. 235-243, 2014.

## **Tabelas e Ilustrações**

Tabela 1. Relação das exsicatas utilizadas dos respectivos herbários.

<b>Espécies</b>	<b>Material</b>
<i>Chromolaena barbacensis</i>	Romero, R. et al. 2011 (HUFU)
<i>Chromolaena chaseae</i>	Franco, I. M. et al. 321 (HUFU)
<i>Chromolaena cinereoviridis</i>	Volpi, R. L. et al. 129 (HUFU)
<i>Chromolaena costatipes</i>	Romero, R; Nakajima, J. N. 3734 (HUFU)
<i>Chromolaena cylindrocephala</i>	Araújo, I. M. et al. 101 (HUFU)
<i>Chromolaena horminoides</i>	Nakajima, J. N. et al. 4896 (HUFU)
<i>Chromolaena laevigata</i>	Araújo, G. M. s.n. (HUFU)
<i>Chromolaena maximilianii</i>	Franca, R. O. 6 (HUFU)
<i>Chromolaena minasgeraesensis</i>	Franca, R. O. 22 (HUFU)
<i>Chromolaena morii</i>	Hattori, E. K. O. 1427 (HUFU)
<i>Chromolaena multiflosculosa</i>	Marques, D. 179 (HUFU)
<i>Chromolaena odorata</i>	Barbosa, E. 1491 (HUFU)
<i>Chromolaena oxylepis</i>	Versiane, A. F. et al. 131 (HUFU)
<i>Chromolaena pedalis</i>	Marques, D. 433 (HUFU)
<i>Chromolaena pedunculosa</i>	Cordeiro, J. 2009 (HUFU)
<i>Chromolaena pungens</i>	Hatschbach, G. 71987 (HUFU)
<i>Eitenia polyseta</i>	Silva, M. A. 5181 (HUFU)
<i>Lomatozona andersonii</i>	Pacheco, R. A. 787 (HUFU)
<i>Lomatozona artemisiifolia</i>	Teles et al. 884 (UFG)
<i>Lomatozona inaequale</i>	Faria, I. et al. 1433 (UFMT/ ICLMA)
<i>Praxeliopsis mattogrossensis</i>	Windisch, P. G. 1948 (RB)
<i>Praxelis capillaris</i>	Roth, L. 1499 (HUFU)
<i>Praxelis clematidea</i>	Araújo, G. M. s.n. (HUFU)
<i>Praxelis grandiflora</i>	Araújo, G. M. 2585 (HUFU)
<i>Praxelis odontodactyla</i>	Pereira-Silva, G. 13263 (HUFU)
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	Ribas, O. S. 1663 (HUFU)
<i>Praxelis splotii</i>	Faria, J. E. Q. 3493 (HUFU)

Tabela 2. Tipos e distribuição dos tricomas e principais características comparadas nas cipselas de Praxelinae. (A, apice; M, região mediana; B, base; -: ausente; +: escasso; ++: frequente; +++: abundante).




Tipo de tricoma		Tipo I 			Tipo II 			Tipo III 			Disco floral saliente	Pápus: tamanho das células	Projeção das cerdas	Carpopódio	Mesocarpo Externo: nº de camadas	Esclerênquima nº de camadas	Pápus vascularizado	Fitomelanina no pápus	Fitomelanina passa abaixo dos feixes	Nº de costelas	Nº de feixes vasculares
Espécies	Região	A	M	B	A	M	B	A	M	B											
<i>Chromolaena barbacensis</i>	Costal Intercostal	+++ +	+++ +	+++ +	– –	– –	– –	– +	– –	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	5	5
<i>Chromolaena chaseae</i>	Costal Intercostal	++ –	++ –	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	6	6
<i>Chromolaena cinereoviridis</i>	Costal Intercostal	+ –	+ –	++ –	– –	– –	– –	– ++	– +	– +		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	6	5
<i>Chromolaena costatipes</i>	Costal Intercostal	+++ +	+++ –	+++ –	+ ++	+ +	+ +	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	9	9
<i>Chromolaena cylindrocephala</i>	Costal Intercostal	++ +	++ –	+++ –	– –	– –	– –	– ++	– +	– +	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	5	5
<i>Chromolaena horminoides</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	6	6
<i>Chromolaena laevigata</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– +	X	Curtas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	5	5
<i>Chromolaena maximilianii</i>	Costal Intercostal	+++ ++	++ +	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X	X	X	3	3
<i>Chromolaena minasgeraesensis</i>	Costal Intercostal	+++ +	++ –	+++ –	– –	– –	– –	+ ++	– +	– –	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	5	5
<i>Chromolaena morii</i>	Costal Intercostal	+++ +	+++ +	++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	3	3
<i>Chromolaena multiflosculosa</i>	Costal Intercostal	+++ +	++ +	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	5	4
<i>Chromolaena odorata</i>	Costal Intercostal	+++ ++	+++ +	+++ +	– –	– –	– –	– –	– –	– –	X	Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X	X	X	4	4
<i>Chromolaena oxylepis</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	5	5
<i>Chromolaena pedalis</i>	Costal Intercostal	+++ ++	+++ +	+++ +	+ ++	+ +	– –	– +	– –	– +		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	5	5
<i>Chromolaena pedunculosa</i>	Costal Intercostal	+++ +	+++ +	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	5	5
<i>Chromolaena pungens</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– ++	– +	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	6	5
<i>Eitenia polyseta</i>	Costal Intercostal	+++ ++	+++ +	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Curtas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	2	2
<i>Lomatozona andersonii</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	+ +	– –	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X		X	4	4
<i>Lomatozona artemisiifolia</i>	Costal Intercostal	+++ –	++ –	++ –	– –	– –	– –	– ++	– ++	– +		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X	X	X	6	5
<i>Lomatozona inaequale</i>	Costal Intercostal	+ –	+ –	+++ –	– –	– –	– –	– +	– +	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X		X	5	5
<i>Praxeliopsis mattogrossensis</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X		5	5
<i>Praxelis capillaris</i>	Costal Intercostal	+++ ++	+++ ++	+++ –	– –	– –	– –	– +	– –	– –	X	Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X		X	4	4
<i>Praxelis clematidea</i>	Costal Intercostal	+++ +++	+++ ++	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X	X	X	4	4
<i>Praxelis grandiflora</i>	Costal Intercostal	+++ +++	+++ +++	+++ +	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X		X	4	4
<i>Praxelis odontodactyla</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X	X	X	4	3
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	Costal Intercostal	+++ ++	+++ ++	+++ ++	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo moderado	Assimétrico	2	1	X		X	5	5
<i>Praxelis splettii</i>	Costal Intercostal	+++ –	+++ –	+++ –	– –	– –	– –	– –	– –	– –		Alongadas	Agudo estreito	Assimétrico	2	1	X			5	5

Figura 1. Cipselas de Praxelinae (micromorfologia). (A –L) Visão geral das cipselas. (M–R) Região apical do fruto destacando o disco floral, visão ampliada. (S–X) Região basal do fruto evidenciando os carpopódios, visão ampliada. (A) *Chromolaena cinereoviridis*. (B, M) *Chromolaena costatipes*, notar em maior aumento os tricomas do tipo I e II em B. (C) *Chromolaena cylindrocephala*, notar tricomas do tipo I e III. (D) *Chromolaena multiflosculosa*. (E) *Chromolaena pungens*, observar detalhe dos tricomas do tipo I e III. (F, O, U) *Eitenia polyseta*, notar em maior aumento tricoma do tipo I e detalhe das estrias longitudinais presentes na parede em F. (G, P) *Lomatozona artemisiifolia*, detalhe do tricoma do tipo III em G. (H) *Lomatozona inaequale*. (I, Q, W) *Praxeliopsis mattogrossensis*, notar em maior aumento o tricoma do tipo I em I. (J) *Praxelis capillaris*. (K, R) *Praxelis odontodactyla*, notar em maior aumento estrias longitudinais na parede do fruto em K. (L, X) *Praxelis sanctopaulensis*. (N) *Chromolaena laevigata*. (S) *Chromolaena chaseae*. (T) *Chromolaena maximilianii*. (V) *Lomatozona andersonii*.



