

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

DANIELLE APARECIDA SCHINEMANN

ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DE EPIDERME SIMPLES, EPIDERME MÚLTIPLA,
HIPODERME E CORDÕES DE FIBRA EM DIFERENTES TRIBOS DE
CYPERACEAE (POALES)

CASCADEL-PR

Fevereiro/2019

DANIELLE APARECIDA SCHINEMANN

ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DE EPIDERME SIMPLES, EPIDERME MÚLTIPLA,
HIPODERME E CORDÕES DE FIBRA EM DIFERENTES TRIBOS DE
CYPERACEAE (POALES)

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Shirley Martins Silva

CASCADEL-PR

Fevereiro/2019

Àquela que tornou este trabalho possível,
Shirley Martins Silva.

Ao meu companheiro de vida,
Cassio Matheus Macijeski

Para Augusto Schinemann (*In memoriam*), “o
meu velho e invisível Avôhai - avô e pai”.

Dedico com amor.

Agradecimentos

Minha sincera gratidão a todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho, em especial:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudo concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Conservação e Manejo de Recursos Naturais e todos os professores pelo conhecimento compartilhado.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, pela infraestrutura.

Sumário

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Introdução geral	8
Origem dos cordões de fibra subepidérmicos em Cyperaceae: protoderme ou meristema fundamental?.....	14
Resumo.....	16
Introdução	16
Materiais e métodos.....	18
Resultados	19
Discussão	20
Quadro	23
Tabela	24
Figuras	25
Agradecimentos	29
Referências.....	29
Normas da Revista científica: Plant Systematics and Evolution	34
Origem e distribuição de epiderme simples, epiderme múltipla e hipoderme em diferentes tribos de Cyperaceae (Poales)	42
Resumo.....	44
Introdução	45
Materiais e métodos.....	47
Resultados	48
Discussão	50
Referências.....	53
Quadro	60
Tabela	61
Figura.....	63
Normas da revista: Botanical Journal of the Linnean Society	68
Considerações finais	75

RESUMO

Caracteres anatômicos das lâminas foliares são frequentemente empregados em estudos taxonômicos e filogenéticos para a família Cyperaceae, principalmente aqueles relacionados à epiderme e hipoderme. No entanto, em órgãos maduros esses tecidos podem apresentar características muito parecidas, sendo interpretados erroneamente, uma vez que apresentam origens diferentes. Deste modo, para a correta denominação de epiderme e hipoderme, incluindo também os cordões de fibra, são necessários estudos ontogenéticos. Neste trabalho foi estudada a ontogenia desses tecidos em 13 táxons pertencentes a nove tribos de Cyperaceae com o objetivo de determinar a origem dos mesmos e estabelecer a terminologia apropriada para cada tecido. Para isso, porções de rizomas jovens com ápices vegetativos foram fixados em FAA 50, armazenados em etanol a 70% e incluídos em resina sintética. Secções transversais seriadas foram realizadas utilizando micrótomo rotativo, sendo o material corado com azul de toluidina e montados entre lâmina e lamínula com Entellan. A ocorrência de epiderme uniestratificada foi verificada nas espécies das tribos Cariceae, Cladieae, Cryptangieae, Eleocharideae, Hypolytreae e Sclerieae, enquanto nas tribos Abildgaardieae, Cypereae e Rhynchosporae foi observada a ocorrência de epiderme múltipla. A formação de uma hipoderme contínua foi observada apenas em Hypolytreae. Os cordões de fibra originam-se da protoderme na maioria das espécies estudadas, apenas em *Fimbristylis dichotoma* foi observada a origem mista da protoderme e meristema fundamental. Através dos dados obtidos, ampliou-se o número de espécies com epiderme múltipla, sendo confirmada a ocorrência de hipoderme apenas na tribo Hypolytreae. Além disso, destacamos que as camadas subepidérmicas, denominadas de cordões de fibras, não podem ser tratadas como hipoderme, uma vez que apresentam origem da protoderme.

Palavras-chave: Anatomia, Desenvolvimento, Folha, Homologia, Ontogenia, Taxonomia.

ORIGIN AND DISTRIBUTION OF SIMPLE EPIDERMIS, MULTIPLE EPIDERMIS,
HYPODERMIS AND FIBER STRANDS IN DIFFERENT TRIBES OF
CYPERACEAE (POALES)

ABSTRACT

Anatomical characters of leaf blades are often used in taxonomic and phylogenetic studies for the Cyperaceae family, especially those related to the epidermis and hypodermis. However, in mature organs these tissues can present very similar characteristics, being interpreted erroneously, since they have different origins. Therefore, ontogenetic studies are necessary for the correct denomination of epidermis and hypodermis, including fiber strands. In this work the ontogeny of these tissues was studied in 13 taxa belonging to nine tribes of Cyperaceae in order to determine their origin and to establish the appropriate terminology for each tissue. For this, portions of young rhizomes with vegetative apices were fixed in FAA 50, stored in 70% ethanol and included in synthetic resin. Serial cross sections were performed using a rotating microtome, the material stained with toluidine blue and assembled between lamina and coverslip with entellan. The occurrence of unstratified epidermis was verified in the species Cariceae, Cladieae, Cryptangieae, Eleocharideae, Hypolytreae and Sclerieae, whereas in the Abildgaardieae, Cypereae and Rhynchosporae tribes the occurrence of multiple epidermis was observed. The formation of a continuous hypodermis was observed only in Hypolytreae. The fiber strands originate from the protoderm in most of the species studied, only in *Fimbristylis dichotoma* was observed the mixed origin of the protoderm and fundamental meristem. Through the obtained data, the number of species with multiple epidermis was increased, being confirmed the occurrence of hypodermis only in the tribe Hypolytreae. In addition, we emphasize that the subepidermal layers, called fiber strands, can not be treated as hypodermis, since they present protodermal origin.

Key words: Anatomy, Development, Homology, Leaf, Ontogeny, Taxonomy.

INTRODUÇÃO GERAL

A família Cyperaceae Juss. compreende a terceira maior dentre as monocotiledôneas, apresentando cerca de 5.500 espécies distribuídas em cerca de 90 gêneros (GOVAERTS et al., 2018). É representada por espécies herbáceas de pequeno até grande porte, geralmente são rizomatosas, com escapo triangular, folhas alternas e espiraladas, paralelinérveas com bainha geralmente fechada, apresentam inflorescência no formato de espiguetas, flores não vistosas, unissexuadas (monoicas) ou bissexuadas, geralmente aclamídeas e fruto do tipo aquênio (SOUZA; LORENZI, 2012).

Os representantes da família são cosmopolitas, sendo encontrados principalmente na África e nas regiões neotropicais, ocorrem geralmente em regiões abertas, úmidas e alagadas, em margens de rios e em bordas de florestas (GOETGHEBEUR, 1998; SOUZA; LORENZI, 2012), mas também podem ser encontradas em ambientes pouco úmidos, sendo importantes na sucessão de áreas submetidas à ação humana (TREVISAN; BOLDRINI, 2008).

Algumas espécies da família apresentam importância econômica, com emprego como ornamentais, como fonte de fibras, na fabricação de perfumes com cheiro adocicado e na alimentação, pois algumas espécies apresentam órgão subterrâneo comestível, no entanto, a família apresenta algumas das espécies mais agressivas que atuam como invasoras de culturas com interesse comercial (NACZI; FORD, 2008; SOUZA; LORENZI, 2012).

