

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

ANDRESSA PELOZO

Micromorfologia de cipselas e estrutura de plântulas de Asteraceae

Maringá
2017

ANDRESSA PELOZO

Micromorfologia de cipselas e estrutura de plântulas de Asteraceae

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza

Maringá
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

P392m Pelozo, Andressa
Micromorfologia de cipselas e estrutura de plântulas de
Asteraceae / Andressa Pelozo. -- Maringá, 2017.
100 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador(a): Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá,
Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em
Biologia Comparada, 2017.

1. Anatomia. 2. Carpopódio. 3. Tricomas. 4.
Vascularização. I. Souza, Luiz Antonio, orient. II.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Comparada. III. Título.

CDD 21.ed. 583.99

AHS

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANDRESSA PELOZO

Micromorfologia de cipselas e estrutura de plântulas de Asteraceae

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Profa. Dra. Maria Auxiliadora Milaneze Gutierre
Universidade Estadual de Maringá

Profa. Dra. Michelli Fernandes Batista
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Jonathas Henrique Georg de Oliveira
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Profa. Dra. Vanessa de Carvalho Harthman
Instituto Excelência

Aprovada em: 30 de agosto de 2017.

Local de defesa: Anfiteatro 121, Bloco G80, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força em todos os momentos.

À toda minha família, pelo amparo e carinho. Ao meu esposo pelo amor, carinho, incentivo e principalmente pela compreensão da ausência durante este período.

Agradeço ao Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza, meu orientador, pela oportunidade que me deu e pela confiança em mim depositada na realização deste estudo, pelas correções e sugestões, e que sem hesitar aceitou me orientar.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada pelos momentos de aprendizado compartilhados e os momentos de descontração.

Aos meus amigos de laboratório e coletas, à “família CMI” pelo convívio que rendeu muitos momentos inesquecíveis.

Aos meus queridos amigos que sempre estiveram presentes me aconselhando e incentivando com carinho e dedicação, pelo grande apoio e por terem compartilhado momentos de vitórias, alegrias, angústias e dúvidas. Agradeço a Deus por ter a oportunidade de conhecê-los, e por ter colocado pessoas tão maravilhosas no meu caminho, sem vocês eu não teria conseguido!

Aos coordenadores e professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada.

Aos técnicos da Central de Microscopia da UEM pelo imenso auxílio na preparação e registro fotográfico do material.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Deixo aqui meu muito obrigada!

Micromorfologia de cipselas e estrutura de plântulas de Asteraceae

RESUMO

Caracteres micromorfológicos de 22 cipselas e caracteres estruturais de 10 plântulas de Asteraceae foram investigados com a finalidade de contribuir para a taxonomia da família, no tocante às cipselas, bem como identificar caracteres de valor diagnóstico e adaptativo das plântulas das espécies estudadas. O material vegetal é oriundo da vegetação savana-gramíneo-lenhosa da região sul brasileira que ocorre em microambientes denominados campos úmidos, campos secos e afloramentos rochosos dos Parques Estaduais Vila Velha e Guartelá, Brasil. A análise micromorfológica das cipselas revelou que caracteres como formato da cipsela, pápus e carpopódio apresentam elevado valor diagnóstico. As plântulas obtidas em casa de vegetação possuem raízes diarcas e tetrarcas, o hipocótilo tem estrutura de raiz ou de transição raiz-caule, o epicótilo tem natureza caulinar e os cotilédones e eofilos são dorsiventrais. Em relação à vascularização, a região de transição raiz-caule é classificada como pertencente aos tipos intermediário alto, intermediário baixo e alto. As espécies, em geral, têm padrão de vascularização que culmina na formação de nó trilacunar com três traços para cada cotilédone, sendo um duplo central e dois simples laterais. A análise micromorfológica das cipselas e respectivo pápus das 22 espécies de Asteraceae, ocorrentes no mesmo tipo de vegetação, revelou que alguns caracteres podem ser relevantes na taxonomia da família. Com referência ao valor diagnóstico e adaptativo dos caracteres apresentados pelas plântulas das 10 espécies merecem destaque o indumento e a anfistomia dos eofilos. Em relação à vascularização das plântulas, a identificação de nó unilacunar somente em Eupatorieae, Asteroideae, indica que este tipo de estrutura nodal é secundário nas Asteraceae, tendo se formado, provavelmente, por redução do nó trilacunar.

Palavras-chave: Anatomia. Carpopódio. Taxonomia. Tricomas. Vascularização.

Micromorphology of cypselas and structure of Asteraceae seedlings

ABSTRACT

Micromorphological characters of 22 cypselas and structural characters of 10 Asteraceae seedlings were investigated in order to contribute to the taxonomy of the family in relation to cypselas, as well as to identify characters of diagnostic and adaptive value of the seedlings of the species studied. The plant material comes from the woody-grassy savanna vegetation of the southern Brazil that occur in microenvironments called wetlands, dry fields and rocky outcrops of the Vila Velha and Guartelá State Parks, Brazil. The micromorphological analysis of the cypselas revealed that characters such as cypsela, papus and carpopodium form presented high diagnostic value. The seedlings obtained in greenhouse have diarch and tetrarch roots, the hypocotyl has a root or root-stem transition structure, the epicotyl has a caulinar nature and the cotyledons and eofilos are dorsiventral. In relation to vascularization, the root-stem transition region is classified as high intermediate, low intermediate and high intermediate. The species, in general, have vascularization pattern that culminates in the formation of trilacunar node with three traces for each cotyledon, being a central double and two simple lateral ones. The micromorphological analysis of the cypselas and their papus of the 22 Asteraceae species, occurring in the same vegetation type, revealed that some characters may be relevant in the family taxonomy. To the diagnostic and adaptive value of the characters presented by the seedlings of the 10 species it is worth mentioning the indumento and the amphistomy of the eofilos. In relation to the vascularization of the seedlings, the identification of unilacunar node only in Eupatorieae, Asteroideae, indicates that this type of nodal structure is secondary in the Asteraceae, having probably formed by reduction of the trilacunar node.

Keywords: Anatomy. Carpopodium. Taxonomy. Trichomes. Vascularization.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERÊNCIAS	9
CAPÍTULO 1	11
MICROMORFOLOGIA DE CIPSELAS DE ASTERACEAE E SUA IMPORTÂNCIA TAXONÔMICA.....	12
Resumo.....	13
Introdução	14
Material e métodos	15
Resultados	17
Discussão	26
Agradecimentos.....	31
Referências.....	31
ANEXO 1.....	35
CAPÍTULO 2	48
CARACTERES ESTRUTURAIS DE VALOR DIAGNÓSTICO E ADAPTATIVO EM PLÂNTULAS DE ASTERACEAE	49
Resumo.....	50
Introdução	50
Material e métodos	51
Resultados	53
Discussão	61
Conclusão.....	62
Agradecimentos.....	63
Referências.....	63
ANEXO 2.....	66
CAPÍTULO 3	78
PADRÃO DE VASCULARIZAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ASTERACEAE E SUA IMPORTÂNCIA NA TAXONOMIA E FILOGENIA.....	79
Resumo.....	80
Introdução	80
Material e métodos	81
Resultados	83
Discussão	86
Contribuições dos autores	89
Agradecimentos.....	89
Referências.....	89
ANEXO 3.....	91

1. Introdução

Asteraceae possui ampla distribuição nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais e pode ser encontrada em todos os tipos de habitats (ROQUE; BAUTISTA, 2008; FUNK et al., 2009). Nas formações campestres que abrangem uma das maiores áreas do planeta, com cobertura estimada em 39 milhões de Km² (BILENCA; MIÑARRO, 2004), Asteraceae é largamente bem representada em número de espécies, como ilustram as 208 espécies identificadas nos campos gerais do Paraná, Brasil (CERVI et al., 2007). As Asteraceae podem ser encontradas como ervas, arbustos, menos comumente como lianas e raramente como árvores, às vezes como plantas latescentes ou resiníferas (JUDD et al., 2009).

O sucesso da família tem sido atribuído a vários fatores, entre os quais, destacam-se o fruto tipo cipsela, com pápus persistente, que facilita a dispersão a longas distâncias e inibe a herbivoria (MANDEL et al., 2017), bem como a grande plasticidade evidenciada pela ocupação de diferentes nichos ecológicos, que pode levar ao surgimento de padrões anatômicos muito variados, não raro, adaptações a condições muito particulares, que acabam por refletir na anatomia dos órgãos vegetativos (CRONQUIST, 1981).

Dentre os caracteres estruturais das cipselas de Asteraceae, que possuem grande importância taxonômica, destacam-se o indumento, a formação do pápus e do carpopódio, sendo o pápus um cálice profundamente modificado e o carpopódio ou zona de abscisão da cipsela, que está relacionado ao desprendimento do fruto e, conseqüentemente, à dispersão do mesmo (PANDEY et al., 1978, 1983; PANDEY; SINGH, 1980; HAQUE; GODWARD, 1984; BEAN, 2001; HOOD; SEMPLE, 2003; MUKHERJEE; NORDENSTAM, 2004).

Com referência às plântulas, os estudos têm sido grandemente descritivos no século XIX, tendo como objetos o estabelecimento de critérios morfológicos e definições dos conceitos de coleto, hipocótilo e outras partes ou órgãos das plântulas como a região de transição raiz-caule e o nó cotiledonar (COMPTON, 1912). Dentre os inúmeros trabalhos sobre vascularização de plântulas de dicotiledôneas *sensu lato*, destaca-se o de Compton (1912) que é um extenso tratado sobre estrutura de plântulas de Leguminosae. A vascularização da região de transição raiz-caule de plântulas de Asteraceae tem sido apontada como típica da família, em que se formam traços cotiledonares independentes e comuns (DANGEARD, 1889; SILER, 1931; THIEL, 1934; ARSCHWAGER, 1943), que difere daquele da maioria das dicotiledôneas *sensu lato* investigada (SOUZA, 2009).

Variações na estrutura da região de transição dependem do número de traços de folhas que continuam nos cotilédones e dos níveis exatos que essas mudanças ocorrem (ESAU, 1965). Nós unilacunares com dois traços distintos são comumente encontrados nos nós cotiledonares de várias angiospermas (TAKHTAJAN, 1980). No entanto, três traços (um traço duplo e dois traços colaterais) foram registrados em algumas espécies de Asteraceae (LEE, 1914; SILER, 1931; THIEL, 1934; ARTSCHWAGER, 1943; SANTOS et al., 2014; KELLERMANN et al., 2016).

A investigação estrutural das plântulas pode fornecer características distintivas e exclusivas dentro de um mesmo grupo. Em se tratando da vascularização de plântulas na região de transição, ligação entre o sistema vascular da parte aérea e a raiz em algum estágio do desenvolvimento inicial, registram-se poucos trabalhos que abordam essa região, e a literatura encontra-se incompleta, no que diz respeito ao desenvolvimento desta conexão.

Diante da importância das cipselas e plântulas para taxonomia, caracterização e ecologia de Asteraceae, especialmente para espécies ocorrentes em vegetação savana-gramíneo-lenhosa brasileira, este estudo teve como objetivo: a) identificar caracteres micromorfológicos das cipselas de 22 espécies com a finalidade de contribuir para a taxonomia da família; b) identificar caracteres estruturais que possam ser úteis na separação das plântulas de 10 espécies e que possam estar relacionados às condições microambientais que estão sujeitas as plantas; c) investigar se as plântulas das 10 espécies estudadas mantêm o mesmo padrão de vascularização das espécies já investigadas; e d) identificar caracteres que possam ser úteis na identificação de gêneros e tribos, bem como na filogenia do grupo.

2. Referências

- ARTSCHWAGER, E. Contribution to the morphology and anatomy of guayule (*Parthenium argentatum*). **Tech Bull**, v. 842, p. 1–34, 1943.
- 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.
- BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2004.
- CERVI, A.C., LINSINGEN, L.V., HATSCHBACH, G.; RIBAS, O.S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim Museu Botânico Municipal**, v. 69, n. 1, p. 1-52, 2007.
- COMPTON, R.H. Investigation of the seedling structure in Leguminosae. **Journal of the Linnean Society**, v. 41, p. 1-122, 1912.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: The New Botanical Garden, 1981.
- DANGEARD, P. A. Recherches sur le mode d' union de la tige et de la racine chez le dicotyledones. **Botaniste**, v. 1, p. 75–125, 1889.
- ESAU, K. **Vascular differentiation in plants**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1965.
- FUNK V, SUZANNA A, STUESSY TF, BAYER R.J. **Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. International Plant Taxonomy**. Smithsonian Institution Press, 2009.
- HAQUE, M. Z.; GODWARD, M. B. E. New records of the carpopodium in Compositae and its taxonomic use. **Botanical Journal Linnean Society**, v. 89, p. 321–340, 1984.
- HOOD, J. L. A; SEMPLE, J.C. Pappus variation in *Solidago*. **Sida**, v. 20, n. 4, p. 1617-30, 2003.
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3.ed. (Trad.). Porto Alegre: ARTMED, 2009.
- KELLERMANN, B.; BONA, C.; SOUZA, L. A. Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). **Rodriguesia**, v. 3, p. 627-638, 2016.
- LEE, E. Observations on the seedling anatomy of certain Sympetalae. II. Compositae. **Annals of Botany**, v. 28, p. 303–329, 1914.
- MANDEL JR, BARKER MS, BAYER RJ, DIKOW RB, GAO TG, JONES KE, KEELEY S, KILIAN N, MA H, SINISCALCHI CM, SUSANNA A, THAPA R, WATSON L, FUNK VA. The Compositae Tree of Life in the age of phylogenomics. **Journal of Systematics and Evolution**, 2017. doi: 10.1111/jse.12265

METCALFE, C. R., & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses.** v.2. Clarendon Press, Oxford, 1950.

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

PANDEY, A. K.; CHOPRA, S.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in Compositae, tribe Inuleae. Proceedings of the Indian Academy of Sciences. **Plant Sciences**, v. 92, p. 467-471, 1983.

PANDEY, A.K.; SINGH, R. P. Development and structure of seeds and fruits in tribe Vernonieae – some *Vernonia* and *Elephantopus* species. **Flora**, v. 169, p. 443-452, 1980.

PANDEY, A. K.; SINGH, R. P.; CHOPRA, S. Development and structure of seeds and fruits in Compositae, Cichoreae. **Phytomorphology**, v. 28, p. 198-206, 1978.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral.** Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia. 2008.

SANTOS, L.S.; DARIVA, H. S.; MULLER, R. H.; ALMEIDA, O.J.G.; SOUZA, L. A. Seedling structure in Asteraceae weedy species: considerations on the vasculature system. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, p. 631-635, 2014.

SILER, M. B. The transition from root to stem in *Helianthus annuus* L. and *Artium minus* Bernh. **The American Midland Naturalist**, v. 12, p. 425-487, 1931.

SOUZA, L. A. (Org.). **Sementes e plântulas - germinação, estrutura e adaptação.** 1. ed. Ponta Grossa: Toda Palavra Editora, 2009.

TAKHTAJAN, A. L. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). **The Botanical Review**, v. 46, p. 225-359, 1980.

THIEL, A. F. Anatomy of the transition region of *Helianthus annuus*. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, v. 50, p.268-274, 1934.

CAPÍTULO 1

Micromorfologia de cipselas de Asteraceae e sua importância taxonômica

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Protoplasma*.

Andressa Pelozo^{1,2} e Luiz Antonio de Souza¹

Micromorfologia de cipselas de Asteraceae e sua importância taxonômica

¹Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada,
Avenida Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, Paraná, Brasil

² E-mail: pelozo.andressab@gmail.com

Abstract Micromorphological characters were analyzed in cypselas of 22 Asteraceae species, originating from woody-grassy savanna of southern Brazil, with the purpose of contributing to the family taxonomy. The micromorphological analysis revealed that some characters may be relevant in the taxonomy of the family. The Vernonieae tribe stands out for having two characters that are uniform among the analyzed species, such as bisseriate pappus and the epidermal idioblast, the latter being restricted to this tribe. In the genera case it is possible identify some characters that have diagnostic value. In Eupatorieae, the three species of *Mikania* can be separated by the number of ribs, the presence or absence of trichomes, the number of pappus series and type of carpopodium. In Heliantheae, *Calea* species can be separated by pubescence (density and type of trichome) and by the angular shape or not of cypsella. In Vernonieae, the two species of *Lessingianthus* can be distinguished by symmetrical and asymmetrical carpopodium and long and short trichomes. The two species of *Vernonanthura*, unlike the previous genus, have very similar cypselas and pappus. Finally, *Moquiniastrum*, Gochnatieae, with three species, also show great similarity in the morphology of the cypselas, being able to separate only *Moquiniastrum sordidum* of the other two species, because it presents glandular trichomes.

Keywords Characters, carpopodium, pappus, taxonomy, trichomes

Resumo Caracteres micromorfológicos foram analisados em cipselas de 22 espécies de Asteraceae, oriundas da vegetação savana-gramíneo-lenhosa da região sul brasileira, com a finalidade de contribuir para a taxonomia da família. A análise micromorfológica das cipselas revelou que alguns caracteres podem ser relevantes na taxonomia da família. A tribo Vernonieae se destaca por apresentar dois caracteres que são uniformes entre as espécies analisadas, como pápus bisseriado e idioblastos epidérmicos, estando este último caractere restrito a essa tribo. No caso dos gêneros é possível identificar alguns caracteres que têm valor diagnóstico. Em Eupatorieae, as três espécies de *Mikania* podem ser separadas pelo número de costelas, presença ou ausência de tricomas, pelo número de séries do pápus e tipo de carpopódio. Em Heliantheae, as espécies de *Calea* podem ser separadas pela pubescência (densidade e tipo de tricoma) e pelo formato angular ou não da cipsela. Em Vernonieae, as duas espécies de *Lessingianthus* podem ser distinguidas pelo carpopódio simétrico e assimétrico e pelos tricomas longos e curtos. Já as duas espécies de *Vernonanthura*, ao contrário do gênero anterior, têm as cipselas e pápus muito semelhantes. Finalmente, *Moquiniastrum*, Gochnatieae, com três espécies, mostram também muita semelhança na

morfologia das cipselas, podendo-se separar apenas *Moquiniastrum sordidum* das outras duas espécies, por ela apresentar tricomas glandulares.

Palavras-chave Carpopódio, pápus, taxonomia, tricomas

Introdução

Asteraceae possui ampla distribuição nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais e pode ser encontrada em todos os tipos de habitats (Roque e Bautista 2008; Funk et al. 2009). Na vegetação savana-gramíneo-lenhosa da região sul brasileira, Asteraceae ocupa o primeiro lugar em riqueza específica, sendo representada por 208 espécies (Cervi et al. 2007). O sucesso da família tem sido atribuído a vários fatores, entre os quais destaca-se o fruto tipo cipsela, com pápus persistente, que facilita a dispersão à longas distâncias e inibe a herbivoria (Mandel et al. 2017).

Dentre os caracteres estruturais das cipselas de Asteraceae, que possuem grande importância taxonômica, destaca-se a formação do pápus e do carpopódio, sendo o pápus um cálice profundamente modificado e o carpopódio a zona de abscisão da cipsela, que está relacionado ao desprendimento do fruto e, conseqüentemente, à dispersão do mesmo (Pandey et al. 1978, 1983; Pandey e Singh 1980; Haque e Godward 1984; Bean 2001; Hood e Semple 2003; Mukherjee e Nordenstam 2004). Além disso, a caracterização do indumento do fruto, também pode ser utilizada para diferenciar espécies e até gêneros (Barthlott 1981).

Vários autores utilizaram a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para análise da superfície dos frutos em Asteraceae, entre eles, Mukherjee e Sarkar (1994, 2001b), Garg e Sharma (2007), Köstekci e Arabaci (2011), Coskunçelebi et al. (2016). A superfície epidérmica dos frutos é pouco afetada pelas pressões ambientais, sendo, portanto, um caractere confiável e constante de espécie para espécie ou grupos de espécies (Barthlott 1981).

A estrutura e distribuição do indumento de cipselas são objeto de diversos estudos, como os de Pandey e Singh (1980) e Talukdar (2015) em Vernoniaeae, Mukherjee e Sarkar (1998) em Arctoteae, Ritter e Miotto (2006) em Eupatorieae, Davies e Facher (2001) e Cabrera (2002) em Mutiseae, Mukherjee (2001) em Senecioneae, Mukherjee e Sarkar (2001a) e Hood e Semple (2003) em Astereae, Abid e Ali (2010) em Senecioneae, Köstekci e Arabaci (2011) em Cynareae, Mukherjee e Nordenstam (2012) e Roque e Funk (2013) em diversas tribos basais, Jana e Mukherjee (2013) em Cardueae, Abid e Qaiser (2015) em Cichoreae.

Diante da importância do fruto e do pápus persistente para caracterização de Asteraceae, o presente estudo teve como objetivo identificar caracteres micromorfológicos das cipselas de 22 espécies de Asteraceae, ocorrentes em vegetação savana-gramíneo-lenhosa brasileira e distribuídas em 6 tribos, com a finalidade de contribuir para a taxonomia da família.

Material e métodos

As 22 espécies de Asteraceae, representando seis tribos (Tabela 1), foram coletadas nas duas Unidades de Conservação mais importantes da região dos Campos Gerais do Paraná, o Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), sob as coordenadas 25° 14' 09" S, e 50° 00' 17" O, município de Ponta Grossa, e o Parque Estadual de Guartelá (PEG), sob as coordenadas 24°39'10"S e 50°15'25"O, município de Tibagi. O material botânico coletado consistiu de ramos com flores, para confecção de exsicatas, e cipselas, para estudo micromorfológico. As coletas foram realizadas no período entre Março de 2013 e Janeiro de 2015 e as exsicatas confeccionadas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM) (Tab. 1). As cipselas coletadas, completamente maduras e intactas, foram secas ao ar e mantidas em dessecadores.

Os dados, como a cor e o formato dos frutos, foram obtidos a partir da análise de pelo menos 10 cipselas, para cada espécie, com auxílio de um estereomicroscópio Leica EZ4D com câmera digital e, subsequentemente, processadas usando o software Leica Application Suit 1.8. No presente estudo, o comprimento das cipselas foi definido como a medida do corpo da cipsela do carpopódio até a extremidade apical, excluindo o pápus. Além das características de superfície da cipsela, como tricomas, formato e número de costelas, também foram feitas observações do carpopódio e pápus.

Para os estudos de microscopia eletrônica de varredura (MEV), 5 cipselas maduras, de cada espécie foram montadas em stubs de alumínio, revestidas com ouro e analisadas em microscópio Shimadzu - Superscan SSX-550 e FEI - Quanta 250.

A terminologia utilizada para a descrição das cipselas basicamente seguiu os trabalhos de Payne (1978), Pandey e Singh (1980), Haque e Godward (1984), Barthlott (1981, 1998), Funk et al. (2009), Koch et al. (2008, 2009), Roque e Funk (2013) e Coskunçelebi et al. (2016).

Tabela 1. Espécies e respectivas tribos de Asteraceae coletadas no Parque Estadual de Vila Velha (*) e Parque Estadual do Guartelá (**), Estado do Paraná, Brasil, com informações do hábito, local de coleta e número de acesso das espécies.