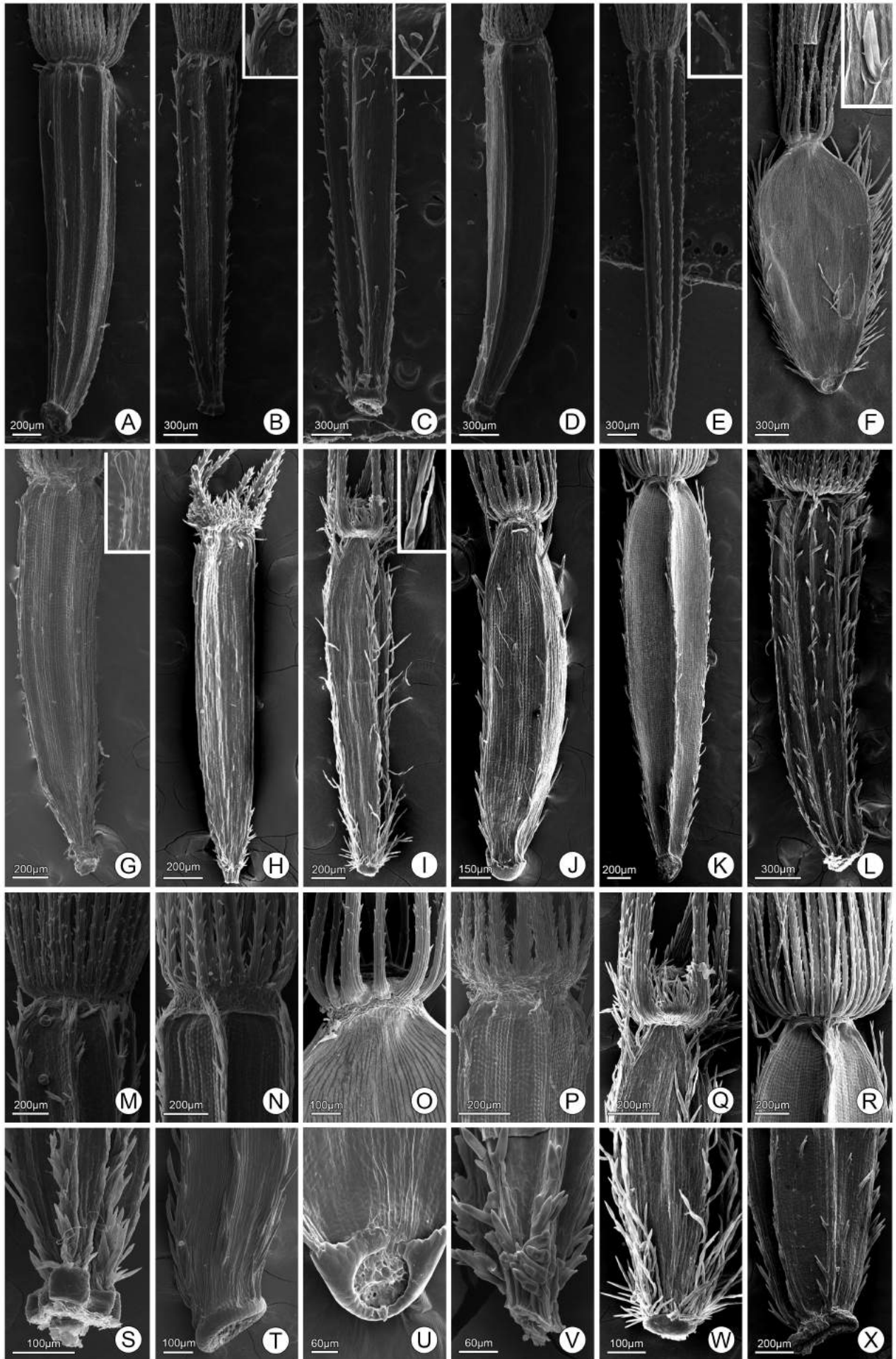


Figura 2. Pápus de Praxelinae (micromorfologia). (A, C, E, G, I, K, M, O, Q, S, U, W, Y, AA, CC) ápice e (B, D, F, H, J, L, N, P, R, T, V, X, Z, BB, DD ) base dos pápus. (A, B) *Chromolaena cinereoviridis*. (C, D) *Chromolaena horminoides*. (E, F) *Chromolaena laevigata*. (G, H) *Chromolaena minasgeraesensis*. (I, J) *Chromolaena morii*. (K, L) *Chromolaena odorata*. (M, N) *Chromolaena pedalis*. (O, P) *Chromolaena pedunculosa*. (Q, R) *Eitenia polyseta*. (S, T) *Lomatozona andersonii*. (U, V) *Lomatozona artemisiifolia*. (W, X) *Praxeliopsis mattogrossensis*. (Y, Z) *Praxelis capillaris*. (AA, BB) *Praxelis clematidea*. (CC, DD) *Praxelis odontodactyla*.

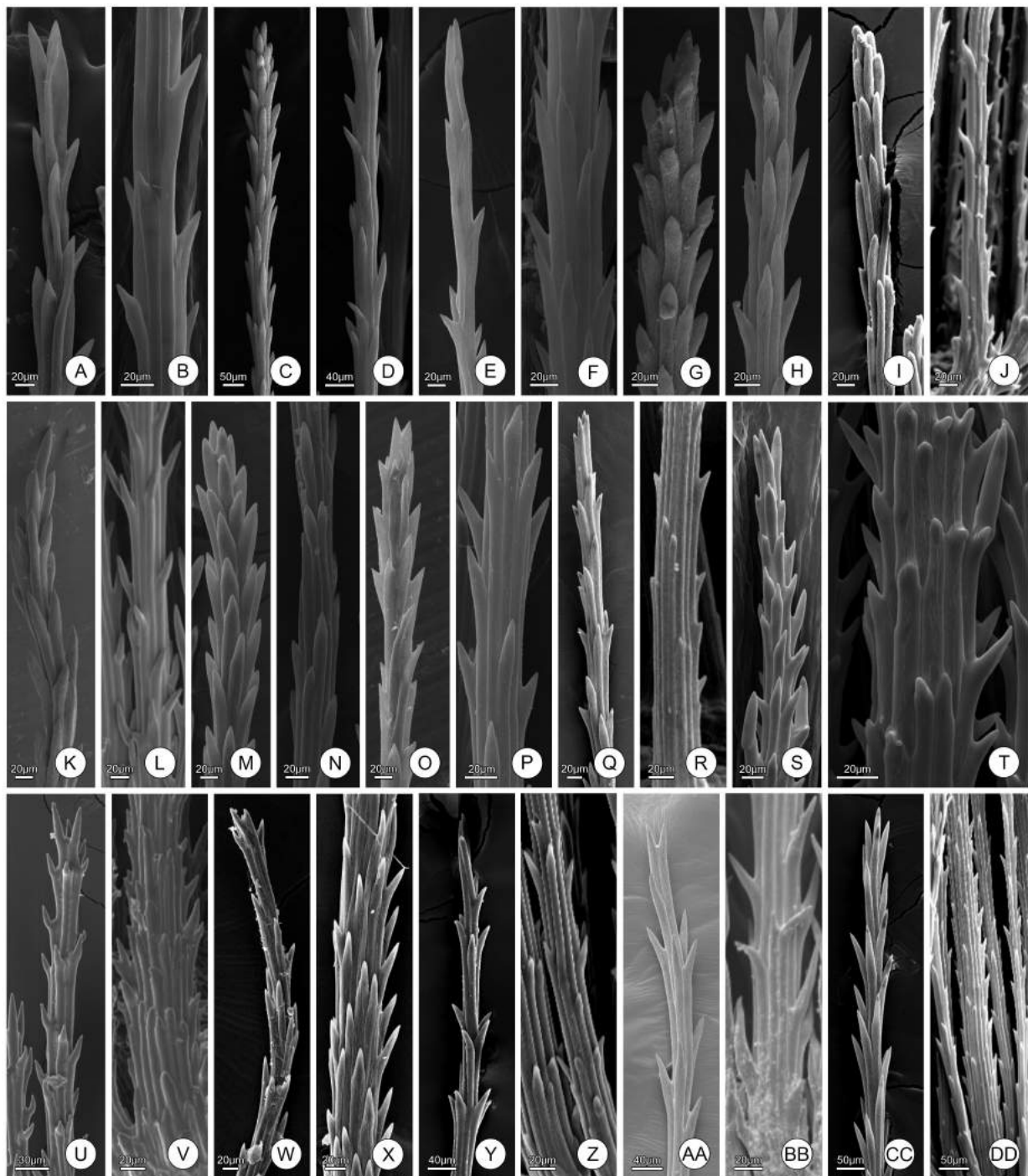


Figura 3. Pericarpo maduro de espécies do gênero *Chromolaena* (secções transversais). (A, D, G, J, M) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K, N) Regiões intercostais e (C, F, I, L, O) costais. (A, B, C) *Chromolaena barbacensis*. (D, E, F) *Chromolaena cinereoviridis*, notar tricoma do tipo I em F. (G, H, I) *Chromolaena costatipes*, notar tricoma do tipo II em H e dos tipos I e II em I. (J, K, L) *Chromolaena cylindrocephala*, notar tricoma do tipo III em K e do tipo I em L. (M, N, O) *Chromolaena laevigata*. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; mi, mesocarpo interno; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina.



