

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LORENA NUNES LOURENÇO QUEIROZ

**MORFOLOGIA DAS CIPSELAS DO COMPLEXO *Chromolaena congesta*
(ASTERACEAE)**

UBERLÂNDIA

2021

LORENA NUNES LOURENÇO QUEIROZ

MORFOLOGIA DAS CIPSELAS DO COMPLEXO *Chromolaena congesta*
(ASTERACEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, como parte
das exigências para a obtenção do título de
Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Marzinek

UBERLÂNDIA

2021

Aos meus pais, Celma e Devanei, dedico este trabalho.

Agradecimentos

Aos meus pais, Celma e Devanei, e a Deus, por toda força e apoio que me deram e toda a coragem que me inspiraram a ter e por sempre acreditarem e nunca desistirem de mim. Sobretudo a minha mãe, por insistir tanto na minha formação e fazer o impossível para garantir que nada me faltasse nesse processo.

Ao meu namorado, Filipe, por todo o cuidado, amor, carinho e paciência durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Por me ajudar e acalmar em todas as dificuldades que surgiram e comemorar comigo cada avanço. Agradeço também aos meus sogros e minha cunhada, por me acolherem como parte da família.

Aos meus familiares: meus avós, por ouvirem sobre meu trabalho e me fazerem pensar em como torná-lo acessível para eles. Meus tios, Aparecida e José Carvalho, e aos meus padrinhos, Fernanda e Edson, pela hospitalidade no início do curso, por me mostrarem Uberlândia e cuidarem de mim sempre que preciso. Às crianças da família, Laura e Amanda, por todo o amor e alegria nos meus dias.

Aos amigos: Driely, Lourraine, Rafael e Matheus, pelos ouvidos atentos, as conversas longas, as noites em claro e amizade incondicional.

Aos professores do INBIO, pela excelente formação. Principalmente aos professores Oswaldo Marçal Jr., Orlando Cavalari de Paula, Kleber Del Claro e Juliana Marzinek, não só pelas ótimas aulas, mas também pelos melhores conselhos durante a graduação.

À minha orientadora, Juliana Marzinek, por toda a paciência em explicar tudo infinitas vezes, por toda a compreensão em relação aos prazos, ao deslocamento durante a pandemia e pela consideração em tornar esse trabalho viável mesmo nas circunstâncias atuais. Por todas as mensagens tarde da noite e em horário de almoço que jamais ficaram sem respostas, por toda a dedicação e gentileza com cada detalhe durante toda a minha orientação, meu muito obrigada.

Aos colegas de laboratório, pelas dicas e conselhos durante a graduação. Em especial ao Rafael, por toda a ajuda, conselhos, dicas e ensinamentos.

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Dr. Anderson Christ, pelos frutos concedidos e por confiar no meu trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, a Profa. Dra. Vanessa Terra dos Santos e ao Dr. Danilo Marques pela disponibilidade e por aceitarem o convite.

Resumo

O levantamento de características anatômicas provou ser de grande relevância para melhor entender as relações dentro de Asteraceae, em todos os níveis taxonômicos. O gênero *Chromolaena*, tribo Eupatorieae, contém um pequeno grupo de espécies, em sua grande parte típicas dos estados do Sul do Brasil, que apresentam uma sobreposição de características morfológicas que dificulta a identificação das espécies. Este trabalho tem o propósito de verificar as características anatômicas dos frutos de nove, entre dez espécies do complexo, chamado informalmente de “grupo *Chromolaena congesta*”, e compará-las. Assim, as espécies poderão ter mais características diagnósticas e limites mais estreitos, facilitando a identificação. Para alcançar este objetivo, foi analisada a micromorfologia e a anatomia da cipselas das dez espécies do complexo. Os resultados exibem características comuns à tribo, à subtribo e ao gênero, como presença de fitomelanina entre o mesocarpo externo e interno, depositada de forma contínua e passando internamente ao feixe vascular e tricomas tectores bisseriados em todas as cipselas estudadas. A distribuição dos tricomas nas cipselas se mostrou bastante variável entre as espécies, e a presença de tricomas glandulares em algumas espécies auxiliam a distinguí-las das demais. Essas características podem ser comparadas de modo a facilitar a identificação das espécies do complexo.

Palavras-chave: Anatomia Vegetal. Compositae. *Eupatorium* s.l. Fitomelanina. Fruto. Micromorfologia.

Abstract

The study of anatomical features proved to be very relevant to better understand the relationships within Asteraceae, at all taxonomic levels. The genus *Chromolaena*, tribe Eupatorieae, contains a small group of species, mostly typical of the Southern States of Brazil, which have an overlap of morphological characteristics that hinders their identification. This work aims to verify and compare anatomical characteristics of the fruits of nine, among ten species of the complex, informally called "group *Chromolaena congesta*". Thus, the species may have more diagnostic characteristics and narrower limits, facilitating their identification. To achieve this goal, the micromorphology and anatomy of the cypselas of the ten species of the complex were analyzed. The results show characteristics common to the tribe, subtribe and genus, such as the presence of phytomelanin between the external and internal mesocarp, continuously deposited and passing internally to the vascular bundle and biseriate non-glandular trichomes in all cypselas studied. The distribution of trichomes in cypselas was quite variable among the species, and the presence of glandular trichomes in some species helps to distinguish them from others. These characteristics can be compared in order to facilitate the identification of the species of the complex.

Keywords: Compositae. *Eupatorium s.l.* Fruit. Micromorphology. Phytomelanin. Plant Anatomy.

SUMÁRIO

	Página
Introdução.....	7
Material e métodos.....	10
Resultados.....	11
Discussão.....	12
Conclusão.....	14
Referências Bibliográficas.....	15
Tabelas e Figuras.....	19

Introdução

Asteraceae é a maior família de eudicotiledôneas, com distribuição cosmopolita (com exceção da Antártica) e com 1.600 gêneros e cerca de 23.000 espécies (ANDENBERG, 2007). No Brasil, conta com 326 gêneros e aproximadamente 2205 espécies (ROQUE et al, 2020). Muitas espécies têm importância alimentícia, como o girassol, a alcachofra, o dente de leão e a alface (JUDD, 2009). A família também tem sua importância na indústria, contendo espécies utilizadas como especiarias e inseticidas, além das espécies ornamentais e das espécies com propriedades medicinais (JUDD, 2009). Possui hábito bastante variável e pode se apresentar como ervas, arbustos, subarbustos e menos frequentemente, árvores.

As folhas são opostas ou alternas, geralmente simples; o capítulo é rodeado por um involúcro de muitas brácteas protetoras, solitário ou em capitulescência corimbiforme de vários tipos; receptáculo paleáceo com páleas vascularizadas caducas ou perenes em muitas ou todas as flores do capítulo; flores pequenas, ovário ínfero geralmente com 2 carpelos unidos, óvulo anátropo, tenuinucelado, unitegmentado, com placentação basal; o cálice é modificado em pápus, o qual pode estar repleto de tricomas e escamas; os estames são epipétalos e as anteras sinânteras (ANDENBERG, 2007).

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 fragmentando o gênero *Eupatorium* L. em mais de 100 outros gêneros que posteriormente foram compilados no livro “The genera of the Eupatorieae” (KING & ROBINSON, 1987). Neste livro foram registrados 180 gêneros e 18 subtribos e os autores utilizaram características micromorfológicas para a delimitação de gêneros. Os caracteres micromorfológicos podem ser detalhes celulares presentes na corola, estames, estilete e frutos, tais 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, a estrutura celular do carpópodio. Estas características são de grande importância para a taxonomia de Eupatorieae (KING & ROBINSON, 1970). Segundo Rivera et. al., (2016), a tribo ainda contém alguns grupos não monofiléticos, portanto, a tribo continua sujeita a mudanças.