A similaridade morfológica dos órgãos vegetativos e da extrema redução das estruturas reprodutivas em Cyperaceae dificulta a identificação e classificação das espécies (KUKKONEN, 1967; GOETGHEBEUR, 1998; BUGG et al., 2013). Diante disso, diferentes sistemas de classificação para a família foram propostos, apresentando número variado de subfamílias, tribos e gêneros (KOYAMA, 1961; BRUHL, 1995, GOETGHEBEUR, 1998). A classificação mais aceita, com base em dados moleculares apoia a divisão em duas subfamílias, Mapanioideae e Cyperoideae (MUASYA et al., 2009). Essa proposta refuta o que foi proposto em alguns trabalhos (KOYAMA, 1961; GOETGHEBEUR, 1986; BRUHL, 1995), mas corrobora com outros (SIMPSON et al., 2007; SEMMOURI et al., 2018).

Em estudos taxonômicos da família Cyperaceae, os caracteres morfológicos e anatômicos de órgãos vegetativos sempre tiveram destaque,

sendo inclusive utilizados na identificação e classificação em nível genérico e específico (GOETGHEBEUR, 1998; NACZI; FORD, 2008; HAMEED et al., 2012; BUGG et al., 2013). Nos estudos anatômicos mais abrangentes para a família, em que vários gêneros e espécies foram analisados, foram ressaltados caracteres com importância taxonômica, principalmente aqueles considerados sinapomorfia da família, como a presença de corpos de sílica, estômatos paracíticos, tecido de sustentação, aerênquima e feixes vasculares com duas bainhas (METCALFE, 1969,1971; BRUHL, 1995). Para nível genérico e específico, vários autores consideram relevantes caracteres estruturais relacionados à epiderme e a hipoderme foliar (MEHRA; SHARMA, 1965; SHARMA; MEHRA, 1972; STANDLEY, 1990; PRATA et al., 2007; ALVES et al., 2002; MARTINS et al., 2008; HEFLER; LONGHI-WAGNER, 2010).

A epiderme compreende um tecido de revestimento primário com função de proteção externa do corpo vegetal, apresenta origem da protoderme, sendo constituída geralmente de uma única camada (EVERT, 2007). No entanto, já foram descritas para algumas espécies epiderme múltipla ou multiestratificada, sendo originada por divisões periclinais das células protodérmicas, dando origem a células derivadas que continuam se dividindo, formando um tecido que pode apresentar duas ou mais camadas (ESAU, 1977; EVERT, 2007). Diferente da epiderme bi ou multiestratificada, algumas espécies possuem uma ou mais camadas de células abaixo da epiderme com aspecto diferente das células do parênquima clorofiliano e, por vezes, semelhante às células epidérmicas, sendo tratadas como hipoderme (EVERT, 2007). A diferenciação entre hipoderme e epiderme múltipla pode ser determinada por estudos ontogenéticos, pois a hipoderme tem origem do meristema fundamental (EVERT, 2007; MARTINS et al., 2012).

Para Cyperaceae, a hipoderme foi descrita por Metcalfe (1971) como camada abaixo da epiderme, geralmente fibrosas, podendo ser contínua ou apresentar formação de cordões não associados aos feixes vasculares, e essa definição foi seguida por muitos outros autores (ARRUDA; NEVES, 2005; PRATA et al., 2007; HEFLER; LONGHI-WAGNER, 2010; MARTINS et al., 2012; HOSS, 2013). Em contrapartida, Bruhl (1995) defende que a hipoderme até pode ser equivalente a uma epiderme múltipla, e inclui nela apenas o parênquima não

clorofiliano adjacente à epiderme, excluindo as células da bainha do feixe e o esclerênquima.

Diante da problemática da definição da hipoderme em Cyperaceae, Martins et al., (2012), estudando ontogenia foliar de oito espécies das tribos Abildgaardieae, Cypereae e Rhynchosporeae, da subfamília Cyperoideae, comprovaram a ocorrência de epiderme múltipla pela determinação da origem protodérmica das camadas subepidérmicas diferenciadas. Na folha madura destas espécies, a epiderme múltipla variou entre as espécies quanto ao número de camadas e tamanho das células nas diferentes camadas, resultantes de divisões anticlinais, além das periclinais.

A biologia comparativa moderna consiste na análise de mudanças no desenvolvimento que determinem a ancestralidade comum e também homologias de forma e de função, de modo que permita a construção de filogenias mais robustas. No entanto, a identificação de estruturas homólogas entre os organismos sujeitos a grandes mudanças estruturais, morfológicas e anatômicas no decorrer do tempo, não é um trabalho fácil. Para isso, estudos ontogênicos são importantes por permitirem avaliar a correspondência de estruturas homólogas mesmo entre organismos sujeitos às grandes mudanças (MARCELLINI et al., 2016).

Diante da problemática na família e do elevado número de espécies e clados em Cyperaceae, o objetivo deste trabalho foi o de determinar estruturas homólogas a respeito de epiderme, epiderme múltipla, hipoderme e cordões de fibra, que são importantes para estudos filogenéticos e interpretações evolutivas, além da uniformização da nomenclatura para a família.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. V.; ESTELITA, M. E. M.; WANDERLEY, M. G. L.; THOMAS, W. W. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). *Rev Bras Bot*, v. 25, p.1-9, 2002.
- ARRUDA, R. C. O.; NEVES, L. J. Anatomia foliar de *Trilepis lhotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss. *Acta Botanica Brasilica*, v.19, p. 889-897, 2005.

BRUHL, J. J. Sedge genera of the world: relationships and new classification of the Cyperaceae. *Aust Syst Bot*, v. 8, p. 125-305, 1995.

BUGG, C.; SMITH, C.; BLACKSTOCK, N.; SIMPSON, D.; ASHTON, P. A. Consistent and variable leaf anatomical characters in *Carex* (Cyperaceae). *Bot J Linn Soc*, v. 172, p. 371–384, 2013.

ESAU, K. *Anatomy of seed plants*. New York: John Wiley & Sons, 1977.

EVERT, R. F. *Esau's plant anatomy: meristems, cells and tissues of the plant body, their structure, function and development*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

GOETGHEBEUR, P. Cyperaceae. In: Kubitzki K, ed. *The families and genera of vascular plants*. Hamburg: Springer, p. 141-190. 1998.

GOVAERTS, R.; SIMPSON, D. A.; GOETGHEBEUR, P.; WILSON, K.L.; EGOROVA, T.; BRUHL, J. J. 2018. *World checklist of Cyperaceae*. Kew: The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <http://wcsp.science.kew.org/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

HAMEED, M.; NAWAZ, T.; ASHRAF, M.; TUFAIL, A.; KANWAL, H.; AHMAD, M. S. A.; AHMAD, I. Leaf anatomical adaptations of some halophytic and xerophytic sedges of the Punjab. *Pak J Bot*, v. 44, p. 159-164, 2012.

HEFLER, S. M.; LONGHI-WAGNER, H. M. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia das espécies de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* (Cyperaceae) ocorrentes no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, p. 708-717, 2010.

HOSS, K. A. Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. 72f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

KOYAMA, T. Classification of the family Cyperaceae. *Journal of Faculty of Sciences of the University of Tokyo*, v. 8, p. 37-148, 1961.

KUKKONEN, I. Vegetative Anatomy of *Uncinia* (Cyperaceae). *Annals of Botany*, v. 31, p. 523–544, 1967.