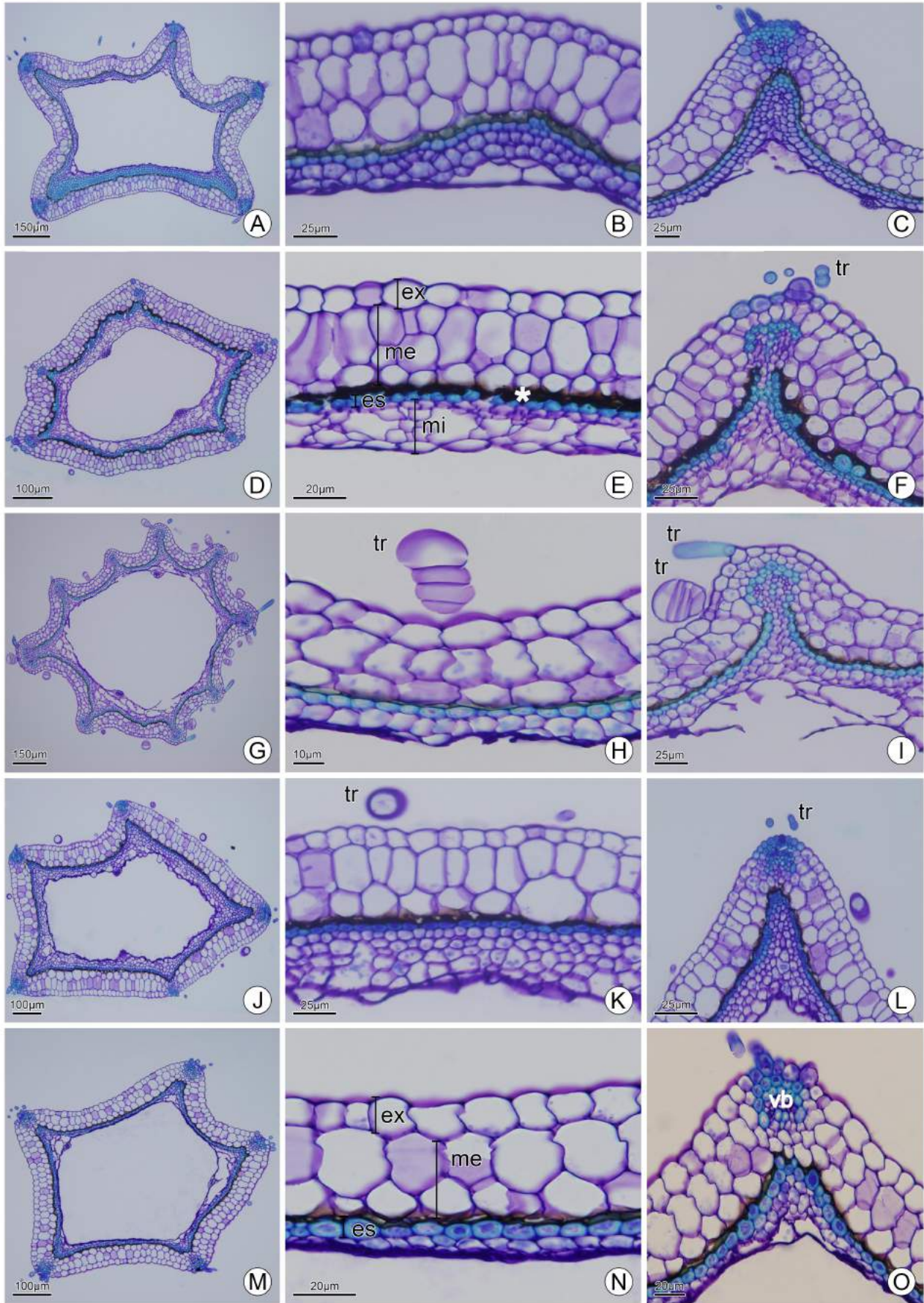


Figura 4. Pericarpo maduro dos gêneros *Eitenia*, *Lomatozona* e *Praxeliopsis* (secções transversais). (A, D, G, J) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K) Regiões intercostais e (C, F, I, L) costais. (A, B, C) *Eitenia polyseta*. (D, E, F) *Lomatozona andersonii*, notar tricoma do tipo III em D. (G, H, I) *Lomatozona artemisiifolia*, notar tricoma do tipo I em I. (J, K, L) *Praxeliopsis mattogrossensis*, observar tricoma do tipo I em L. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; mi, mesocarpo interno; se, semente; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina.



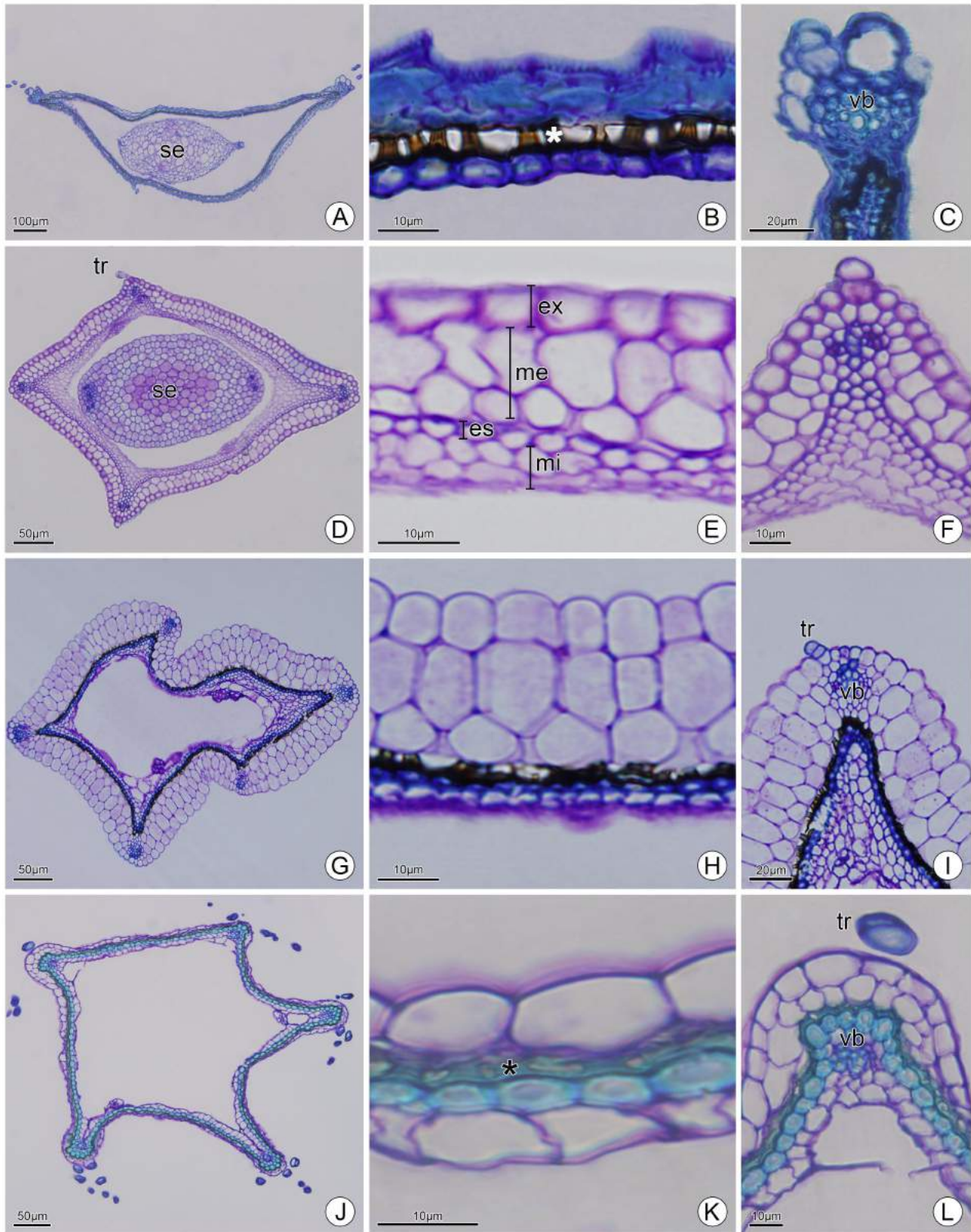


Figura 5. Pericarpo maduro do gênero *Praxelis* (secções transversais). (A, D, G, J) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K) Regiões intercostais e (C, F, I, L) costais. (A, B, C) *Praxelis capillaris*, notar tricoma do tipo I em C. (D, E, F) *Praxelis clematidea*, notar tricoma do tipo I em E. (G, H, I) *Praxelis sanctopaulensis*, notar a deposição de fitomelanina pelas fibras do feixe vascular na ponta da seta em I. (J, K, L) *Praxelis splettii*, notar tricoma do tipo I em L. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; mi, mesocarpo interno; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina.