Espécies	Tribo	Hábito/Local de coleta	Número de acesso
Subfamília Asteroideae			
<i>Gyptis pinnatifita</i> Cass.		Herbácea/Campo seco**	HUEM 24596
<i>Heterocondylus pumilus</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.		Herbácea/Afloramento rochoso**	HUEM 24663
<i>Mikania sessilifolia</i> DC.	Eupatorieae	Herbácea/Afloramento rochoso *	HUEM 24535
<i>Mikania smaragdina</i> Dusén ex Malme		Liana/Campo úmido**	HUEM 24643
<i>Mikania triphylla</i> Spreng. ex Baker		Herbácea/ Afloramento rochoso **	HUEM 24630
<i>Symphypappus casarettoi</i> B.L. Rob		Arbustiva/Campo seco*	HUEM 24626
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze		Herbácea/Campo seco*	HUEM 24612
<i>Calea clausseniana</i> Baker		Herbácea/Afloramento rochoso *	HUEM 24580
<i>Calea pinatifida</i> (R.Br.) Less.	Heliantheae	Liana/Campo úmido**	HUEM 24642
<i>Calea pohliana</i> Sch.Bip. ex Baker		Herbácea/Campo seco*	HUEM 24592
<i>Verbesina sordescens</i> DC.		Subarbusto/Campo seco*	HUEM 24566
<i>Senecio oleosus</i> Vell.	Senecioneae	Herbácea/Campo seco*	HUEM 24528
Subfamília Cichorioideae			
<i>Chrysolaela cognata</i> (Less.) Dematt		Subarbusto/Campo seco *	HUEM 24639
<i>Lessingianthus brevifolius</i> (Less.) H. Rob.		Herbácea/Campo seco*	HUEM 24589
<i>Lessingianthus grandiflorus</i> (Less.) H. Rob.		Arbustiva/Campo seco*	HUEM 24579
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Vernonieae	Arbórea/Afloramento rochoso **	HUEM 24543
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H. Rob.		Arbustiva/Afloramento rochoso *	HUEM 24552
<i>Vernonanthura chamaedrys</i> (Less.) H.Rob.		Herbácea/Afloramento rochoso*	HUEM 24604
Subfamília Gochnatioideae			
<i>Moquiniastrum argyreum</i> (Dusén ex Malme) G. Sancho <i>redlist</i>	Gochnatieae	Arbustiva/Campo seco *	HUEM 24634
<i>Moquiniastrum paniculatum</i>		Arbórea/Campo seco **	HUEM

(Less.) G. Sancho			24545
<i>Moquiniastrum sordidum</i>		Arbórea/Campo seco **	HUEM
(Less.) G. Sancho			24544
Subfamília Mutisioideae			
<i>Mutisia speciosa</i> Aiton ex Hook.	Mutisieae	Liana/Campo úmido *	HUEM
			24628

Subfamílias e tribos seguem estudo de Mandel et al. (2017).

Resultados

Subfamília Asteroideae

Tribo Eupatorieae

Gyptis pinnatifita (Fig. 1A-C): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 2mm de comprimento, prismática, 6-costada, com base levemente estipitada; pápus persistente, unisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, aneliforme curto. Tricomas do tipo “twin hair” curto estão distribuídos por toda a cipsela (regiões costais e intercostais) e tricomas glandulares localizados apenas próximos ao pápus e ao carpopódio.

Heterocondylus pumilus (Fig. 1D-F): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 3-4 mm de comprimento, prismática, 5-costada, com base levemente atenuada; pápus persistente, unisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, globoso em forma de anel. Tricomas estão distribuídos por toda cipsela, sendo o tipo “twin hair” curto localizado nas costelas e os tricomas glandulares entre as costelas e próximos ao pápus.

Synphuopappus casarettoi (Fig. 1G-I): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 2-3 mm de comprimento, prismática, 5-costada; pápus persistente, bisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio assimétrico. Tricomas do tipo “twin hair” curto e glandulares distribuem-se esparsamente pela cipsela, mas em maior densidade próximo ao carpopódio.

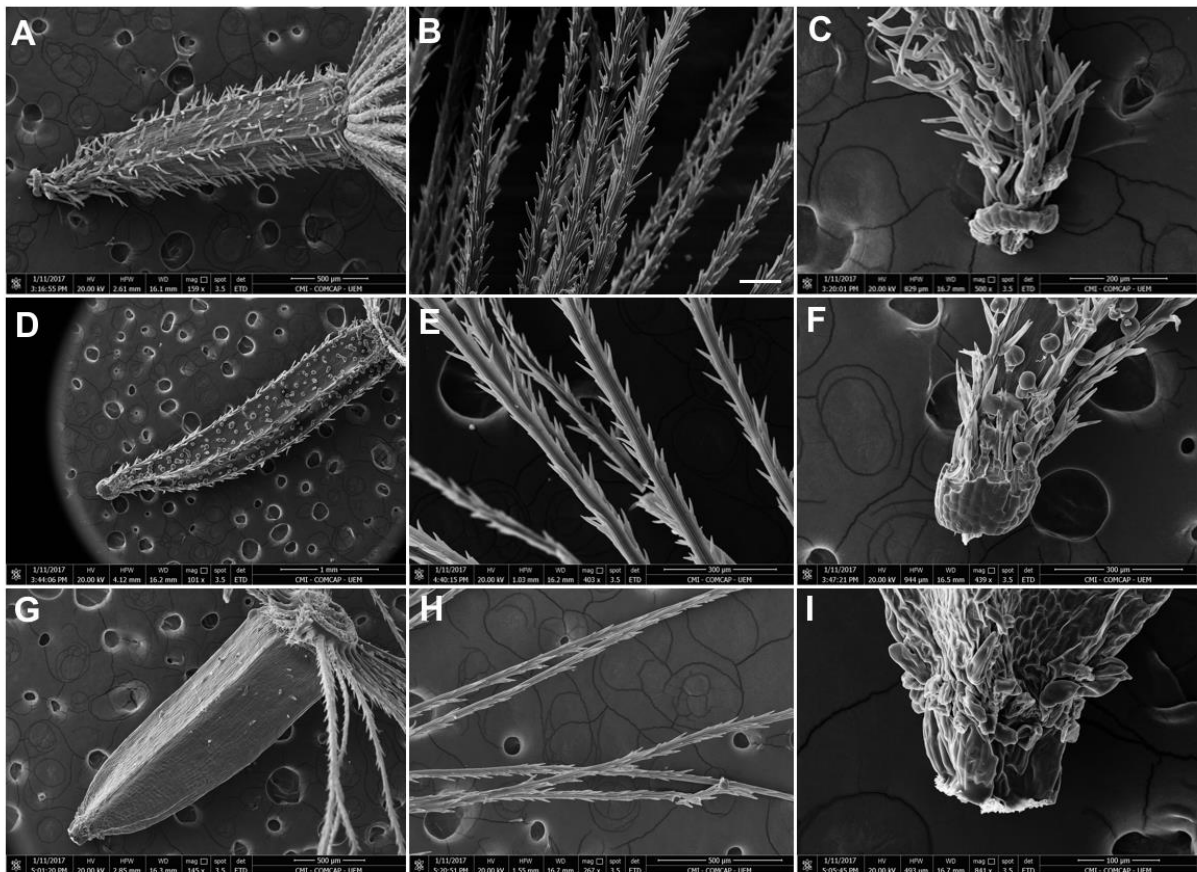


Figura 1. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Gyptis pinnatifita* (A-C), *Heterocondylus pumilus* (D-F), *Synphuopappus casarettoi* (G-I). A, D, G: Cipsela; B, E, H: pápus; C, F, I: carpopódio (Barra: B 100µm).

Mikania sessilifolia (Fig. 2A-C): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 2-3 mm de comprimento, prismática, costada (>5), com base levemente atenuada; pápus persistente, bisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, decorrente nas costelas, tendendo a aneliforme. Tricomas estão distribuídos por toda cipsela, sendo o tipo “twin hair” curto localizado nas costelas e esparsamente entre as costelas, e tricomas glandulares entre as costelas nas proximidades do pápus.

Mikania smaragdina (Fig. 2D-F): Cipsela de cor marrom/negra, com aproximadamente 3-4 mm de comprimento, prismática, costada (>5), com base levemente atenuada; pápus persistente, unisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio assimétrico, inconspícuo. Tricomas não-glandulares estão distribuídos por toda cipsela (regiões costais e intercostais) e os glandulares entre as costelas, ambos em maior densidade próximos ao pápus. Não foram observados tricomas do tipo “twin hair” nessa espécie.

Mikania triphylla (Fig. 2G-I): Cipsela de cor marrom/negra, com aproximadamente 3-4 mm de comprimento, prismática, 6-costada, com base levemente atenuada; pápus persistente,

bisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, aneliforme. Tricomas não-glandulares estão distribuídos por toda cipsela (regiões costais e intercostais) e os glandulares entre as costelas, ambos em maior densidade próximos ao pápus. Não foram observados tricomas do tipo “twin hair” nessa espécie.

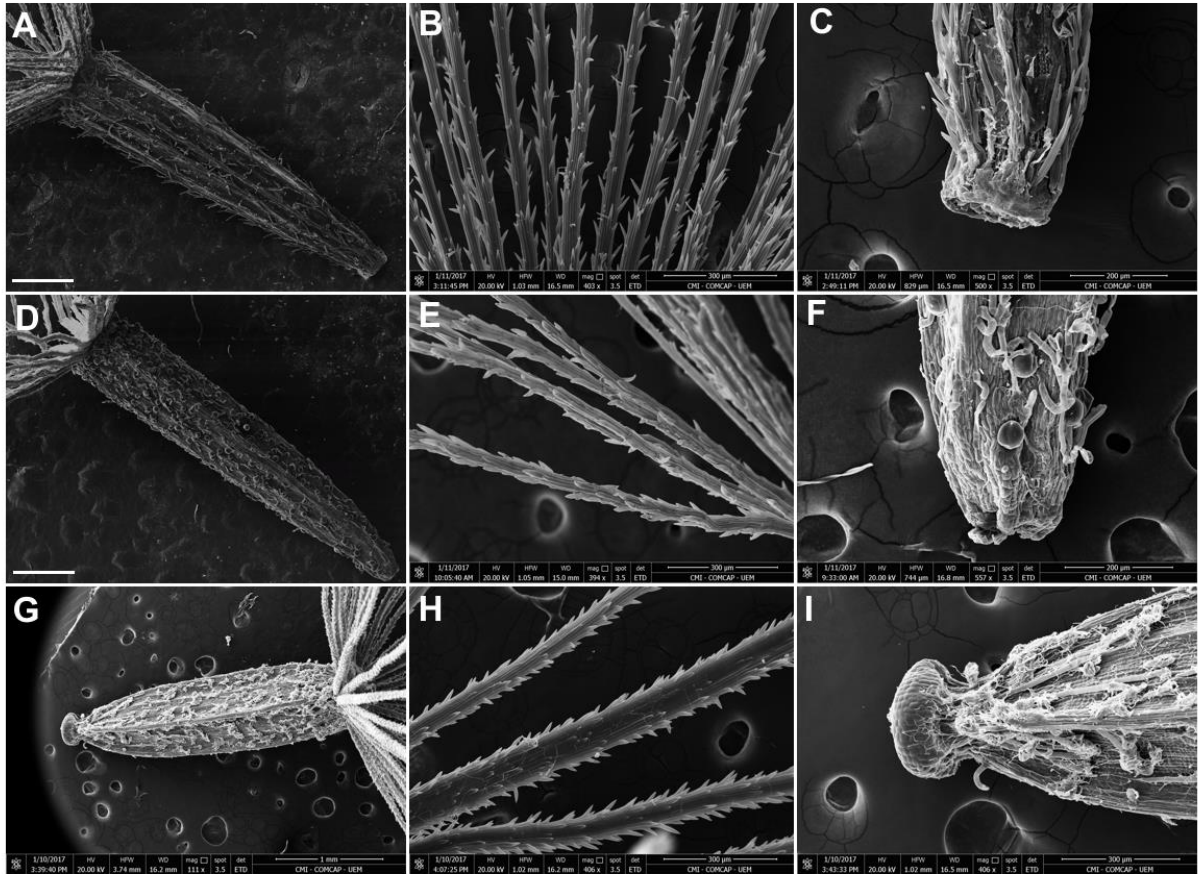


Figura 2. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Mikania sessilifolia* (A-C), *Mikania smaragdina* (D-F), *Mikania triphylla* (G-I). A, D, G: Cipsela; B, E, H: pápus; C, F, I: carpopódio (Barras: A, D 500µm).

Tribo Helianteeae

Aspilia montevidensis (Fig. 3A-C): Cipsela de cor marrom/negra, com aproximadamente 5-6 mm de comprimento, oblonga; pápus persistente, unisseriado, coroniforme, constrictos, 2-aristado; carpopódio assimétrico, inconspícuo, cartilaginoso, cobrindo uma cicatriz escamiforme. Tricomas do tipo “twin hair” longos estão distribuídos por toda a cipsela. *Verbesina sordescens* (Fig. 3D-F): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 3-6 mm de comprimento, costada, lateralmente achatada, 2-alada; pápus persistente, 2-aristado com aristas estreitas; carpopódio assimétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas. Tricomas do tipo “twin hair” curtos encontram-se por toda a borda da ala da cipsela e alguns esparsos próximo ao pápus.

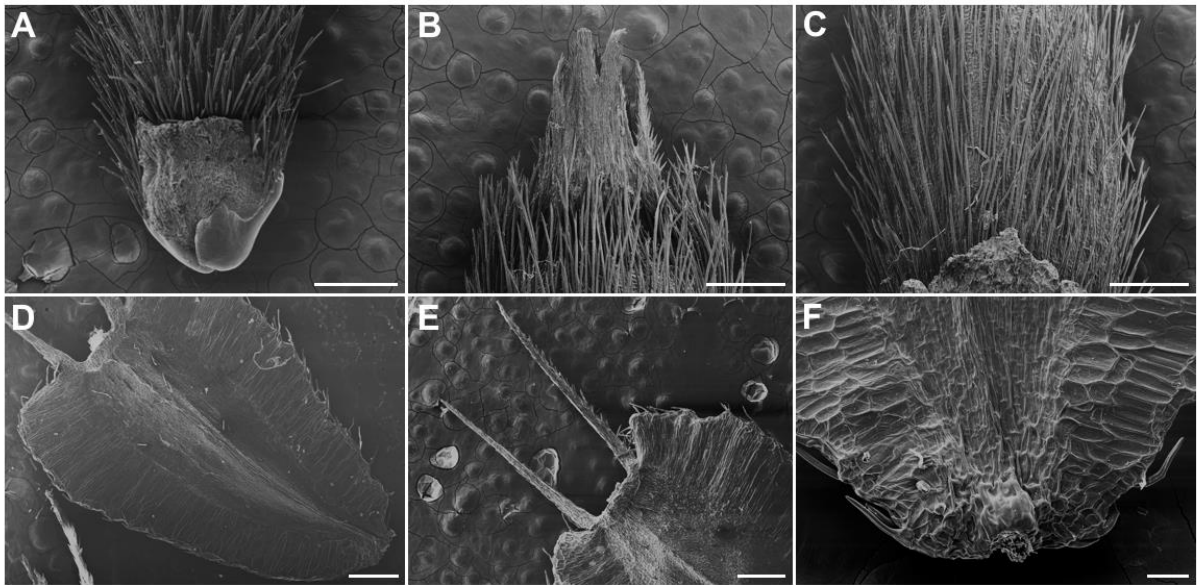


Figura 3. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Aspilia montevidensis* (A-C), *Verbesina sordescens* (D-F). A, D: Cipsela; B, E: pápus; C, F: carpopódio (Barras: A-E 500 μ m, E 100 μ m).

Calea clausseniana (Fig. 4A-C): Cipsela de cor marrom/enegrecida, com aproximadamente 3 mm de comprimento, 4-angulosa; pápus persistente, unisseriado, paleáceo, de páleas livres, com extremidade terminal com aristas; carpopódio assimétrico, inconspícuo, verticalmente posicionado, 1-lado desenvolvido. Densamente pubescente; tricomas do tipo “twin hair” curtos encontram-se por toda cipsela.

Calea pinatifida (Fig. 4D-F): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 2-3 mm de comprimento, não angulosa, subcilíndrica com base levemente atenuada; pápus persistente, unisseriado, paleáceo, de páleas livres; carpopódio assimétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas, verticalmente posicionado. Tricomas esparsos, do tipo “twin hair” curtos e tricomas glandulares encontram-se em maior densidade na região mediana da cipsela e próximo ao pápus.

Calea pohliana (Fig. 4G-I): Cipsela de cor negra, com aproximadamente 3-4 mm de comprimento, 4-angulosa; pápus persistente, unisseriado, paleáceo, de páleas livres, com extremidade terminal com aristas; carpopódio assimétrico, inconspícuo, verticalmente posicionado, 1-lado desenvolvido. Densamente pubescente; tricomas do tipo “twin hair” curtos encontram-se por toda cipsela.

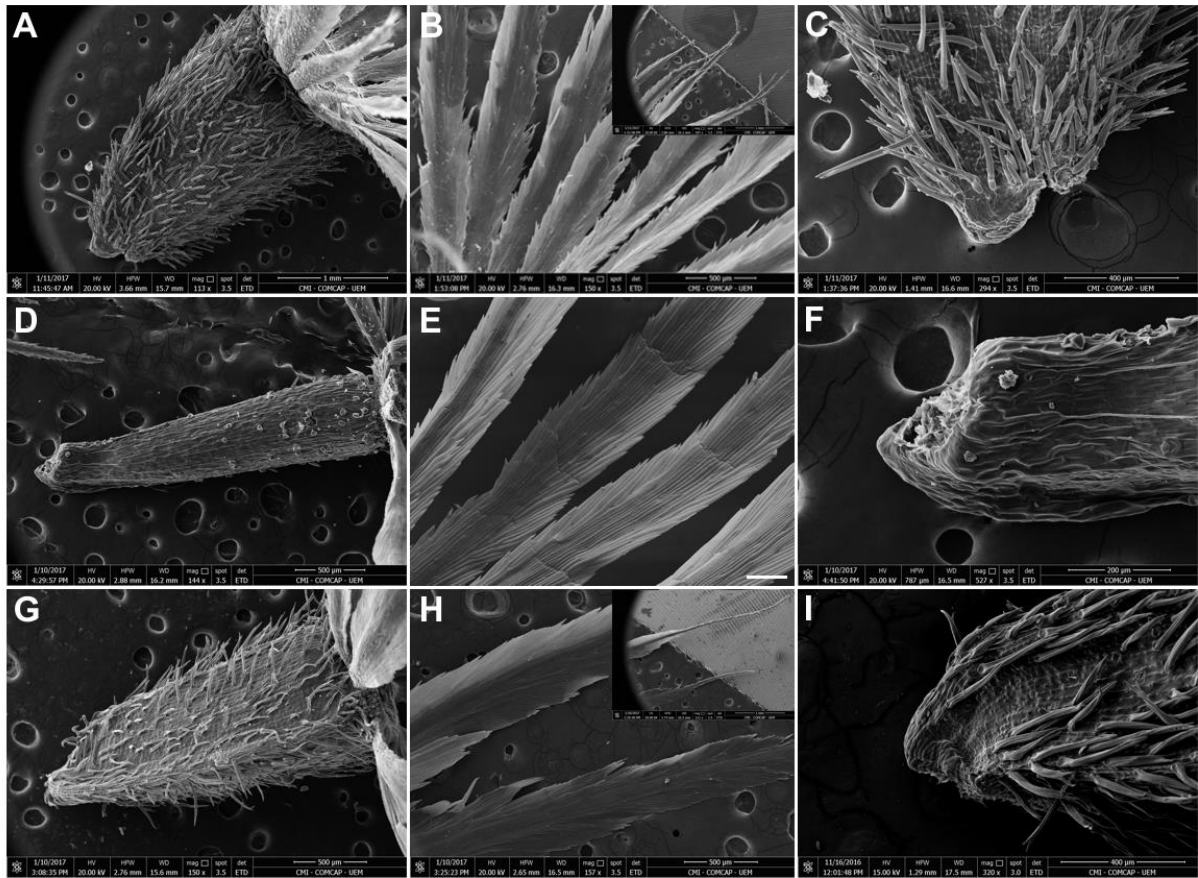


Figura 4. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Calea clausseniana* (A-C), *Calea pinatifida* (D-F), *Calea pohliana* (G-I). A, D, G: Cipsela; B, E, H: pápus, e detalhe da arista na extremidade terminal; C, F, I: carpopódio (Barra: E 100µm).

Tribo Senecioneae

Senecio oleosus (Fig. 5A-D): Cipsela de cor marrom claro, com aproximadamente 2-4 mm de comprimento, elíptica, costada (>5); glabra; pápus caduco, multisseriado, cerdoso com cerdas barbeladas; carpopódio assimétrico, inconspícuo. Nota-se na base do pápus, onde vai ocorrer a abscisão, que as células são mais estreitas que o restante do pápus.

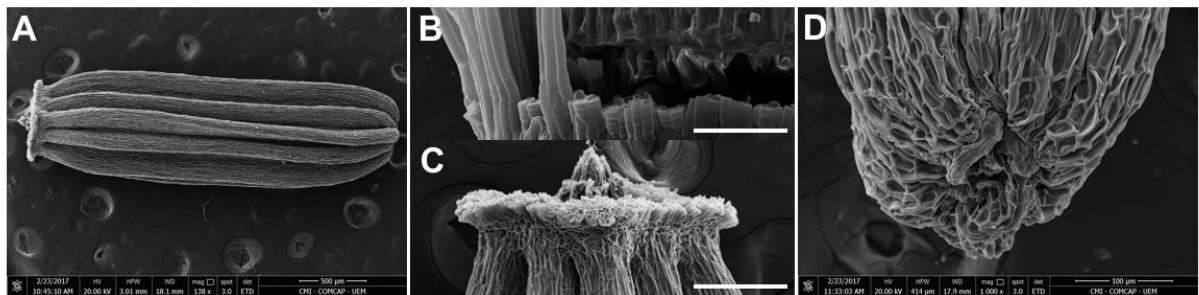


Figura 5. Cipsela em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Senecio oleosus* (A-D). A: cipsela; B, C: pápus e detalhe nas células da base do pápus; D: carpopódio (Barras: B 100µm, C 200µm).

Subfamília Cichorioideae

Tribo Vernonieae

Chrysolaena cognata (Fig. 6A-C): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2mm de comprimento, subcilíndrica, 6-costada; pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e o interno mais longo com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, aneliforme curto. Tricomas do tipo “twin hair” curtos estão distribuídos por toda a cipsela (regiões costais e intercostais) e tricomas glandulares apenas próximos ao carpopódio. Presença de idioblastos na epiderme dispersos por toda a cipsela.

Lessingianthus brevifolius (Fig. 6D-F): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2mm de comprimento, obovada; pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e o interno mais longo com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, aneliforme curto. Tricomas do tipo “twin hair” longos estão distribuídos por toda a cipsela.