Uma característica marcante de Eupatorieae é a presença de frutos com fitomelanina, substância orgânica formada após a fecundação, secretada pela hipoderme e depositada no espaço esquizógeno formado entre a hipoderme e a camada lignificada do pericarpo (PANDEY, 1998; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; DE-PAULA et al., 2013). Essa

substância constitui uma barreira física contra a herbivoria (PANDEY & DHAKAL, 2001) e no fruto maduro é rígida e apresenta coloração castanho escuro a preta (PANDEY & SINGH, 1983).

Pandey, Stuessy e Mathur (2014) em seu trabalho, investigaram o padrão de distribuição da fitomelanina no fruto e sua importância para a taxonomia. As características analisadas foram: presença ou ausência de estrias e a ocorrência de características detalhadas de espinhos, projeções e poros. A maioria dos táxons da “Aliança Heliantheae” apresenta fitomelanina com superfície espinhosa (PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014), mas Eupatorieae não possui superfície espinhosa, mas sim espessamentos em “U” no espaço esquizógeno (MISRA, 1972; PANDEY & SINGH, 1983; PANDEY & SINGH, 1994; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; JANA & MUKHERJEE, 2013; PANDEY; STUESSY; MATHUR, 2014).

Os frutos de Asteraceae são muito distintos dos frutos de outras famílias de Eudicotiledôneas, porém apresentam grandes semelhanças entre as espécies (FRANGIOTEPALLONE & 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, porém este refere-se a frutos que são originados de ovário súpero, sendo que as cipselas originam-se de ovário ínfero. As cipselas e suas partes acessórias (pápus e carpopódio) possuem grande valor taxonômico (CABRERA, 2002; ANDERBERG et al., 2007; MARZINEK & OLIVEIRA, 2010; FRANGIOTEPALLONE & SOUZA, 2014) e podem atuar como diagnósticos para diferenciar ou agrupar espécies e até gêneros (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010). Mukherjee & Sarkar (2001) dá ênfase à morfologia da superfície dos frutos, à estrutura das cipselas, do carpopódio e pápus. Outra característica importante e questionável na sistemática de Eupatorieae é o número de costelas do fruto e sua relação com a presença de feixes vasculares (MARZINEK & OLIVEIRA, 2010).

A subtribo Praxelinae, incluída na tribo Eupatorieae, distribuiu-se, principalmente, pela América do Sul, com representantes dispersos desde o sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina. Abrange cerca de 190 espécies e sete gêneros: *Chromolaena* DC., *Eitenia* R.M.King & H.Rob., *Eupatoriopsis* Hieron., *Lomatozona* Baker, *Osmiopsis* R.M.King & H.Rob., *Praxeliopsis* G. M. Barroso e *Praxelis* Cass. (KING & ROBINSON, 1987), quase todos tem o Brasil como seu centro de diversidade, com exceção de *Osmiopsis*. As espécies que compõem a subtribo pertenceram, em grande parte da sua história, ao gênero *Eupatorium* (KING & ROBINSON, 1987). Praxelinae pode ser reconhecida pelo capítulo que possui

invólucro totalmente decíduo deixando um receptáculo vazio após a antese. A subtribo é a única cujos ramos do estilete são longos (ROBINSON, SCHILLING, PANERO, 2009).

Chromolaena abrange quase 90% da diversidade de Praxelinae (KING & ROBINSON, 1987). O gênero pode ser diferenciado do restante da tribo pelo invólucro imbricado, em geral de aspecto cilíndrico; pelas cipselas prismáticas, não comprimidas; pelo pápus de numerosas cerdas escabrosas, todas do mesmo tamanho; e pelos lobos da corola iguais entre si (KING & ROBINSON, 1970). Nativo do continente americano, possui aproximadamente 165 espécies (KING & ROBINSON, 1987). Sua distribuição vai desde o sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina, com algumas espécies invasoras na Ásia, na África e em algumas ilhas do Pacífico (KING & ROBINSON, 1987). No Brasil, o gênero contém cerca de 70 espécies, sendo 36 destas endêmicas (ROQUE et al, 2020), que habitam preferencialmente campos abertos e margens de florestas, mas podem ocorrer em todos os biomas. Seu período de floração vai do fim do verão ao início do outono, principalmente nos meses de março e abril (CHRIST & RITTER, 2019).

O grupo “*Chromolaena congesta*” é um agrupamento informal de dez espécies reunidas com base em suas similaridades morfológicas, distribuições geográficas comuns e vários históricos problemas de delimitação. Apesar dos indivíduos com morfologias consideradas típicas de cada espécie serem identificados com certa segurança, a existência de numerosos indivíduos com morfologias intermediárias entre as diferentes espécies, torna a taxonomia do grupo complexa (Christ, A. L., comunicação pessoal), formando-se assim um complexo de espécies.

Levando em consideração a dificuldade em se identificar as espécies do complexo *Chromolaena congesta*, e a importância das características das cipselas na circunscrição de grupos. O presente estudo tem o intuito de buscar, analisar e comparar características morfológicas dos frutos das diferentes espécies que compõe o complexo, buscando características distintas e comuns a este grupo.

Material e métodos

Os frutos foram obtidos a partir de exsicatas do herbário ICN, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Todas as espécies do complexo *Chromolaena congesta* listadas (Tabela 1), foram analisadas.

Para as análises micromorfológicas, cipselas herborizadas foram coladas em stubs de alumínio, metalizadas com ouro e analisadas no microscópio Zeiss EVO MA10. O aspecto geral das cipselas e detalhes do pápus, indumento e carpopódio foram fotografados.

Para análise anatômica das amostras, o material herborizado foi reidratado em NaOH 3% por 15 minutos, lavado em água por 24 horas. Posteriormente as cipselas foram desidratadas em série etílica crescente (ANDERSON, 1963 modificado) e incluídas em historesina (Leica®) segundo as recomendações do fabricante.

Cortes transversais e longitudinais foram realizados em micrótomo rotativo a 8µm de espessura. As lâminas obtidas foram coradas com azul de toluidina 0,05%, pH 4,7 (O'BRIEN, FEDER, MCCULLY, 1964 modificado) e montadas usando Entellan®. A análise das lâminas foi realizada em microscópio de luz. E a obtenção de imagens foi feita com câmera digital acoplada ao microscópio Olympus BX 51.

As imagens obtidas foram organizadas em pranchas, utilizando o programa Photoshop®, onde foram inseridas escalas adequadas a cada aumento.

A distribuição dos tricomas foi analisada em microscopia eletrônica de varredura. Os termos adotados seguem o trabalho de Marzinek (2008) no qual os tricomas são escassos quando presentes em até 10% da superfície do fruto; frequentes, quando ocorrem de 11% até 50% da superfície do fruto; ou ainda, abundantes, quando presentes em mais de 50% da superfície do fruto.

Resultados

Micromorfologia das cipselas

As imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura mostram cipselas cilíndricas com costelas bem marcadas (Fig. 1a-i).

Na região apical do fruto (Fig. 2a-i), *Chromolaena ascendens* (Fig. 2a), *C. congesta* (Fig. 2c), *C. hirsuta* (Fig. 2f), *C. latisquamulosa* (Fig. 2g) e *C. rinanthaceae* (Fig. 2h) possuem pequena constrição que antecede o pápus. O pápus é unisseriado e é composto por várias cerdas (Fig. 2a-i) que podem possuir extremidades arredondadas (Fig. 5a-i) e espaçamento maior entre si do que quando comparado ao ápice, que possui cerdas mais congestionadas (Fig. 5j-r). São encontrados tricomas tectores bisseriados nas costelas de todas as espécies (Fig. 2, Tab. 2) e tectores unisseriados na região intercostal de *C. ascendens* (Fig. 2^a, Tab. 2) e *C. gentianoides* (Fig. 2e, Tab. 2). Já em *C. caaguazuensis* (Fig. 2b, Tab. 2) e *C. elliptica* (Fig. 2d, Tab. 2) são encontrados tricomas glandulares na região costal e em *C. congesta* (Fig. 2c, Tab. 2), *C. hirsuta* (2f, Tab. 2) e *C. squalurrosa* (2i, Tab. 2) estão presentes na região intercostal.