MARCELLINI, S.; GONZÁLEZ, F. A.; SARRAZIN, A. F.; PABÓN-MORA, N.; BENÍTEZ, M.; PIÑEYRO-NELSON, A.; REZENDE, G. L.; MALDONADO, E.; SCHNEIDER, P.N.; GRIZANTE, M. B.; DA FONSECA, R. N.; VERGARA-SILVA, F.; SUAIZA-GAVIRIA, V.; ZUMAJO-CARDONA, C.; ZATTARA, E. E.; CASASA, S.; SUÁREZ-BARON, H.; BROWN, F. D. Evolutionary developmental biology (Evo-Devo) research in Latin America. *Journal of Experimental Zoology (Molecular and Developmental Evolution)*, v. 00, p.1–36, 2016.

MARTINS, S.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. *Acta Botanica Brasilica*, v. 22, n. 2, p. 493-503, 2008.

MARTINS, S.; PILATTI, V.; VEGETTI, A.; SCATENA, V. L. Do leaves in Cyperoideae (Cyperaceae) have a multiple epidermis or a hypodermis? *Flora* 207, p. 341– 345, 2012.

MEHRA, P. N.; SHARMA, O. P. Epidermal silica cells in the Cyperaceae. *Botanical Gazette*, v. 126, n. 1, p. 53-58, 1965.

METCALFE, C. R. Anatomy as an aid to classifying the Cyperaceae. *American Journal of Botany*, v. 56, p. 782-790, 1969.

METCALFE, C. R. *Anatomy of the monocotyledons: Cyperaceae*. v. 5. Oxford, Claredon Press, 1971.

MUASYA, M. A.; SIMPSON, D. A.; VERBOOM, G. A.; GOETGHEBEUR, P.; NACZI, R. F. C.; CHASE, M. W.; SMETS, E. Phylogeny of Cyperaceae Based on DNA Sequence Data: Current Progress and Future Prospects. *Botanical Review*, v. 75, n. 2–21, 2009.

NACZI, F. C.; FORD, B. A. *Sedges: uses, diversity and systematics of the Cyperaceae*. Saint Louis: Missouri Botanical Gardens Press, 2008.

PRATA, A. P.; MENEZES, N. L.; MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; WANDERLEY, M. G. L.; THOMAS, W. W. Anatomia do escapo e rizoma de espécies brasileiras de *Bulbostylis* Kunth. (Cyperaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 2, p. 245-256, 2007.

SEMMOURI, I.; BAUTERS, K.; LÉVEILLÉ-BOURRET, É.; STARR, J. R.; GOETGHEBEUR, P.; LARRIDON, I. Phylogeny and Systematics of Cyperaceae, the Evolution and Importance of Embryo Morphology. *The Botanical Review*, v. 1, p. 1-39, 2018.

SHARMA, O. P.; MEHRA, P. N. Systematic Anatomy of *Fimbristylis* Vahl (Cyperaceae). *Botanical Gazette*, v. 133, n. 2, p. 87-95, 1972.

SIMPSON, D. A.; MUASYA, A. M.; ALVES, M.; BRUHL, J. J.; DHOOGHE, S.; CHASE, M. W.; FURNESS, C. A.; GHAMKHAR, K.; GOETGHEBEUR, P.; HODKINSON, T. R.; MARCHANT, A. D.; NIEUBORG, R.; REZNICEK, A. A.; ROALSON, E. H.; SMETS, E.; STARR, J. R.; THOMAS, W. W.; WILSON, K. L.; ZHANG, X. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data—A new *rbcl* analysis. *Aliso*, v. 23, p. 72–83, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. 3 ed. Instituto Plantarum, 2012.

STANDLEY, L. A. Anatomical aspects of the taxonomy of sedges (*Carex*, Cyperaceae). *Canadian Journal of Botany*, v. 68, n. 3, 1990.

TREVISAN, R.; BOLDRINI, I. I. O gênero *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 6, n. 1, p. 7-67, 2008.

CAPÍTULO 1

Danielle Aparecida Schinemann e Shirley Martins Silva

**Origem dos cordões de fibra subepidérmicos em Cyperaceae: protoderme
ou meristema fundamental?**

A ser submetido ao periódico "Plant Systematics and Evolution"

Cordões de fibra subepidérmicos em Cyperaceae: origem da protoderme ou do meristema fundamental?

Danielle Aparecida Schinemann^{1,2} e Shirley Martins Silva¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos naturais, R. Universitária, 2069 – Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel – PR, Brasil.

²Autora para correspondência: danny_schinemann@hotmail.com

Resumo

Dentre os caracteres considerados comuns em Cyperaceae e frequentemente utilizados na taxonomia e filogenia da família, destacam-se os cordões de fibras. Para estes, diferentes terminologias são utilizadas, entre elas o termo hipoderme, que é um tecido com origem no meristema fundamental. Nesse contexto, a confirmação da origem do tecido é importante para o uso de terminologias apropriadas e determinação de homologias. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a ontogenia desses cordões de esclerênquima localizados próximos a epiderme, a fim de confirmar sua origem e propor a padronização da terminologia. Para isso, foram estudadas nove espécies pertencentes a diferentes tribos de Cyperaceae, onde porções de rizoma com ápice vegetativo foram incluídas em historresina, sendo realizadas secções transversais seriadas de folhas em diferentes fases de desenvolvimento em micrótomo rotativo. Observou-se que os cordões de fibras subepidérmicos (CFS) originam-se da protoderme em todas as espécies estudadas. Apenas na face adaxial da lâmina foliar de *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl os CFS têm origem do meristema fundamental. Com os dados obtidos sugerimos o uso do termo cordões de fibra subepidérmicos para o agrupamento de fibras com origem da protoderme, localizados próximos à epiderme e sem conexão com os tecidos vasculares, em detrimento do termo hipoderme como vinha sendo erroneamente empregado.

Palavras-chave Cordões de fibra subepidérmicos, Esclerênquima, Homologia, Meristema fundamental, Ontogenia, Protoderme

Introdução

Cyperaceae Juss. é a terceira maior família dentre as monocotiledôneas em diversidade de espécies com cerca de 5.500 espécies distribuídas em 90 gêneros (Govaerts et al. 2018). O elevado número de espécies, somado a similaridade morfológica dos órgãos vegetativos e a extrema redução das estruturas reprodutivas dificulta a identificação e classificação das espécies da família (Kukkonen 1967; Goetghebeur 1998; Muasya et al. 2009; Bugg et al. 2013).

Esses entraves levaram a proposição de diferentes sistemas de classificação para família com número variado de subfamílias, tribos e gêneros (Koyama 1961; Bruhl 1995; Goetghebeur 1998). A classificação infrafamiliar mais aceita, com base em dados moleculares e/ou morfológicos, apoia a circunscrição de

Cyperaceae em duas subfamílias, Mapanioideae e Cyperoideae (Muasya et al. 2009; Semmouri et al. 2018). Em níveis inferiores, para tribos e gêneros, várias mudanças têm sido propostas por meio de análises filogenéticas com maior número de táxons e de marcadores moleculares (Simpson et al. 2003; Dhooge 2005; Starr et al. 2009; Thomas et al. 2009; Semmouri et al. 2018)

Caracteres morfológicos e anatômicos sempre tiveram destaque na taxonomia de Cyperaceae, sendo inclusive utilizados para identificação e classificação de muitas espécies da família (Goetghebeur 1998; Naczi e Ford 2008; Hameed et al. 2012; Bugg et al. 2013; Semmouri et al. 2018). Dentre os trabalhos anatômicos mais abrangentes, incluindo vários gêneros e espécies da família, destacam-se os de Metcalfe (1969, 1971) e Bruhl (1995). Nesses, maior ênfase é dada a caracteres anatômicos da lâmina foliar, em que os autores ressaltam aqueles considerados comuns à família como: corpos de sílica, estômatos paracíticos, aerênquima, feixes vasculares com duas bainhas e características e distribuição de esclerênquima (Metcalfe 1969, 1971; Bruhl 1995).