Lessingianthus grandiflorus (Fig. 6G-I): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2-3mm de comprimento, subcilíndrica, costada (>5); pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e o interno mais longo com cerdas barbeladas; carpopódio assimétrico, aneliforme 2-partido. Tricomas do tipo “twin hair” curtos estão distribuídos entre as costelas de toda a cipsela. Presença de idioblastos na epiderme dispersos por toda a cipsela.

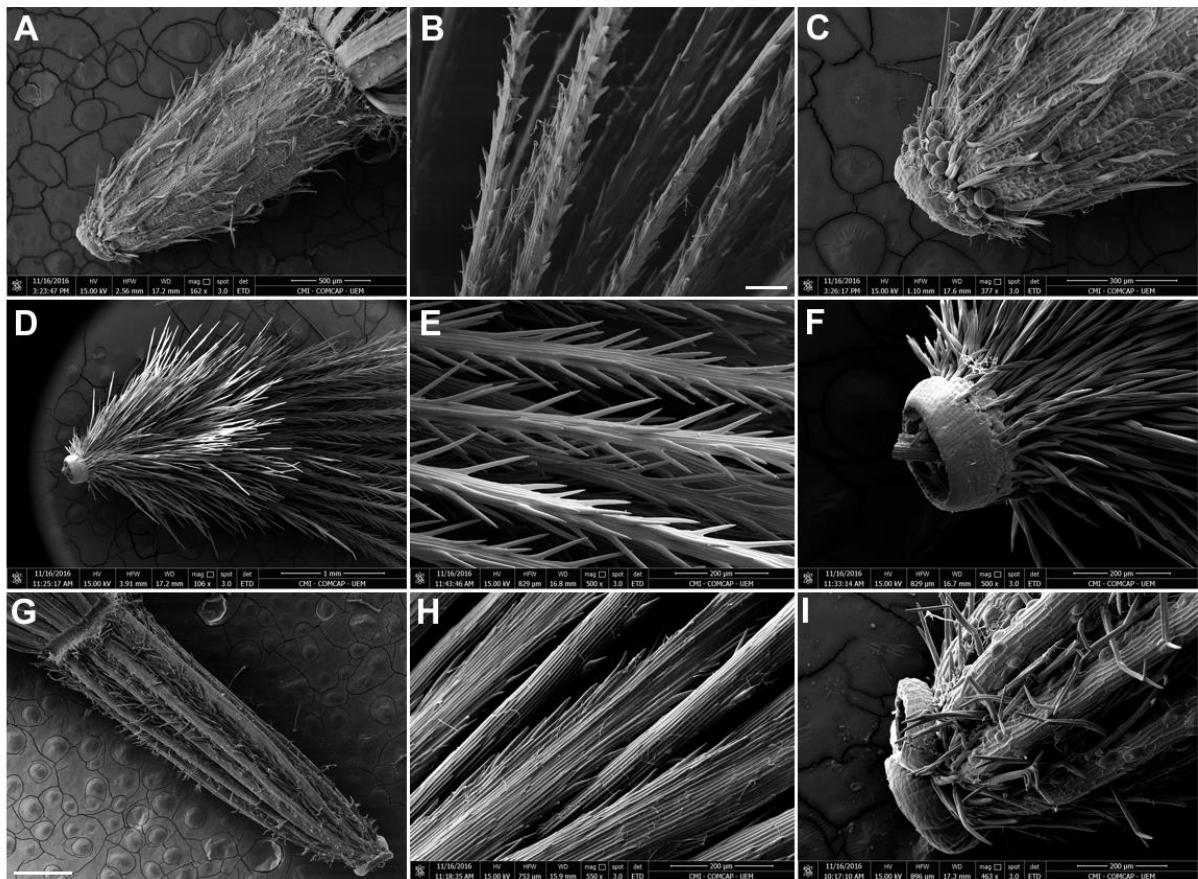


Figura 6. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Chrysolaena cognata* (A-C), *Lessingianthus brevifolius* (D-F), *Lessingianthus grandiflorus* (G-I). A, D, G: Cipsela; B, E, H: pápus; C, F, I: carpopódio (Barras: B 100µm, G 500µm).

Piptocarpha macropoda (Fig. 7A-C): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2-3mm de comprimento, prismática, 6-lados; glabra; pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e os internos mais longo com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, globoso com formato acompanhando o número de costelas. Presença de idioblastos na epiderme dispersos por toda a cipsela.

Vernonanthura crassa (Fig. 7D-F): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2-3mm de comprimento, subcilíndrica, costada (>5); pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e o interno mais longo com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, globoso em forma de anel. Tricomas do tipo “twin hair” curtos estão distribuídos nas costelas de toda a cipsela, enquanto tricomas glandulares estão restritos a região intercostal. Presença de idioblastos na epiderme dispersos por toda a cipsela.

Vernonanthura chamaedrys (Fig. 7G-I): Cipsela de cor creme, com aproximadamente 2-3mm de comprimento, subcilíndrica, costada (>5); pápus persistente, bisseriado, cerdoso, sendo o externo mais curto com cerdas lineares e o interno mais longo com cerdas barbeladas;

carpopódio simétrico, globoso em forma de anel. Tricomas do tipo “twin hair” curtos estão distribuídos nas costelas de toda a cipsela, enquanto tricomas glandulares estão restritos a região intercostal. Presença de idioblastos na epiderme dispersos por toda a cipsela.

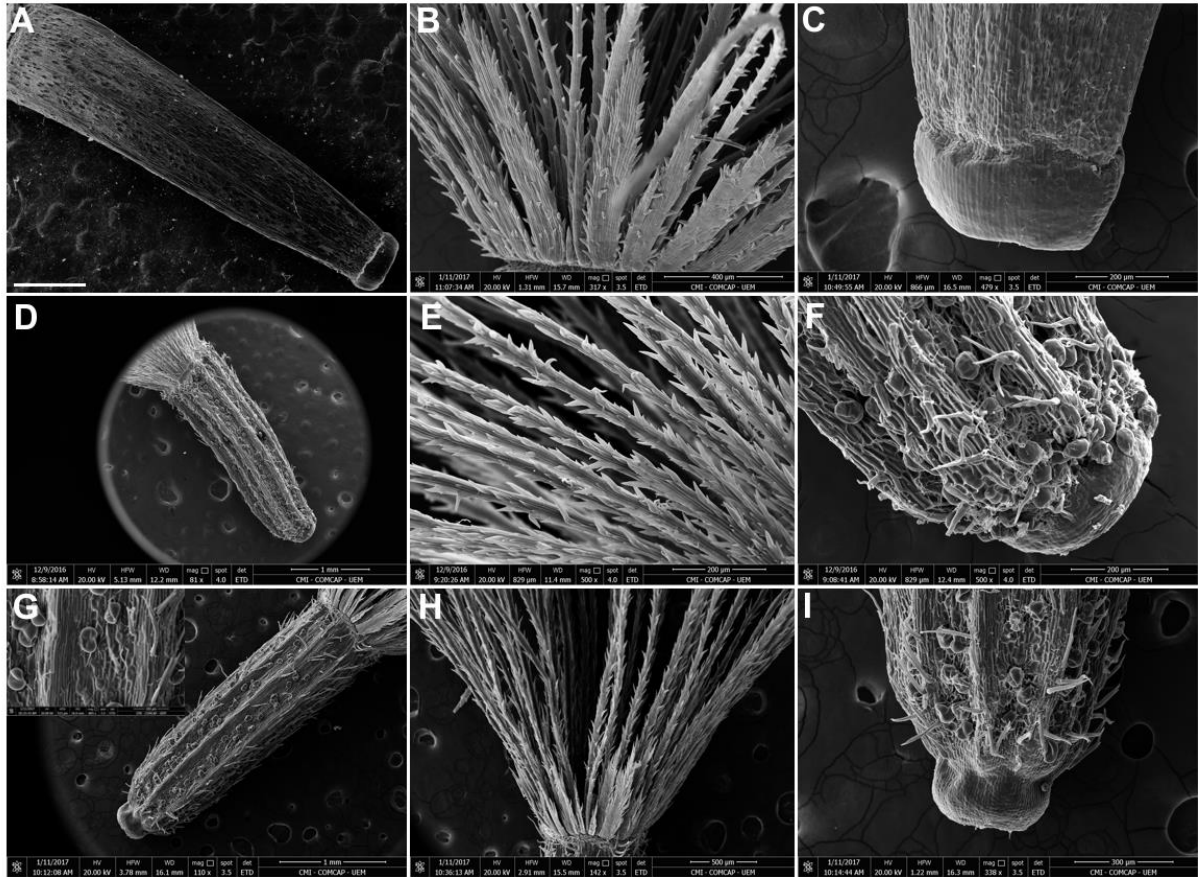


Figura 7. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Piptocarpha macropoda* (A-C), *Vernonanthura crassa* (D-F), *Vernonanthura chamaedrys* (G-I). A, D, G: Cipsela, detalhe nos hidatódios; B, E, H: pápus; C, F, I: carpopódio (Barra: A 500μm).

Subfamília Gochnatioideae

Tribo Gochnatieae

Moquiniastrum argyreum (Fig. 8A-C): Cipsela de cor marrom, com aproximadamente 3mm de comprimento, subcilíndrica, com base levemente atenuada e curvada; pápus persistente, multisseriado, cerdoso, com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, globoso em forma de anel. Tricomas do tipo “twin hair” longos estão distribuídos por toda a cipsela.

Moquiniastrum paniculatum (Fig. 8D-F): Cipsela de cor marrom, com aproximadamente 2-3mm de comprimento, subcilíndrica, com base levemente atenuada; pápus persistente, multisseriado, cerdoso, com cerdas barbeladas; carpopódio simétrico, globoso em forma de anel. Tricomas do tipo “twin hair” longos estão distribuídos por toda a cipsela.

Moquiniastrum sordidum (Fig. 8G-I): Cipsela de cor marrom, com aproximadamente 2-4mm de comprimento, obovada, com base levemente atenuada; pápus persistente, multisseriado, cerdoso, com cerdas barbeladas curtas; carpópódio simétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas, globoso em forma de anel. Tricomomas do tipo “twin hair” longos estão distribuídos por toda a cipsela e os tricomas glandulares também, mas em maior densidade próximo ao pápus.

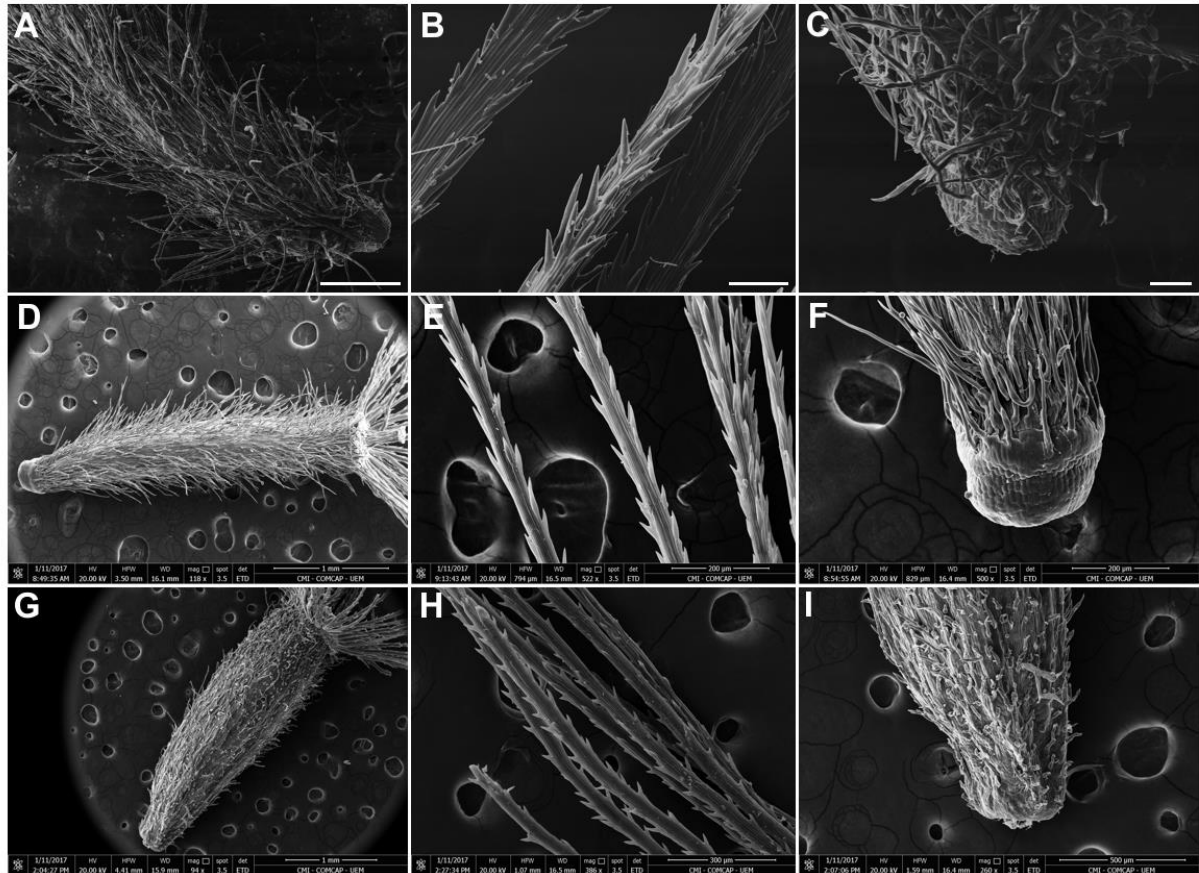


Figura 8. Cipselas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Moquiniastrum argyream* (A-C), *Moquiniastrum paniculatum* (D-F), *Moquiniastrum sordidum* (G-I). A, D, G: Cipsela; B, E, H: pápus; C, F, I: carpópódio (Barras: A 500µm, B-C 100µm).

Subfamília Mutisioideae

Tribo Mutisieae

Mutisia speciosa (Fig. 9A-C): Cipsela de cor marrom/enegrecida, com aproximadamente 15mm de comprimento, fusiforme, glabra; pápus persistente, unisseriado, cerdoso plumoso; carpópódio assimétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas, lobado.

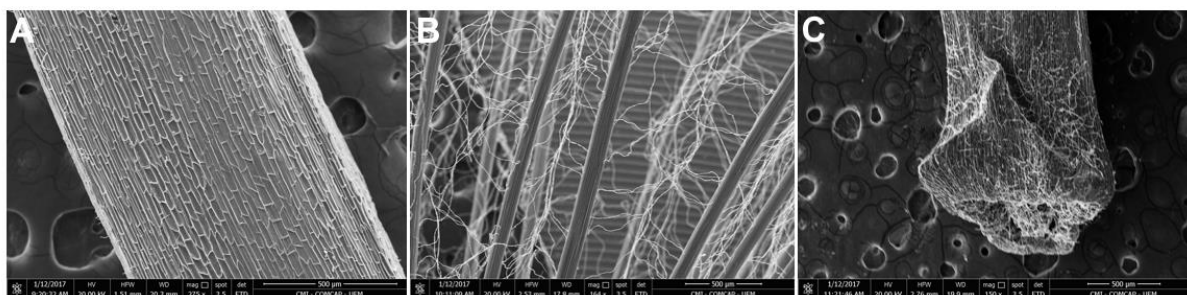


Figura 9. Cipsela em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de *Mutisia speciosa* (A-C). A: Cipsela; B: pápus; C: carpopódio.

Discussão

A cor e o tamanho das cipselas variam entre as espécies investigadas, mas estes caracteres parecem ter pouco valor diagnóstico para separação de espécies ou tribos (Dasgupta e Mukherjee 2007; Jana e Mukherjee, 2013, 2014; Das et al. 2014, Talukdar e Mukherjee 2014). O baixo valor diagnóstico destes caracteres deve estar relacionado à maturidade das cipselas (Datta et al. 2015).

O pápus, indumento e carpopódio, que foram analisados nas cipselas das 22 espécies (Tab. 2), são considerados por Spjut (1994) e Jana e Mukherjee (2012) como taxonomicamente mais importantes em Asteraceae. O pápus, definido como cálice profundamente modificado (Ramiah e Sayeeduddin 1958, Roth 1977), é persistente nos frutos das espécies estudadas, mas em *Senecio oleosus* é caduco. O pápus pode ser unisseriado, bisseriado e multisseriado nas espécies aqui estudadas. Pápus bisseriado foi encontrado em todas as espécies de Vernonieae. O caractere bisseriado parece ser típico de *Vernonia* e *Piptocarpha* (Cabrera 1944), composto por cerdas curtas (série externa) e por cerdas longas (série interna). Entretanto, nossos resultados mostraram que o pápus com estas características ocorre também em outros gêneros da tribo Vernonieae, como registrado para outras espécies da tribo por Pandey e Singh (1980), Galastri e Oliveira (2010) e Freitas et al. (2015). É importante frisar que Robinson (1999) apontou que as cipselas em Vernonieae apresentam pápus bisseriado com ou desprovido de série externa reduzida.

O carpopódio, região basal do fruto de adnação com o eixo da inflorescência (Bremer 1994), também conhecido como zona de abscisão (Mukherjee e Nordenstam 2004), sofre variação estrutural nas 22 espécies e foi considerado de valor diagnóstico para diversos taxa de Asteraceae (Haque e Godward 1984, Bremer 1994, Dasgupta e Mukherjee 2007, Jana e Mukherjee 2013, 2014, Das et al. 2014, Talukdar e Mukherjee 2014). Metade das espécies de

Asteraceae aqui investigadas tem carpopódio tipicamente simétrico, aneliforme ou globoso tendente a aneliforme. Na outra metade, o carpopódio é assimétrico, por vezes inconspícuo, lobado, verticalmente posicionado ou partido. As variações morfológicas do carpopódio nas 6 tribos analisada (Tab. 2) têm valor diagnóstico, como enfatizado por Bremer (1994).

Nossos resultados mostraram que o carpopódio tem relativa uniformidade em Vernonieae, tendo formato de anel completo, sem interrupções, embora tenham sido observadas diferenças de tamanho (comprimento e largura) deste anel nas espécies estudadas. Morfologia semelhante de carpopódio foi registrada em outras espécies de *Vernonia* (Haque e Godward 1984) e outros gêneros da tribo (Funk et al. 2009). Haque e Godwar (1984) propõem em seu trabalho que as diferentes morfologias de carpopódio observadas podem ter surgido de diferentes linhas evolutivas operando de forma independente dentro das subfamílias e sustentam a hipótese de que em Lactucoideae ocorre carpopódio com anel interrompido e gradual evolução para a completa formação de carpopódio aneliforme ininterrupto.

Tricomas tipo “twin hair” foram encontrados nas cipselas analisadas, exceto em *Mikania smaragdina*, *Mikania triphylla*, *Senecio oleosus*, *Piptocarpha macropoda* e *Mutisia speciosa*. Há grande variação no número, tamanho e formato das células deste tipo de tricoma, mas Hess, em 1938 (*sensu* Roth 1977) considerou os “twin hairs” sem valor taxonômico, pois muitos tipos distintos podem ocorrer dentro da mesma subfamília e gênero de Asteraceae. Estudos mais recentes, como o de Marzinek e Oliveira (2010), têm mostrado que a estrutura dos “twin hairs” pode sim ser usada na taxonomia da família, pelo menos em Eupatorieae. Nosso trabalho de micromorfologia não evidenciou, entretanto, diferenças significativas estruturais entre estes tricomas, a não ser por sua presença ou ausência e tamanho nas espécies investigadas. Merece destaque o caso de *Senecio oleosus* com cipsela glabra, que constitui exemplo pouco frequente na tribo Senecioneae (Abid e Ali 2010).

Tabela 2. Caracteres macro e micromorfológicos do fruto das 22 espécies de Asteraceae.

Tribo	Espécies	Pápus		Formato	Cipsela		Carpopódio
		Persistência e tipo de pápus	Número de séries		Costelas	Tricomas	Simetria e tipo
Eupatorieae	<i>Gyptis pinnatifita</i>		Unisseriado		6	“Twin hair” e glandular	Simétrico, aneliforme
	<i>Heterocondylus pumilus</i>		Unisseriado		6	“Twin hair” e glandular	Simétrico, globoso
	<i>Mikania sessilifolia</i>	Persistente; Cerdoso com cerdas	Bisseriado	Prismática	>5	“Twin hair” e glandular	Simétrico, decorrente nas costelas, aneliforme
	<i>Mikania smaragdina</i>	barbeladas	Unisseriado		>5	Tricoma glandular e não-glandular	Assimétrico
	<i>Mikania triphylla</i>		Bisseriado		6	Tricoma glandular e não-glandular	Simétrico, aneliforme
	<i>Synphuopappus casarettoi</i>		Bisseriado		5	“Twin hair” e glandular	Assimétrico
Heliantheae	<i>Aspilia montevidensis</i>			Oblonga		“Twin hair”	Assimétrico, inconspícuo
	<i>Calea clauseniana</i>			Angulosa		“Twin hair”	Assimétrico, inconspícuo, verticalmente posicionado
	<i>Calea pinatifida</i>	Persistente; Paleáceo	Unisseriado	Subcilíndrica	Pouco evidente	“Twin hair” e glandular	Assimétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas
	<i>Calea pohliana</i>			Angulosa		“Twin hair”	Assimétrico, inconspícuo, verticalmente posicionado

	<i>Verbesina sordensces</i>			Lateralmente achatada		“Twin hair”	Assimétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas
Senecioneae	<i>Senecio oleosus</i>	Caduco; Cerdoso com cerdas barbeladas	Multisseriado	Elipsoide	>5	Glabra	Assimétrico, Inconspícuo
Vernonieae	<i>Chrysolaena cognata</i>	Persistente; Cerdoso de série externa mais curta com cerdas lineares; e a interna mais longa com cerdas barbeladas	Bisseriado	Subcilíndrica	6	“Twin hair” e glandular	Simétrico, aneliforme
	<i>Lessingianthus brevifolius</i>			Obovada	Pouco evidente	“Twin hair”	Simétrico, aneliforme
	<i>Lessingianthus grandiflorus</i>			Subcilíndrica	>5	“Twin hair”	Assimétrico, aneliforme, 2-partido
	<i>Piptocarpha macropoda</i>			Prismática	6	Glabra	Simétrico, globoso
	<i>Vernonanthura crassa</i>			Subcilíndrica	>5	“Twin hair” e glandular	Simétrico, globoso
	<i>Vernonanthura chamaedrys</i>			Subcilíndrica	>5	“Twin hair” e glandular	Simétrico, globoso
Gochnatieae	<i>Moquiniastrum argyreum</i>	Persistente; Cerdoso com cerdas barbeladas	Multisseriado	Subcilíndrica		“Twin hair”	Simétrico, globoso
	<i>Moquiniastrum paniculatum</i>			Subcilíndrica	Pouco evidente	“Twin hair”	Simétrico, globoso
	<i>Moquiniastrum sordidum</i>			Obovada		“Twin hair” e glandular	Simétrico, inconspícuo, decorrente nas costelas
Mutisieae	<i>Mutisia speciosa</i>	Persistente; Cerdoso plumoso	Unisseriado	Fusiforme	Pouco evidente	Glabra	Assimétrico, inconspícuo, decorrente

Tricomas glandulares foram observados em *Gyptis pinnatifita*, *Heterocondylus pumilus*, *Synphuopappus casarettoi*, *Mikania sessilifolia*, *Mikania smaragdina*, *Mikania triphylla*, *Calea pinatifida*, *Chrysolaena cognata*, *Vernonanthura chamaedrys* e *Moquiniastrium sordidum*, que podem apresentar distribuição diferente nas cipselas. Estes tricomas são também bisseriados e, provavelmente, devem ser derivados da modificação do tipo mais simples de “twin hair” (Hess 1938).