Na região mediana da cipsela (Fig. 3a-i), os tricomas tectores bisseriados estão presentes em todas as espécies por toda região mediana. Em *C. ascendens* (Fig. 3^a, Tab. 2), *C.*

gentianoides (Fig. 3e, Tab. 2) e *C. rinanthaceae* (Fig. 3h, Tab. 2) estes tricomas estão restritos às costelas (Tab. 2). Além dos tricomas tectores bisseriados, *C. elliptica* (Fig. 3d, Tab. 2) e *C. hirsuta* (Fig. 3f, Tab. 2) também possuem tricomas glandulares (Tab. 2). Em *C. ascendens* (Fig. 3^a, Tab. 2) e *C. gentianoides* (Fig. 3e, Tab. 2) é possível identificar tricomas tectores unisseriados em pequena quantidade.

Na região basal dos frutos (Fig. 4a–i), é possível observar tricomas tectores bisseriados em todas as espécies (Tab. 2), além de tricomas glandulares nas espécies *C. caaguazuensis* (Fig. 4b, Tab. 2) e *C. elliptica* (Fig. 4d, Tab. 2). O carpópodio é simétrico em *C. congesta* (Fig. 4c, Tab. 2), *C. gentianoides* (Fig. 4e, Tab. 2) e *C. squarrolosa* (Fig. 4i, Tab. 2) e assimétrico nas demais cipselas estudadas.

Anatomia das cipselas

As cipselas estudadas possuem formato prismático em secção transversal (Fig. 6a–j). São observadas cinco costelas em *Chromolaena congesta* (Fig. 6c); *C. ascendens* (Fig. 6a) e *C. latisquamulosa* (Fig. 6g); seis costelas em *C. elliptica* (Fig. 6d), e *C. rinanthaceae* (Fig. 6h); sete costelas em *C. gentianoides* (Fig. 6e); oito em *C. hirsuta* (Fig. 6f) e *C. squarrolosa* (Fig. 6i) e nove em *C. caaguazuensis* (Fig. 6b). A epiderme é unisseriada, composta por células comuns (Fig. 7) e tricomas já mencionados na tabela 2 e figuras 1–5. O mesocarpo externo é composto por uma a duas camadas (Fig. 7a–j). Feixes vasculares colaterais ocorrem nas costelas, ainda que *C. caaguazuensis* (Fig. 7b), *C. gentianoides* (Fig. 7e), *C. hirsuta* (Fig. 7f) e *C. squarrolosa* (Fig. 7i) apresentem costelas sem feixes vasculares. Também é encontrada uma camada de fitomelanina contínua, que passa internamente aos feixes vasculares e ocorre em todas as espécies, com exceção de *C. caaguazuensis* (Fig. 7b). O mesocarpo interno encontra-se parcialmente consumido, restando apenas a camada de esclereídes (Fig. 7a–j). O endocarpo também foi consumido.

A região apical das cipselas conta com epiderme unisseriada, feixes vasculares presentes no centro e esclereídes em abundância. É possível ver, também, algumas regiões com deposição de fitomelanina (Fig. 7k). As cerdas do pápus são formadas por células fibrosas, de parede celular espessa (Fig. 7l).

O carpópodio (Fig. 7m) possui epiderme unisseriada, é lignificado e possui tricomas tectores bisseriados e lignificados.

Discussão

Micromorfologia das cipselas

Cipselas com formato cilíndrico e costelas bem marcadas são características da subtribo Praxelinae (Silva, 2016). O número de costelas e feixes vasculares varia entre as espécies. Marzinek, De-Paula e Oliveira (2010) afirmam que essa não é uma característica fixa em Eupatorieae, estando mais relacionada à posição da flor no eixo da inflorescência.

Conforme as descrições de Christ (2019) sobre o gênero, os capítulos de *Chromolaena* podem ter de cinco até cerca de 60 flores, e as cipselas apresentam de três a oito costelas. Nas espécies do complexo *Chromolaena congesta* que ocorrem no Rio Grande do Sul (*C. congesta*, *C. elliptica*, *C. hirsuta*, *C. latisquamulosa*, *C. rinanthaceae* e *C. squarrulosa*), o número de flores por capítulo é mais restrito, variando de cinco a onze flores, em *C. congesta*, até cerca de 24 em *C. squarrulosa*. O número de flores nos capítulos pode estar relacionado com o número de costelas e feixes nos frutos. No trabalho de Marzinek et al (2010), os autores verificaram que quanto mais estreito o capítulo, maior a ocorrência de cipselas com costelas sem feixes vasculares, como se a pressão intracapitular favorecesse o aparecimento de costelas extra. Contudo, seriam necessários estudos com várias flores de vários capítulos para confirmar essa condição para as espécies do complexo *C. congesta*.

Nas espécies *C. ascendens*, *C. congesta*, *C. hirsuta*, *C. latisquamulosa* e *C. rinanthaceae* apresentam uma pequena constrição da porção apical das cipselas, também observada por Silva (2016) em *C. odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.

O tipo de tricoma mais frequente é o tector bisseriado, o qual ocorre em todas as espécies aqui analisadas, bem como em todas as espécies de *Chromolaena* e na maioria das espécies dos demais gêneros da subtribo Praxelinae estudadas por Silva (2016), além de *C. stachyophylla* (Spreng.) R.M.King & H.Rob. (Marzinek, 2008). De acordo com Roth (1977) apud Marzinek (2008), esse tipo de tricoma é importante nas Asteraceae após a dispersão, pois tem papel na fixação das cipselas no substrato. Neste sentido, esta característica não tem utilidade taxonômica para a identificação das espécies do complexo.

Os tricomas glandulares, presentes em *C. caaguazuensis*, *C. congesta* e *C. elliptica*, também ocorrem em *Chromolaena costatipes* (B.L.Rob.) R.M.King & H.Robinson e *C. pedalis* (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Robinson, estudados por Silva (2016), e em *C. stachyophylla* (Marzinek, 2008), principalmente no ápice dos frutos, dificultando seu uso na identificação das espécies.

O tipo de tricoma menos frequente, tector unisseriado, ocorre em pequena quantidade apenas em *C. ascendens* e *C. gentianoides*, apenas nas regiões intercostais dos frutos. Também ocorre apenas na região intercostal das espécies de *Chromolaena* estudadas por

Silva (2016), exceto em *C. minasgeraensis*, na qual também ocorre na região costal da cipsela.

Desse modo, diferem das demais espécies quanto ao tipo de tricoma, *Chromolaena ascendens* e *C. gentianoides*, por seus escassos tricomas tectores unisseriados e *C. caaguazuensis*, *C. elliptica*, *C. hirsuta* e *C. squarrulosa* por apresentarem tricomas glandulares. Além disso, diferenças entre a quantidade de tricomas de uma espécie para outra são observadas. *Chromolaena latisquamulosa*, por exemplo, possui tricomas em abundância enquanto *C. rinanthaceae* possui tricomas quase totalmente restritos às costelas. *Chromolaena ascendens*, *C. congesta*, *C. hirsuta*, *C. latisquamulosa* e *C. rinanthaceae* se destacam das demais pela pequena constrição presente na região apical de seus frutos.

O pápus é a estrutura que corresponde ao cálice. Em 1958, Ramiah & Sayeeduddin observaram que em *Tridax*, o primórdio de sépala divide-se em várias partes que se desenvolvem pápus. Em Eupatorieae, suas cerdas possuem formas variáveis, podendo ser finas, plumosas, aladas ou com ampliação nas pontas (Robinson, 2009). Nas espécies de *Chromolaena* estudadas, o pápus apresentou muitas cerdas, as basais com o ápice mais arredondado em relação às cerdas localizadas na região apical do fruto, que são afiladas em seu ápice. Conformação semelhante foi encontrada por Marzinek (2008) em *C. stachyophylla* e em 16 espécies de *Chromolaena* por Silva (2016). Ainda são necessários mais estudos para indicar a importância taxonômica desta estrutura.