O esclerênquima compreende um tecido de sustentação formado por células de paredes secundárias e lignificadas, sendo dividido em duas categorias principais: esclereídes (células curtas) e fibras (células mais alongadas) (Evert 2007). Nas folhas de monocotiledôneas, as fibras são mais abundantes que nas Angiospermas Basais e Eudicotiledôneas, apresentando função de suporte, e podem ocorrer na forma de cordões ou feixes de fibras, como cilindro no córtex e floema, como bainhas ou calotas associadas aos feixes vasculares ou em grupos dispersos no xilema e floema (Metcalfe 1960). Quanto a origem, as fibras podem se formadas por diferentes meristemas: as fibras dos feixes vasculares derivam do procâmbio e do câmbio, a maioria das fibras extravasculares apresentam origem do meristema fundamental, mas podem também ter origem da protoderme (Evert 2007).

Para Cyperaceae, Metcalfe (1971) empregou o termo cordão de fibra para as células do esclerênquima que se desenvolvem sem ligação com os tecidos vasculares. Esses cordões podem variar quanto ao tamanho, a forma e a distribuições, sendo assim, frequentemente avaliados em estudos taxonômicos, inclusive como caracteres diagnósticos, porém, com emprego de diferentes terminologias para esse caráter (vide Quadro 1).

Os cordões de fibra ocorrem essencialmente próximos a epiderme, e, por isso, são denominados cordões de fibra subepidérmicos (CFS) por alguns autores (Sharma e Mehra 1972; Vitta 2005; Ardissonne 2013; Hoss 2013). No entanto, como destacado no Quadro 1, alguns autores tratam esses cordões como hipoderme (Wills 1987; Arruda e Neves 2005; Ammi e Hroudová 2013), termo esse conceituado como uma ou mais camadas de células localizadas abaixo da epiderme e com características distintas das demais células vizinhas do tecido de preenchimento e com origem do meristema fundamental (Evert 2007; Beck 2010). Dessa forma, a distinção entre o que é hipoderme (origem do meristema fundamental) é dificultada em órgãos maduros, sendo necessários estudos de desenvolvimento para confirmação (Evert 2007; Martins et al. 2012).

Diante da importância do emprego de cordões de fibras subepidérmicos (CFS) em estudos taxonômicos e filogenético de Cyperaceae, além das diferentes terminologias empregadas para os mesmos, o presente estudo objetivou estudar a ontogenia dos CFS em diferentes espécies, pertencentes a clados distintos de Cyperaceae, visando confirmar a origem desses e propor a padronização da terminologia para esse caráter.

Materiais e métodos

Neste estudo, foram analisados a folha ou escapo em diferentes fases de desenvolvimento de 11 espécies pertencentes a oito gêneros e oito tribos distintas de Cyperaceae (Tab. 1), escolhidas pela disponibilidade de material no país para as análises ontogenéticas. Os indivíduos dessas espécies foram previamente coletados em parceria com pesquisadores de outras instituições, sendo o material testemunho herborizado e as exsicatas depositadas nos herbários HRCB, SPF, UFP e UNOP (Thiers 2019, continuamente atualizado) (Tab. 1).

Para as análises anatômicas, rizomas com gemas (apresentando primórdios foliares ou de escapo e folhas ou escapo jovens) e folhas maduras (totalmente expandidas) e escapos maduros (com inflorescência desenvolvida) foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940) e conservado em etanol 70%. Para a análise da organização dos cordões de fibra em órgãos maduros, porções medianas da lâmina foliar ou do escapo foram seccionadas à mão livre com auxílio de lâminas de barbear, clarificadas com hipoclorito de sódio 70%, lavadas

com água destilada, coradas com fucsina básica e azul de alcian e montadas entre lâmina e lamínula com glicerina (Kraus & Arduim 1997).

Para a análise ontogenética dos cordões de fibra, porções de rizomas com gemas foram desidratadas em séries crescentes de álcool etílico, sendo infiltradas e incluídas em historesina (Leica Historesin Embedding Kit, Nussloch, Germany), conforme recomendações do fabricante. Posteriormente, foram realizadas secções transversais seriadas do material incluído com micrótomo rotativo (Modelo RM 2245, Leica Microsystems Nussloch GmbH, Nussloch, Germany) utilizando navalha de tungstênio, espessura 5 µm. As secções anatômicas foram coradas com azul de toluidina 0,05% (Feder & O'Brien 1968) e montadas em resina sintética Entellan® (Merck, Darmstadt, Germany).

As lâminas anatômicas foram analisadas em microscopia de luz, sendo realizada a captura das imagens com auxílio de câmera digital DP041 acoplada ao fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando o programa DP Controller.

Para a espécie *Eleocharis minima* Kunth foi analisado os cordões de fibra ocorrente no escapo floral, pois as espécies do gênero não apresentam lâminas foliares desenvolvidas.

Resultados

Folha e escapo maduros

Em vista transversal da lâmina foliar e escapo maduro, os CFS nas espécies com folhas desenvolvidas estudadas ocorrem em ambas as faces da epiderme na maioria das espécies (Fig. 1d-f, l-m), sendo restritos à face abaxial em *Cyperus luzulae* (L.) Rottb. ex Retz. (Fig. 1j), *Cyperus pedunculatus* (R.Br.) J.Kern (Fig. 1h) e *Rhynchospora elatior* Kunth (Fig. 1c) e restritos a face adaxial em *Scleria distans* Poir. (Fig. 1f). Em *Eleocharis minima* Kunth, os CFS ocorrem em torno de todo o escapo (Fig. 1i). Os CFS também ocorrem na região do bordo foliar (Fig. 1l-m), com exceção de *Scleria distans*.

O grau de desenvolvimento dos CFS na folha e escapo maduros variam entre as espécies, desde grupos com poucas células (duas a oito células) (Fig. 1a, e-f, h-i, k) até agrupamento maiores (15 a 53 células) (Fig. 1b-d, g, j, l-m). Quanto a localização, os CFS menores são geralmente encontrados na região internervural (Fig. 1e-f, h-i, k), enquanto nos maiores ocorrem em sua maioria na região da nervura central (Fig. 1b) e do bordo foliar (Fig. 1l-m).

Ontogenia

Em vista transversal da lâmina foliar e escapo em diferentes fases de desenvolvimento, observa-se que os CFS têm origem da protoderme na maioria das espécies estudadas (Fig. 2a-l; 3a-f, j-l; 4a-h, j-l). Apenas em *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl foi observada a origem mista dos CFS, sendo que na face adaxial esses apresentam origem do meristema fundamental (Fig. 3g-i) e na face abaxial tem origem da protoderme (Fig. 3j-l).

Durante a formação dos CFS, observa-se que em muitas das espécies estudadas as células em divisão apresentam poucos núcleos (dois a quatro), em vista transversal, até a formação de parede celular (Fig. 2j-k; 3a-d, g-l; 4a-l), enquanto que em outras a célula inicialmente possuem várias núcleos (oito a 10) (Fig. 2g) e, posteriormente, ocorre a formação das paredes celulares (Fig. 2h-i, 3e-f). Para a formação dos CFS, em algumas espécies ocorrem essencialmente divisões periclinais e anticlinais (Fig. 3a-c; 4a-c, g-i), mas na maioria das espécies estudadas as divisões celulares se dão em diferentes planos (Fig. 2a-l; 3d-i; 4d-f, j-l).