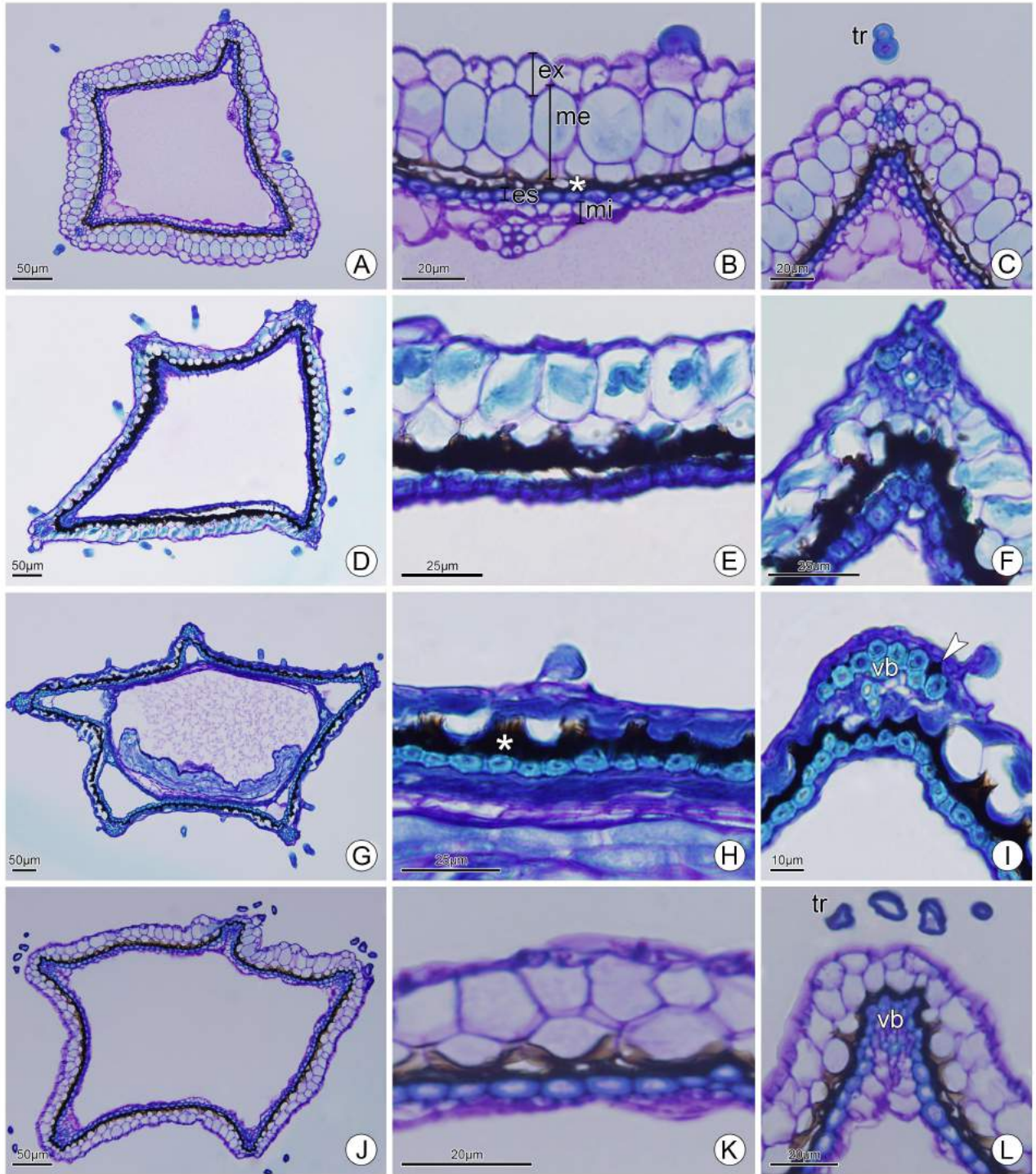
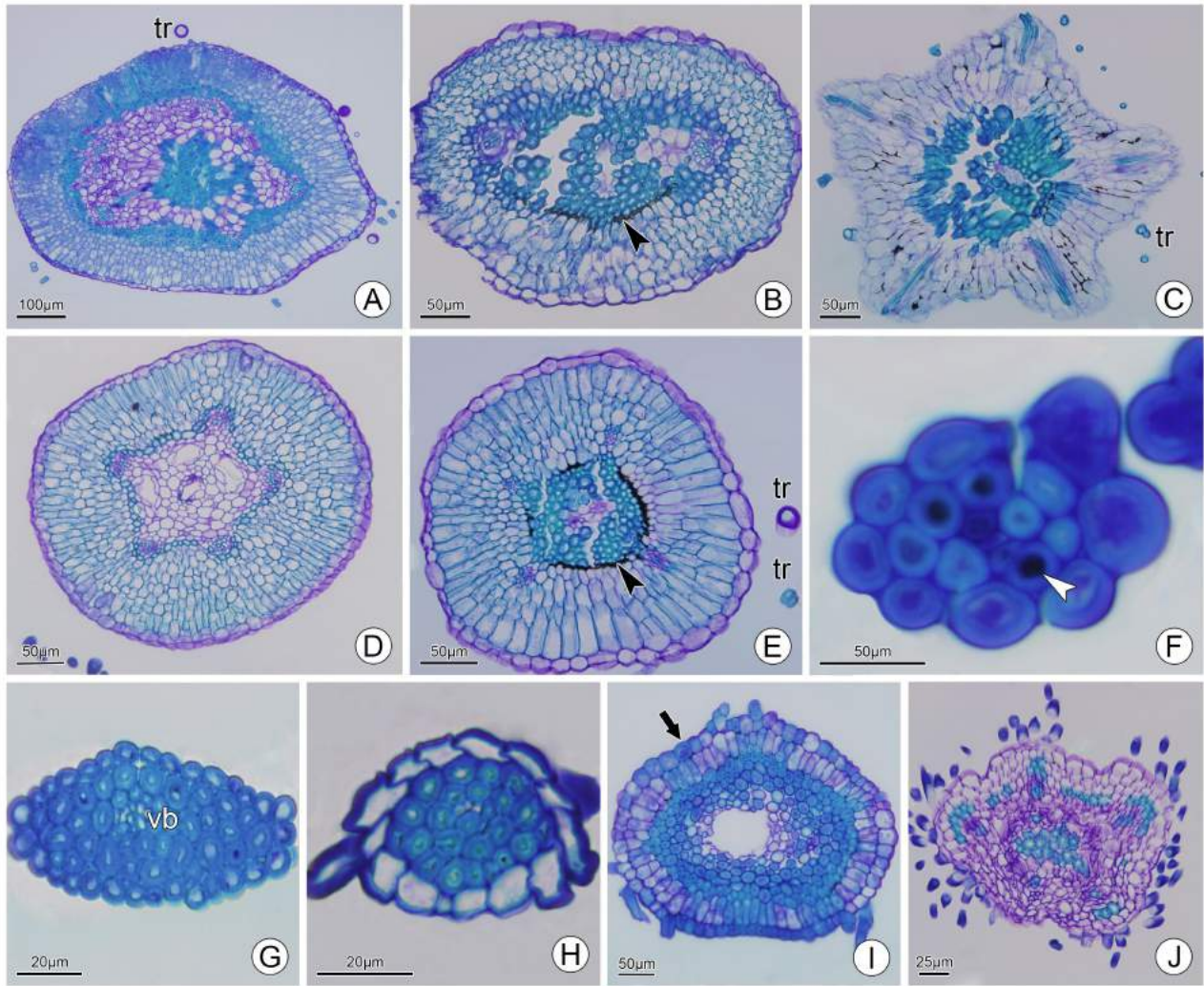


Figura 6. Discos florais, pápus e carpópódios de Praxelinae (secções transversais). (A–E) Discos florais. (F–H) pápus e (I, J) carpópódios. (A, I) *Chromolaena cylindrocephala*, notar tricoma do tipo III em A e lignificação do carpópódio em I (ponta da seta). (B) *Eitenia polyseta*, a ponta da seta indica a deposição de fitomelanina. (C) *Lomatozona inaequale*, notar tricoma do tipo I. (D, J) *Praxeliopsis mattogrossensis*, notar tricomas do tipo I em J. (E) *Praxelis capillaris*, notar tricomas do tipo I e III e na ponta da seta a deposição de fitomelanina. (F) *Chromolaena pугens*, notar deposição de fitomelanina pelas fibras do pápus na ponta da seta. (G) *Praxelis grandiflora*. (H) *Praxelis splottii*. (tr, tricoma; vb, feixe vascular).



### **CAPÍTULO III**

**Estrutura das cipselas das variedades de *Chromolaena squalida* (DC.) R. M. King & H. Rob. (Eupatorieae- Asteraceae)**

## RESUMO

O gênero *Chromolaena* foi inicialmente descrito por De Candolle em 1836, posteriormente, foi incluído no conceito amplo de *Eupatorium* L. Atualmente o gênero *Chromolaena* é oriundo da segregação de *Eupatorium*, sendo pertencente à subtribo Praxelinae. Foram descritas por Baker quatro variedades para a espécie *Chromolaena squalida*, sendo *C. squalida* var. *caleoides*, *C. squalida* var. *tomentosa*, *C. squalida* var. *subvelutina* e *C. squalida* var. *martiusii*. Objetivou-se verificar através da análise micromorfológica e anatômica das cipselas, se a morfologia suporta as variedades de *Chromolaena squalida*. A análise micromorfológica foi feita em microscopia eletrônica de varredura e através de observações em lupa óptica, já a análise anatômica foi feita de acordo com métodos usuais em Anatomia Vegetal. Houve uniformidade na estrutura do pericarpo dos frutos estudados, no entanto a distribuição dos tricomas foi variável entre as variedades de *Chromolaena squalida*. A fitomelanina é secretada pela camada de esclereídes, sendo depositada formando projeções irregulares, passando internamente aos feixes vasculares em todos os frutos estudados. O carpopódio é assimétrico e lignificado, o pápus é vascularizado, unisseriado e possui numerosas cerdas, as superfícies das cerdas apresentam curtas estrias longitudinais visíveis em maior aumento. A estrutura do pápus e carpopódio tem sido usada taxonomicamente e se mostrado útil em Asteraceae.

**Palavras Chave:** taxonomia, anatomia, morfologia, pericarpo, fitomelanina.



## ABSTRACT

The genus *Chromolaena* was initially described by De Candolle in 1836, was later included in the wide concept of *Eupatorium* L. Currently the *Chromolaena* genus results from the *Eupatorium* segregation, in which belongs to the subtribe Praxelinae. Baker described four varieties for *Chromolaena squalida* (*C. squalida* var. *caleoides*, *C. squalida* var. *tomentosa*, *C. squalida* var. *subvelutina*, and *C. squalida* var. *martiusii*). aimed to the micromorphological and anatomical features of cypselae, supports the varieties proposals of *Chromolaena squalida*. The micromorphological analysis was done using scanning electron microscopy and by observations in optical magnifying glass, and the anatomical analysis was done according to standard methods to the Plant Anatomy. There was uniformity in the pericarp of the structure in the studied fruits. However, the distribution of trichomes was variable among the varieties of the *Chromolaena squalida*. The phytomelanin is secreted by sclereids layer being deposited forming irregular projections, contouring internally the vascular bundles in all fruit studied. The carpopodium is asymmetrical and lignified. The pappus is vascularized, uniseriate and has numerous bristles. The bristles pappus surfaces have short and longitudinal grooves in all cypselae. The structure of the pappus and carpopodium has been used taxonomically and proven useful in Asteraceae.

**Key words:** taxonomy, anatomy, morphology, pericarp, phytomelanin.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Chromolaena* foi inicialmente descrito por De Candolle em 1836, que reconheceu *Chromolaena horminoides* como espécie tipo. Em 1873 Bentham propôs incluir *Chromolaena* em *Eupatorium*. Baker (1873, 1876) estudou 153 espécies e numerosas variedades de *Eupatorium* L., dentre essas as variedades de *Chromolaena squalida*. Baker (1873, 1876) dividiu *Eupatorium* em duas séries e nove seções, reconhecendo a seção *Chromolaena* com duas espécies (*E. horminoides* e *E. lupulinum*) e *Eupatorium squalidum* como parte da seção *Osmia*. No início do século XIX, Robinson (1918a, 1918b, 1918c) na revisão da tribo, reagrupou o gênero *Eupatorium* em sete seções e manteve *Chromolaena* como parte de *Eupatorium*, esse grupo de espécies anteriormente conhecido como *Osmia* passou a ser *Eupatorium* seção *Cylindrocephala* (ROBINSON, 1918b). King & Robinson (1970a) propuseram reconhecer *Chromolaena* novamente como gênero. Foram propostos dois subgêneros, *Chromolaena* com 116 espécies e *Osmiella* com 13 espécies, totalizando 129 espécies, *Eupatorium squalidum* foi sinonimizado em *Chromolaena squalida*. Posteriormente King & Robinson (1980) publicaram 13 novas combinações oriundas da segregação de *Eupatorium s.l* para *Chromolaena* e descreveram nove espécies novas. Em 1987, na revisão para a tribo, os autores publicaram uma monografia utilizando características micromorfológicas para a delimitação de gêneros. Nesse trabalho apresentaram uma lista com 165 espécies para *Chromolaena* (KING & ROBINSON, 1987), vigente até então.