O carpópodio é a zona de abscisão do fruto (Robinson, 2009). É característica dos membros de Praxelinae apresentarem carpópodio assimétrico. Contudo, três espécies, *C. congesta*, *C. gentianoides* e *C. squarrulosa* destacam-se das demais por apresentarem carpópodio simétrico. As espécies de *Chromolaena* estudadas por Silva (2016) apresentam, também, carpópodios simétricos, definidos como curtos em anel. Assim, é possível inferir que o carpópodio é uma característica pouco precisa para o gênero.

Anatomia das cipselas

O número constante de camadas no pericarpo é característico da subtribo Praxelinae, como foi observado nesse estudo e em 1994 por Pandey & Singh; em 2010 por Marzinek e Oliveira e em 2016 por Silva.

A ocorrência de fitomelanina pode ser considerada como uma sinapomorfia e tem sido reconhecido um grupo que reúne mais de 5.000 espécies, o Phytomelanin Cypsela Clade, que inclui as Eupatorieae juntamente com Heliantheae e outras 11 tribos, seis delas (Helenieae, Coreopsidae, Neurolaeneae, Tageteae, Bahieae, Millerieae) de ocorrência no Brasil, na

chamada “Aliança Heliantheae” (PANERO, 2007). Fitomelanina é definida por Pandey & Singth (1994) como uma camada dura, resistente, de coloração preta, presente na parede do fruto dos *taxa* pertencentes às tribos Heliantheae e Eupatorieae. As características morfológicas da camada de fitomelanina resultam no contorno e na estrutura superficial das fibras e camadas da hipoderme. (Stuessy & Liu, 1983) A camada de fitomelanina tem sido descrita como carbonífera, resinosa, taninífera e amorfa. É acelular, muito resistente à degeneração e frequentemente apresenta estruturas diagnósticas na sua superfície, tendo, portanto, utilidade taxonômica (Stuessy & Liu, 1983). Também constitui uma barreira física contra a herbivoria (Pandey & Dhakal, 2001). A fitomelanina está presente entre o mesocarpo externo e o interno, como é comum em Eupatorieae (Pandey, Stuessy e Mathur, 2014). Além disso, a camada varia em espessura conforme a maturação das cipselas (Silva, 2016) e sua produção, de acordo com De-Paula et al. (2013), está associada às esclereídes do pericarpo de Asteraceae.

Nas espécies do complexo, a fitomelanina é depositada de forma contínua e passa internamente aos feixes vasculares, sem revesti-los, como é usual na subtribo Praxelinae. Essa característica é de grande valor taxonômico para a subtribo, pois auxilia a diferenciar a subtribo de outra relativamente próxima, Disynaphiinae, na qual a fitomelanina passa externamente aos feixes vasculares (Silva, 2016)

Conclusão

As características das cipselas estudadas são comuns à Eupatorieae e à Praxelinae, e realmente apresentam poucas diferenças morfológicas a anatômicas entre si. Diferem principalmente quanto à distribuição dos tricomas e quanto ao número de costelas, características que podem ser exploradas para auxiliar a distinguir uma espécie da outra. A prevalência de tricomas tectores bisseriados em todas as espécies está de acordo com as características do gênero *Chromolaena* e da subtribo Praxelinae. O número de costelas também é variável entre as espécies e é uma característica que talvez seja útil na diferenciação das espécies do complexo. Já o pápus e a região apical do fruto oferecem poucas informações adicionais a cada espécie, bem como o carpopódio, que no caso do gênero, mostrou-se uma característica pouco precisa, apesar de apresentar variações entre as espécies do complexo.

Referências

- ANDERBERG, A. A. et al. Eupatorieae. In: KUBITZKI, K.; KADEREIT, J.W.; JEFFREY, C.; (eds). **The families and genera of vascular plants**. Berlin: Springer Verlag, 2007. p. 510-576.
- ANDERSON, L.C. **Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy**. Transactions of the Kansas Academy of Science, v. 66, p. 632–684. 1963.
- BEAN, A. R. **Pappus morphology and terminology in Australian and New Zealand thistles (Asteraceae, tribe Cardueae)**. Austrobaileya, v. 6, n. 1, p. 139-52, 2001.
- BREMER, K., **Tribal interrelationships of the Asteraceae**. Cladistics 3: p. 210-53. 1987.
- CABRERA, L. **Cypsela development in *Acourtia* (Mutiseae, Nassauviinae, Asteraceae) and its taxonomic implications**. International Journal of Plant Sciences, v. 163, p. 227-233, 2002.
- CHRIST, A. L.; RITTER, M. R., **A taxonomic study of Praxelinae (Asteraceae—Eupatorieae) in Rio Grande do Sul, Brazil**. Phytotaxa, v. 393, n. 2, p 141-197. 2019.
- DE-PAULA, O. C. et al. **The role of fibres and the hypodermis in Compositae melanin secretion**. Micron, v. 44, p. 312-316, 2013.
- Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 21 jun. 2021
- 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.
- 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.
- 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.
- HOOD, J. L. A.; SEMPLE, J. C. **Pappus variation in *Solidago***. Sida, v. 20, n. 4, p. 1617-30, 2003.

JANA, B. K.; MUKHERJEE, S. K. **Study of Fruit Structure of *Villanovia oppositifolia* of the Tribe Perityleae (Compositae)**. International Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, v. 2, p. 204-209, 2013.

JUDD, W.S., et al. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre, Artmed. 2009

KÄLLERSJÖ, M. **Fruit structure and generic delimitation of *Athanasia* (Asteraceae-Anthemideae) and related South African genera**. Nordic Journal of Botany, v. 5, n. 6, p. 527-42, 1985.

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

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.

ROBINSON, H.; SCHILLING, E.; PANERO, J. L. Eupatorieae. In: FUNK, V., et al. **Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae**. IAPT. 2009.

NAKAJIMA, J. N., et al. **Tribo Eupatorieae Cass.** In: ROQUE, N.; TELES, A. M.; NAKAJIMA, J. N., **A família Asteraceae no Brasil: classificação e diversidade**. Salvador, BA. EDUFBA, 2017. p209-231.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. **Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O**. Protoplasma v. 59, p. 368-73. 1964.

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

PAK, I. H.; PARK, I. K.; WHANG, S. S. **Systematic implications of fruit wall anatomy and surface sculpturing of *Microseris* (Asteraceae, Lactuceae) and relatives**. International

Journal of Plant Sciences, v. 162, n. 1, p. 209-20, 2001

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. **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.; 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.

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, p. 90-100, 2016.

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

RAMIAH, N., SAYEEDUDDIN, M. 1958. **Homology of the pappus in the light of trichome distribution.** Current Science 10:402-403.

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

SILVA, T.D.G. **Morfologia das cipselas de Disynaphiinae e Praxelinae (Eupatorieae - Asteraceae)** - Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de PósGraduação em Biologia Vegetal. 113p. 2016.

SILVA, T. D. G. et al. **Comparative cypsel morphology in Disynaphiinae and implications for their systematics and evolution (Eupatorieae: Asteraceae).** Botanical Journal of the Linnean Society, v. 186, p. 89–107. 2018.

STUESSY, T. F. **Plant taxonomy, the systematic evaluation of comparative data.** New York, Columbia University Press. 514p. 1990.

STUESSY, T. F., AND HO-YIH L. "Anatomy of the pericarp of *Clibadium*, *Desmanthodium* and *Ichthyothere* (Compositae, Heliantheae) and systematic implications." *Rhodora* 85, no. 842 (1983): 213-27.