Em algumas espécies, nota-se que a célula ou células mais externas do CFS com origem da protoderme são maiores e apresentam paredes menos espessadas, com a presença de fitólitos no interior das mesmas (Fig. 1d, g; 3c, f, l; 4c, f, i, l).

Discussão

Com a confirmação da origem dos cordões de fibra subepidérmicos (CFS) nos diferentes clados de Cyperaceae estudados essencialmente da protoderme, concluímos que os mesmos não podem ser tratados como hipoderme, como indicados por alguns autores (Wills 1987; Arruda e Neves 2005; Ammi e Hroudová 2013), sem a confirmação por estudos ontogenéticos. Apenas os CFS localizados na face adaxial das lâminas foliares de *Fimbristylis dichotoma*, tem origem do meristema fundamental, podendo esses ser interpretados como hipoderme, porém, concordamos com a definição de hipoderme descrita por Bruhl (1995) em espécies de Cyperaceae, sendo tratada apenas como camada de parênquima não clorofiliano (não de esclerênquima) localizada abaixo da epiderme

Dessa forma, reforçamos aqui que a diferenciação das células que constituem os CFS originados pela protoderme e pelo meristema fundamental não

é possível com análise de órgãos maduros, apenas por meio de estudos ontogenéticos, conforme indicado por outros autores Evert (2007) e Martins et al. (2012). No entanto, a ocorrência de fitólitos associados aos CFS pode se tornar um indicativo da origem desses da protoderme. Assim, para esses agrupamentos de células fibrosas localizados abaixo da epiderme indicamos que o termo apropriado é cordões de fibra subepidérmicos, diferenciando daqueles tratados como colunas e calotas, que tem relação com os feixes vasculares (Metcalf 1971). Essa padronização de terminologia é importante para emprego em análises taxonômicas e filogenéticas.

Com relação a diferenciação das células, o grande alongamento alcançado pelas fibras se deve ao crescimento intrusivo, onde a taxa do crescimento celular longitudinal é maior do que o crescimento celular das células vizinhas, de modo que essas células crescem entre as paredes de células vizinhas, penetrando na lamela média (Evert 2007; Snegivera et al. 2010). De acordo Snegivera et al. (2010), durante a formação e alongamento das células fibrosas, ocorrem várias divisões nucleares (cariocinese) antes das divisões celulares (citocinese), tornando as fibras multinucleadas até a finalização do alongamento celular. Para as fibras de linho (*Linum usitatissimum* L.) e cânhamo (*Cannabis sativa* L.), estudadas por esses autores, foi constatado elevado número de núcleos (20 a 175) nas células fibrosas, precedentes a divisão celular e que esse maior número poderia estar relacionado com o tamanho final da célula e, portanto, com o tamanho do órgão maduro.

Nas espécies aqui estudadas, também observou-se que as células fibrosas em diferenciação, eram multinucleadas, principalmente em *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense*. Possivelmente essa característica esteja relacionada ao fato de *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense* apresentar lâminas foliares com maior comprimento, chegando até 2 m (Sievers e Muasya 2011), diferentes das outras espécies em que o maior valor para comprimento chega a 30 cm em *Hypolytrum bullatum* (Koyama 1970).

Concluimos que a presença de fitólitos associados aos CFS possivelmente são um indicativo da origem da protoderme dos CFS em Cyperaceae. Propomos a utilização do termo cordões de fibra subepidérmicos, quando tratados de órgãos maduros. Destacamos que a utilização do termo hipoderme para os cordões de

fibra extravasculares só é possível com estudos ontogenéticos, ressaltando que essa padronização da terminologia demonstra-se muito importante para o emprego em análises taxonômicas e filogenéticas futuras.

Quadro 1. Relação dos principais estudos anatômicos com órgão vegetativos em Cyperaceae com respectivos grupos taxonômicos estudados e terminologia empregada para os cordões de fibras subepidérmicos.

Referência	Táxon	Termos utilizados
Kukkonen (1967)	<i>Uncina</i>	Cordões (<i>strands</i>)
Govindarajalu (1969)	<i>Cyperus</i> subg. <i>Kyllinga</i>	Cordões (<i>strands</i>)
Fisher (1971)	<i>Cladium</i>	Feixes fibrosos (<i>fibrous bundles</i>).
Sharma & Mehra (1972)	<i>Fimbristylis</i>	Cordões de fibra (<i>subepidermal fiber strands</i>).
Govindarajalu (1974)	<i>Lipocarpa</i>	Cordões de esclerênquima (<i>Sclerenchyma strands</i>).
Govindarajalu (1974)	<i>Cyperus</i> subg. <i>Juncellus</i> e <i>Mariscus</i>	<i>Juncellus</i> – Cordões e feixes de esclerênquima (<i>Sclerenchyma strands, Sclerenchyma bundles</i>). <i>Mariscus</i> – Cordões (<i>Sclerenchyma strands</i>).
Govindarajalu (1979)	<i>Cyperus</i>	Cordões de esclerênquima (<i>Sclerenchyma strands</i>).
Wills (1987)	<i>Cyperus</i>	Fibra hipodérmica (<i>hypodermal fibers</i>).
Govindarajalu (1990)	<i>Eleocharis</i>	Cordões de esclerênquima (<i>Sclerenchyma strands</i>).
Alves et al. (2002)	<i>Hypolytrum</i>	Esclerênquima e fibras.
Arruda & Neves (2005)	<i>Trilepis</i>	Hipoderme fibrosa e fibras.
Farias, L. H. M. (2005)	<i>Rhynchospora</i>	Feixe de fibras.
Vitta (2005)	<i>Lagenocarpus</i>	Cordões de fibra subepidérmicos.
Amini Rad & Sonboli (2008)	<i>Cyperus</i>	Cordões (<i>Strands</i>).
Martins et al., (2008)	<i>Cyperus</i>	Cordões de fibra
Rocha & Martins (2011)	<i>Cyperus</i>	Tecido esclerificado.
Amini Rad & Hroudová (2013)	<i>Bolboschoenus</i>	Cordões de esclerênquima e cordões hipodérmicos (<i>Sclerenchyma strands, strands, hypodermal strands</i>).
Ardissone (2013)	<i>Bulbostylis</i>	Fibras esclerenquimáticas subepidérmicas e cordões esclerenquimáticos (<i>subepidermal sclerenchymatic fibers e sclerenchymatous cords</i>).
Hoss (2013)	<i>Scleria</i>	Cordões de esclerênquima subepidérmicos.
Silva (2013)	<i>Mapania</i>	Feixes de fibra.
Royer (2016)	<i>Eleocharis</i>	Cordões de fibra epidérmicos.

Tabela 1. Tribos e espécies de Cyperaceae estudadas quanto a ontogenia dos cordões de fibra subepidérmicos.