Costelas, em geral, estão presentes nas cipselas investigadas, que podem variar em número entre as espécies (Tab. 2), com significativo valor taxonômico. Nossos resultados evidenciaram cipsela de *Senecio oleosus*, por exemplo, com mais de 5 costelas, que é característica do gênero, cujo número de costelas varia entre 8 e 12 (Talukdar e Mukherjee 2014). A formação de costelas nos frutos pode estar relacionada à posição ocupada pela flor no eixo da inflorescência (Marzinek et al. 2010).

Todas as cipselas avaliadas de espécies de Vernonieae, exceto *Lessingianthus brevifolius*, cuja identificação foi dificultada pela grande densidade de tricomas, mostraram algumas células distintas das demais células epidérmicas. Estas células morfológicamente diferentes foram denominadas de idioblastos, com base em Robinson (2009) que encontrou células semelhantes em *Centrapalus galamensis*, Vernonieae. Este caractere, não encontrado nas outras espécies de Asteraceae analisadas, apresenta-se promissor na caracterização da tribo.

A análise micromorfológica das cipselas e respectivo pápus das 22 espécies de Asteraceae, ocorrentes no mesmo tipo de vegetação, revelou que alguns caracteres podem ser relevantes na taxonomia da família. No tocante às tribos, Vernonieae se destaca por apresentar dois caracteres que são uniformes entre as espécies analisadas da tribo, como pápus bisseriado e idioblastos epidérmicos. Aliás, este último caractere não foi identificado em nenhuma das espécies das outras cinco tribos. No caso dos gêneros é possível identificar alguns caracteres que têm valor diagnóstico. As três espécies de *Mikania*, Eupatorieae, por exemplo, poderiam ser separadas pelo número de costelas, presença ou ausência de tricomas, pelo número de séries do pápus e tipo de carpopódio. *Calea*, Heliantheae, tem espécies que podem ser separadas pela pubescência (densidade e tipo de tricoma) e pelo formato angular ou não da cipsela. As duas espécies de *Lessingianthus*, Vernonieae, podem ser distinguidas pelo carpopódio simétrico e assimétrico e pelos tricomas longos e curtos. *Vernonanthura*, também Vernonieae, ao contrário do gênero anterior, têm as cipselas e pápus muito semelhantes. Finalmente, *Moquiniastrium*, Gochnatieae, com três espécies, mostram também muita semelhança na

morfologia das cipselas, podendo-se separar apenas *Moquiniastrum sordidum* das outras duas espécies, por ela apresentar tricomas glandulares.

Agradecimentos

Nós agradecemos à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil) e a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro na execução do trabalho. Agradecemos também ao IAP (Instituto Ambiental Paranaense), que possibilitou a realização de coletas de material botânico nos Parques Estaduais Vila Velha e Guartelá, ao Dr. Jimi N. Nakajima, pela identificação das espécies investigadas de Asteraceae, e a Central de Microscopia da Universidade Estadual de Maringá pelo uso dos equipamentos.

Referências

- Abid R, Ali N (2010) Cypsela morphology and its taxonomic significance for the tribe Senecioneae (Asteraceae) from Pakistan. *Pak J Bot* 42: 117-133
- Abid R, Qaiser M (2015) Cypsela morphology of *Lactuca* l. And its allied genera (cichoreae-asteraceae) from Pakistan and Kashmir. *Pak J Bot* 47(5): 1937-1955
- Barthlott W (1981) Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord J Bot* 1: 345-355
- Barthlott W, Neinhuis C, Cutler D, Ditsch F, Meusel I, Theisen I, Wilhelmi H (1998) Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot J Linn Soc* 126: 237-260
- Bean A R (2001) Pappus morphology and terminology in Australian and New Zealand thistles (Asteraceae, tribe Cardueae). *Austrobaileya* 6 (1): 139-52
- Bremer K (1994) Asteraceae: cladistics and classification. Portland, OR: Timber Press.
- Cabrera L (2002) Cypsela development in *Acourtia* (Mutiseae, Nassauviinae, Asteraceae) and its taxonomic implications. *Int J Plant Sci* 163 (2): 227-33
- Cervi AC, Linsingen LV, Hatschbach G, Ribas OS (2007) A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Bol Mus Bot Munic* 69 (1): 1-52

Coskunçelebi K, Makbul S, Okur S (2016) Studies on the achene morphology of Turkish species of *Scorzonera* L. (Asteraceae) using light and scanning electron microscopy. *Phytotaxa* 247 (1): 001-026

Das S, Roy S, Jana BK, Mukherjee SK (2014) Diversity of cypselar features in some taxa of the tribe Anthemideae (Asteraceae). *Int J Pharm Res Biosci* (1): 410-424

Dasgupta A, Mukherjee SK (2007) Cypselar morphology as a taxonomic marker in the study of some members of the tribe Lactuceae (Asteraceae). *J Econ Taxon Bot* 31(3): 584-589

Datta MD, Kessler M, Mukherjee SK (2015) Cypselar features and their taxonomic significance in four species of Asteraceae. *J Econ Taxon Bot* 39 (1): 182-193

Davies AMR, Facher E (2001) Achene hairs and their diversity in the genus *Chaetanthera* Ruiz & Pav. (Mutisieae, Asteraceae). *Sendtnera* 7: 13-33

Freitas FS, De-Paula OC, Nakajima JN, Marzinek J (2015) Fruits of *Heterocoma* (Vernonieae-Lychnophorinae): taxonomic significance and a new pattern of phytomelanin deposition in Asteraceae. *Bot J Linn Soc* 179, 255–265

Funk V, Suzanna A, Stuessy TF, Bayer RJ (2009) Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. *International Plant Taxonomy*. Smithsonian Institution Press. 431p

Galastri NA, Oliveira DMT (2010) Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Vernonia platensis* (Spreng.) Less. (Asteraceae). *Acta Bot Bras* 24 (1): 73-83

Garg SK, Sharma KC (2007) Taxonomical significance of the morphological and scanning electron microscopic surface patterns of cypselas in some members of the tribe Heliantheae (Asteraceae). *Feddes Repert* 118: 165–191

Haque MZ, Godward MBE (1984) New records of the carpodium in Compositae and its taxonomic use. *Bot J Linn Soc* 89: 321–340

Hess R (1938) Vergleichende Untersuchungen über die Zwillingshaare der Compositen. *Bot Jahrb Syst* 68:435-496

Hood JL A, Semple JC (2003) Pappus variation in *Solidago*. *Sida* 20 (4): 1617-1630

Jana BK, Mukherjee SK (2012) Variations of cypselas of five taxa of the tribe Vernonieae- (Asteraceae). *Int J Pharm Res Biosci* 1(5): 420-435

Jana BK, Mukherjee SK (2013) Variations of cypselar characters of some species of the tribe-Cardueae (Asteraceae). *J Econ Taxon Bot* 37 (3): 513-517

Jana BK, Mukherjee SK (2014) Exomorphology and internal structure of cypselas of seven species of the tribe Cardueae (Compositae). *J Indian Bot Soc* 93: 50-59

Koch K, Bhushan B, Barthlott W (2008) Diversity of structure, morphology and wetting of plant surfaces. *Soft Matter* 4: 1943–1963

Koch K, Bennemann M, Bohn H F, Albach DC, Barthlott W (2009) Surface microstructures of daisy florets (Asteraceae) and characterization of their anisotropic wetting. *Bioinspir Biomim* 8: 15pp. doi:10.1088/1748-3182/8/3/036005

Köstekci S, Arabaci T (2011) Cypselas morphology of *Cirsium* sect. *Cirsium* (Asteraceae) taxa in Turkey. *Biologia* 66 (6): 988—995

Mandel JR, Barker MS, Bayer RJ, Dikow RB, Gao TG, Jones KE, Keeley S, Kilian N, Ma H, Siniscalchi CM, Susanna A, Thapa R, Watson L, Funk VA (2017) The Compositae Tree of Life in the age of phylogenomics. *J Syst Evol*, doi: 10.1111/jse.12265

Marzinek J, Oliveira DMT (2010) Structure and ontogeny of the pericarp of six Eupatorieae (Asteraceae) with ecological and taxonomic considerations. *An Acad Bras Cienc* 82: 279–291

Marzinek J, De-Paula OC, Oliveira DMT (2010) The ribs of Eupatorieae (Asteraceae): of wide taxonomic value or reliable characters only among certain groups? *Plant Syst Evol* 285: 127–130

Mukherjee SK (2001) Cypselar features in nineteen taxa of the tribe Senecioneae (Asteraceae) and their taxonomic significance. *J Econ Taxon Bot* (19): 253-274

Mukherjee SK, Sarkar AK (2001a) Morphology and structure of cypselae in thirteen species of the tribe Astereae (Asteraceae). *Phytomorphology* 51 (1): 17-26

Mukherjee SK, Sarkar AK (2001b) Morphological diversity of pappus in the subfamily Asteroideae (Asteraceae). *J Econ Taxon Bot* (19): 275-295

Mukherjee SK, Sarkar AK (1994) Morpho-anatomical studies of cypselas in some members of the tribe Inuleae (Asteraceae) with the help of SEM. *J Nat L Bot Soc* 48: 19-39

Mukherjee SK, Sarkar AK (1998) The morphology and anatomy of cypselas in three species of the tribe Arctoteae (Asteraceae) and their taxonomic significance. *J Phytol Res* 11(2): 127-132

Mukherjee SK, Nordenstam B (2004) Diversity of carpopodial structure in the Asteraceae and its taxonomic significance. *Comp Newsl* 41: 29-49

Mukherjee SK, Nordenstam B (2012) Diversity of trichomes from mature cypselar surface of some taxa from the basal tribes of Compositae. *Comp Newsl* 50: 78-125

Pandey AK, Chopra S, Singh RP (1983) Development and structure of seeds and fruits in Compositae, tribe Inuleae. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences. Plant Sci* 92: 467-471

Pandey AK, Singh RP (1980) Development and structure of seeds and fruits in tribe Vernonieae – some *Vernonia* and *Elephantopus* species. *Flora* 169: 443-452

Pandey AK, Singh RP, Chopra S (1978) Development and structure of seeds and fruits in Compositae, Cichoreae. *Phytomorphology* 28: 198-206

Payne WW (1978) A Glossary of Plant Hair Terminology. *Brittonia* 30(2): 239-255

Ramiah N, Sayeeduddin M. 1958. Homology of the pappus in the light of trichome distribution. *Curr Sci* 10: 402–403.

Ritter MR, Miotto STS (2006) Micromorfologia da superfície do fruto de espécies de *Mikania* Willd. (Asteraceae) ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot Bras* 20(1): 241-247

Robinson H (1999) Generic and subtribal classification of American Vernonieae. *Smithson Contrib Bot* 89: 1–116.

Robinson, H (2009) An introduction to micro-characters of Compositae. Pp. 89-100. In: Funk, V.; Suzanna, A.; Stuessy, T.F. & Bayer, R.J. (eds.). 2009. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. IAPT, Wien. 965 p

Roque N, Funk VA (2013) Morphological characters add support for some members of the basal grade of Asteraceae. *Bot J Linn Soc* 171: 568-586

Roque N, Bautista H (2008) Asteraceae: caracterização e morfologia floral. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia. 73p

Roth I (1977) *Fruits of angiosperms*. Berlin: Gebrüder Borntraeger.

Spjut RW (1994) A systematic treatment of fruit types. *Mem New York Bot Gard* 70:1-182

Talukdar T (2015) Taxonomic significance of Cypselae in *Vernonia anthelmintica* Willd. and *V. cinerea* Less. (Asteraceae; tribe – Vernonieae): Structural manifestations. *Plant Sci Today* 2(4): 107-115

Talukdar T, Mukherjee SK (2014) Cypselar diversity in four species of *Senecio* L. (Asteraceae) *Bangl J Plant Taxon* 21(1): 13-17

ANEXO 1

Instructions for Authors

Protoplasma

Original Articles

Original articles should not exceed 20 pages when printed (a manuscript page with 3600 characters usually result in one printed page).

Their content should be arranged as follows:

- Title Page (see link [Title page](#))
- Abstract (see link [Title page](#))
- Introduction

The Introduction should supply sufficient background information to establish the context of the present study—it should allow the reader to see the rationale for the present work and to understand and evaluate present results—it should not be too general, nor should it take the form of an exhaustive review of the subject. The Introduction should usually end with one or two sentences that capture the essence of the article: e.g., “In this paper we report the discovery of ...”

- Materials and methods

The Materials and methods section should provide sufficient information to permit the work to be repeated. For commonly used methods, a brief description (to avoid constant need to refer to previous publications) and citation of a reference are sufficient. New methods should be described completely, giving sources of unusual chemicals, equipment, and supplies. When large numbers of viruses, mutants, etc., are used in a study, a table may be used to identify sources, properties, etc.

- Results

The Results section should include the outcome of experiments; extensive interpretations of experimental data should be reserved for the Discussion section. Data should be presented in text, tables, or figures—the same data should not be repeated in two or three forms.

- Discussion

The Discussion section should not merely restate the experimental results and immediate conclusions. It should be constructive, interpretive, analytical, and it should establish the relationship between the results obtained and previously published work. It should note problems, such as conflicts with the ideas and data of others, and it should indicate the value of the results for future research.

- Acknowledgments

Acknowledgments of personal assistance and financial support should be stated in concise terms.

- References (see link [References](#))

Editorial Procedure

The authors are kindly asked to suggest which editor should handle their paper. In addition authors have to suggest 4 potential reviewers to review their manuscript. Institutional address and e-mail address of the reviewers must be provided by the

author. Note that the handling editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Please note:

- Any submission must be accompanied by a Conflicts of Interest declaration. Submissions missing the declaration cannot be further processed.
- Please be prepared to name 4 potential reviewers, including their contact details.
- Authors should suggest prospective reviewers after careful thought. The credentials of suggested scientists will be vetted for authenticity before they might be considered for reviewing a manuscript. Unverifiable information might lead to negative editorial decisions.

Science is based on a free flow of information and exchange of experimental materials to allow validation and extension of results. Publication in *Protoplasma* requires that authors agree to follow the rules of good practice in science:

1. Sequences, generated by the authors and described in the manuscript have to be deposited in GenBank prior to submission. Authors have to provide the accession number in their manuscript.
2. Any material, newly described in a publication, such as mutants, transgenic organisms or constructs must be made available to other researchers for non-commercial research purposes in a timely manner.

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- [LaTeX macro package \(zip, 182 kB\)](#)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

- Please always use internationally accepted signs and symbols for units, SI units.

Genetic Nomenclature

- In *Saccharomyces cerevisiae* gene designation italicized all-capital-letter symbols are used for dominant genes and italicized all-lowercase-letter symbols for recessive genes. A wild-type gene is designated by a superscript plus symbol. The symbols of protein products of both dominant and recessive genes are shown in roman type with capital initials and are often followed by a closed up “p”.
- *Schizosaccharomyces pombe* gene symbols appear all in italic lowercase letters with a superscript plus symbol for wild-type genes, which is replaced by an allele designation for mutants. The symbol for a gene’s protein product (phenotype) is shown in roman type with a capital initial and is often followed by a closed up “p”.
- In *Arabidopsis thaliana* gene designation (D. Meinke and M. Koornneef, *Plant J.* 12: 247–253, 1997) italicized all-lowercase symbols are used for mutant genes and italicized all-capital symbols for wild-type alleles. The full descriptive names of the wild-type and mutant alleles should appear in a parallel manner.

The same rules of nomenclature apply to both dominant and recessive mutations. Phenotype designations appear in roman type with a capital initial; a superscript plus symbol indicates the wild type and a superscript minus symbol refers to the mutant. For a gene's protein product all-capital symbols in roman type are used.

- In *Zea mays* genetics nomenclature (Nomenclature Subcommittee, Maize Genet. Coop. Newsl. 69: 182–184, 1995) the name and symbol of a gene locus is shown by italicized lowercase letters to which the italicized number is closed up. For dominant alleles symbols in italics with a capital initial are used and italicized all-lowercase symbols for recessive alleles. For a gene's product (phenotype) allcapital symbols in roman type are used; the name of the product is not capitalized.
- See *Scientific Style and Format, the CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, 6th ed., for more details of the conventions of genetic designation for these and other organisms that have been studied by genetic and biochemical methods.

Taxonomic Nomenclature

A genus name alone should only be used when the entire genus is meant; otherwise the genus name with a specific epithet or with “species”, “sp.”, or “spp.” added should be used. (Virus taxonomy does not involve binary terms. Species names are set in roman type without capitalization, except proper nouns, when they do not refer to taxonomic entities but to viral objects or refer to not officially recognized species; in these cases the formal binomial of a host species as part of a virus species name is neither italicized. If the name of an officially recognized species refers to the taxonomic entity, the initial of the first term should be capitalized and the entire name italicized.) The name of a family or any other taxon with a plural ending should not be used to mean members of the family, etc., but this meaning should be expressed explicitly. The word “family” or “class”, etc., should precede the formal name on its first appearance. Vernacular names are always in roman type.

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California
Always use the standard abbreviation of a journal’s name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style (zip, 2 kB)

Tables

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art

- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art

- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures,

"A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Aspect ratio: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”).
- A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
- No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

- Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the

institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.

- Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.
- Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.
- Adding and/or deleting authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the role of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.
- Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.
- Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

- If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.
- If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

Compliance with Ethical Standards

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

- Disclosure of potential conflicts of interest
- Research involving Human Participants and/or Animals
- Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

Disclosure of potential conflicts of interest

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

- Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.
- Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.
- Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts.
- [English language tutorial](#)
- [Nature Research Editing Service](#)
- [American Journal Experts](#)

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

After Acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

- [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a

subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

- [Open Choice](#)

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

- [Find more about the license agreement](#)

CAPÍTULO 2

Caracteres estruturais de valor diagnóstico e adaptativo em plântulas de Asteraceae

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Brittonia*.

Caracteres estruturais de valor diagnóstico e adaptativo em plântulas de Asteraceae

ANDRESSA PELOZO^{1,2} e LUIZ ANTONIO DE SOUZA¹

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, Paraná, Brasil

Autor para correspondência. E-mail: pelozo.andressab@gmail.com

Abstract. Structural characters were investigated in seedlings of 10 Asteraceae species from the general fields, which occur in microenvironments called wetlands, dry fields and rocky outcrops. The objective of this work was to identify characters of diagnostic and adaptive value of the seedlings of the species studied. The seedlings obtained in greenhouse were placed in historesin and sectioned in a rotating microtome. The roots are diarch and tetrarch, the hypocotyl has a root structure or root-stem transition, the epicotyl has a caulinar nature and the cotyledons and eophylls are dorsiventral. The investigation of the seedlings of the 10 species of Asteraceae showed structural characters that are efficient in the separation of the two species of *Moquiniastrum*. The indument and amphistomy of eofilos have an adaptive value for the seedlings of the species that occur in Brazilian paranaense formations.

Keywords. Cotyledon, eophylls, tetrarch root, trichome.

Resumo. Caracteres estruturais foram investigados em plântulas de 10 espécies de Asteraceae dos campos gerais, que ocorrem em microambientes denominados campos úmidos, campos secos e afloramentos rochosos. O trabalho teve por objetivo identificar caracteres de valor diagnóstico e adaptativo das plântulas das espécies estudadas. As plântulas obtidas em casa de vegetação foram emblocadas em historresina e seccionadas em micrótomo de rotação. As raízes são diarcas e tetrarcas, o hipocótilo tem estrutura de raiz ou de transição raiz-caule, o epicótilo tem natureza caulinar e os cotilédones e eofilos são dorsiventrais. A investigação das plântulas das 10 espécies de Asteraceae mostrou caracteres estruturais que são eficientes na separação das duas espécies de *Moquiniastrum*. O indumento e anfistomia dos eofilos têm valor adaptativo para as plântulas das espécies que ocorrem em formações campestres paranaenses brasileiras.

Palavras-chave. Cotilédone, eofilo, raiz tetrarca, tricoma.

Introdução

Os estudos de plântulas têm sido grandemente descritivos no século XIX, tendo como objetos o estabelecimento de critérios morfológicos e definições dos conceitos de coleto, hipocótilo e outras partes ou órgãos das plântulas (Compton, 1912). Este autor enfatizou em seu estudo de plântulas de Fabaceae a determinação da relação que existe

entre estrutura da plântula e o tamanho, forma, hábito e morfologia geral das espécies, com intuito de contribuir com a investigação da filogenia e melhor compreensão da anatomia de um determinado táxon.

Nas formações campestres que abrangem uma das maiores áreas do planeta, com cobertura estimada em 39 milhões de Km² (Bilenca & Miñarro, 2004), Asteraceae é largamente bem representada em número de espécies, como ilustram as 208 espécies identificadas nos campos gerais do Paraná, Brasil (Cervi et al., 2007). As Asteraceae apresentam grande plasticidade evidenciada pela ocupação de diferentes nichos ecológicos, o que leva ao surgimento de padrões anatômicos muito variados, não raro, adaptações a condições muito particulares, o que reflete na anatomia dos órgãos vegetativos (Cronquist, 1981). As Asteraceae podem ser encontradas como ervas, arbustos, menos comuns como as lianas e raramente como árvores, às vezes como plantas latescentes ou resiníferas (Judd et al., 2009).

Metcalf & Chalk (1950) relataram a grande variabilidade anatômica e morfológica das Asteraceae, destacando a constância de caracteres como canais secretores, caules herbáceos com feixes colaterais acompanhados por fibras, presença de estômatos anomocíticos, ocorrência de crescimento secundário não usual em espécies lenhosas e o aparecimento de uma endoderme ao redor do sistema vascular, sendo que no caule esta endoderme ocorre usualmente com grãos de amido e estrias de Caspary.

No presente trabalho foram selecionadas 10 espécies de Asteraceae, que mostram variação na posição taxonômica, hábito e habitat, para análise anatômica das plântulas, visando identificar: a) caracteres estruturais que possam ser úteis na separação das espécies; e b) caracteres estruturais que possam estar relacionados às condições microambientais que estão sujeitas as plantas.

Material e métodos

As espécies deste estudo foram coletadas nas duas Unidades de Conservação mais importantes da região dos Campos Gerais do Paraná, o Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), sob as coordenadas 25° 14' 09" S, e 50° 00' 17" O, município de Ponta Grossa, e o Parque Estadual de Guartelá (PEG), sob as coordenadas 24°39'10"S e 50°15'25"O, município de Tibagi, em três formações campestres: campo seco, onde os solos são bem drenados; campo úmido que está condicionado ao encharcamento constante dos solos, e o campo rupestre, onde a vegetação se desenvolve sobre uma tênue camada de solo (Silva et al., 2016).