TADESSE, M.; CRAWFORD, D. J. **The phytomelanin layer in traditional members of *Bidens* and *Coreopsis* and phylogeny of the Coreopsideae (Compositae).** *Nordic Journal of Botany*, v. 32, p. 80–91. 2014.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Espécies do complexo *Chromolaena congesta* estudadas.

Nome aceito	Voucher
<i>Chromolaena ascendens</i> (Sch.Bip.) R.M.King & H.Rob.	J. Badini s.n.
<i>C. caaguazuensis</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob. .	T. M. Pendersen 11168
<i>C. congesta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	A. L. Christ 563
	A. L. Christ 620
<i>C. elliptica</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	A. L. Christ 550
	A. L. Christ 576
	ICN 29382
<i>C. gentianoides</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	A. L. Christ 582A
<i>C. hirsuta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	A. L. Christ 5920
	ICN 84338
<i>C. latisquamulosa</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob.	A. L. Christ 609
	A. L. Christ 615
	A. L. Christ 507
<i>C. rhinanthacea</i> (DC.) R. M. King & H. Rob.	A. L. Christ 480
<i>C. squarrulosa</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob	A. L. Christ 562
	A. L. Christ 581
	A. L. Christ 593

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

		Tector Bisseriado			Tector Unisseriado			Glandular		
		A	M	B	A	M	B	A	M	B
<i>C. ascendens</i>	Costal	++	++	++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>C. caaguazuensis</i>	Costal	++	++	++	-	-	-	++	-	++
	Intercostal	+	+	+	-	-	-	++	+	++
<i>C. congesta</i>	Costal	+++	++	++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	+++	++	-	-	-	-	+	-	-
<i>C. elliptica</i>	Costal	+++	++	++	-	-	-	+++	+	-
	Intercostal	+	++	++	-	-	-	+++	++	+
<i>C. gentianoides</i>	Costal	++	+	++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>C. hirsuta</i>	Costal	++	++	+++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	+	+	+++	-	-	-	+	+	-
<i>C. latisquamulosa</i>	Costal	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	-
<i>C. rhinanthacea</i>	Costal	+++	++	++	-	-	-	-	-	-
	Intercostal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. squarrulosa</i>	Costal	++	++	++	-	-	-	+	-	-
	Intercostal	+	+	+	-	-	-	-	-	-

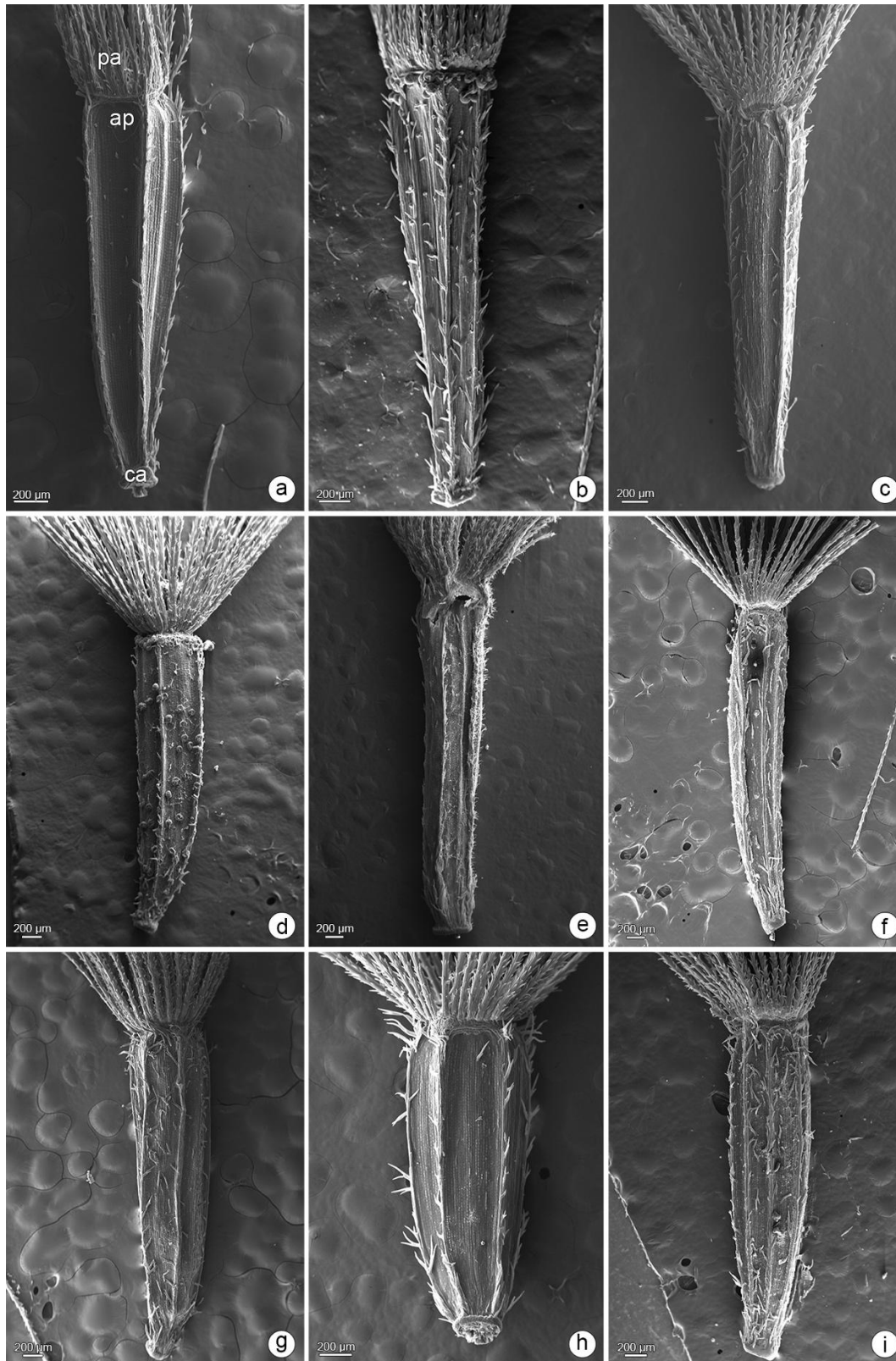


Figura 1. Visão geral das cipselas do complexo *Chromolaena congesta* em microscopia eletrônica de varredura (a–i). (a) *Chromolaena ascendens*; (b) *C. caaguazuensis*; (c) *C. congesta*; (d) *C. elliptica*; (e) *C. gentianoides*; (f) *C. hirsuta*; (g) *C. latisquamulosa*; (h) *C. rinanthaceae*; (i) *C. squarrulosa*. ap: ápice, ca: carpopódio, pa: pápus.