Tribo	Espécie	Voucher
Subfamília Cyperoideae		
Abildgaardieae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	HRCB54609
Cladieae	<i>Cladium mariscus</i> subsp. <i>jamaicense</i> (Crantz) Kük. s/n	
Cryptangieae	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	UNOP3378
Cypereae	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Endl. ex Hassk.	UNOP2857
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.	UNOP3371
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	UFP 83867
	<i>Cyperus pedunculatus</i> (R.Br.) J.Kern	SPF168781
Eleocharideae	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	UNOP7803
Rhynchosporae	<i>Rhynchospora elatior</i> Kunth	HRCB51421
Sclerieae	<i>Scleria distans</i> Poir.	HRCB54166
Subfamília Mapanioideae		
Hypolytreae	<i>Hypolytrum bullatum</i> C.B.Clarke	UFP 42802

HRCB: Herbário Rioclarense. SPF: Herbário da Universidade de São Paulo. UFP: Herbário Geraldo Mariz, Universidade Federal de Pernambuco. UNOP: Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Figuras

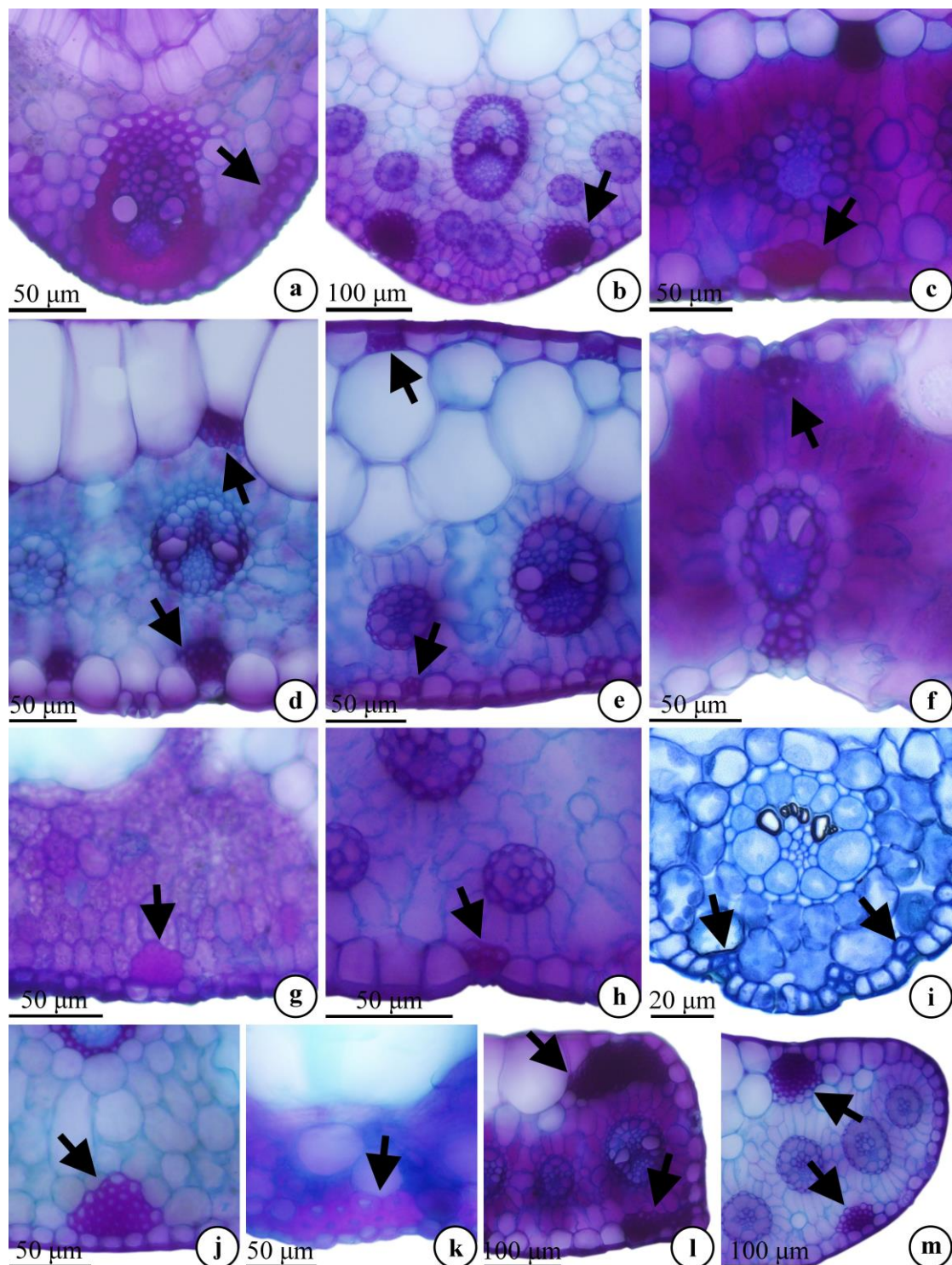


Fig.1 Cordões de fibra maduros: **a** *Hypolytrum bullatum*, face abaxial da nervura central; **b** *Cyperus brevifolius*, face abaxial da nervura central; **c** *Rhynchospora elatior*, face abaxial; **d** *Fimbristylis dichotoma*, ambas faces do mesofilo; **e** *Cyperus lanceolatus*, ambas faces do mesofilo; **f** *Scleria distans*, face adaxial; **g** *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense*, face abaxial; **h** *Cyperus pedunculatus*, face abaxial; **i** *Eleocharis minima*, no escapo; **j** *Cyperus luzulae*, face abaxial; **k** *Lagenocarpus rigidus*, face abaxial; **l** *Fimbristylis dichotoma*, bordo; **m** *Cyperus brevifolius*, bordo. (Seta: cordões de fibra)