Foram coletados ramos com flores e cipselas de espécies de Asteraceae (Tab. 1) entre março de 2013 e janeiro de 2015 e as exsicatas confeccionadas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM). Foram coletadas cipselas provenientes de frutos maduros e coletados de vários espécimes, que posteriormente foram esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio a 10% por cinco minutos e imersas em água destilada por cinco minutos. Em seguida, as cipselas esterilizadas foram semeadas em papel de filtro contido em placas de Petri, previamente esterilizadas (Oliveira, 2001). Ao menos 100 cipselas, por espécie, foram germinadas em câmara de germinação TE 400 Tecnal, à temperatura constante de 21°C e fotoperíodo de 12 horas. As cipselas germinadas foram transferidas para placa de isopor contendo mistura de substrato, e posteriormente, transferidas para solo (mistura de solo e substrato orgânico em igual proporção) contido em sacos plásticos, mantidos em casa de vegetação. As plântulas obtidas (fase cotiledonar e expansão do primeiro eófilo), em diferentes fases de desenvolvimento, foram fixadas em FAA 50 e glutaraldeído, e armazenadas em álcool etílico 70% (Johansen, 1940).

Tabela 1 Espécies de Asteraceae coletadas no Parque Estadual de Vila Velha (*) e Parque Estadual do Guartelá (**), Brasil.

Subfamília/Espécies	Tribo	Hábito/Local de coleta	Número de registro
Asteroidaeae			
<i>Gyptis pinnatifita</i> Cass.		Herbácea/Campo seco**	HUEM 24596
<i>Mikania sessilifolia</i> DC.		Herbácea/Afloramento rochoso*	HUEM 24535
<i>Mikania smaragdina</i> Dusén ex Malme	Eupatorieae	Liana/Campo úmido**	HUEM 24643
<i>Mikania triphylla</i> Spreng. Ex Baker		Herbácea/ Afloramento rochoso**	HUEM 24630
<i>Calea pinnatifida</i> (R.Br.) Less.	Heliantheae	Liana/Campo úmido**	HUEM 24642
<i>Senecio oleosus</i> Vell.	Senecioneae	Herbácea/Campo seco*	HUEM 24528
Cichorioideae			
<i>Vernonanthura chamaedrys</i> (Less.) H.Rob.	Vernonieae	Herbácea/ Afloramento rochoso*	HUEM 24604
Gochnatioideae			
<i>Moquiniastrum paniculatum</i> (Less.) G. Sancho		Arbórea/Campo seco**	HUEM 24545
<i>Moquiniastrum sordidum</i> (Less.) G. Sancho	Gochnatieae	Arbórea/Campo seco**	HUEM 24544
Mutisioideae			

<i>Mutisia speciosa</i> Aiton ex Hook.	Mutisieae	Liana/Campo úmido*	HUEM 24628
--	-----------	--------------------	---------------

Subfamílias e tribos seguem o que foi proposto no estudo de Mandel et al. (2017).

Para o estudo anatômico, foram realizadas seções transversais de 7µm de espessura, em micrótomo rotativo (Leica), de fragmentos da raiz, coleto, hipocótilo, epicótilo, cotilédone e eofilo, mediante inclusão em historresina (Leica®). As lâminas obtidas foram coradas em azul de toluidina (O'Brien et al., 1965) e montadas em resina sintética. As imagens foram obtidas em microscópio de captura de imagem Leica ICC50.

A análise ultraestrutural dos cotilédones e eofilos foi realizada em amostras previamente fixadas em glutaraldeído, desidratadas em série etílica e, em seguida, secas ao ponto crítico de CO₂. Estas amostras foram montadas sobre suportes de alumínio, revestidas com uma camada de ouro (30 a 40 nm) e analisadas em microscópio modelo FEI Quanta 250, com as escalas das micrografias eletrônicas diretamente impressas nas mesmas. As análises de MEV foram realizadas na Central de Microscopia (CMI) do Complexo de Centrais de Apoio a Pesquisa (COMCAP), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Resultados

As raízes de oito das dez espécies estudadas são diarcas (Tab. 2). A epiderme de todas as espécies é unisseriada, irregular e apresenta pelos unicelulares (Fig. 1A). O córtex possui exoderme, que pode ser visível ou não, unisseriada, com parênquima cortical variando de duas a seis camadas, e endoderme com estrias de Caspary. Em algumas espécies é possível verificar duas regiões no córtex, o externo e o interno, este organizado em células enfileiradas com as células da endoderme. O cilindro central possui periciclo unisseriado e parenquimático, com xilema e floema alternos (Fig. 1B). Diferentemente das outras espécies, *Mikania smaragdina* e *Mikania triphylla* possuem raiz tetraarca, cujo cilindro central possui quatro cordões de floema primário se alternando com os de xilema primário (Fig. 1C).

A região do coleto apresenta pouca diferença estrutural em comparação com a raiz. No coleto de *Calea pinnatifida* e *Mikania sessilifolia* os dois cordões floemáticos se subdividem em quatro novos cordões e o xilema se afasta, formando a medula (Fig. 1D). Em *Moquiniastrum paniculatum*, *Moquiniastrum sordidum*, *Senecio oleosus*,

Mutisia speciosa e *Vernonanthura chamaedrys*, a estrutura de raiz praticamente se mantém no coleto, não ocorrendo divisão dos cordões floemáticos e nem afastamento do xilema. Já as espécies *Mikania smaragdina* e *Mikania triphylla*, que possuem raiz tetraarca, não ocorre divisão dos cordões floemáticos na região do coleto, mas apenas o afastamento dos elementos traqueais do metaxilema, com aparecimento da medula.

Na base do hipocótilo a epiderme se torna mais uniforme e ocorre cutícula bem evidente; estômatos foram observados na maioria das espécies, exceto em *Calea pinnatifida* e *Gyptis pinnatifita*. Ao longo do hipocótilo a epiderme pode apresentar-se glabra, como em *Senecio oleosus* (Fig. 1E), mais ou menos papilosa, como em *Calea pinnatifida* e *Mikania triphylla* (Fig. 1F), ou apresentar tricomas pluricelulares glandulares, como em *Vernonanthura chamaedrys* (Fig. 1G). No córtex não mais se distingue exoderme, ocorrendo parênquima, em geral clorofilado, e camada subepidérmica colenquimática; endoderme com estrias de Caspary mantém-se no hipocótilo de todas as espécies. O cilindro central é constituído por periciclo unisseriado e parenquimático, de tecidos vasculares primários e da medula de natureza parenquimática. Em algumas espécies, como *Calea pinnatifida*, *Gyptis pinnatifita*, *Mikania smaragdina*, *Mikania sessilifolia* e *Mikania triphylla*, foram observados canais secretores na face externa floemática.

Nota-se que o hipocótilo apresenta estrutura de transição entre raiz e caule. Isto é evidente pela disposição tangencial dos elementos traqueais do xilema primário, na periferia da medula (Fig. 1F). Em *Gyptis pinnatifita* e *Moquiniastrum paniculatum*, a divisão dos cordões floemáticos e o afastamento dos elementos metaxilemáticos ocorrem na base do hipocótilo; em *Vernonanthura chamaedrys* (Fig. 1G), *Mutisia speciosa*, *Senecio oleosus* e *Moquiniastrum sordidum*, o cilindro central hipocotiledonar apresenta estrutura de raiz diarca até próximo ao nó cotiledonar. Na região superior do hipocótilo, próximo ao nó cotiledonar, a epiderme e o córtex se mantêm com a mesma estrutura da base, mas se verificam outras alterações significativas no cilindro vascular, especialmente na formação dos traços cotiledonares e epicotiledonares.

O epicótilo apresenta natureza caulinar típica, em que o xilema primário apresenta condição endarca. Possui epiderme unisseriada, cuticularizada, com tricomas glandulares e/ou não-glandulares e estômatos; córtex colenquimático e parenquimático com cloroplastos; e cilindro central com vários feixes colaterais distribuídos ao redor da medula parenquimática (Fig. 1H). Assim como no hipocótilo, em *Calea pinnatifida*, *Gyptis pinnatifita*, *Mikania smaragdina*, *Mikania sessilifolia* e *Mikania triphylla* foram

observados canais secretores na face externa floemática que se estendem até o pecíolo dos cotilédones.

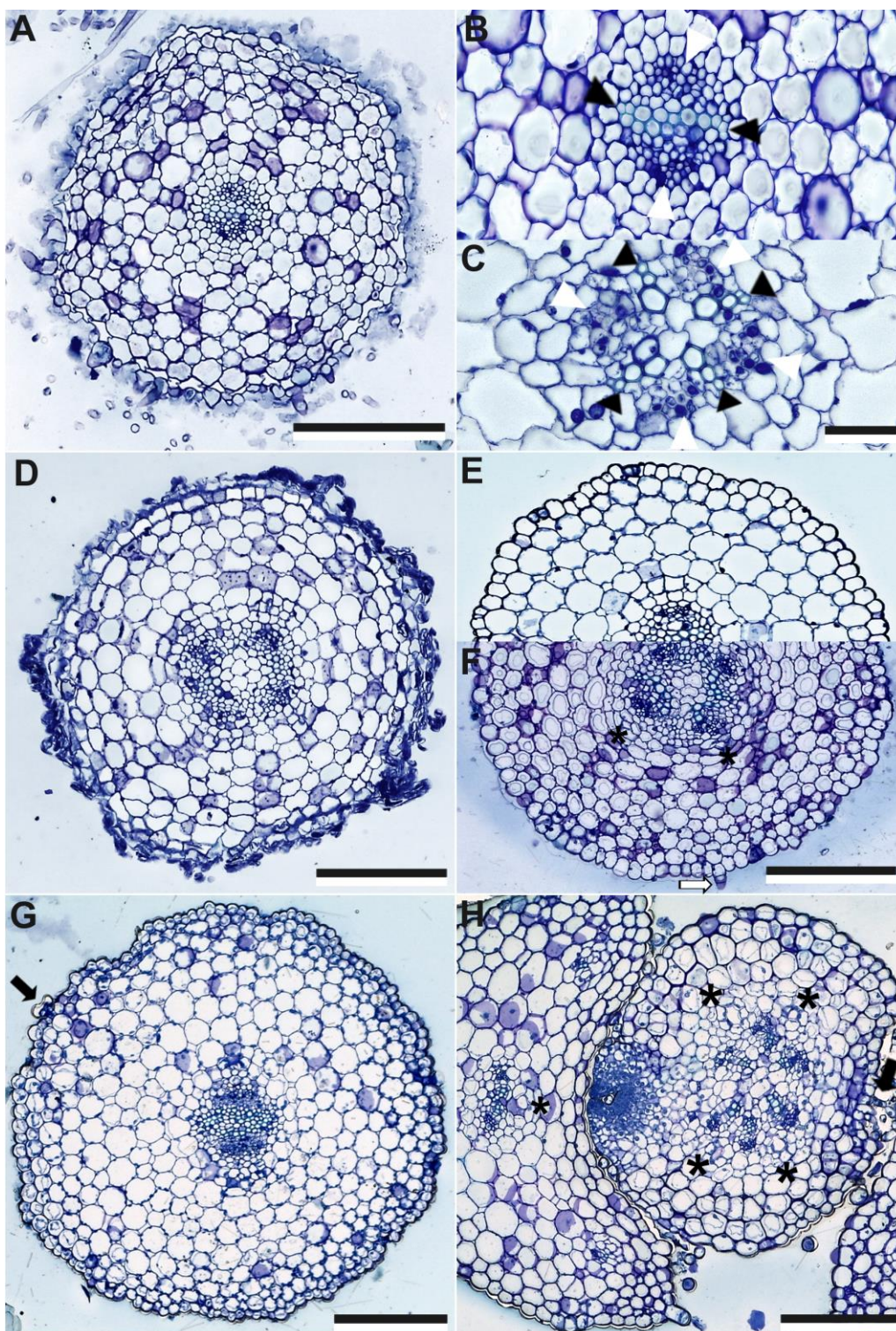


Figura 1 – Estrutura da raiz, coleto e hipocótilo de *Moquiniastrum sordidum* (A, B), *Mikania smaragdina* (C), *Mikania sessilifolia* (D), *Senecio oleosus* (E), *Mikania triphylla* (F, H) e *Vernonia chamaedrys* (G). A - Raiz diarca; B - Detalhe do cilindro vascular da raiz diarca; C – Detalhe do cilindro vascular da raiz tetraarca; D – Coleto; E, F e G – Hipocótilo; H – Epicótilo. Asterisco= canal secretor; Ponta da seta branca= floema primário; Ponta da seta preta= xilema primário; Seta branca= papila; Seta preta= tricomas; Barras: B-C 50µm; A, D-H 200 µm.

Tabela 2. Caracteres sobre o hábito das plantas e estrutura do eixo das plântulas das 10 espécies investigadas de Asteraceae.

Espécies	Tribo	Hábito	Características			
			Raiz	Coletó	Hipocótilo	Epicótilo
Subfamília Asteroideae						
<i>Gyptis pinnatifita</i>		Herbácea	Diarca	Raiz	Transição raiz/caule	Caule
<i>Mikania sessilifolia</i>		Herbácea	Diarca	Transição raiz/caule	Transição raiz/caule	Caule
<i>Mikania smaragdina</i>	Eupatorieae	Liana	Tetrarca	Transição raiz/caule	Transição raiz/caule	Caule
<i>Mikania triphylla</i>		Herbácea	Tetrarca	Transição raiz/caule	Transição raiz/caule	Caule
<i>Calea pinatifida</i>	Heliantheae	Liana	Diarca	Transição raiz/caule	Transição raiz/caule	Caule
<i>Senecio oleosus</i>	Senecioneae	Herbácea	Diarca	Raiz	Raiz*	Caule
Subfamília Cichorioideae						
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	Vernonieae	Herbácea	Diarca	Raiz	Raiz*	Caule
Subfamília Gochnatioideae						
<i>Moquiniastrum paniculatum</i>	Gochnatieae	Arbórea	Diarca	Raiz	Transição raiz/caule	Caule
<i>Moquiniastrum sordidum</i>		Arbórea	Diarca	Raiz	Raiz*	Caule
Subfamília Mutisioideae						
<i>Mutisia speciosa</i>	Mutisieae	Liana	Diarca	Raiz	Raiz*	Caule

* Espécies que apresentam hipocótilo com estrutura de raiz. A divisão do floema e o afastamento do metaxilema ocorrem próximo ao nó cotiledonar.

Os cotilédones são anfistomáticos (Fig. 2A) (Tab. 3), exceto *Mutisia speciosa* que tem cotilédones hipostomáticos. A epiderme é unisseriada glabra, excetuando *Moquiniastrum sordidum* e *Vernonanthura chamaedrys* que possuem tricomas glandulares (Fig. 2B). Células epidérmicas comuns de *Gyptis pinnatifita*, *Mikania sessilifolia*, *Mikania smaragdina*, *Mikania triphylla*, *Senecio oleosus* e *Vernonanthura chamaedrys* têm maior dimensão na face adaxial (Fig. 2A, C), quando comparadas com as da face abaxial. Em vista frontal, estas células epidérmicas apresentam contorno sinuoso e relevo convexo, em ambas as faces (Fig. 2B). Os tricomas glandulares ocorrem em depressões da epiderme e são pluricelulares, bisseriados, constituídos por duas séries de células curtas e célula apical secretora formando vesícula (Fig. 2B).

Na maioria das espécies, o mesofilo é heterogêneo, assimétrico, dorsiventral, com parênquima paliçádico atípico caracterizado por apresentar células cordiformes, alongadas radialmente, frequentemente afuniladas ou lobadas (Fig. 2C), exceto em *Moquiniastrum sordidum*, *Senecio oleosus* e *Vernonanthura chamaedrys* que possuem parênquima paliçádico típico (Fig. 2A), e *Mikania triphylla* em que o mesofilo tende a ser homogêneo (Fig. 2D). O número de camadas celulares do parênquima lacunoso é variável entre as espécies, podendo apresentar de duas a seis camadas.

As nervuras consistem de feixes vasculares colaterais, observando-se nervura principal com saliência notável na face abaxial (Fig. 2D), exceto para *Calea pinnatifida*, *Moquiniastrum sordidum* e *Vernonanthura chamaedrys* que apresentam pouca saliência nas duas faces. As nervuras de menor calibre estão imersas no mesofilo. Canais secretores ocorrem na face externa do xilema da nervura central de *Mikania triphylla* (Fig. 2D).

Os eofilos apresentam epiderme unisseriada, anfistomática (Fig. 2E), com tricomas glandulares e não-glandulares, células epidérmicas comuns com contorno sinuoso e relevo convexo (Fig. 2F-I). Os tricomas glandulares são semelhantes aos observados nos cotilédones, com exceção de *Senecio oleosus*, que possui tricomas pluricelulares, unisseriados, formados por duas ou mais células apicais secretoras (Fig. 2F), e *Gyptis pinnatifita*, *Mikania sessilifolia*, *Mikania triphylla* e *Calea pinnatifida* com tricomas curtos curvados em direção à epiderme e célula apical capitada (Fig. 2G). Já os tricomas não-glandulares são pluricelulares, unisseriados, com células apicais que variam em formato e tamanho, podendo ser afiladas (Fig. 2G), observadas em *Gyptis pinnatifita*, *Mikania sessilifolia*, *Mikania smaragdina*, *Mikania triphylla* e *Calea pinnatifida*, ramificadas formando “braços” (Fig. 2H), como em *Vernonanthura*

chamaedrys, *Moquiniastrum paniculatum* e *Moquiniastrum sordidum*; e extremamente finas e longas como em *Mutisia speciosa* (Fig. 2I).

O mesofilo é heterogêneo e assimétrico, com parênquima paliçádico típico e atípico com células pouco alongadas, lobadas ou cordiformes (Fig. 2E). Entre as espécies, o número de camadas celulares pode variar de uma a duas de parênquima paliçádico, e de duas a sete de parênquima lacunoso. Drusas foram observadas no parênquima paliçádico de *Moquiniastrum paniculatum* (Fig. 2J). As nervuras possuem feixes vasculares colaterais e saliência na face abaxial, exceto em *Calea pinnatifida* que apresenta saliência em ambas as faces. Canais secretores ocorrem na face externa do xilema da nervura central de *Mikania sessilifolia*, *Mikania smaragdina* e *Mikania triphylla* (Fig. 2K).

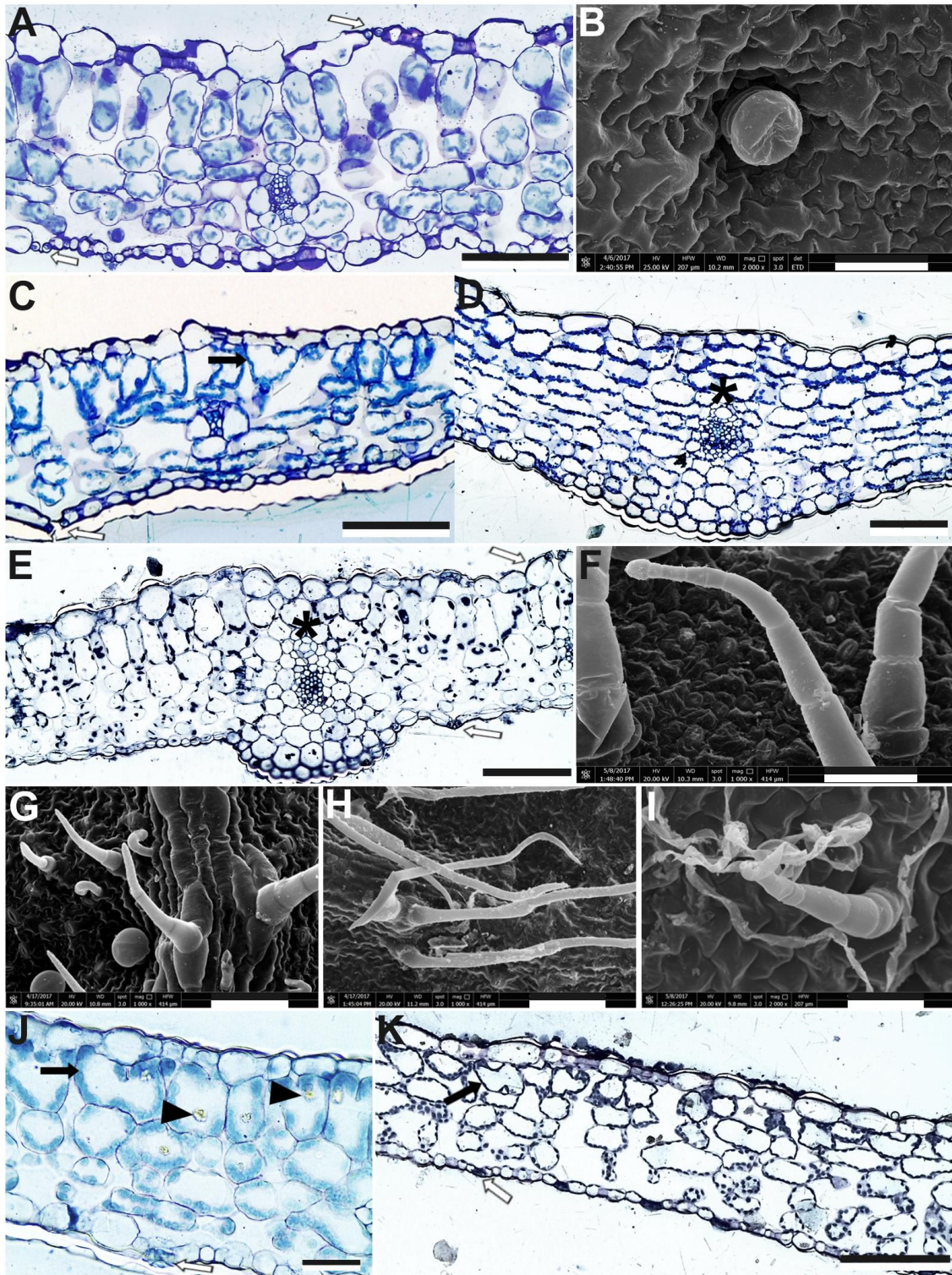


Figura 2 – Estrutura do limbo e Microscopia Eletrônica de Varredura do cotilédone (A-D) e eofilo (E-F) de *Senecio oleosus* (A, E), *Vernonanthura chamaedrys* (B), *Mutisia speciosa* (C, I), *Mikania triphylla* (D), *Mikania sessilifolia* (F, G), *Moquiniastrum paniculatum* (H, J) e *Mikania smaragdina* (K). Asterisco= canal secretor; Ponta da seta preta= drusas; Seta branca= estômatos; Seta preta= parênquima paliçádico atípico; Barras: B, I, J 50µm; E, G, H 200 µm; A, C, D, F, K 200 µm.

Tabela 3. Caracteres estruturais foliares das 10 espécies investigadas de Asteraceae.