*Chromolaena squalida* compreende arbustos ou subarbustos densamente ramificados, que apresentam caule cilíndrico, tomentoso e marron; folhas coriáceas ou subcoriáceas, opostas e pecioladas, ovadas e pilosas, com a face abaxial reticulada; confluorescência em panícula, corimbosa, capítulos com 20–30 flores; involúcro cilíndrico com brácteas obtusas ou levemente agudas e margem ciliada; receptáculo levemente convexo, epaleáceo; anteras com colar cilíndrico e estilete com ramos achatados (BAKER, 1876; KING

& ROBINSON, 1970a). O fruto é prismático com 3–5 costelas; carpopódio curto e cilíndrico; pápus com cerdas persistentes e células apicais agudas (KING & ROBINSON, 1970a). *Chromolaena squalida* se distribui no Brasil, no PR, SP, RJ, MG, ES e MT (OLIVEIRA, 2016).

Foram descritas por Baker (1876) quatro variedades para *Chromolaena squalida*, sendo *C. squalida* var. *caleoides*, *C. squalida* var. *tomentosa*, *C. squalida* var. *subvelutina* e *C. squalida* var. *martiusii*. Estas variedades têm sido pouco utilizadas na maior parte dos estudos, embora não existam trabalhos que sinonimizem tais variedades.

*Chromolaena squalida* var. *caleoides* é uma forma campestre menos ramificada, paniculada no ápice, com folhas maiores coriáceas moderadamente crenadas, na face abaxial proeminentemente reticuladas, breve pilosas, com poucos capítulos túrgidos, oblongos, estramíneos, com 30 flores, essa variedade apresenta distribuição do Brasil Central ao Maranhão; *Chromolaena squalida* var. *tomentosa* também é pouco ramificada, apresenta folhas menores subinteiras, a face abaxial é denso griseo-tomentosa, apresenta nervuras menos proeminentes, com poucos capítulos densamente agregados estramíneos, que possuem uma pequena constrição na região apical, deixando o involúcro com um formato urceolado, com 30 flores. A sua distribuição é em Mato Grosso, Rondônia, Pará, e Goiás (Jaraquá); a variedade *subvelutina* possui ramos esparso pubérulos, folhas pequenas e esparso pubescentes na face abaxial, com muitos capítulos breve pedunculados e brácteas involucrais pouco paleáceas; a distribuição é em GO, MG, SP e PR (BAKER, 1876). A variedade *martiusii* é muito semelhante à variedade *subvelutina*, porém os capítulos são menores, com 12–15 flores, sua distribuição é nos estados de GO, MT e AM (BAKER, 1876).

A morfologia dos frutos têm sido elucidativa na classificação de Asteraceae, tanto a nível tribal quanto infratribal (KING & ROBINSON, 1970b; ROTH, 1977; PANDEY &



SINGH, 1983; MCKENZIE et al., 2005; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010), especialmente características presentes no pericarpo e partes acessórias das cipselas (HAQUE & GODWARD, 1984; PANDEY & SINGH, 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). A estrutura do pericarpo uniforme é indicativo de relacionamento taxonômico, a separação de gêneros ou espécies é acompanhada pela anatomia do fruto (ROTH, 1977). O trabalho de Baker (1876) é a única referência encontrada para as variedades de *Chromolaena squalida* e tem sido pouco utilizado por especialistas, considerando que o mesmo não correlaciona características presentes nas cipselas, dada a importância taxonômica dos frutos na família, objetivou-se estudar a morfologia e anatomia e verificar se a estrutura suporta as variedades propostas por Baker (1876).

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de *Chromolaena squalida* var. *squalida* foram coletadas no município de Uberlândia-MG (19°10'942"S, 48°23'61"W e 19°11'026"S, 48°23'804"W), herborizadas e depositadas no Herbarium Uberlandense (Tab. 1). As amostras de *C. squalida* var. *caleoides*, *C. squalida* var. *martiusii*, *C. squalida* var. *subvelutina* e *C. squalida* var. *tomentosa* foram obtidas por meio de exsicatas depositadas no HUFU (Tabela 1).

A análise micromorfológica das variedades de *Chromolaena squalida* foi feita em microscopia eletrônica de varredura, observou-se características presentes no indumento, pápus e carpopódio. As cipselas fixadas de *Chromolaena squalida* var. *squalida*, foram inicialmente desidratadas utilizando o método do ponto crítico. Posteriormente as cipselas foram montadas em stubs de alumínio, cobertas com ouro e analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (ZEISS EVO MA10) para a obtenção de imagens digitais.

Para a análise de distribuição dos tricomas foram feitas análises qualitativas em estereomicroscópio, cerca de 30 cipselas de *Chromolaena squalida* var. *squalida* e das demais variedades, e cerca de 15 cipselas da variedade *martiusii*. Foi analisado um indivíduo de cada variedade.

Para os estudos anatômicos, as cipselas de *Chromolaena squalida* var. *squalida* foram fixadas em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) e armazenadas em etanol 50% (BERLYN & MIKSCHE, 1976). O material herborizado foi hidratado em 5N NaOH por 36 horas (ANDERSON, 1963) para posterior inclusão em resina. Todas as amostras foram posteriormente desidratadas em série etílica crescente e incluídas em historesina (Leica®) para cortes transversais, em micrótomo rotativo, a 10 µm de espessura. Os cortes foram corados com azul de toluidina 0,05% e tampão acetato pH 4,7 (O'BRIEN; FEDER; MCCULLY, 1964 modificado), montados em resina sintética e as imagens digitalizadas em fotomicroscópio (OLYMPUS BX 51) com câmera digital acoplada.

Considerando a origem ínfera do ovário, foi adotada a definição *stricto sensu* de Roth (1978), onde o exocarpo é derivado da epiderme externa do ovário, o endocarpo da epiderme interna e o mesocarpo pela região onde o tecido vascular está inserido.

A terminologia adotada para as porções projetadas das fibras do pápus foi adaptada de Hickey (1979). Foi considerado o ângulo de divergência das cerdas projetadas e foram classificadas em agudas estreitas (menor que 45°) e agudas moderadas (entre 45°–65°). Para a superfície das cerdas, utilizou-se a nomenclatura proposta por Barthlott et al. (1998).

## RESULTADOS

### Morfologia

As cipselas das variedades estudadas são cilíndricas, com 5 costelas bem marcadas e com tricomas tectores em sua extensão (Fig. 1A–J). Observou-se através da análise micromorfológica e observações em estereomicroscópio que estão presentes dois tipos de tricomas em *C. squalida*, que apresentam maior frequência próximo ao ápice dos frutos. Um tector bisseriado, composto por quatro células e um glandular unisseriado, composto por cinco células (Tab. 2). A distribuição destes tricomas é variável entre os frutos estudados (Tab. 2). Em todos os frutos, os tricomas tectores bisseriados posicionam-se na região do disco floral onde se insere o pápus (Fig. 1F–J), nas costelas em maior proporção (Fig. 1A–J) e nos carpópódios (1P–T). Em *C. squalida* var. *caleoides* esses tricomas são menos numerosos na região costal (Fig. 1A, F). Em *C. squalida* var. *tomentosa* os tricomas tectores bisseriados ocorrem ao longo de toda a região intercostal (Fig. 1B, G), já em *Chromolaena squalida* var. *squalida* estão presentes apenas na porção superior desta região (Fig. 1C, H). Os tricomas glandulares unisseriados são observados em menor quantidade nas cipselas. Em *Chromolaena squalida* var. *squalida* estão presentes ao longo de toda a região intercostal (Fig. 1C, H), os mesmos ocorrem de forma escassa nessa região somente na porção superior dos frutos de *C. squalida* var. *caleoides* (Fig. 1F), *C. squalida* var. *tomentosa* (Fig. 1G), *C. squalida* var. *martiusii* (Fig. 1I) e *C. squalida* var. *subvelutina* (Fig. 1J).

O pápus possui numerosas cerdas com projeções em diferentes alturas, as extremidades distais das cerdas são congestionadas e as projeções são agudas estreitas em todas as cipselas estudadas (Figs. 1K–O). As superfícies das cerdas possuem estrias longitudinais (Fig. 1N). O carpópódio é distinto, curto e assimétrico (Fig. 1P–T).

## Anatomia

As cipselas estudadas apresentaram formato prismático em corte transversal (Fig. 2A, D, G, J, M). A estrutura do pericarpo foi semelhante em todos os tipos estudados (Fig. 2A–O). O exocarpo é unisseriado e formado por células isodiamétricas justapostas em *C. squalida* var. *squalida* (Fig. 2H–I) e nas variedades *caleoides* (Fig. 2B–C) e *subvelutina* (Fig. 2N–O), sendo achatadas periclinalmente nas demais (Fig. 2E, K, F, L), com a presença de tricomas tectores bisseriados lignificados e glandulares unisseriados.

O mesocarpo foi dividido em duas regiões: externa e interna. O mesocarpo externo apresentou 2 camadas de células volumosas e isodiamétricas (Fig. 2B, E, H, K, N). Uma camada de esclereídes foi observada em toda a extensão dos frutos (Fig. 2B, E, H, K, N). Em *C. squalida* var. *caleoides*, foram observadas duas camadas de esclereídes na porção externa do capítulo. O mesocarpo interno apresentou camadas de células de menor diâmetro, consumidas conforme procede a maturação dos frutos, tal como foi observado, sendo parcialmente consumido em *C. squalida* var. *caleoides* (Fig. 2B), *C. squalida* var. *tomentosa* (Fig. 2E) e *Chromolaena squalida* var. *squalida* (Fig. 2H), e totalmente consumido nas demais variedades (Fig. 2K, N). Observou-se a presença de fitomelanina depositada entre as regiões mesocárpicas (Fig. 2B, E, H, K, N). Cinco feixes vasculares colaterais foram observados associados às costelas dos frutos (Fig. 2C, F, I, L, O). A camada de fitomelanina é contínua na região das costelas e passa abaixo dos feixes vasculares (Fig. 2C, F, I, L, O). Não foi possível observar o endocarpo, pois este é consumido durante o desenvolvimento das cipselas.