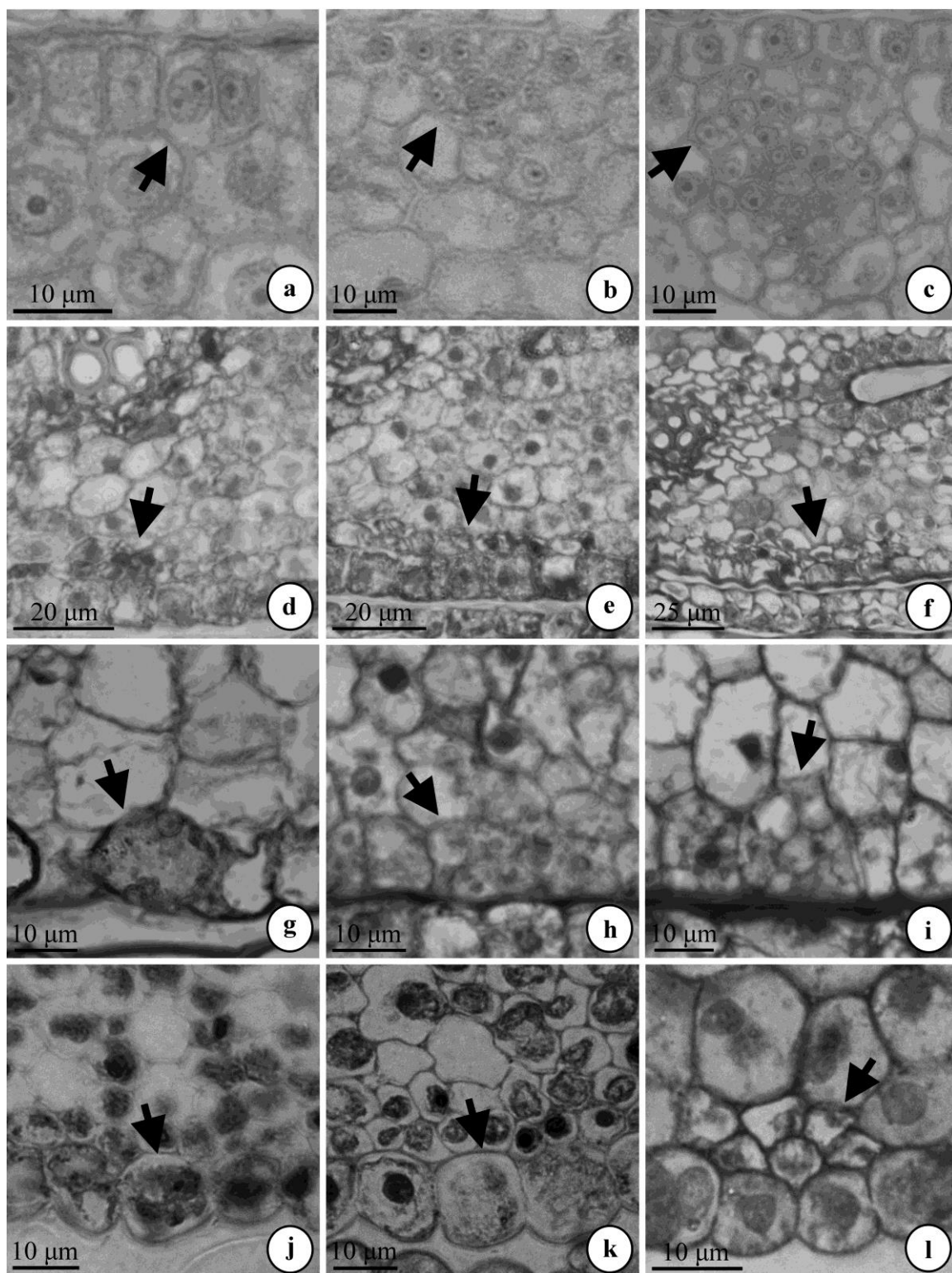


Fig.2 Desenvolvimento dos cordões de fibra: **a-c** *Scleria distans*, face adaxial; **d-f** *Hypolytrum bullatum*, região da nervura central; **g-i** *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense*, face abaxial; **j-l** *Lagenocarpus rigidus*, face abaxial (Seta: cordões de fibra)

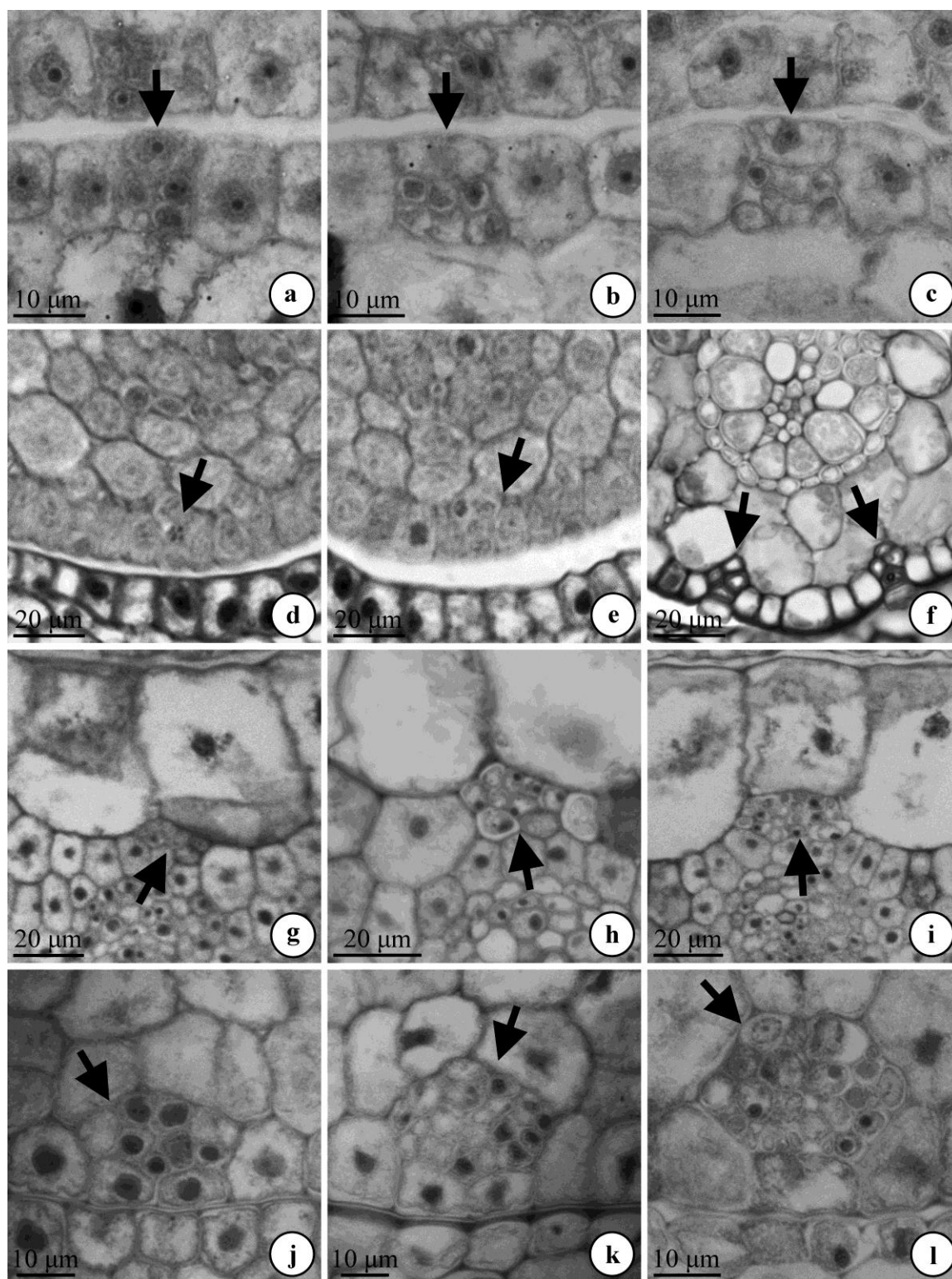


Fig.3 Desenvolvimento dos cordões de fibra: **a-c** *Cyperus lanceolatus*, face adaxial; **d-f** *Eleocharis minima*, escapo; **g-l** *Fimbristylis dichotoma*. **g-i** face adaxial; **j-l** face abaxial. (Seta: cordões de fibra)