Espécies	Epiderme		Mesofilo		Nervura principal	
	Estômatos	Tricomas	P. Paliçádico	P. Lacunoso	Vascularização	Formato
Cotilédone						
<i>Gyptis pinnatifita</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Mikania sessilifolia</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/Atípico	2 a 3 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Mikania smaragdina</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Mikania triphylla</i>	Anfiestomático	Ausente	1 a 2 camadas/Atípico	5 a 6 camadas	Colateral/canal secretor	Saliente na face abaxial
<i>Calea pinatifida</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/Atípico	2 a 3 camadas	Colateral	Leve saliência em ambas as faces
<i>Senecio oleosus</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/ Típico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico	3 a 4 camadas	Colateral	Leve saliência em ambas as faces
<i>Moquiniastrum paniculatum</i>	Anfiestomático	Ausente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Moquiniastrum sordidum</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/Típico	5 a 6 camadas	Colateral	Leve saliência em ambas as faces
<i>Mutisia speciosa</i>	Hipoestomático	Ausente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
Eofilo						
<i>Gyptis pinnatifita</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/Atípico	2 a 3 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Mikania sessilifolia</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico	3 a 4 camadas	Colateral/canal secretor	Saliente na face abaxial
<i>Mikania smaragdina</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral/canal secretor	Saliente na face abaxial
<i>Mikania triphylla</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral/canal secretor	Saliência em ambas as faces
<i>Calea pinatifida</i>	Anfiestomático	Presente	2 camadas/ Típico	2 a 3 camadas	Colateral	Saliência em ambas as faces
<i>Senecio oleosus</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico	2 a 3 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Moquiniastrum paniculatum</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico /drusas	4 a 5 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Moquiniastrum sordidum</i>	Anfiestomático	Presente	1 camada/ Típico	6 a 7 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial
<i>Mutisia speciosa</i>	Anfiestomático	Presente	1 a 2 camadas/Atípico	3 a 4 camadas	Colateral	Saliente na face abaxial

Discussão

No tocante ao eixo da plântula verificam-se que as plântulas têm raízes diarcas e tetrarcas (Tab. 2), com variação do número de polos protoxilemáticos dentro da tribo e gênero, como, por exemplo, em Eupatorieae e *Mikania*, o que torna este caractere pouco relevante na separação de espécies ou caracterização da tribo. Aliás, raízes diarcas e tetrarcas são comumente encontradas nas plântulas de Asteraceae e também nas plântulas de outras eudicocotiledôneas (Eames, 1961; Santos et al., 2014; Kellerman et al., 2016). Ainda, Metcalfe & Chalk (1957) registram o tipo triarco para raízes primárias de plantas adultas desta família, mas não foi verificado em nenhuma plântula analisada. No caso de ambas as espécies de *Moquiniastrum*, é possível separar as espécies pela estrutura do hipocótilo, em que *Moquiniastrum paniculatum* mostra estrutura de transição entre raiz e caule, e *Moquiniastrum sordidum* apresenta hipocótilo com estrutura de raiz.

Os caracteres estruturais foliares são bem homogêneos entre as espécies estudadas (Tab. 3). Alguns caracteres são significativos na separação das duas espécies de *Moquiniastrum*, particularmente os caracteres referentes aos cotilédones. *Moquiniastrum paniculatum* tem tricomas e parênquima paliçádico atípico, enquanto *Moquiniastrum sordidum* mostra cotilédones glabros e mesofilo com parênquima paliçádico típico (Tab. 3).

As estruturas secretoras ocorrem tipicamente em Asteraceae e têm sido consideradas de valor taxonômico, seja pela diversidade dos tipos, pela posição em que ocorrem ou pela natureza da secreção (Solereder, 1908; Metcalfe & Chalk, 1950; Fahn 1979, 1988; Lersten & Curtis, 1985; Castro et al., 1997). Das diversas estruturas secretoras encontradas em Asteraceae (Castro et al., 1997), duas foram encontradas neste estudo: tricomas glandulares e canais secretores. De acordo com os dados de literatura, estas estruturas podem estar limitadas a certas famílias e a certos gêneros (Pyykko, 1966) ou podem ser significantes em nível subgenérico, de grupo (Lersten & Curtis, 1994) ou mesmo em nível específico (Maleci & Marchi, 1983; Kelsey, 1984; Maleci & Servettaz, 1991). Como observado neste estudo, o hipocótilo e epicótilo das espécies das tribos Eupatorieae e Heliantheae possuem canais secretores, bem como os eofilos das três espécies de *Mikania* (Tab. 3), ressaltado o valor taxonômico destes caracteres para a família. Pelozo & Souza (2017) registraram presença/ausências de tricomas glandulares nos eofilos de plântulas de Asteraceae, que é um caractere que pode ser usado separar espécies de *Mikania*. Ainda neste estudo, os autores reportaram que espécies de tribos diferentes, mas pertencentes à mesma subfamília,

apresentavam tricomas glandulares morfológicamente semelhantes que as separavam das demais tribos e subfamílias.

Todas as espécies aqui investigadas possuem mesofilo dorsiventral nos cotilédones e eofilos, embora a grande maioria das espécies consiste de parênquima paliçádico atípico (Tab. 3). Dorsiventralidade do mesofilo é comum nas folhas adultas de Asteraceae, embora elas mostrem variações estruturais consideradas como ecologicamente especializadas (Metcalf & Chalk, 1957). A estrutura dorsiventral observada parece estar voltada para a melhor captação de luz pelo limbo foliar (Smith et al., 1997)

Estômatos ocorrem em ambas as faces dos cotilédones e eofilos das espécies de Asteraceae estudadas, exceto *Mutisia speciosa* que tem cotilédones hipostomáticos. O anfiestomatismo é considerado caractere comum em espécies de ambientes ensolarados e xéricos (Fahn & Cutler, 1992), que são condições ambientais que estão sujeitas quase todas as espécies estudadas. É importante enfatizar que este caractere pode ser entendido como otimizador da contutância foliar de CO₂ (Mott et al., 1982; Thompson et al., 1992).

As 10 espécies analisadas são oriundas de microambientes dos campos gerais, como campos úmidos, campos secos e afloramentos rochosos, que estão sujeitos a fatores ambientais diferentes, como escassez ou excesso de água, vento, intensidade luminosa e temperatura variável. Santos (2016) analisou folhas adultas de várias espécies de Asteraceae destes três microambientes, inclusive algumas pertencentes a gêneros das espécies aqui investigadas, e constataram que todas as espécies desenvolveram algum caractere xeromórfico ou esclerófilo, especialmente aquelas que ocorrem em afloramento rochoso e *Vernonanthura mucronulata* que cresce no campo seco. Nossos resultados sobre as folhas das plântulas não revelaram caracteres xeromórficos ou esclerófilos significativos nas 10 espécies, mesmo aquelas provenientes de afloramento rochoso, exceto pela presença de tricomas nos eofilos e anfiestomatismo.

Conclusão

Em conclusão, pode-se afirmar que a investigação das plântulas das 10 espécies de Asteraceae mostrou caracteres estruturais que são eficientes na separação das duas espécies de *Moquiniastrum*. O indumento e anfiestomia dos eofilos têm valor adaptativo para as plântulas das espécies que ocorrem em formações campestres paranaenses brasileiras.

Agradecimentos

Nós agradecemos à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil) e a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro na execução do trabalho. Agradecemos também ao IAP (Instituto Ambiental Paranaense), que possibilitou a realização de coletas de material botânico nos Parques Estaduais Vila Velha e Guartelá, ao Dr. Jimi N. Nakajima, pela identificação das espécies investigadas de Asteraceae, e a Central de Microscopia da Universidade Estadual de Maringá pelo uso dos equipamentos.

Referências

- Bilenca, D. & Miñarro, F.** 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina. 352 p.
- Castro, M.M., Leitão-Filho, H.F. & Monteiro, W.R.** 1997. Utilização de estruturas secretoras na identificação dos gêneros de Asteraceae de uma vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 20 (2): 163-174.
- Cervi, A.C., Linsingen, L.V., Hatschbach, G. & Ribas, O.S.** 2007. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Boletim Museu Botânico Municipal* 69 (1): 1-52.
- Compton, R.H.** 1912. Investigation of the seedling structure in Leguminosae. *Journal of the Linnean Society* 41:1-122.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York: The New Botanical Garden.
- Eames, A.J.** 1961. Morphology of angiosperms. New York: McGraw-Hill.
- Fahn, A. & Cutler, D.I.** 1992. Xerophytes. Berlin, Gebrüder Broentaeger. 176 p.
- Fahn, A.** 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press Inc., London.
- Fahn, A.** 1988. Secretory tissues in vascular plants. *New Phytol.* 108:229-257.
- Johansen, D.A.** 1940. Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill. Book Company Inc., 523 p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J.** 2009. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3.ed. (Trad.). Porto Alegre: ARTMED, p. 508-515.

- Kellermann, B., Bona, C. & Souza, L.A.** 2016. Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). *Rodriguesia*. 3: 627-638.
- Kelsey, R.G.** 1984. Glandular trichomes: a helpful taxonomic character of *Artemisia nova* (Black sagebrush). *Journal of Range Management* 37:370-372.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D.** 1985. Distribution and anatomy of hydathodes in Asteraceae. *Botanical Gazette* 146:106-114.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D.** 1994. Leaf anatomy in Caesalpinia and Hoffmannseggia (Leguminosae, Caesalpinioideae) with emphasis on secretory structures. *Plant Systematics and Evolution* 192:231-255.
- Maleci, L.B. & Marchi, A.B.** 1983. “*Artemisia vulgaris*” L. ed. “*A. verlotiorum*” Lamotte: studio di alcuni caratteri morfo-anatomici distintivi delle due specie. *Webbia* 37:185-196.
- Maleci, L.B. & Servettaz, O.** 1991. Morphology and distribution of trichomes in italian species of *Teucrium* sect. *Chamaedrys* (Labiatae) - a taxonomical evaluation. *Plant Systematics and Evolution* 174:83-91.
- Mandel, J.R., Barker, M.S., Bayer, R.J., Dikow, R.B., Gao, T.G., Jones, K.E., Keeley, S., Kilian, N., Ma, H., Siniscalchi, C.M., Susanna, A., Thapa, R., Watson, L. & Funk, V.A.** 2017. The Compositae Tree of Life in the age of phylogenomics. *Journal of Systematics and Evolution*, doi: 10.1111/jse.12265.
- Metcalf, C. R., & Chalk, L.** 1950. *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem, and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses*. v.2. Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, C. R., & Chalk, L.** 1957. *Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood in taxonomy with notes on economics uses*. Clarendon Press, Oxford. 1500p.
- Mott, K.A., Gibson, A.C. & O’ Leary, J. E.** 1982. The adaptative significance of amphistomatic leaves. *Plant Cell and Environment* 5(6):455-460.
- Oliveira, D.M.T.** 2001. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 85-97.
- O’Brien, T.P., Feder, N. & Mccully, M.E.** 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Pelozo, A. & Souza, L.A.** 2017. An approach in Asteraceae seedling morphology of wood grassy Savanna species. Monografia de Exame de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá.

- Pyykko, M.** 1966. The leaf anatomy of east Patagonian xeromorphic plants. *Annales Botanici Fennici* 3:453-622.
- Santos, L.S., Dariva, H.S., Muller, R.H., Almeida, O.J.G. & Souza, L.A.** 2014. Seedling structure in Asteraceae weedy species: considerations on the vasculature system. *Brazilian Journal of Botany* 37: 631-635.
- Santos, L.S. & Souza, L.A.** 2016. Estrutura foliar: uma abordagem ao estresse hídrico em Asteraceae. Monografia de Exame de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá.
- Silva, A.R., Andrade, A.L.P.A., Velazc, S.E., Galvão, F. & Carmo, M.R.B.** 2016. Florística, fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea*. 43: 325-347.
- Smith, W.K., Vogelmann, T. C., Delucia, E.H., Bell, D.T. & Shepherd, K.A.** 1997. Leaf form and photosynthesis. *Bioscience* 46(1): 785-793.
- Solereeder, H.** 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford. 1182p.
- Thompson, W.A., Kriedemann, P.E. & Craig, I.E.** 1992. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. I. Growth, leaf anatomy and nutrient content. *Australian Journal of Plant Physiology*, Collingwood, 19: 1-18.

ANEXO 2

BRITTONIA

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Scope and Aims

- Brittonia publishes peer-reviewed **primary research papers in systematic botany**, including fields such as revisionary taxonomy, species discovery and delimitation, phylogenetics, botanical classification, botanical nomenclature, molecular systematics, and systematics theory and methods, but also contributions in related fields such as morphology, anatomy, palynology, cytology, phytochemistry, paleobotany, morphometrics, phytogeography, floristics, ecology, historical botany, and botanical research collections.
- The organismal focus of the journal includes **plants, fungi, algae, and lichens**.
- Ideally, manuscripts will not exceed 50 pages (including tables, figure legends, literature cited, and appendices). Brittonia does not accept manuscripts that exceed 100 pages.
- We strive for **high quality peer review, careful editing, and rapid publication**.

Publication, Costs, and Open Choice

- While Brittonia continues to be produced in quarterly printed issues, all articles in the journal are **published online first** and are citable by their permanent DOI. This online version is considered the official publication, not simply a prepublication service, and should be considered the Version of Record as defined by NISO RP-8-2008. After online publication, any corrections require the publication of an Erratum. Online first publication reduces significantly the time lag to publication.
- There are **no page charges**. Figures submitted in color will be published in color online at no charge. Free printing of color figures is provided only if we can accommodate it within our annual allotment of free color images from the publisher, otherwise color figures will be converted to black and white (or grayscale) for the printed article or the author may arrange with Springer Publishing to pay for color printing.
- Besides the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: **Springer Open Choice**. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription based article, but is also made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for previously published articles. Please visit Springer's website for details: Springer Open Choice [<http://springer.com/openchoice>]

Manuscript Submission Overview

- Authors must submit their manuscripts to Brittonia online using the **Editorial Manager** platform at <http://www.editorialmanager.com/brit>
- To upload the manuscript, please follow the onscreen instructions.
- Comments to the editor in the Editorial Manager submission platform should include any special instructions and anticipated change of address (and/or contact information) during the next several months. Please indicate if the corresponding author is not the first author.
- All manuscripts are subject to peer review and copy editing.
- Manuscripts sent back to authors for revision should be returned by the date specified in the covering
- email, otherwise they may be treated as new submissions.

- **The manuscript text and tables must be submitted as Word documents. Figures should be submitted initially as low resolution (200 dpi) JPEG files** (or other broadly accessible file format) for the purpose of review, but before acceptance for publication, figures must be converted by the author to high resolution files following the instructions for preparing figures contained herein. For vector graphics, the preferred final format is EPS; for halftones, please use TIFF format. **PDF is not an acceptable file format for submission.**
- Authors should provide the names and email addresses of up to three potential reviewers during the online submission process.
- Authors describing new species and infra-specific taxa are strongly encouraged to send a duplicate of the type collection to the Herbarium of the New York Botanical Garden. Relevant legislation, such as CITES, must be followed when sending specimens.

Legal Requirements

- Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before (except in the form of an abstract or as part of a published lecture, or thesis); that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.
- The "Copyright Transfer Statement" must be signed and faxed to the publisher together with the corrected proofs (see below), which will be provided by the publisher shortly after the manuscript has been accepted for publication.
- Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published
- elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Proofs

- Corresponding authors are informed by e-mail that a temporary URL has been created from which they can obtain their proofs and make corrections in Springer Publishing's online proof correction system. **Proof-reading is the responsibility of the authors.** Authors should read carefully the entire proof, checking that the text is complete, that all figures, tables, and keys are included, properly formatted, and properly matched with their titles or captions. Please return proof corrections promptly to Springer Publishing using the online correction system. Ensure the marking is clear and comprehensible. Designate someone else to deal with proofs if you expect to be away at the time of their arrival. Substantial changes in content (e.g. new results, corrected values, title and authorship) are not allowed without the approval of the responsible editor. In such a case please contact the Editor-in-Chief before returning the proofs to the publisher. After online publication, corrections can only be made in exceptional cases and in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Manuscript Preparation

GENERAL INSTRUCTIONS

- To speed up the processing of your manuscript, please follow these instructions. Failure to do so will result in a delay to publication.

- **Manuscripts may be written in English or Spanish.** If the text is written in Spanish, an English translation of the abstract must be provided, and any newly described taxa must be accompanied by a diagnosis written in English (preferred) or Latin (see instructions).
- **All taxa newly described in the manuscript must be illustrated**, and whenever possible the
- illustrations should show the essential characters that distinguish the new taxon from close relatives. Illustrations must be assembled as one or more figures and submitted in electronic form. They may consist of line drawings, photographs, paintings, shaded artwork, etc.; however, photographs (and other halftones) should not be mixed together with line art in the same figure.

MANUSCRIPT TEXT FORMATTING

- Use Times New Roman, 12pt font throughout.
- Double-space throughout.
- Any other formatting should be kept to a minimum. In particular do not use ‘paragraph spacing’ but insert line breaks and spacing with the ‘carriage return’ or ‘Enter’ key.
- Do not use justified right margin.
- Do not italicize common Latin words, phrases, or abbreviations (e.g., et al., i.e., sensu, etc.).

SECTIONS

- The **Manuscript Text** must consist of a single MS Word document containing the following
- elements: 1) Title, 2) Authors and Addresses, 3) Abstract, 4) Keywords, 5) Main Text, 6) Acknowledgments, 7) Literature cited, 8) Figure captions
- **Figures and Tables** are submitted as separate files (see instructions below).
- If there are any **Appendices**, they may be submitted as part of the Manuscript Text file, in which case they should be placed between the Literature cited and the Figure captions. However, if an Appendix is formatted as a table, it should be submitted as a separate file (see instructions for preparing tables). Appendices should be numbered with Arabic numerals consecutively in the order in which they are cited in the text.
- Submission in the Editorial Manager system will prompt authors to enter the Title, Authors, and Abstract in blank forms, however this is only for the purpose of soliciting reviews, and does not replace the need for the these elements in the Manuscript Text file.

TITLE, AUTHORS, ADDRESSES, ABSTRACT AND KEYWORDS

- The **Title** should be flush left at the top of the first page. Text in the title should be in sentence case, with the first word following a colon capitalized. Scientific names at genus level or lower should be in italics and should not be boldface in the title.
- **Authors** should appear in small caps font (i.e., large and small capitals) and should be linked to their corresponding addresses by numbered footnotes (the numbers appearing as superscripts).
- If the first author is not the corresponding author, please indicate “Author for correspondence” as the final footnote.
- The **Abstract** should be brief, but include statements about the paper's intent, approach, results, and significance of findings. All articles must have an English abstract. An optional translation of the abstract in a second language may follow (after the Keywords) as a separate paragraph. In the case of articles written in Spanish, the Spanish abstract is

placed first, followed by the English translation. Reference citations, taxonomic authorities, and abbreviations should not be used in the abstract (or title). Indicate all new taxonomic names in boldface (not in italics), including any new combinations, in the abstract. Also place in boldface the names of any taxa that are newly lecto- or neotypified.

- List in alphabetical sequence up to six **Keywords** that do not appear in the title of the article. The first keyword should be capitalized, the others in lowercase unless they are proper nouns.
- The Title, Authors, Addresses, Abstract, and Keywords should each be separated from each other by two full returns and take the following format (but double spaced):

GENERAL TEXT

- Begin **General Text** on a new page.
- In **headings**, only the first word (and any proper nouns) begins with a capital letter; other letters are lowercase (small caps in the case of second level headings).
- Introductory text should not have a heading.
- Main headings are centered and in boldface on a separate line. Only the first letter is capitalized.
- Second level headings are flush left in SMALL CAPS (i.e, large and small capitals) font on a separate line.
- Third level headings are in italics (non-bold) and are followed by an em dash. They are indented and placed on the same line as the general text.
- In taxonomic treatments, headings following the descriptions (with the exception of specimens examined headings) should take the form of third level headings, e.g., *Distribution—*.
- All **figures and tables** must be cited in the text and must be numbered consecutively in the order in which they are first cited, using Arabic numerals, e.g.: (Figs., 1, 2, Table 1). “Figure” should be abbreviated in these citations as “Fig.”
- Each reference cited in the text must be listed in the Literature cited section, and vice versa.
- **Citations** in the main text should appear as follows:
 - One author: Mori (2005) or (Mori, 2005).
 - Two authors: Mori and Boom (2005) or (Mori & Boom, 2005).
 - More than two authors: Mori et al. (2005) or (Mori et al., 2005).
 - Manuscripts accepted for publication but not yet published: Mori (in press) or (Mori, in press).
 - Unpublished materials: S. Mori (unpubl. data) or (S. Mori, pers. comm.).
- Within parentheses, use a semicolon to separate different citations (Mori, 1991; Boom, 1993), and cite a series of references in chronological order. Use a, b, c, and so forth, for two or more papers by same author(s) in one year (e.g., Boom, 1985b; Mori, 1990a, 1990b).
- Authors are strongly encouraged to cite the relevant primary taxonomic literature and taxonomic revisions in the general text and to include these citations in the Literature cited.
- Write out uncommon **abbreviations** the first time they are used in the text.
- Abbreviate units of distance and size measurements without a period throughout the text (e.g., km, mm, ft, mi).
- Use the standard form abbreviation in IPNI’s (ipni.org) Author Query for abbreviations of authors of plant names throughout the manuscript.

- Cite authors of all **scientific names** at the rank of genus and below where first used in the text.
- Italicize all scientific names at the generic level or below.
- Spell out the genus name the first time it is used in a new paragraph. (Never begin a sentence with an abbreviated scientific name.)
- Do not use **footnotes** in the general text.
- **Numbers.** Spell out one through nine, unless it is a measurement or in a description. Use a comma with more than four digits (1000 but 10,000); 0.5 instead of .5; % instead of percent. Use 8–8.5 and not 8.0–8.5.
- **Ranges** (e.g., measurements, percentages) given in general text should be separated by the word “to”, and the numbers should each be followed by a unit of measurement. For example, “Megaspores ranged in diameter from 620 μm to 1020 μm ”. The en-dash (not the hyphen) should be used to indicate numerical ranges in diagnoses, descriptions, keys, tables, and literature citations (e.g., 8–11 cm, not 8-11 cm).
- The “times” symbol should be indicated with “ \times ” (not x).

TAXONOMIC TREATMENT

Nomenclatural text

- **Names of accepted taxa** (new or otherwise), when used as headings in a treatment, should be in boldface. Names of synonyms are italicized.
- For nomenclatural text (i.e., synonymy and typification), use one paragraph per homotypic basionym. Heterotypic basionyms are in separate paragraphs.
- Nomenclatural paragraphs should be formatted using a hanging indent.
- **Synonyms** are ordered chronologically within paragraphs, starting with the basionym; nomenclatural paragraphs with heterotypic synonyms are ordered chronologically by basionym.
- The following designations should be in boldface: sp. nov., comb. nov., hybrid nov., etc... (for all new taxa and new combinations).
- It is assumed that authors have examined all types cited. In **type citations**, indicate the duplicates that you have not seen with “n.v.” Do not use “!” for duplicates you have seen. Include initials of collectors of type specimens.
- When **designating a lectotype** (or neotype) in your manuscript, use the following format after the specimen citation: (lectotype, here designated: NY). If citing a lectotype (or neotype) previously designated, use the following format: (lectotype, designated by Mori, 1991: NY) and add this citation to the Literature cited.
- Use Index Herbariorum (<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>) for herbarium acronyms. It is not necessary to cite this publication.
- Journal and book titles should be abbreviated using the standard form abbreviation from the Publication Query in IPNI (ipni.org).
- References cited only in nomenclatural text are not included in the Literature cited section.
- Collectors and collection numbers should be in italics.