No disco floral, região onde se insere o pápus, observou-se em todas as cipselas epiderme unisseriada, com células justapostas (Fig. 3A–E) e presença de tricomas tectores bisseriados lignificados e tricomas glandulares na variedade *tomentosa*. Internamente,

encontram-se camadas de células parenquimáticas, que são mais alongadas no sentido anticlinal na periferia. No centro do disco, foi possível observar um conjunto de esclereídes com deposição de fitomelanina (Fig. 3A–E). O pápus está presente em todos os frutos, é lignificado e unisseriado, com cerdas que são formadas por um conjunto multisseriado de células de contorno circular em corte transversal (Fig. 3F–J). No ápice do pápus, as cerdas são mais arredondadas e na base estas são levemente achatadas. O carpópódio, zona de abscisão da cipsela, é assimétrico e lignificado (Fig. 3K–O), apresenta epiderme unisseriada, com tricomas tectores bisseriados e lignificados. As camadas de células no interior do carpópódio são volumosas e desarranjadas (Fig. 3K–O).

## DISCUSSÃO

Há grande uniformidade na estrutura do pericarpo dos frutos estudados, no entanto a distribuição dos tricomas é variável entre as variedades de *Chromolaena squalida*. Varias características anatômicas e morfológicas são específicas das variedades, sendo úteis na identificação (FATIHAH et al., 2014). Rosa et al. (2012) em seu trabalho sobre morfologia e anatomia das variedades de *Begonia cucullata*, declara que os caracteres morfológicos e anatômicos vegetativos permitiram a correta identificação das variedades, dentre esses caracteres a variação quanto ao tipo e distribuição dos tricomas. Órgãos reprodutivos possuem morfologia e anatomia mais conservadora em relação aos vegetativos, que sofrem constantes variações ambientais, portanto justifica-se o uso de características presentes nos frutos para a identificação varietal.

A anatomia do pericarpo mostrou-se uniforme em relação ao arranjo e número de camadas das variedades, com pequenas variações no formato das células do exocarpo. O mesocarpo interno esteve parcialmente ou totalmente consumido, essa diferença ocorre de acordo com a fase de maturação na qual o fruto encontra-se. A origem e a natureza da camada

de fitomelanina são discutidas por diferentes autores, Roth (1977) declara que essa camada origina-se da desintegração de células, Robinson & King (1977) descreve o exsudato como carbonífero e resinoso. Diversos trabalhos relatam que a hipoderme é a camada responsável pela formação da fitomelanina (MISRA, 1964; PANDEY & SINGH, 1983; Pandey, 1998; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). De acordo com De-Paula et al., (2013) a camada de esclereídes é responsável pela produção da fitomelanina. A fitomelanina é depositada formando projeções irregulares no espaço esquizógeno passando internamente aos feixes vasculares em todas as cipselas estudadas. Esse padrão de deposição é encontrado na tribo Eupatorieae (PANDEY & SINGH, 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014; FRANCA et al., 2015).

Em relação às camadas duplas de esclereídes encontradas em uma das extremidades do pericarpo de *C. squalida* var. *caleoides*, tais não são registradas em outros trabalhos anatômicos, porém, são encontradas em algumas espécies do gênero *Chromolaena* (Capítulo 2), acreditamos que essas camadas estão relacionadas à posição na qual a flor ocupa no eixo da inflorescência, pois as mesmas são observadas em frutos posicionados na região periférica do capítulo, que, possivelmente, sofrem maior pressão pelas brácteas localizadas externamente. De acordo com Marzinek, De-Paula e Oliveira (2010) a restrição de espaço físico no capítulo é determinante, sendo assim, as cipselas podem ter a secção transversal irregular devido à proximidade entre si e isso pode produzir variações na estrutura interna dos frutos.

Nas variedades de *Chromolaena squalida* a estrutura do carpópódio é semelhante, este é pequeno, distinto, assimétrico e forma um anel completo, característica comumente encontrada no gênero (KING & ROBINSON, 1970a). A estrutura do pápus descrita no presente trabalho é encontrada em *Chromolaena* (KING & ROBINSON, 1970a). A superfície das cerdas exibe curtas estrias longitudinais em todas as cipselas, indicando ser essa uma

característica conservadora, sendo também encontrada em *Chromolaena stachyophylla* (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010) e nas espécies *C. barbacensis*, *C. chaseae*, *C. cinereoviridis*, *C. costatipes*, *C. cylindrocephala*, *C. horminoides*, *C. laevigata*, *C. maximilianii*, *C. minasgeraesensis*, *C. morii*, *C. multiflosculosa*, *C. odorata*, *C. oxylepis*, *C. pedalis*, *C. pedunculosa* e *C. pungens* (Capítulo 2). Haque & Godward (1984) sugerem que a presença do carpópódio e pápus indica uma relação causal, a co-evolução do carpópodio e do pápus, ambos relacionados com a dispersão anemocórica. O carpópódio ajuda no destacamento da cipsela, e conseqüentemente é uma estrutura importante na dispersão do fruto (MUKHERJEE & NORDENSTAM, 2004). A estrutura do carpópódio tem sido usada taxonomicamente e se mostrado útil em Asteraceae (ROBINSON, 1981). Mukherjee & Nordenstam (2004), em seu trabalho sobre a diversidade de estruturas do carpópódio em Asteraceae detectaram 14 tipos de carpópódios.

Os tricomas tectores bisseriados são constituídos por quatro células de paredes espessas. A presença deste tipo de tricoma é uma característica muito comum nas Compostas (ROTH, 1977; KING & ROBINSON, 1987), podendo estar presente nas costelas e ou na região intercostal (RODRÍGUEZ-C; DÍAZ-P; PARRA-O, 2014). A presença de tricomas tectores bisseriados somente na região costal é uma característica comum entre as variedades de *Chromolaena squalida*. Estes também são observados por Rodríguez-C, Díaz-P, Parra-O (2014) no fruto de *Chromolaena squalida*. Tais tricomas são denominados de *twin hairs*, e podem ser observados na tribo Eupatorieae na superfície dos frutos, exclusivamente ou em combinação com tricomas glandulares (KING & ROBINSON, 1987). Tricomas glandulares são observados nas variedades de *Chromolaena squalida*, sendo caracterizados por pedúnculo multicelular com uma porção final secretora. A presença de frutos com tricomas glandulares é uma característica usada na separação de *C. scabra* de outras espécies do gênero na Colômbia (RODRÍGUEZ-C; DÍAZ-P; PARRA-O, 2014). Para Metcalfe & Chalk (1979) a presença de

determinado tipo de tricoma pode delimitar espécies, gêneros e mesmo toda a família. Os tricomas fornecem um amplo campo de investigação e estão entre as características anatômicas mais usadas na comparação sistemática (SAHA & MUKHERJEE, 2012). Os tricomas apresentaram maior frequência próximo ao ápice dos frutos, característica que também é relatada por Marzinek & Oliveira (2010) em seis espécies da tribo Eupatorieae estudadas.

A estrutura do pericarpo segue o padrão encontrado por Pandey & Singh (1994) para a espécie tipo *Chromolaena odorata*, e por Marzinek & Oliveira (2010) para *C. stachyophylla*. As características estruturais das cipselas têm um valor significativo para a família (PANDEY & SINGH, 1983; KING & ROBINSON, 1987; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010) e para o gênero (RODRÍGUEZ-C; DÍAZ-P; PARRA-O, 2014). Características aqui estudadas como a estrutura do pápus, do carpopódio e do pericarpo, tal como a presença, o tipo de tricoma e sua distribuição são de grande importância taxonômica, tal como é demonstrado em diversos trabalhos (PANDEY & SINGH, 1983; PANDEY & SINGH 1994; MUKHERJEE & SARKAR, 1997; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; SAHA & MUKHERJEE, 2012; FREITAS et al., 2015). Contudo, anatomicamente as variedades são iguais, porém há variação na distribuição dos tricomas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, L. C. Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, v. 66, p. 632-684, 1963.

BAKER, J. G. Compositae I. Vernoniaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. W. (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 6, p. 1-179, 1873.

BAKER, J. G. Compositae II. Eupatoriaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. W. (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 6, p. 181-374, 1876.

BARTHLOTT, W. et al. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 126, p. 237-260, 1998.

BENTHAM, G. Notes on the classification, history, and geographical distribution of Compositae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 13, p. 335–577, 1873.

BERLYN, G. P.; MIKSCHE, J. P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Ames: Iowa State University Press, 1976.

DE CANDOLLE, A. P. Eupatorieae. **Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis**, v. 5, p. 103-211, 1836.

DE-PAULA, O. C. et al. The role of fibres and the hypodermis in Compositae melanin secretion. **Micron**, v. 44, p. 312-316, 2013.

FATİHAH, H. N. N. et al. Leaf morphology and anatomy of 7 varieties of *Ficus deltoidea* (Moraceae). **Turkish Journal of Botany**, v. 38, p. 677-685, 2014.

FRANCA, R. O. et al. Embryology of *Ageratum conyzoides* L. and *A. fastigiatum* R. M. King & H. Rob. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, p. 8-15, 2015.

FREITAS, F. et al. Fruit of *Heterocoma* DC: Taxonomic significance a new pattern phytomelanin deposition in Asteraceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 255-265, 2015.

HAQUE, M. Z.; GODWARD, M. B. E. New records of the carpodium in Compositae and its taxonomic use. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 89, p. 321-40, 1984.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: Metcalf, CR, Chalk, L eds. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Claredon Press, 1979.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1940.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XXIX. The genus *Chromolaena*. **Phytologia**, v. 20, p. 196-209, 1970a.

KING, R. M.; ROBINSON, H. The New Synantherology. **Taxon**, v. 19, p. 6-11, 1970b.

KING, R. M.; ROBINSON, H. Studies in the Eupatorieae (Asteraceae). CC. Additions to the genus *Chromolaena*. **Phytologia**, v. 47, p. 230-251, 1980.

KING, R. M.; ROBINSON, H. **The genera of the Eupatorieae (Asteraceae)**. Kansas: Botanical Garden, 1987.

MCKENZIE, R. J. et al. Morphology of cypselae in subtribe Arctotidinae (Compositae-Arctotideae) and its taxonomic implications. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 92, p. 569-594, 2005.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. The ribs of Eupatorieae (Asteraceae): of wide taxonomic value or reliable characters only among certain groups? **Plant Systematics and Evolution**, v. 285, p. 127-130, 2010.