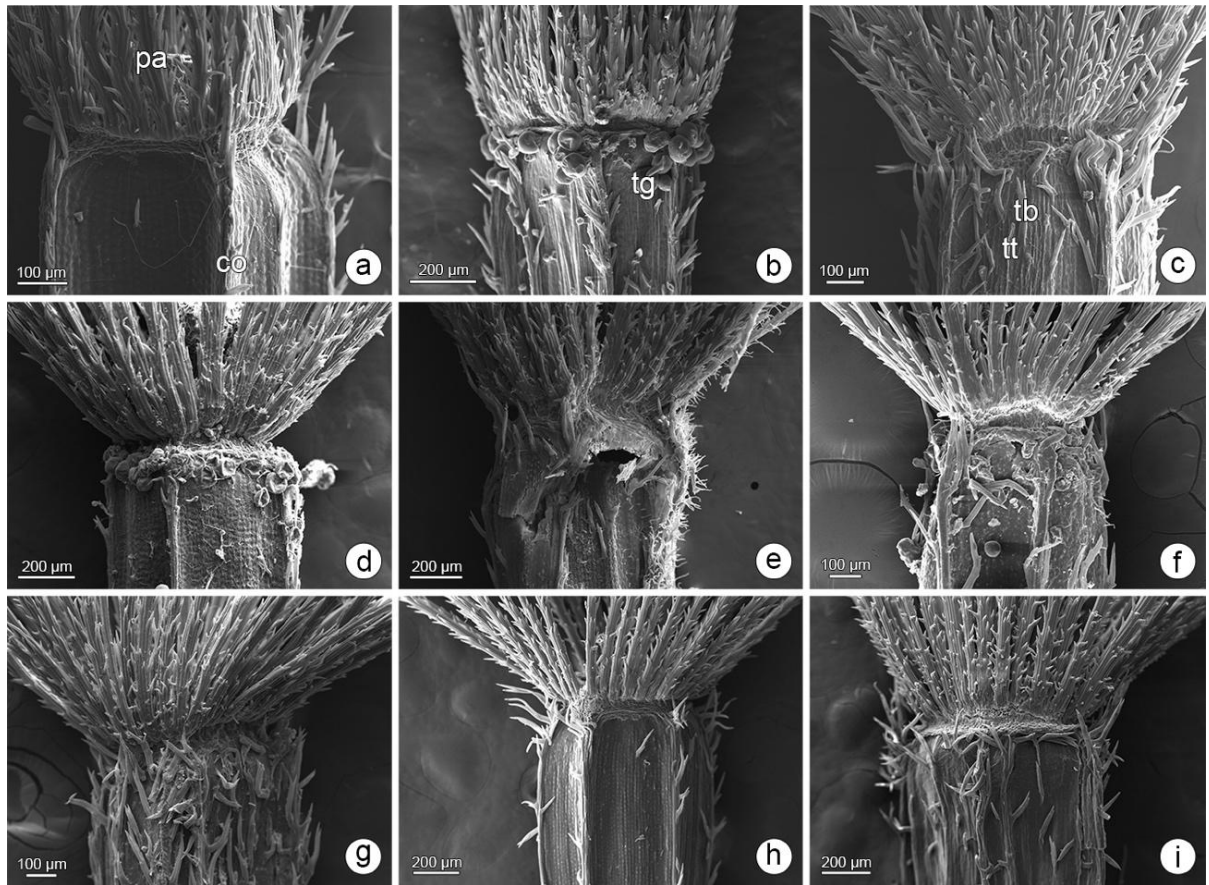


Figura 2. Região apical das cipselas (a–i). (a) *Chromolaena ascendens*; (b) *C. caaguazuensis*; (c) *C. congesta*; (d) *C. elliptica*; (e) *C. gentianoides*; (f) *C. hirsuta*; (g) *C. latisquamulosa*; (h) *C. rinanthaceae*; (i) *C. squarrulosa*. Notar prevalência de tricomas tectores bisseriados (A–I) e alguns tricomas glandulares (b–d). co: costela, tb: tricoma tector bisseriado, tg: tricoma glandular, tt: tricoma tector unisseriado, pa: pápus.

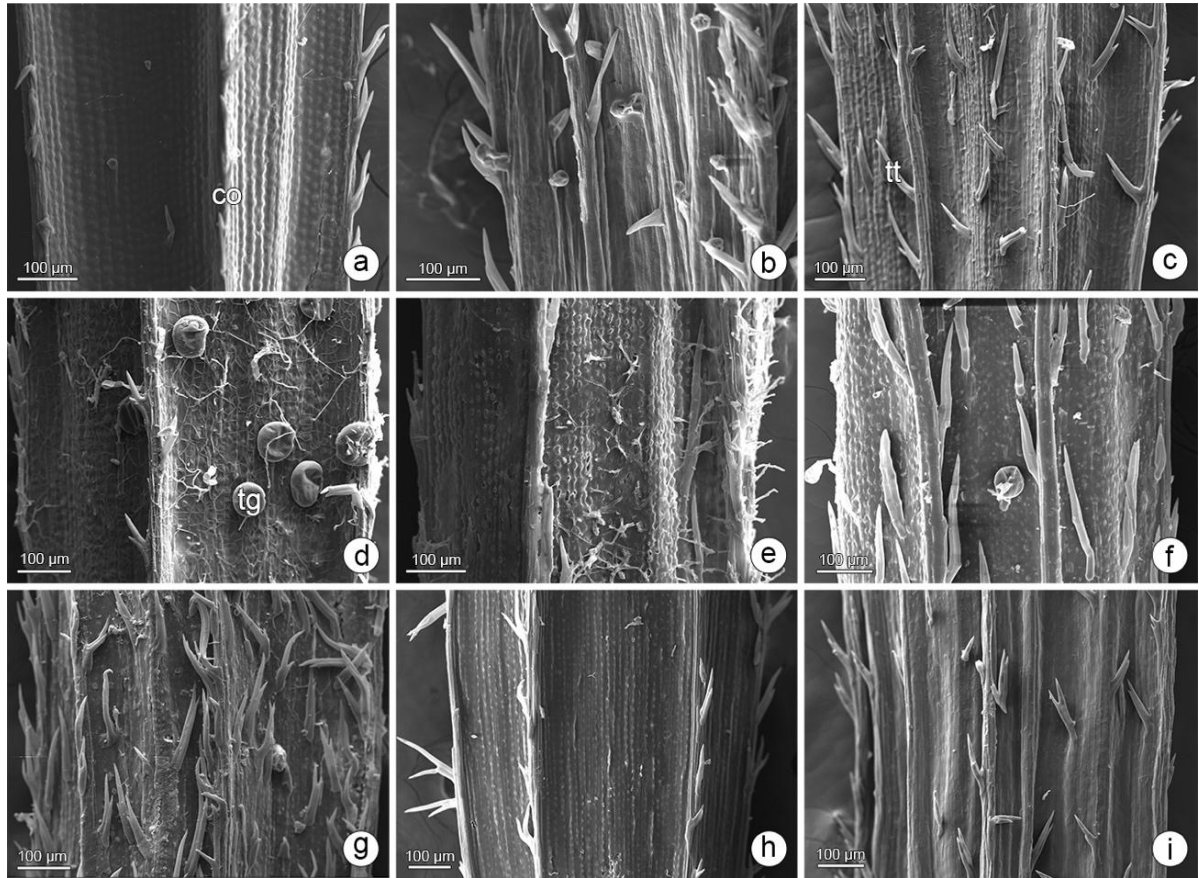


Figura 3. Região mediana das cipselas (a–i). (a) *Chromolaena ascendens*; (b) *C. caaguazuensis*; (c) *C. congesta*; (d) *C. elliptica*; (e) *C. gentianoides*; (f) *C. hirsuta*; (g) *C. latisquamulosa*; (h) *C. rinanthaceae*; (i) *C. squarrulosa*. co: costela, tb: tricoma tector bisseriado, tg: tricoma glandular.