Diagnoses

- For each new species or infraspecific taxon described, it is recommended that a short formal
- diagnosis in English (preferred) or Latin be provided. The diagnosis should be self-contained. It should place the new species in some taxonomic context (for example, by comparing it to one or more closely related species or by referring to its genus or

infrageneric group), and should contain a short enumeration of essential characters (and their states) that uniquely identify the species within the taxonomic context indicated.

- The diagnosis should form a separate paragraph between the nomenclatural text and the description.

Descriptions

- Descriptions of taxa should be parallel: i.e., the same structures are described in the same order with consistent punctuation.
- Within descriptions, the conventional order of characters from base to apex should be followed. For the plant, the general order is from habit through roots, rhizomes or other underground organs, stems, leaves, inflorescences, bracts, flowers, fruits, seeds, seedlings. For flowers, the order is from general characters through calyx, corolla, androecium, and gynoecium.
- The description of a taxon may be followed by any of the following or similarly titled paragraphs: 1) Distribution or Distribution and habitat, 2) Ecology, 3) Phenology, 4) Etymology, 5) Common names, 6) Uses, 7) Conservation status. These headings should be indented on the same line as the initial text. The headings should be in italics and followed by an em dash, as in the form of a third level heading.
- General discussion should be placed after the specimens examined section, and may also contain one or more headings (e.g., Notes, Phylogenetic affinities, Intraspecific variation, etc.)

Keys

- Keys must be dichotomous and indented. Couplets should be numbered, not lettered, and the numbers followed by periods. Authors of taxa generally are not included in keys. Species are not numbered in the key unless they are not presented in alphabetical sequence in the taxonomic treatment.
- Verify that all measurements and descriptive information provided in the key matches the information in the descriptions.

Specimens examined

- Specimens examined are grouped in a separate paragraph beginning with “Additional specimens examined.” For new species do not use “Paratypes.” Citation of all specimens seen by an author is appropriate unless such a list is unduly long and repetitive, in which case “Selected specimens examined.” is used. In revisionary studies, a common widespread taxon should be treated by the citation of selected specimens that document the morphological and geographical ranges of the taxon. It is especially useful to cite specimens that were treated differently in earlier publications, that are widely accessible in major herbaria, or that are of historical value.
- Specimen citations should include locality, latitude and longitude when available, elevation
- (converted to meters if necessary), collection date, collector (“et al.” when more than two),
- collector’s number, and herbaria of deposit. It is optional to include an indication of the reproductive state of the specimen in square brackets after the collection date [e.g., bud, fl, fr, im fr, st].
- Any locality data not recorded on the specimen label but inferred from other sources should be placed in square brackets.

- Label data such as flower color and ecological descriptions of the habitat should not be included in specimen citations. Provide locality data without translation.
- Countries are cited in alphabetical order; each country begins a new paragraph. Primary national political subdivisions are cited in alphabetical order within countries; and collectors in alphabetical order within subdivisions. Although not required, collections within primary
- national political subdivisions may also be grouped by secondary political subdivisions, such as canton, municipality, county, etc., in which case the category of the political subdivision must be indicated (e.g., Mun. Belterra, Davis Co., etc.).
- For collection dates, use three letter abbreviations for months without a period (e.g., Jan, Feb, Mar, etc.)
- Authors are encouraged to provide first initials of collectors.
- Semicolons are used to separate individual collection citations within political subdivision groupings, periods to separate the political subdivision groupings themselves. Commas are used to separate collection numbers, that otherwise have identical collection data (e.g., *S. A. Mori et al. 20001, 20002*).
- In long lists of specimen citations, the abbreviation “*ibid.*” may be used to indicate repeated
- locality data from the previously listed collection.
- Use the following format (font, punctuation, data sequence, abbreviated compass directions, elevation, and spacing in coordinates) for citation of specimens:

Additional Specimens Examined. COSTA RICA. Puntarenas: Cantón Buenos Aires: Pan American Highway South, at Río Volcán, 9°10'35"N, 83°25'36"W, 395 m, 22 May 2005 [fr], *B. M. Torke & D. Santa Maria 380* (INB, MO). Cantón Golfito: Rancho Quemado, sector norte, Fila a Estero Guerra, 8°43'30"N, 83°34'40"W, 350 m, 17 Feb 1992 [fl], *J. Marín 339* (CR); 5.2 km W of Rincón, 8°42'5"N, 83°30'53"W, 90 m, 23 May 2005 [fr], *B. M. Torke et al. 382, 384* (INB, MO). **San José:** ...

ACKNOWLEDGMENTS

If there are illustrations by an individual other than the author, that individual should be cited in the Acknowledgments section.

Authors should thank manuscript reviewers.

LITERATURE CITED

- Verify all entries against sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- Author names appear in bold face in the Literature cited.
- Cite references in alphabetical order by the surname of the first author. (Multi-authored references are listed in alphabetical order of authors.)

- List works by the same author(s) chronologically, beginning with earliest date of publication.
- Cite references by a single author before multiauthored references by the same author.
- Multiauthored references with two authors should be listed before other multiauthored references with 3 or more authors.
- Use one or more long dashes when the author(s) are the same as in the immediately preceding
- citation.
- “In press” citations must have been accepted for publication; give name of journal or publisher.
- Insert a space after each initial of an author's name.
- Write journal names and book titles in full, without abbreviation.
- Titles of books are written in lower case except the first word and proper nouns and as required in original language of titles.

Examples of Literature cited

JOURNAL ARTICLES

Bernal, R., Jr. 1989. Proposal to conserve *Bactris ciliata* (R. & P.) C. Martius (Palmae). *Taxon* 38: 520–522.

de Nevers, G. 1988. *Bactris diviscupula* and *Bactris fuscospina* reexamined. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1151–1152.

Stevenson, D. W. & K. J. Norstog. 1999. Pubescence of cycad pinnae. *Opera Botanica* 58: 435–469.

———, ——— & **D. V. Molsen.** 1996. Midribs of cycad pinnae. *Brittonia* 48: 67–74.

Turrill, N. L., D. K. Evans & F. S. Gilliam. 1994. Identification of West Virginia members of the *Dentaria* complex (Brassicaceae) using above-ground morphological characters. *Castanea* 59: 22–30.

SERIES

Glassman, S. 1972. A revision of B. E. Dahlgren's index of American palms. *Phanerogamarum Monographiae* 6: 1–294.

Edited Series

Brotherus, V. F. 1925. *Cryphaea*. In: A. Engler (ed.), *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, ed. 2, 11: 77–80. Wilhelm Englemann, Leipzig.

Fryxell, P. A. 1988. A synopsis of the neotropical species of *Triumfetta* L. (Tiliaceae). Pp. 167–192. In: P. Matthew & M. Sivadasan (eds.), *Diversity and taxonomy of tropical flowering plants*. Mentor Books, Calicut, India. (rearrange: “L.” before (Tiliaceae)).

Robbins, R. L. 2001. Sapindaceae. In: W. D. Stevens, C. Ulloa Ulloa, A. Pool & O. M. Montiel (eds.), *Flora de Nicaragua. Angiospermas: Pandanaceae–Zygophyllaceae*. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 85: 2307–2332.

SERIES (SINGLE AUTHOR)

Burret, M. 1933–1934. *Bactris* und verwandte Palmengattungen. Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis 34: 167–184 [1933], 185–253 [1934].

BOOK

Wallace, A. 1853 [1854]. Palm trees of the Amazon and their uses. Van Hoorst, London.

ONLINE PUBLICATIONS

Guiry, M. D. & G. M Guiry. 2015. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (Searched 20 October 2015).

IUCN. 2001. IUCN Red List categories and criteria. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

<http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/Red List/Red Listcatsenglish.pdf>.

SOFTWARE

Colwell, R. K. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species samples. (Downloadable from: purl.oclc.org/estimates).

WEBSITE

Mori, S. A., N. P. Smith, X. Cornejo & G. T. Prance. 18 March 2010 onward. The Lecythidaceae Pages. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.

<http://sweetgum.nybg.org/lp/index.php> (Accessed 21 January 2016).

FIGURE CAPTIONS

- Are placed at the end of the Manuscript Text file and begin on a new page.
- Captions must be brief, self-contained explanations of the illustrations.
- Number figures consecutively in the order that they are cited in the text with Arabic numerals.
- Type captions as separate paragraphs, use bold small caps font for the figure number heading and bold capitals for the letters corresponding to different parts of the same figure, e.g.:
FIG. 1. *Topobea intricata*. **A.** Habit. **B.** Representative leaves (abaxial surfaces) from one node. **C.** Floral peduncle, floral bracts, and young fruiting hypanthium. **D.** Outer floral bract. **E.** Inner floral bract. **F.** Petal. **G.** Representative stamens, profile view (left) and 3/4 dorsal view (right). **H.** Seeds. (A–C from the holotype; D–H from *A. C. Smith 399*, NY).
FIG. 2. *Oenocarpus circumtextus*. **A.** Habit. **B.** Inflorescence (*Bernal 323*, NY).
FIG. 3. Geographical distribution of *Solanum morii*. Open circles represent collection localities sampled in the morphometric study.
- The specimen(s) on which the illustrations are based must be noted in the caption.
- Do not include non-alphanumeric symbols (lines, dots, stars, etc.) in captions; label them on the figure itself or refer to them by name in the caption.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the caption.

PREPARATION AND SUBMISSION OF TABLES

- Other than overall size, tables should be formatted such that they appear as intended in the final publication.
- Tables can be oriented in portrait or landscape.
- Tables can be prepared to be printed 1- or 2-column width; plan accordingly.
- Tables should be numbered consecutively using Arabic numerals in the order that they are cited in the text.

- The title should be centered above the table and should use bold small caps for the table number heading followed by normal font (see the example table below).
- Definitions for abbreviations used in the table and other explanation should be placed as one or more footnotes in a separate paragraph below the table. Superscripts referring to footnotes should be lowercase letters, not numbers.
- The title and footnotes should be in 12pt Times New Roman Font. Text within the table should also be in Times New Roman Font and should be large enough that it will be clearly readable in the final publication.
- Data in tables should match perfectly those in the text and keys.
- References cited in tables must be included in the Literature cited.
- An example of a Table formatted for Brittonia follows:
- Each table must be uploaded in Editorial Manger as a separate file as a formatted Table in MS Word (without the grid showing). The title of the table and footnotes should be included in the same file. The file name must contain the table number.

PREPARATION AND SUBMISSION OF FIGURES

- All figures (photographs, illustrations or graphs) should be cited in the text, and numbered
- consecutively with Arabic numbers in the order that they are cited.
- All original artwork must be signed.
- Figures should not have large amounts of unused space.
- **All taxa newly described in the manuscript must be illustrated**, and whenever possible the
- illustrations should show the essential characters that distinguish the new taxon from close relatives.
- Illustrations may consist of line drawings, photographs, paintings, shaded artwork, etc.; however, photographs (and other halftones) should not be mixed together with line art in the same figure.
- The publisher reserves the right to reduce or enlarge illustrations, hence scale bars are used and not magnification factors.
- Parts of a plate or line drawing should be labeled A, B, C, etc. (not numbered as separate figures).
- Maps should have a border, an indication of latitude/longitude, a distance scale, and should not have a large amount of unused area.
- Two widths for figures are possible, 6.2 cm (single column) or 13.8 cm (full page width). Figures must not exceed 20 cm long, and space should be left within that 20 cm for the caption. **Please prepare figures at the correct size and proportions for publication.**
- Color figures will be published free of charge online. For color in the print version, authors will be expected to pay the publisher for the extra costs. However, the fee for color may be waived per the discretion of the Editor-in-Chief. Brittonia reserves the right to convert color figures to black and white (or grayscale) for the print version of the journal. Thus, **we encourage authors to use color sparingly** and discourage its use in graphs, drawings, and maps, unless necessary. Please prepare figures such that conversion to black and white will not result in the loss of significant information content.
- Submit all figures as separate files and do not integrate them within the text.
- The file name should include the figure number.
- Figures should be **submitted initially as low resolution (200 dpi) JPEG files** (or other broadly accessible file format) for review purposes, but **before the manuscript will be accepted for publication, these must be replaced with high resolution versions of the figures.**

- Final versions of line art should be scanned and submitted at 1200 dpi; halftones (e.g., photographs and paintings) at 300 dpi.
- §□ High resolution scanning of non-electronic artwork is the responsibility of the author.
Line art
- should be scanned as grayscale or bitmap.
- **The preferred final formats are EPS for vector graphics exported from a drawing program and TIFF for halftones and line drawings.** EPS files must always contain a preview in TIFF of the figure. Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files. Save color figures as RGB (8 bits per channel).
- Figure captions are submitted separately from figures as part of the Manuscript Text file (see
- previous instructions)

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

- If Electronic supplementary material (ESM) is submitted, it will be published as received from the author in the online version only. Reference will be given in the printed version.
- ESM files are to be submitted separately in the Editorial Manager submission platform.
- ESM may consist of:
 - Information that cannot be printed: animations, video clips, sound recordings (use QuickTime,.avi, .mpeg, animated GIFs, or any other common file format)
 - Information that is more convenient in electronic form: DNA sequences, check lists, etc.
 - Large quantities of original data that relate to the paper, e.g. additional tables, large numbers of illustrations (color and black & white), etc.
- If supplying any ESM, the text must make specific mention of the material as a citation.
- Legends must be brief, self-sufficient explanations of the ESM.
- ESM is to be numbered and referred to as Suppl. Material 1, Suppl. Material 2, etc.
- File size should not exceed 2 MB.

Data

- It is the expectation of the editors and publisher that authors will make the data underlying published articles available. Any impediments to data sharing should be brought to the attention of the editors at the time of submission.
- Papers in disciplines such as anatomy, ethnobotany, cytology, phytochemistry, and molecular
- systematics must cite voucher specimens.
- DNA, RNA, or protein sequences corresponding to >200 nucleotides and not provided in the text of manuscripts must be archived in an appropriate data bank, preferably GenBank. The data bank accession numbers for these sequences must be provided in the final revised version of the manuscript. Sequences of <200 nucleotides should be submitted in an appendix or as supplementary material.
- Data matrices for phylogenetic studies should be uploaded to public data repositories such as
- TreeBase, and the accession number(s) cited in the final manuscript.

CAPÍTULO 3

Padrão de vascularização de plântulas de Asteraceae e sua importância na taxonomia e filogenia

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Brazilian Journal of Botany*.

Andressa Pelozo^{1,2} e Luiz Antonio de Souza¹

Padrão de vascularização de plântulas de Asteraceae e sua importância na taxonomia e filogenia

¹Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, Avenida Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, Paraná, Brasil

²Autor para correspondência. E-mail: peloza.andressab@gmail.com

Abstract The seedling vascularization was investigated in 10 species of Asteraceae, from the State Parks Vila Velha and Guartelá, Brazil. The seedlings were obtained in greenhouse and analyzed by transversal sections of botanical material stuck in historesin in a rotating microtome. The roots are diarch and tetrarch, and the root-stem transition region is classified as high intermediate, low intermediate and high. The node is trilacunar in almost all species. The species, in general, have vascularization pattern, culminating in the formation of trilacunar node with three traces for each cotyledon, being a central double and two simple lateral ones. Unilacunar node, registered in Eupatorieae, is a secondary and derived character in the Asteraceae.

Keywords Collet, cotyledonary node, hypocotyl, root, root-stem transition region

Resumo A vascularização de plântulas foi investigada em 10 espécies de Asteraceae, oriundas dos Parques Estaduais Vila Velha e Guartelá, Brasil. As plântulas foram obtidas em casa de vegetação e analisadas mediante seções transversais de material botânico emblocado em historresina em micrótopo de rotação. As raízes são diarcas e tetrarcas, e a região de transição raiz-caule é classificada como pertencente aos tipos intermediário alto, intermediário baixo e alto. O nó é trilacunar em quase todas as espécies. As espécies, em geral, têm padrão de vascularização, que culmina na formação de nó trilacunar com três traços para cada cotilédone, sendo um duplo central e dois simples laterais. Nó unilacunar, registrado em Eupatorieae, é caractere secundário e derivado nas Asteraceae.

Palavras-chave coleto, hipocótilo, nó cotiledonar, raiz, região de transição raiz-caule

Introdução

A vascularização da plântula tem interesse teórico particular porque representa a primeira realização madura da coordenação vascular entre o caule/folhas e raiz, a partir do sistema procambial do embrião (Esau 1965). Complementa a autora que a sequência de diferenciação desta coordenação poderia refletir as influências distintas dos meristemas apicais nos dois polos do embrião.

A vascularização de plântulas tem sido objeto de estudo de pesquisadores desde o século XIX, cuja ênfase é voltada para a região de transição raiz-caule e para o nó cotiledonar. Dentre os inúmeros trabalhos sobre vascularização de plântulas de dicotiledôneas *sensu lato*, destaca-se o de Compton (1912) que é um extenso tratado sobre estrutura de plântulas de

Leguminosae. Souza (2009) também registra vascularização de plântulas pertencentes a diferentes famílias, como Leguminosae, Bignoniaceae, Annonaceae, Rutaceae, Amaranthaceae, Clusiaceae, Apocynaceae, Cactaceae e Asteraceae.

A vascularização da região de transição raiz-caule de plântulas de Asteraceae tem sido apontada como típica da família, em que se formam traços cotiledonares independentes e comuns (Dangeard 1889; Siler 1931; Thiel 1934; Arschwager 1943), que difere daquele da maioria das dicotiledôneas *sensu lato* investigada (Souza 2009). Este padrão de vascularização das Asteraceae tem sido confirmado por estudos mais recentes, como os de Santos et al. (2014), Kellermann et al. (2016) e Santos & Souza (2017).

Variações na estrutura da região de transição dependem do número de traços de folhas que continuam nos cotilédones e dos níveis exatos que essas mudanças ocorrem (Esau 1965). Nós unilacunares com dois traços distintos são comumente encontrados nos nós cotiledonares de várias angiospermas (Takhtajan 1980). No entanto, três traços (um traço duplo e dois traços colaterais) foram registrados em algumas espécies de Asteraceae (Lee 1914; Siler 1931; Thiel 1934; Artschwager 1943; Santos et al. 2014; Kellermann et al. 2016).

A investigação estrutural das plântulas pode fornecer características distintas e exclusivas dentro de um mesmo grupo. Em se tratando da vascularização de plântulas na região de transição, ligação entre o sistema vascular da parte aérea e a raiz em algum estágio do desenvolvimento inicial, o que se observa são poucos os trabalhos que abordam essa região, e a literatura encontra-se incompleta, no que diz respeito ao desenvolvimento desta conexão.

Assim, o presente trabalho objetiva a análise da vascularização de 10 espécies de Asteraceae, ocorrentes nos campos gerais, com a finalidade de: a) investigar se estas espécies mantêm o padrão de vascularização das espécies já estudadas; b) indicar caracteres que possam identificar gêneros e tribos de Asteraceae; e c) identificar caractere que possa ser útil na filogenia da família.

Material e métodos

As espécies selecionadas para estudo foram coletadas no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), sob as coordenadas 25° 14' 09" S, e 50° 00' 17" O, município de Ponta Grossa, e Parque Estadual de Guartelá (PEG), sob as coordenadas 24°39'10"S e 50°15'25"O, município de Tibagi. Foram coletados ramos com flores e cipselas das espécies entre março

de 2013 e janeiro de 2015 e as exsicatas confeccionadas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM) (Tab. 1).

Tabela 1 Espécies de Asteraceae coletadas no Parque Estadual de Vila Velha (*) e Parque Estadual do Guartelá (**), Brasil.

Subfamília/Espécies	Tribo	Local de coleta	Número de registro
Asteroideae			
<i>Gyptis pinnatifita</i> Cass.		Campo seco**	HUEM 24596
<i>Mikania sessilifolia</i> DC.	Eupatorieae	Afloramento rochoso*	HUEM 24535
<i>Mikania smaragdina</i> Dusén ex Malme		Campo úmido**	HUEM 24643
<i>Mikania triphylla</i> Spreng. ex Baker		Afloramento rochoso **	HUEM 24630
<i>Calea pinnatifida</i> (R.Br.) Less.	Heliantheae	Campo úmido**	HUEM 24642
<i>Senecio oleosus</i> Vell.	Senecioneae	Campo seco*	HUEM 24528
Cichorioideae			
<i>Vernonanthura chamaedrys</i> (Less.) H.Rob.	Vernonieae	Afloramento rochoso *	HUEM 24604
Gochnatioideae			
<i>Moquiniastrum paniculatum</i> (Less.) G. Sancho	Gochnatieae	Campo seco**	HUEM 24545
<i>Moquiniastrum sordidum</i> (Less.) G. Sancho		Campo seco**	HUEM 24544
Mutisioideae			
<i>Mutisia speciosa</i> Aiton ex Hook.	Mutisieae	Campo úmido*	HUEM 24628

Subfamílias e tribos seguem o que foi proposto no estudo de Mandel et al. (2017).

As cipselas coletadas de vários espécimes foram esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio a 10% por cinco minutos e imersas em água destilada por cinco minutos. Em seguida, estas cipselas foram colocadas em papel de filtro contido em placas de Petri previamente esterilizadas (Oliveira 2001). Ao menos 100 cipselas, por espécie, foram germinadas em câmara de germinação TE 400 Tecnal, à temperatura constante de 21°C e fotoperíodo de 12 horas. As cipselas germinadas foram transferidas para solo (mistura de solo e substrato orgânico em igual proporção) contido em sacos plásticos, mantidos em casa de vegetação. As plântulas obtidas, em diferentes fases de desenvolvimento, foram fixadas em FAA 50 e glutaraldeído, e armazenadas em álcool etílico 70% (Johansen 1940).

Para o estudo da vascularização, foram realizadas seções transversais de 7µm de espessura, em micrótomo rotativo (Leica), de fragmentos da raiz, coleto, hipocótilo, região do nó cotiledonar e epicótilo mediante inclusão em historresina (Leica®). As lâminas obtidas foram coradas em azul de toluidina (O'Brien et al. 1965) e montadas em resina sintética. As imagens foram obtidas em microscópio de captura de imagem Leica ICC50.

Resultados

As raízes da maioria das espécies estudadas são diarcas (Fig. A), enquanto *Mikania smaragdina* e *Mikania triphylla* possuem raiz tetrarca. Como é padrão em raízes, os cordões de xilema primário se alternam com os do floema primário (Fig. 1A-B).

Nas espécies de raízes diarcas, a região de transição raiz-caule inicia-se com a subdivisão dos dois cordões floemáticos em níveis diferentes do eixo da plântula (Tab. 2). As espécies de raízes tetrarcas mantêm os quatro cordões floemáticos indivisos. Em seguida, os elementos traqueais do metaxilema, que ocupam a região central da raiz diarca ou tetrarca, se afastam dando lugar a medula parenquimática (Fig. 1C), evento que pode ocorrer na base da raiz, no coleto ou no hipocótilo. Na sequência, os cordões floemáticos e os elementos traqueais afastados e dispostos ao redor da medula parenquimática, com adição de novos elementos vasculares (Fig. 1D), se organizam nos traços cotiledonares e epicotiledonares. Para cada cotilédone, os traços são organizados em um independente duplo e dois traços simples comuns que se afastam do cilindro e se dividem em mais dois traços, um para cada cotilédone. Assim, o nó cotiledonar é trilacunar com três traços, um duplo independente e dois simples comuns a ambos os cotilédones (Fig. 1E). A condição exarca da raiz se modifica para a condição endarca do caule na região próxima ao nó cotiledonar. Entre as 10 espécies analisadas, apenas *Gyptis pinnatifita* tem nó unilacunar, isto é, só possui um traço com uma lacuna, sendo desprovida dos dois traços comuns (Fig. 1F).