MARZINEK, J.; OLIVEIRA D. M. T. Structure and ontogeny of the pericarpo of six Eupatorieae (Asteraceae) with ecological and taxonomic considerations. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, p. 279-291, 2010.

METCALFE, C. R.; CHALK, R. **Anatomy of the dicotyledons**. Sistematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. Oxford: Clarendon Press, 1979. 276 p.

MISRA, S. Floral morphology of the family Compositae II. Development of seed and fruit in *Flaveria repanda*. **Botanical Magazine**, v. 77, p. 290-296, 1964.

MUKHERJEE, S. K.; NORDENSTAM, B. Diversity of carpopodial structure in the Asteraceae and its taxonomic significance. **Compositae Newsletter**, v. 41, p. 29-49, 2004.

MUKHERJEE, S. K.; SARKAR, A. K. Morphological and anatomical structure of the cipselas of some species of the tribe Eupatorieae (Asteraceae). **Journal Plant Anatomy Morphology**, v. 7, p. 9-19, 1997.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **O Protoplasma**, v. 59, p. 368-373, 1964.

OLIVEIRA, C. T. *Chromolaena* in **Lista de espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16061>>. Acesso em: 14 Jan. 2016.

PANDEY, A. K. Development of phytomelanin layer in fruit wall of *Tagetes patula* L. (Asteraceae). **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 77, p. 35-38, 1998.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Composite: *Coreopsis* species. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 61, p. 417-425, 1982.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae: Tribe Eupatorieae. **Journal of the Indian Botanical Society**, v. 62, p. 276-281, 1983.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P. Development and structure of seed and fruit in Eupatorieae and Heliantheae (Compositae). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 64, p. 115-125, 1994.

PANDEY, A. K.; STUESSY, T. F.; MATHUR, R. R. Phytomelanin and Systematics of the Heliantheae Alliance (Compositae). **Plant Diversity and Evolution**, v. 131, p. 1-21, 2014.

ROBINSON, B. L. Diagnoses and Notes Relating to Tropical American Eupatorieae. **American Academy of Arts e Sciences**, v. 54, p. 235-263, 1918a.

ROBINSON, B. L. A Descriptive Revision of the Colombian Eupatoriums. **American Academy of Arts e Sciences**, v. 54, p. 264-330, 1918b.

ROBINSON, B. L. Keyed Recensions of the *Eupatorium* of Venezuela of Ecuador. **American Academy of Arts e Sciences**, v. 54, p. 331-367, 1918c.

ROBINSON, H. A revision of the tribal and subtribal limits of the Heliantheae (Asteraceae). **Smithsonian Contributions to Botany**, v. 51, p. 1-102, 1981.

ROBINSON, H.; KING, R. M. Eupatorieae systematic review. In: Harborne, J.; Heywood, V.; Turner, B. L. (eds.). **The Biology and Chemistry of Compositae**. London: Academic Press, 1977, p. 437-485.

RODRÍGUEZ-C, B. V.; DÍAZ-P, S.; PARRA-O, C. *Chromolaena* (Asteraceae: Eupatorieae). **Flora de Colombia**, v. 31, p. 7-146, 2014.

ROSA, D. et al. Morfología y anatomía de dos variedades de *Begonia cucullata* comercializadas como agrial em Paraguay. **Lilloa**, v. 49, p. 87-97, 2012.

ROTH, I. **Fruits of Angiosperms**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1977. 675 p.

SAHA, L.; MUKHERJEE, S. K. Morphological variation of trichomes in some common species of Asteraceae. **International Jornal of Pharmaceutical Research and Bio-Science**, v. 1, p. 408-425, 2012.

## **Tabelas e Ilustrações**

Tabela 1. Relação do material examinado depositado no HUFU.

Variedades	Material
<i>C. squalida</i> var. <i>squalida</i>	R. O. Franca/6
<i>C. squalida</i> var. <i>caleoides</i>	R. A . Pacheco/783
<i>C. squalida</i> var. <i>martiusii</i>	G. Pereira-Silva/7423; A. Pires/242
<i>C. squalida</i> var. <i>subvelutina</i>	Leonel e Vasconcelos/ s.n.; A. A. Barbosa/s.n.
<i>C. squalida</i> var. <i>tomentosa</i>	H. F. Leitão-Filho et al./2003

Tabela 2. Tipos de tricomas, posição e distribuição nas cipselas. (A, ápice; M, região mediana; B, base; -: ausente; +: escasso; ++: frequente; +++: abundante)



Tipo de Tricoma		Tector Bisseriado			Glandular Unisseriado		
							
Variedades	Região	A	M	B	A	M	B
<i>Chromolaena squalida</i> var. <i>squalida</i>	Costal	+++	++	++	-	-	-
	Intercostal	+	-	-	+++	++	+
<i>Chromolaena squalida</i> var. <i>caleoides</i>	Costal	+	+	+	-	-	-
	Intercostal	-	-	-	+	-	-
<i>Chromolaena squalida</i> var. <i>martiusii</i>	Costal	+++	++	+++	-	-	-
	Intercostal	-	-	-	+	-	-
<i>Chromolaena squalida</i> var. <i>subvelutina</i>	Costal	+++	++	+++	-	-	-
	Intercostal	-	-	-	+	-	-
<i>Chromolaena squalida</i> var. <i>tomentosa</i>	Costal	+++	++	+++	-	-	-
	Intercostal	++	++	+	+	-	-

Figura 1. Cipselas e partes acessórias das variedades de *Chromolaena squalida* (micromorfologia). (A–E) visão geral. (F–J) Porção superior do fruto evidenciando os discos florais. (K–O) Morfologia dos pápus. (P–T) Morfologia dos carpopódios. (A, F, K, P) *Chromolaena squalida* var. *caleoides*. (B, G, L, Q) *Chromolaena squalida* var. *tomentosa*. (C, H, M, R) *Chromolaena squalida* var. *squalida*, destacando um tricoma glandular unisseriado em C. (D, I, N, S) *Chromolaena squalida* var. *martiusii*. (E, J, O, T) *Chromolaena squalida* var. *subvelutina*.



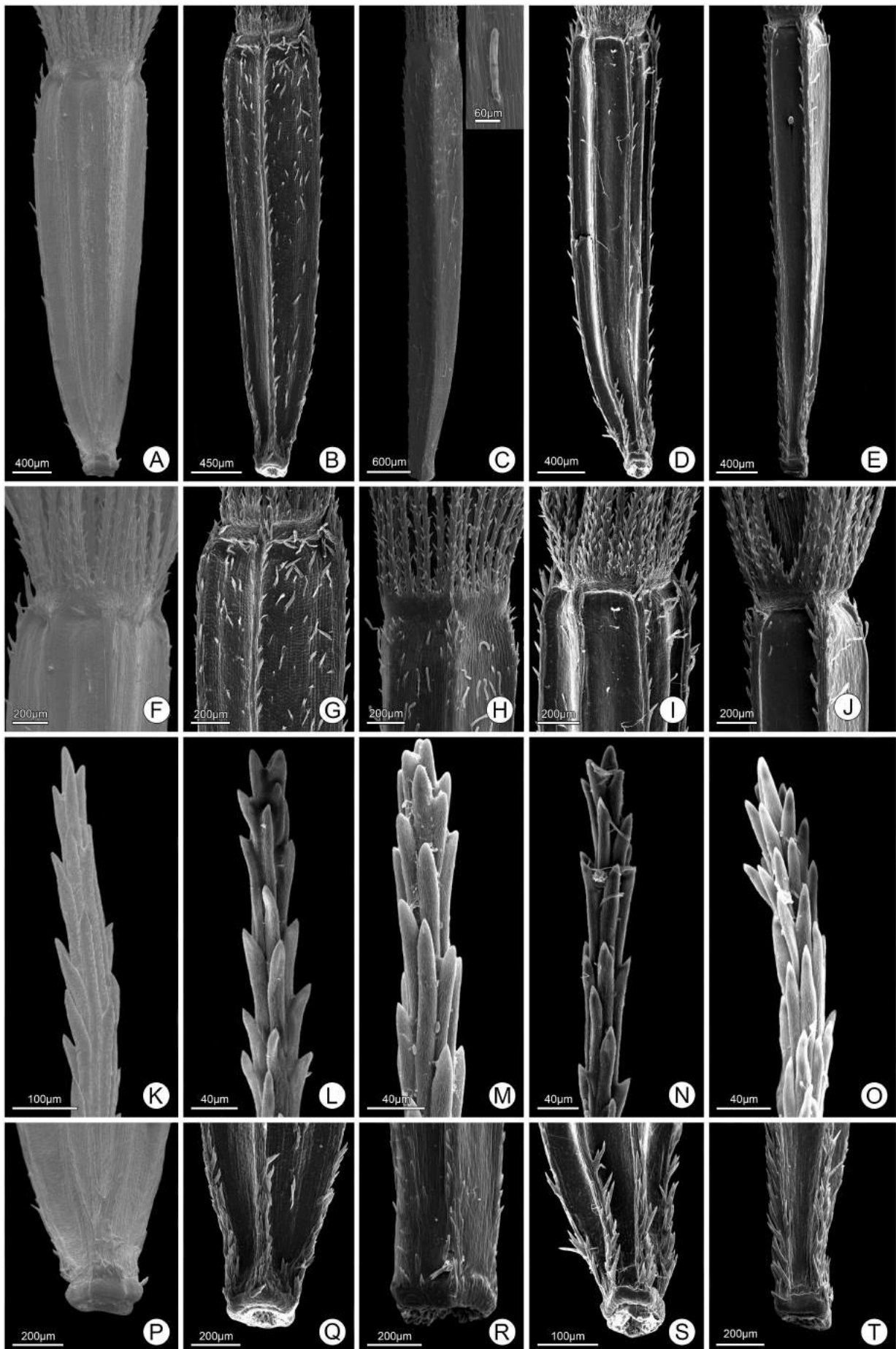


Figura 2. Pericarpo maduro das variedades estudadas (secções transversais). (A, D, G, J, M) Visão geral do pericarpo. (B, E, H, K, N) Regiões intercostais e (C, F, I, L, O) costais. (A–C) *Chromolaena squalida* var. *caleoides*. (D–F) *Chromolaena squalida* var. *tomentosa*. (G–I) *Chromolaena squalida* var. *squalida*. (J–L) *Chromolaena squalida* var. *martiusii*. (M–O) *Chromolaena squalida* var. *subvelutina*. (es, esclereídes; ex, exocarpo; me, mesocarpo externo; tr, tricoma; vb, feixe vascular; \* deposição de fitomelanina).