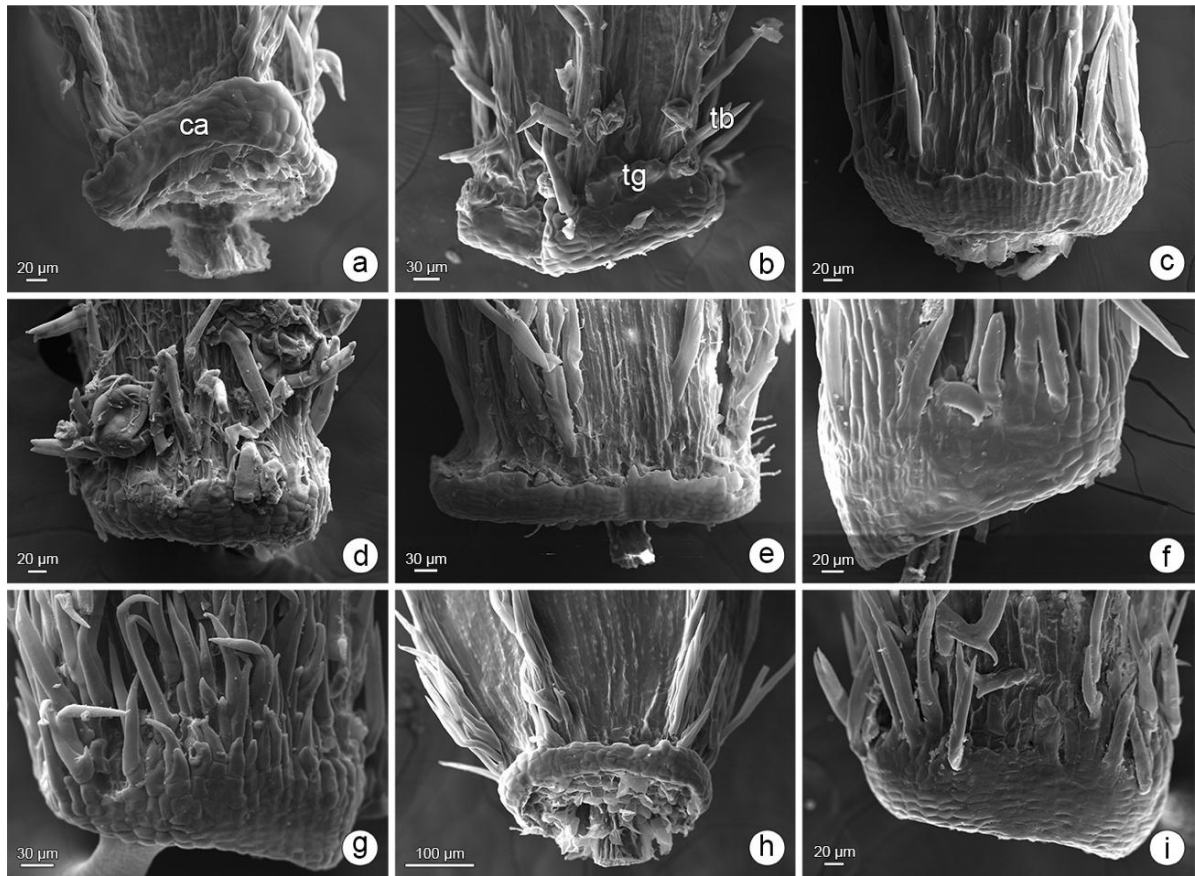


Figura 4. Região basal das cipselas (a–i). (a) *Chromolaena ascendens*; (b) *C. caaguazuensis*; (c) *C. congesta*; (d) *C. elliptica*; (e) *C. gentianoides*; (f) *C. hirsuta*; (g) *C. latisquamulosa*; (h) *C. rinanthaceae*; (i) *C. squarrosula*. Observar carpopódio simétrico (c–e) e assimétrico (a, b, f–i). ca: carpopódio, tb: tricoma tector bisseriado, tg: tricoma glandular.

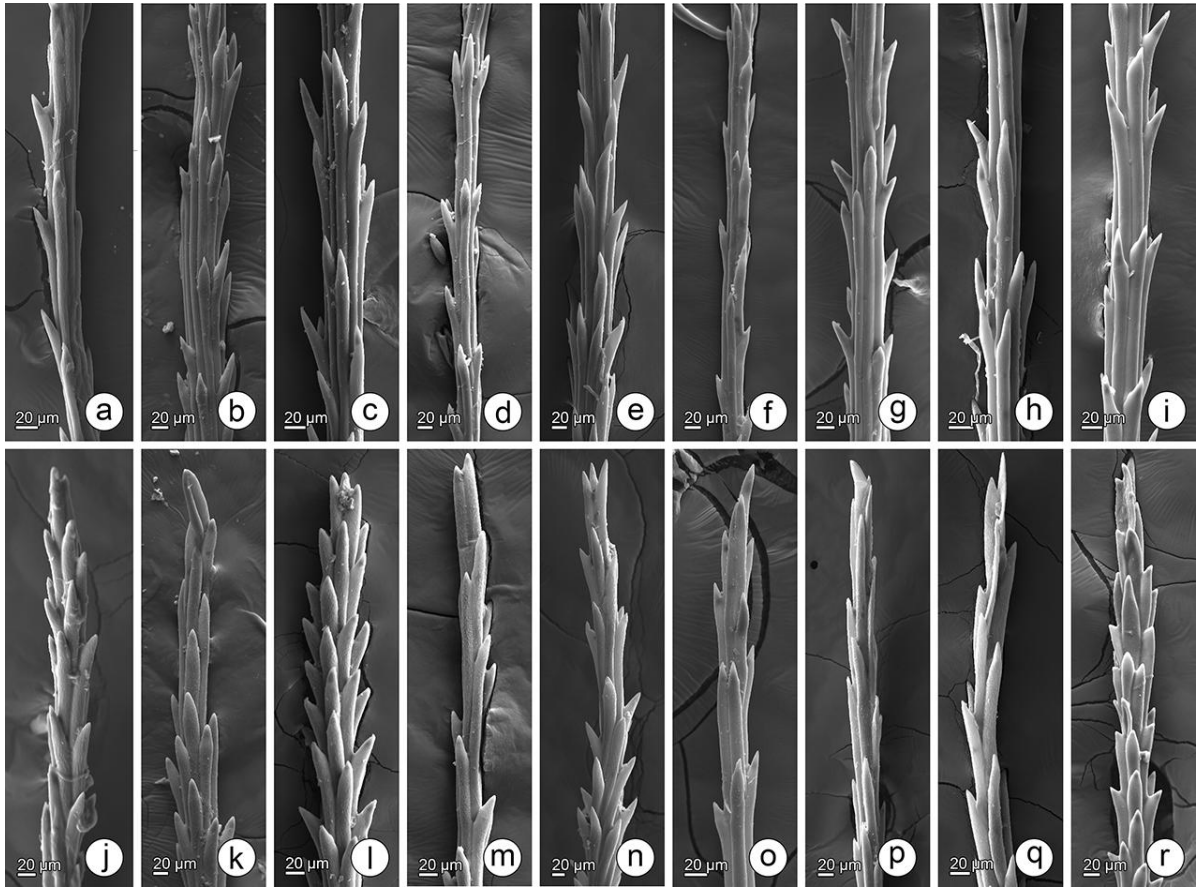


Figura 5. Região mediana (a–i) e apical (j–r) do pápus. (a, j) *Chromolaena ascendens*; (b, k) *C. caaguazuensis*; (c, l) *C. congesta*; (d, m) *C. elliptica*; (e, n) *C. gentianoides*; (f, o) *C. hirsuta*; (g, p) *C. latisquamulosa*; (h, q) *C. rinanthaceae*; (i, r) *C. squarrolosa*.