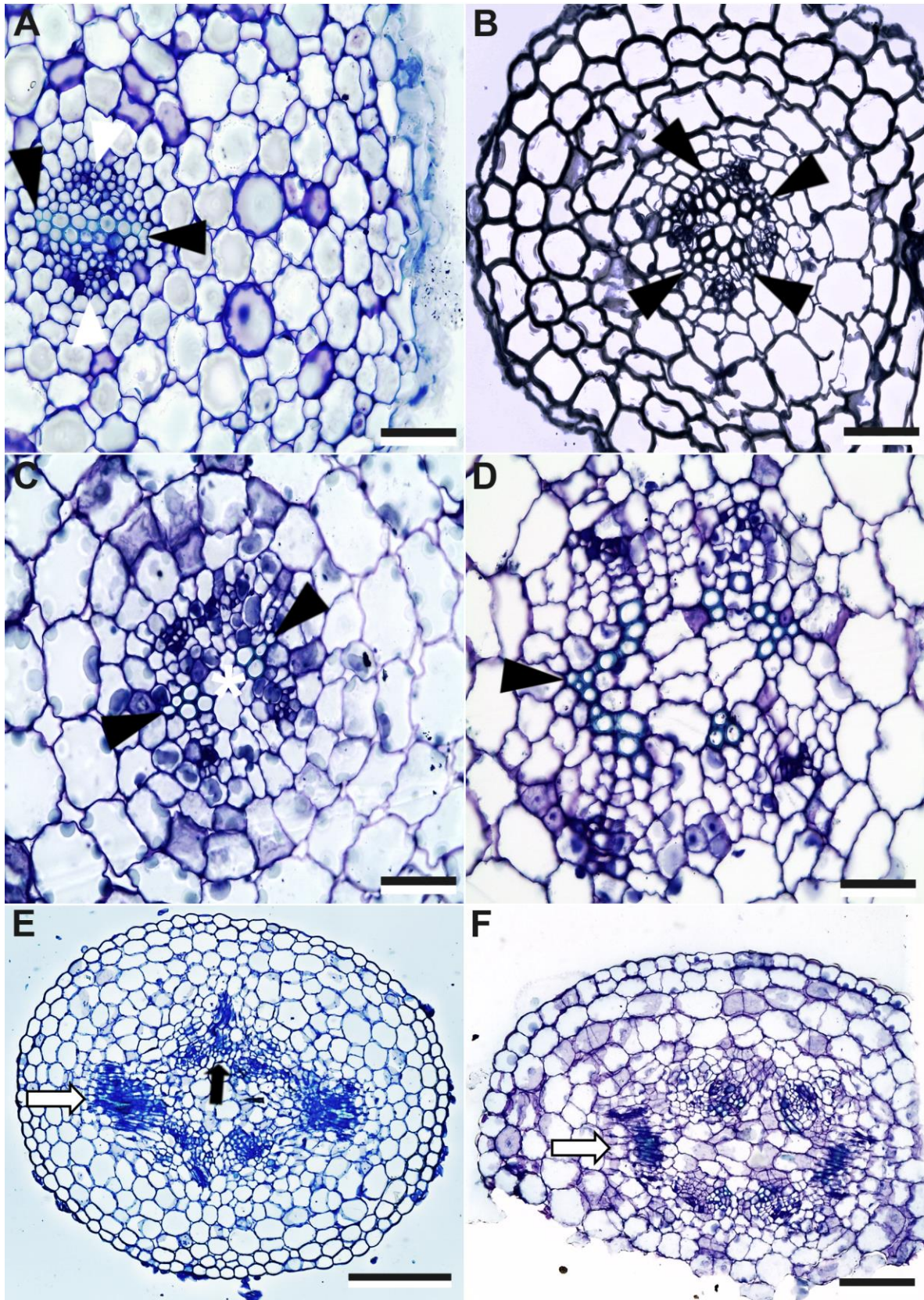


Figura 1 - Estrutura da região de transição raiz/caule de *Moquiniastrum sordidum* (A), *Mikania smaragdina* (B), *Calea pinnatifida* (C), *Gyptis pinnatifida* (D, F) e *Mikania sessilifolia* (F). A - Raiz diarca; B - Raiz tetraarca; C - Coleto; D - Hipocótilo; E - Nó trilacunar; F - Nó unilacunar. Asterisco= medula; Ponta da seta branca= floema primário; Ponta da seta preta= xilema primário; Seta branca=traço cotiledonar independente duplo; Seta preta=traço cotiledonar simples; Barras: A-D, F 50 μ m; E 200 μ m

Tabela 2. Características estruturais e da zona de transição raiz/caule das plântulas de Asteraceae.

Subfamília/ Tribo/ Espécie	Características				
	Raiz	Zona de transição raiz/caule			Traço cotiledonar
		Divisão do floema	Afastamento dos elementos traqueais	Nível de transição*	
Subfamília Asteroideae					
Eupatorieae					
<i>Gyptis pinnatifita</i>	Diarca	Base do hipocótilo	Base do hipocótilo	Intermediário alto	Unilacunar
<i>Mikania sessilifolia</i>	Diarca	Coletos	Coletos	Intermediário alto	Trilacunar
<i>Mikania smaragdina</i>	Tetrarca	Não ocorre	Coletos	Intermediário alto	Trilacunar
<i>Mikania triphylla</i>	Tetrarca	Não ocorre	Coletos	Intermediário alto	Trilacunar
Heliantaeae					
<i>Calea pinatifida</i>	Diarca	Coletos	Coletos	Intermediário alto	Trilacunar
Senecioneae					
<i>Senecio oleosus</i>	Diarca	Superior do hipocótilo	Superior do hipocótilo	Alto	Trilacunar
Subfamília Cichorioideae					
Vernonieae					
<i>Vernonanthura chamaedrys</i>	Diarca	Superior do hipocótilo	Superior do hipocótilo	Alto	Trilacunar
Subfamília Gochnatioideae					
Gochnatieae					
<i>Moquiniastrium paniculatum</i>	Diarca	Base do hipocótilo	Base do hipocótilo	Intermediário alto	Trilacunar
<i>Moquiniastrium sordidum</i>	Diarca	Superior do hipocótilo	Superior do hipocótilo	Alto	Trilacunar
Subfamília Mutisioideae					
Mutisieae					
<i>Mutisia speciosa</i>	Diarca	Superior do hipocótilo	Superior do hipocótilo	Alto	Trilacunar

*Nível de transição de acordo com a classificação de Compton (1912).

Discussão

Raízes diarcas foram encontradas nas plântulas de Asteraceae investigadas, exceto em *Mikania smaragdina* e *Mikania triphylla* que têm raízes tetrarcas. Trabalhos recentes sobre plântulas de Asteraceae, como os de Santos et al. (2014), Kellerman et al. (2016) e Santos & Souza (2017), registram comumente raízes diarcas e apenas uma, *Cosmos sulphureus*, como tetrarca. Eames (1961) e Duke (1969) consideram que o cilindro vascular de raízes primárias é frequentemente diarco ou tetrarco, sendo raro o tipo monarco. Duke (1969) sugeriu que as raízes tetrarcas constituem um caractere básico no processo evolutivo das plantas, especialmente por estarem associadas a plantas lenhosas. No caso das Asteraceae, esta condição básica parece não se aplicar, porque espécies lenhosas, de porte arbóreo, como *Moquiniastrium paniculatum* e *Moquiniastrium sordidum*, possuem raízes diarcas.

O caractere número de polos protoxilemáticos parece não ter valor taxonômico nem filogenético, por estar associado mais a condições ambientais e a idade da raiz. Guttemberg (1968) registra que raízes de idades e origens ambientais diversas podem apresentar aspectos estruturais diferentes. Aliás, a variação de polos protoxilemáticos pode ocorrer dentro da mesma família, como, por exemplo, em Bignoniaceae que tem plântulas com três a cinco polos (Souza 2009), e do mesmo gênero, como *Mikania*, que tem raízes diarcas e tetrarcas (Tab. 2).

A vascularização do hipocótilo, nas espécies de Asteraceae aqui estudadas, tem estrutura de raiz em quase toda sua extensão ou, como acontece na maioria das espécies, a estrutura é de transição entre raiz e caule. Isto também foi verificado em todas as outras espécies investigadas recentemente (Santos et al. 2014, Kellerman et al. 2016, Santos & Souza 2017). Compton (1912) acha que o hipocótilo não deve ser considerado como tendo estrutura de raiz ou caule, como órgão composto com estrutura de raiz e caule, ou mesmo um membro *sui generis* da planta, mas sim uma região especializada de um eixo primitivamente indiferenciado. Nós preferimos não adotar o conceito de Compton (1912), por considerá-lo um órgão importante da plântula no processo de transição da condição exarca da raiz para endarca do caule e por sua importância ecológica na fase de plântula no desenvolvimento de uma determinada espécie.

Em nosso trabalho a região de transição raiz-caule foi classificada em tipos, como intermediário alto, intermediário baixo ou simplesmente alto (Tab. 2), baseado em terminologia proposta por Compton (1912). É interessante enfatizar que o tipo baixo, em que o fenômeno da transição começa abaixo do coleto e se completa na região do coleto ou,

raramente, na base do hipocótilo, não foi encontrada em nenhuma espécie de Asteraceae, mesmo em consulta à literatura. Não sabemos se este fato está ligado à ecofisiologia da planta ou se está relacionado ao processo evolutivo. Estes tipos parecem não ser consistentes na separação de espécies, gêneros ou tribos, mas é conveniente registrar que as duas espécies de *Moquiniastrum* têm tipos diferentes de transição raiz-caule (Tab. 2).

As espécies de Asteraceae têm nó cotiledonar trilacunar, com um traço duplo independente e dois traços simples que são comuns a ambos os cotilédones. Entretanto, *Gyptis pinnatifita* constitui exceção entre as espécies analisadas, apresentando nó unilacunar com um traço (Tab. 2). Na literatura recente foi registrada também uma única espécie, *Mikania cordifolia*, com nó unilacunar, todas as demais são trilacunares (Santos et al. 2014; Kellerman et al. 2016; Santos & Souza 2017) (Tab. 3). Takhtajan (1980) faz uma revisão de estrutura nodal em angiospermas e conclui, com base em vários argumentos, que o tipo unilacunar de estrutura nodal é secundário nas antófitas, tendo se originado do tipo básico tripentalacunar. Nossos resultados, somados aos dados de outras espécies de Asteraceae (Santos et al. 2014; Kellerman et al. 2016; Santos & Souza 2017), indicam preliminarmente que o nó cotiledonar unilacunar ocorre apenas em Asteroideae e em espécies de tribo considerada derivada, como é o caso das espécies *Gyptis pinnatifita* e *Mikania cordifolia* que pertencem à tribo Eupatorieae.

Em conclusão, pode-se afirmar que em geral as plântulas de Asteraceae analisadas têm um padrão de vascularização, definido por uma raiz diarca ou tetraarca, uma transição raiz-caule que se completa próximo ou no nó cotiledonar, e por apresentar nó cotiledonar trilacunar com três traços, um duplo independente e dois simples comuns aos dois cotilédones. Quanto aos caracteres das plântulas que possam ter valor diagnóstico entre as espécies de Asteraceae, pode-se concluir que eles são geralmente pouco consistentes. No tocante à filogenia, a identificação de nó unilacunar somente em Eupatorieae, Asteroideae, indica que este tipo de estrutura nodal é secundário nas Asteraceae, tendo se formado, provavelmente, por redução do nó trilacunar.

Tabela 3. Características estruturais e da zona de transição raiz/caule das plântulas de Asteraceae comparando os resultados obtidos em diferentes estudos com espécies coletadas no Paraná, Brasil.

Subfamília	Características			
	Raiz	Zona de transição raiz/caule		Traço cotiledonar
		Divisão do floema	Nível de transição*	
Subfamília Asteroideae				

Eupatorieae				
<i>Mikania cordifolia</i> DC. 3		Superior do hipocótilo	Intermediário alto	Unilacunar
<i>Praxelis clematidea</i> R.M. King & H. Rob. 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Symphypappus casarettoi</i> B. L. Rob 3	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
Heliantheae				
<i>Calea pohliana</i> Sch. Bip. ex Baker 3	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav 1	Tetrarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk 1	Diarca	Base do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav. 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Tridax procumbens</i> L. 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Verbesina sordecens</i> DC. 3	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
Helenieae				
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
Astereae				
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
Subfamília Cichorioideae				
Vernonieae				
<i>Chrysolea cognata</i> (Less.) Dematt. 3	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth 1	Diarca	Base do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
<i>Lessingianthus grandiflorus</i> (Less.) H. Rob. 3	Diarca	Superior do hipocótilo	Intermediário alto	Trilacunar
<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusénex Malme 2	Diarca	Superior do hipocótilo	Alto	Trilacunar
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H. Rob. 3	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar
Cichorieae				
<i>Crepis japonica</i> (L.) Benth 1	Diarca	Superior do hipocótilo	Alta	Trilacunar
<i>Sonchus oleraceus</i> L. 1	Diarca	Meio do hipocótilo	Intermediário baixo	Trilacunar

*Nível de transição de acordo com a classificação de Compton (1912). 1,2,3 Dados obtidos dos trabalhos de: 1. Santos et al. (2014), 2. Kellerman et al. (2016) e 3. Santos & Souza (2017).

Contribuições dos autores

AP coletou e fixou as plantas, realizou as experiências de germinação das cipselas, promoveu as seções anatômicas do material botânico, analisou anatomicamente as plântulas, forneceu importantes literaturas anatômicas, capturou as imagens em microscópio óptico e eletrônico de varredura, e preparou o manuscrito para submissão. LAS planejou o estudo e revisou o manuscrito. Os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Agradecimentos

Nós agradecemos à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil) pelo apoio financeiro na execução do trabalho. Agradecemos também ao IAP (Instituto Ambiental Paranaense), que possibilitou a realização de coletas de material botânico nos Parques Estaduais Vila Velha e Guartelá, e ao Dr. Jimi N. Nakajima, pela identificação das espécies investigadas de Asteraceae.

Referências

- Artschwager E (1943) Contribution to the morphology and anatomy of Guayule (*Parthenium argentatum*). Tech Bull 842:1–34
- Compton, RH (1912) Investigation of the seedling structure in Leguminosae. The J Linn Society 41:1-122
- Dangeard PA (1889) Recherches sur le mode d' union de la tige et de la racine chez le dicotyledones. Botaniste 1:75–125
- Duke JA (1969) On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. Ann MO Bot Gard 56:125–161
- Eames AJ (1961) Morphology of the angiosperms. McGraw-Hill Book Company, New York
- Esau K (1965) Vascular differentiation in plants. New York, Holt, Rinehart and Winston
- Guttenberg von H (1968) Der primäre Bau der Angiospermenwurzel. In: Linsbauer K, Tischler G, Pascher A, eds. *Handbuch der Pflanzenanatomie, Vol. VIII*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1–472

Johansen DA (1940) Plant microtechnique. New York, McGraw-Hill. Book Company Inc., 523 p

Kellermann B, Bona C, Souza LA (2016) Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). Rodrig. 3: 627-638

Lee E (1914) Observations on the seedling anatomy of certain Sympetalae. II. Compositae. Ann Bot 28:303–329

Mandel JR, Barker MS, Bayer RJ, Dikow RB, Gao TG, Jones KE, Keeley S, Kilian N, Ma H, Siniscalchi CM, Susanna A, Thapa R, Watson L, Funk VA (2017) The Compositae Tree of Life in the age of phylogenomics. J Syst Evol. doi: 10.1111/jse.12265

Oliveira DMT (2001) Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. Braz J Bot 24: 85-97

O'Brien TP, Feder N, Mccully ME (1965). Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. Protoplasma 59: 368-373

Santos LS, Dariva HS, Muller RH, Almeida OJG, Souza LA (2014) Seedling structure in Asteraceae weedy species: considerations on the vasculature system. Braz J Bot 37: 631-635

Santos LS, Souza LA (2017) Morfoanatomia do sistema subterrâneo e de plântulas de Asteraceae ocorrentes no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá

Siler MB (1931) The transition from root to stem in *Helianthus annuus* L. and *Artium minus* Bernh. Am Midl Nat 12:425–487

Souza LA (2009) Sementes e plântulas - germinação, estrutura e adaptação. 1. ed. Ponta Grossa: Toda Palavra Editora, 280 p

Takhtajan AL (1980) Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). Bot Rev 46:225–359

Thiel AF (1934) Anatomy of the transition region of *Helianthus annuus*. J Elisha Mit Sci Soc 50:268–274

ANEXO 3

Brazilian Journal of Botany – Instructions for authors

1. Article Types

The *Brazilian Journal of Botany* considers for publications original articles, short communications, and reviews.

Original articles should not exceed 30 doubled-spaced pages, including tables, figures, and references.

Longer articles might be considered, provided they are concise and its length is needed to properly convey its results. The sections of original articles should be:

- Abstract
- Introduction
- Material and methods
- Results
- Discussion
- Authors' contributions
- Acknowledgements
- References

Short Communications are handled rather flexible. The average article in this category has 4-6 printed

pages (including references) and the "Results" and "Discussion" section are usually combined.

Reviews should be submitted by invitation only.

2. Submission Fee

The submission fee is not applicable to members of São Paulo Botany Society. For non-members, a nonrefundable

fee is required for each manuscript submitted to the journal, as follows:

- BRL 50 for Brazilian authors
- USD 20 for foreign authors

To proceed with payment: <http://botanicasp.org/en/journal-submission>

3. Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that

it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved

by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible

should there be any claims for compensation.

4. Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

5. Online Submission

Manuscripts should be submitted through the online submission system at

<https://www.editorialmanager.com/BRJB>.

6. Title Page

The title page should include the following items (please do not include any text other the ones described below):

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title (in bold)
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- We highly encourage authors to provide the 16-digit ORCID number (www.orcid.org)

7. Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

8. Keywords

Please provide 4 to 6 keywords for indexing purposes. These key-words should appear in alphabetic order. Please do not include words already used in the article title.

9. Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word

- Use a normal, plain font (e.g., 12-point Times Roman) and double line for text.
- Use the automatic page numbering function to number the pages (do not use line numbering function).
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).
- Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX (LaTeX macro package (zip, 182 kB)
- The use of footnotes is highly discouraged.
- Apply italic fonts only for scientific names, descriptions or diagnosis of new taxa, the names and numbers of collectors, and for genetic or statistical symbols.
- Numbers up to nine should be written in full, except if followed by units, or if indicating tables or figures (Examples: 21 L, 20.32 mg, Table 1);
- Separate units from values by placing a space (except for percentages, or geographical degrees, minutes and seconds). Use abbreviations whenever possible.

10. Headings

Headings should be numbered following the decimal system, a maximum of three levels is allowed (e.g. 1.1; 1.2; 1.2.1)

11. 1) Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

12. Scientific Style

- Please always use internationally accepted signs and symbols for units (SI units).
- Genus and species names should be in italics.
- Taxonomic authorities should be cited for all taxon names at the species level rank and below at their first usage in the text.
- Please use the standard mathematical notation for formulae, symbols etc.
- For compound units, use exponentiation; do not slash. Example: mg day⁻¹ instead of mg/day, $\mu\text{mol min}^{-1}$ instead of $\mu\text{mol/min}$)
- Use Italic for single letters that denote mathematical constants, variables, and unknown quantities
- Use roman/upright for numerals, operators, and punctuation, and commonly defined functions or abbreviations, e.g., cos, det, e or exp, lim, log, max, min, sin, tan, d (for derivative)
- Use bold for vectors, tensors, and matrices.

- Manuscripts submitted to the journal are expected to adhere to internationally accepted nomenclature for receptors (www.guidetopharmacology.org) and enzymes (International Union of Biochemistry and Molecular Biology)

13. Citations

References within the main text should appear in parenthesis as in the examples below. For multiple citations, use ascending chronological order:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

14. Author Contribution Statement

Authors must provide a short description of the contributions made by each listed author (please use initials). This will be published in a separate section before the Acknowledgments.

15. Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

16. Reference List

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of intext

citations and reference list: EndNote style (zip, 2 kB)

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should

only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list. Entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically. Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see ISSN LTWA. If you are unsure, please use the full journal title.

○ Journal Article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of "et al" in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325-329

○ Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

○ Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

○ Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

○ Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

○ Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California, Berkeley.

○ **Personal communications and unpublished works** should only be mentioned in the text

Example: (SE Sanchez, unpublished data).

○ **Events**

Döbereiner J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S Watanabe, coord.). Aciesp, São Paulo, v.3, pp.1-6

○ **In taxonomic papers**, cite botanical material in detail in the following sequence: place and date of collection, collector's name and number, and herbarium abbreviation, according to the samples below (except for historical collections in which location data is vague lacking):

BRAZIL. Mato Grosso: Xavantina, s.d., HS Irwin s.n. (HB3689). São Paulo: Amparo, 23-XII-1942, JR Kuhlmann & ER Menezes 290 (SP); Matão, BR 156, 8-VI-1961, G Eiten et al. 2215 (SP, US).

BRAZIL. São Paulo: São Paulo, Jardim Botânico, Lago das Ninféias, 23°38'20.5"S, 43°37'18"W, 23-XII-1942, FC Hoehne s.n. (SP)

17. Tables

- Tables should be submitted separately from the text.
- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.
- Avoid abbreviations (except for units).
- Do not insert vertical lines.
- Use horizontal lines only to stress the header and close the table.

18. Artwork and Illustrations Guidelines

- Supply all figures electronically, saved as eps, tif, or similar format.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.
- Do not submit the figures saved as doc, ppt, pptx, bitmap format.
- Do not use letters that are used for internal legends of each image.
- Use bar scales to indicate size placed in the lower or upper left corner.

18.1. Line Art

- Definition: black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

18.2. Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

18.3. Combination Art

- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

18.4. Color Art

- Color art is free of charge for online publication.

- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible.

- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

- Do not include titles or captions within your illustrations.

18.5. Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.

- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

18.6. Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

18.7. Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

18.8. Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

19. Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission

from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some

publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

20. Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please

make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

21. Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature

can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the

journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

21.1. Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

21.2. Audio, Video, and Animations

- Aspect ratio: 16:9 or 4:3
- Maximum file size: 25 GB
- Minimum video duration: 1 sec
- Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

21.3. Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

21.4. Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

21.5. Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

21.6. Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

21.7. Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

21.8. Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

21.9. Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

22. Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary

files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

23. After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application

at Springer’s web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate

whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you

will receive the proofs.

24. Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher

exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection

and dissemination of information under copyright laws.

- Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

25. Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

26. Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

27. Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and

access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made

available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License. Find more about the license agreement.

For submission queries, please send a message to brazjbot@gmail.com