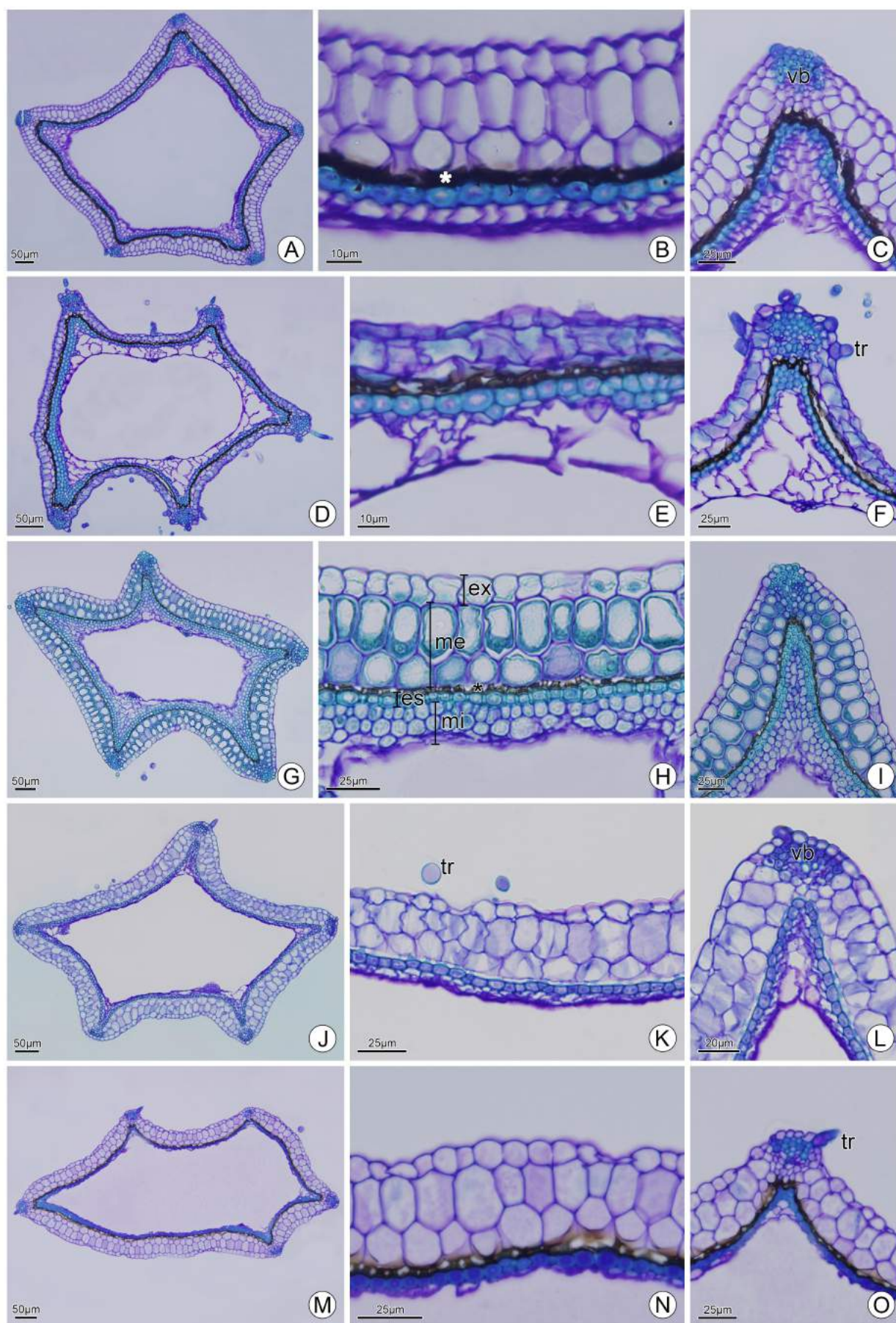
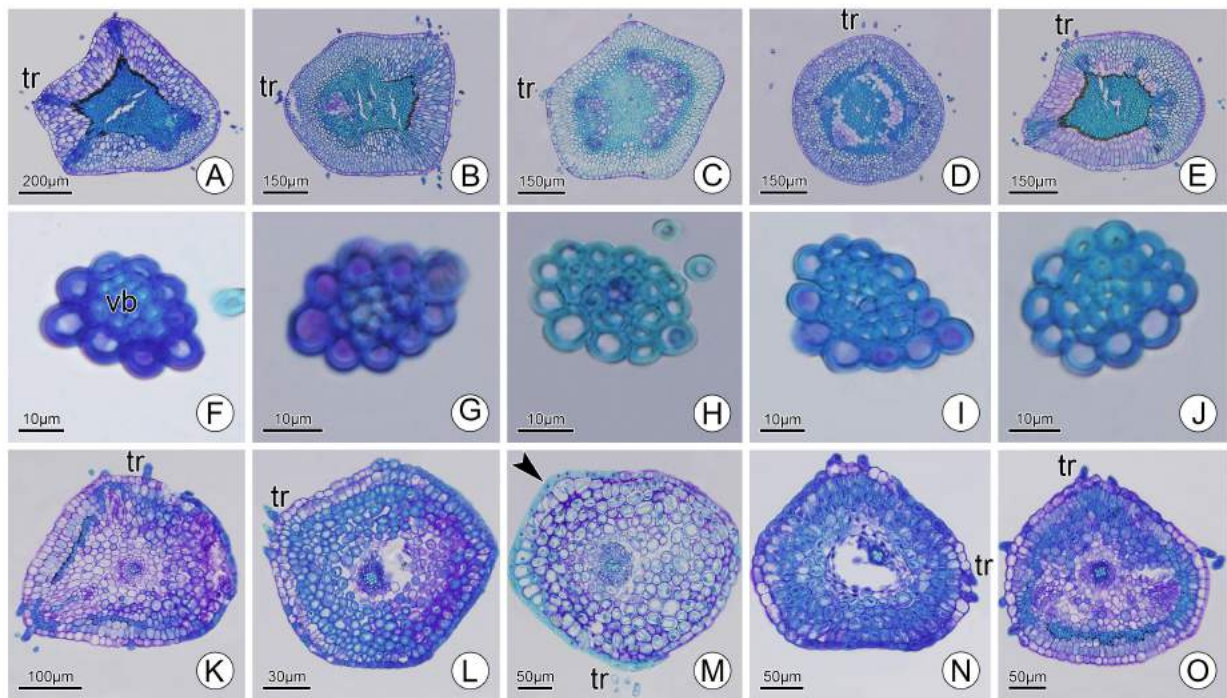


Figura 3. Discos florais, pápus e carpópódios das variedades de *Chromolaena squalida* (secções transversais). (A–E) Discos florais. (F–J) Pápus. (K–O) Carpópódios. (A, F, K) *Chromolaena squalida* var. *caleoides*. (B, G, L) *Chromolaena squalida* var. *tomentosa*. (C, H, M) *Chromolaena squalida* var. *squalida*. (D, I, N) *Chromolaena squalida* var. *martiusii*. (E, J, O) *Chromolaena squalida* var. *subvelutina*. (tr, tricoma; vb, feixe vascular; ponta da seta, indica a lignificação do carpópódio).





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos anatômicos e morfológicos das cipselas de Disynaphiinae e Praxelinae podemos concluir:

- As relações dentro da subtribo Disynaphiinae não estão bem definidas, havendo a necessidade de estudos mais aprofundados, no entanto, nossos estudos indicam relações entre as espécies e entre os gêneros, que são refletidas pela presença dos mesmos tricomas em alguns táxons. A principal característica que define a subtribo é a presença da camada de fitomelanina que passa externamente aos feixes. Além disso, podemos constatar que *Symphyopappus* é o grupo mais bem definido da subtribo, por apresentar os tricomas do tipo IV e V (exclusivos do gênero) e mesocarpo externo aparentemente multiplicativo na maior parte das espécies. Nossos estudos morfológicos e anatômicos das cipselas corroboram com a rejeição da espécie *Disynaphia praeficta* no gênero e na subtribo Disynaphiinae, pois constatou-se diferenças na estrutura do pericarpo, como o tricoma do tipo VII (encontrado em *D. halimifolia*), duas camadas no mesocarpo externo e a presença de canais secretores no mesocarpo interno, características não relatadas nas demais espécies do gênero *Disynaphia* estudadas.
- Nossos resultados sobre Praxelinae reforçam a monofilia da subtribo. Podemos perceber que existe um padrão anatômico nas cipselas, todas as espécies apresentaram duas camadas no mesocarpo externo e tricomas do tipo I. A camada de fitomelanina passa internamente aos feixes em quase todas as espécies, com exceção de *Praxeliopsis mattogrossensis* e *Praxelis spletii*, ambas as espécies são mais

semelhantes entre si que a outros grupos na subtribo, portanto, seria interessante que a posição dessas espécies seja revista.

- O estudo das variedades de *Chromolaena squalida* anatomicamente as variedades são iguais, porém há variação na distribuição dos tricomas.
- Nossos resultados indicam que, a correlação entre a formação de costelas e a presença de feixes vasculares pode variar entre grupos. Em Disynaphiinae o número de feixes e costelas é correspondente para todo o grupo. Já em Praxelinae esta relação nem sempre é correspondente, mostrando que este caráter pode ser pouco confiável nesta subtribo.