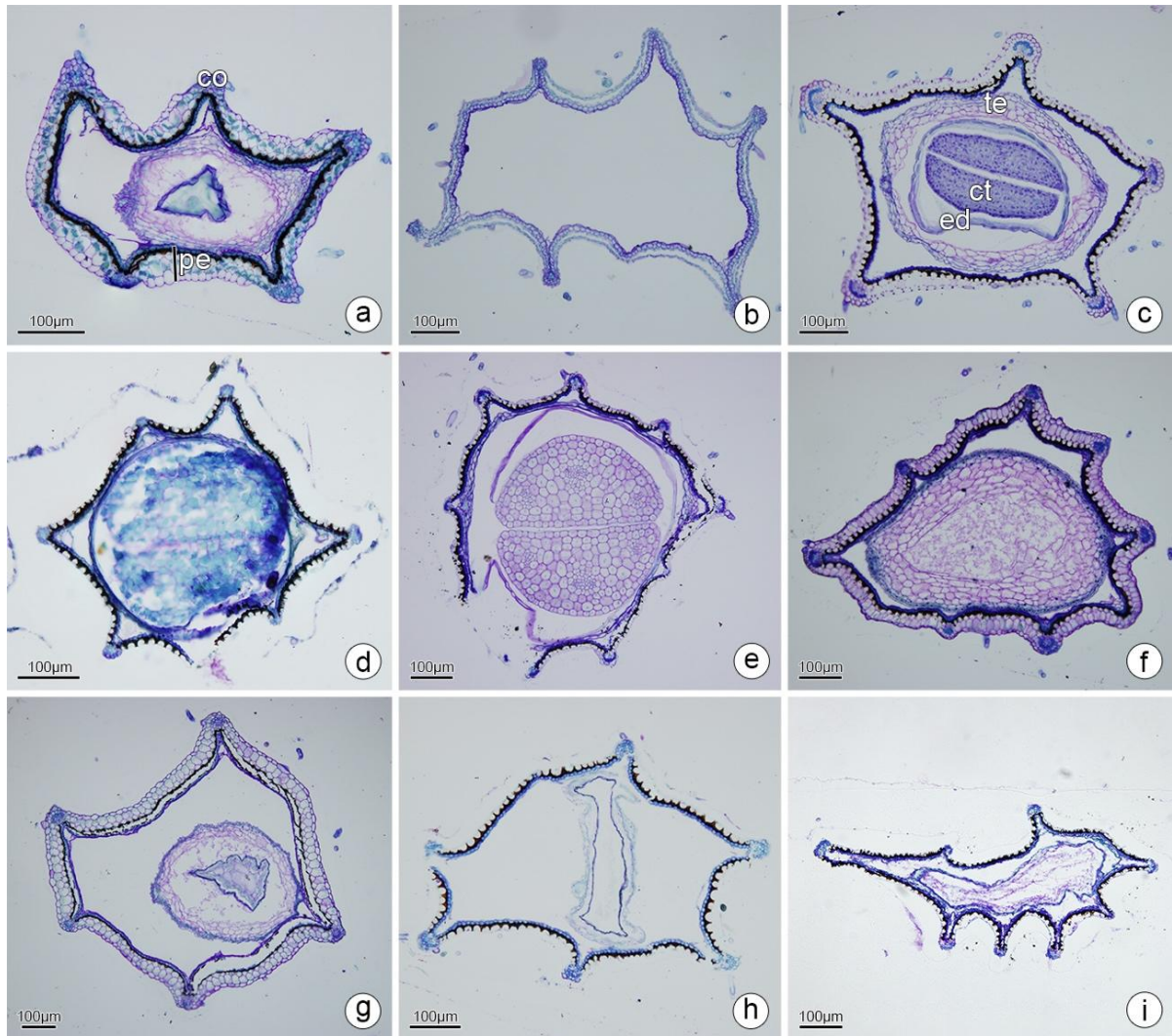


Figura 6. Visão geral das cipselas em secção transversal (a–i). (a) *Chromolaena ascendens*; (b) *C. caaguazuensis*; (c) *C. congesta*; (d) *C. elliptica*; (e) *C. gentianoides*; (f) *C. hirsuta*; (g) *C. latisquamulosa*; (h) *C. rinanthaceae*; (i) *C. squarrulosa*. co: costela, ct: cotilédone, en: endosperma, pe: pericarpo, te: tegumento.

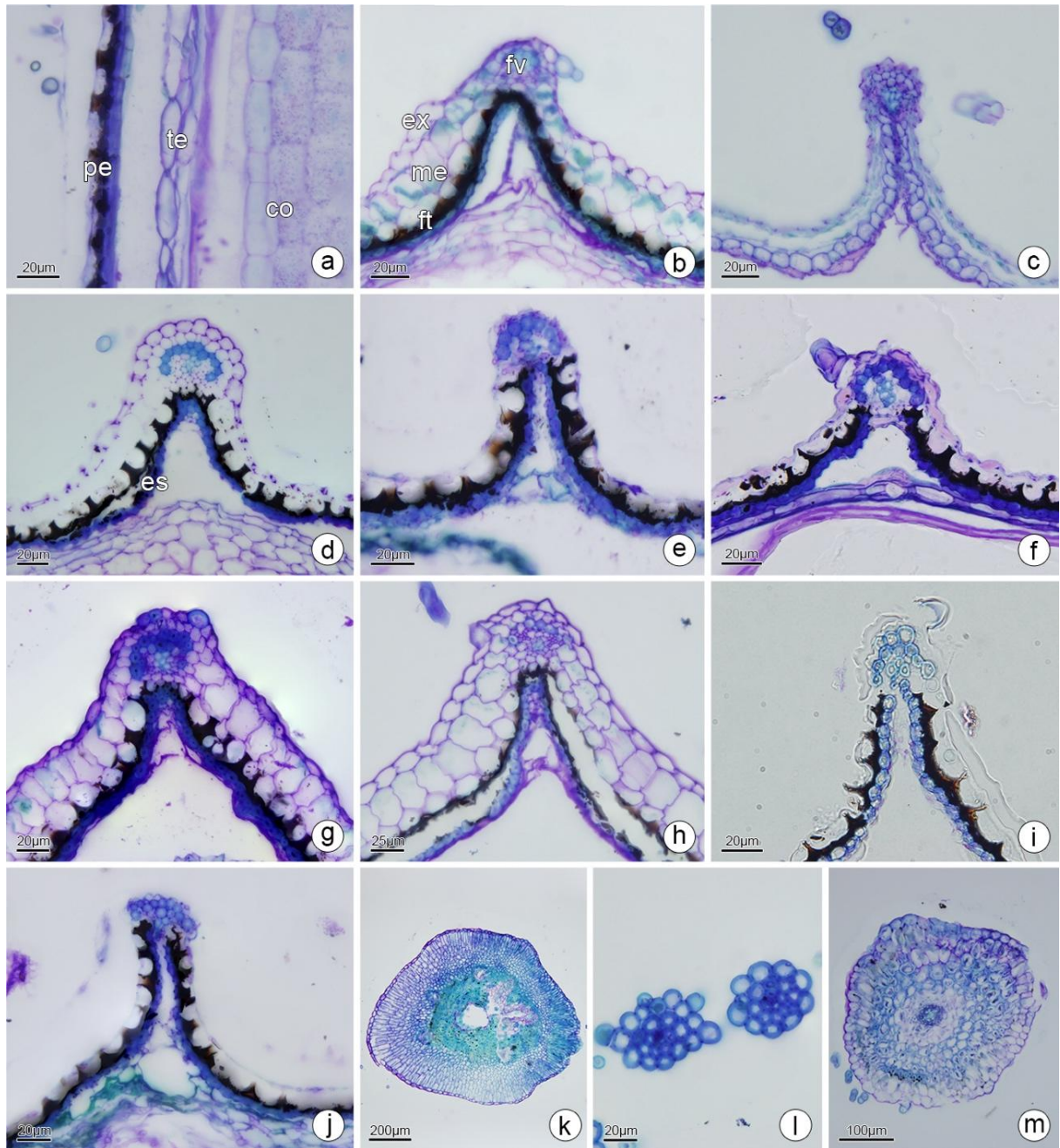


Figura 7. Detalhe das cipselas (a) secção longitudinal (b–m) secção transversal. Pericarpo (a–j), disco floral (k), (l) pápus, (m) carpópodio. (a, f) *Chromolaena gentianoides* (b) *C. ascendens*; (c) *C. caaguazuensis*; (d) *C. congesta*; (e) *C. elliptica*; (f) *C. gentianoides*; (g) *C. hirsuta*; (h) *C. latisquamulosa*; (i) *C. rinanthaceae*; (j) *C. squarrulosa*. (k) disco floral de *C. hirsuta*, (l) pápus de *C. hirsuta*, (m) *C.* carpópodio de *C. latisquamulosa*. co: cotilédone, es: esclereídes, ex: exocarpo, fv: feixe vascular, ft: fitomelanina, me: mesocarpo externo, mi: mesocarpo interno, pe: pericarpo, te: tegumento