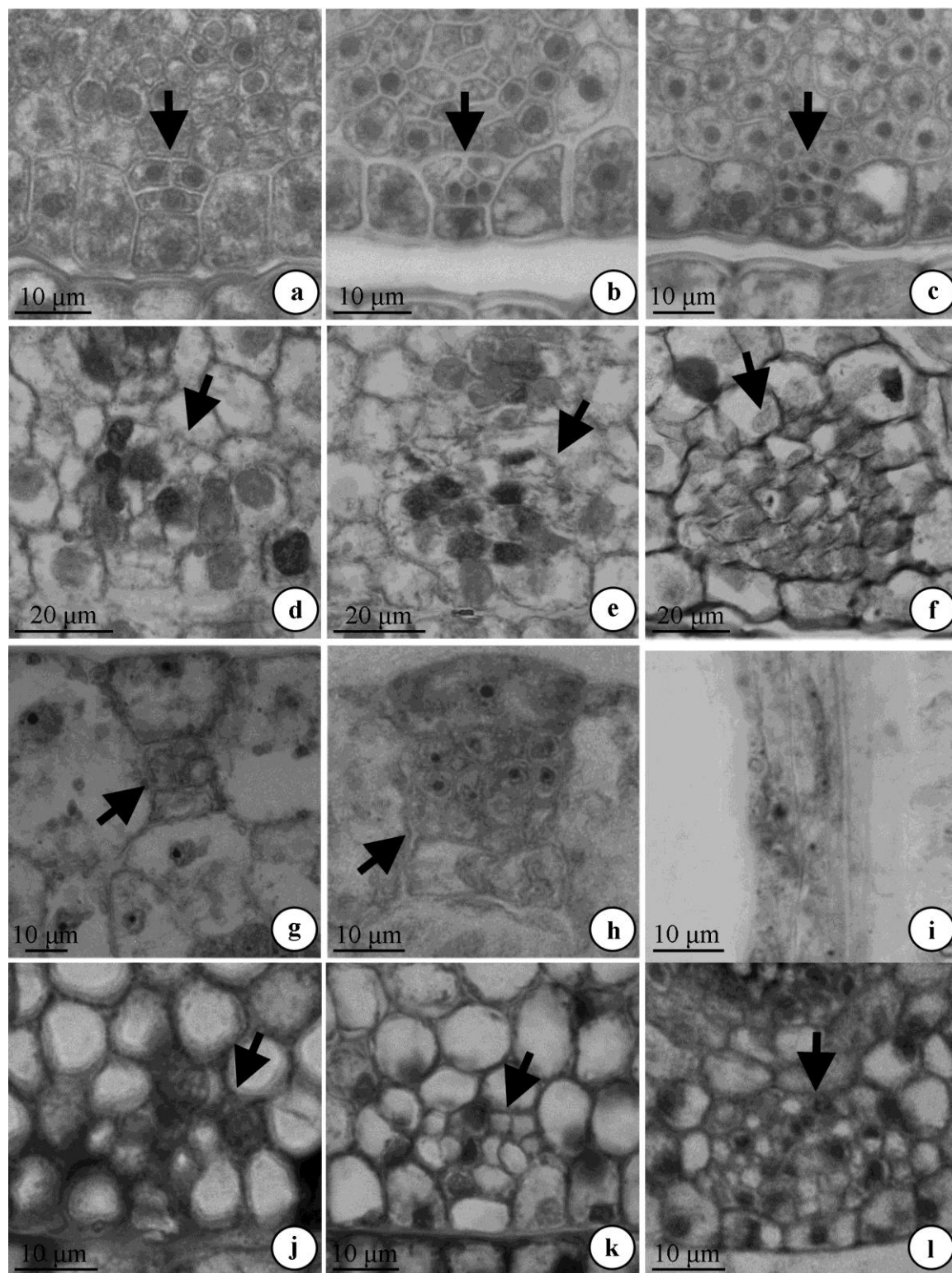


Fig.4 Desenvolvimento dos cordões de fibra: **a-c** *Cyperus pedunculatus*, face abaxial; **d-f** *Rhynchospora elatior*, face abaxial; **g-i** *Cyperus brevifolius*, g-h: face adaxial em secção transversal, i: Corte longitudinal; **j-l** *Cyperus luzulae*, face abaxial (Seta: cordões de fibra)

Agradecimentos

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo da primeira autora e aos pesquisadores que gentilmente coletaram e concederam os materiais utilizados no estudo.

Referências

- Alves MV, Estelita MEM, Wanderley MGL, Thomas WW (2002) Aplicações taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). Rev Bras Bot 25: 1-9. doi: 10.1590/S0100-84042002000100002
- Amini RMA, Hroudová Z (2013) Leaf and stem anatomy in Iranian *Bolboschoenus* species (Cyperaceae), as related to their taxonomy and ecology. Iran J Bot 19: 221-234. doi: 10.22092/ijb.2013.4160
- Amini RMA, Sonboli A (2008) Leaf and stem anatomy of the *Cyperus* subgenus *Cyperus* in Iran. Rostaniha 9: 6-22
- Ardissone RE (2013) Sinopse Taxonômica de *Bulbostylis* Kunth (Cyperaceae) para a Região Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis
- Arruda RCO, Neves LJ (2005) Anatomia foliar de *Trilepis lhotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss. Acta Bot Bras 19: 889-897. doi: 10.1590/S0102-33062005000400023.
- Beck CB (2010) An Introduction to Plant Structure and Development: Plant Anatomy for the Twenty-First Century, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge
- Bruhl JJ (1995) Sedge genera of the world: relationships and new classification of the Cyperaceae. Aust Syst Bot 8: 125-305. doi: 10.1071/SB9950125
- Bugg C, Smith C, Blackstock N, Simpson D, Ashton PA (2013) Consistent and variable leaf anatomical characters in *Carex* (Cyperaceae). Bot J Linn Soc 172: 371–384. doi: 10.1111/boj.12029

Dhooge S (2005) Systematic revision and phylogeny of the Andean scirpoids (Cyperaceae Scirpeae). Tese de Doutorado, Universiteit Gent, Gent

Evert RF. 2007. Esau's plant anatomy: meristems, cells and tissues of the plant body, their structure, function and development, 2nd edn. John Wiley & Sons, Hoboken

Farias LHM (2005) Efeitos do solo contaminado por petróleo nas folhas e raízes de *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt. (Cyperaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

Feder N, O'Brien TP (1968) Plant microtechnique: some principles and new methods. Amer J Bot 55: 123–142. doi: 10.2307/2440500

Fisher JB (1971) Inverted vascular bundles in the leaf of *Cladium* (Cyperaceae). Bot J Linn Soc 64: 277-293. doi: 10.1111/j.1095-8339.1971.tb02148.x

Goetghebeur P (1998) Cyperaceae. In: Kubitzki K (ed.). The families and genera of vascular plants, Springer, Hamburg, pp 141-190

Govaerts R, Simpson DA, Goetghebeur P, Wilson KL, Egorova T, Bruhl JJ (2018) World checklist of Cyperaceae. Kew: The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <http://wcsp.science.kew.org/>.

Govindarajalu E (1969) The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subgen. *Kyllinga* (Rottb.) Suringar. Bot J Linn Soc 62: 41-58. doi: 10.1111/j.1095-8339.1969.tb01955.x

Govindarajalu E (1974) The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subgen. *Juncellus*, *Cyperus* subgen. *Mariscus* and *Lipocarpha* R. Br. Bot J Linn Soc 68: 235-266. doi: 10.1111/j.1095-8339.1974.tb01761.x

Govindarajalu E (1979) Studies in Cyperaceae: XVI. Novelties in *Cyperus* Linn. and their vegetative anatomy. Proc Indian Acad Sci 88: 229-242. doi: 10.1007/BF03052179

Govindarajalu E (1990) Cyperaceae Indiae Australis Precursores--A novelty in *Eleocharis* R.Br. and its vegetative anatomy. Proc Indian Acad Sci 100: 71-75. doi: 10.1007/BF03053470

Hameed M, Nawaz T, Ashraf M, Tufail A, Kanwal H, Ahmad MSA, Ahmad I (2012) Leaf anatomical adaptations of some halophytic and xerophytic sedges of the Punjab. Pak J Bot 44: 159-164.

Hoss KA (2013) Anatomia foliar de espécies do gênero *Scleria* (Cyperaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

Johansen DA (1940) Plant Microtechnique, 1st end. McGraw-Hill, New York

Koyama T (1961) Classification of the family Cyperaceae. Journal of Faculty of Sciences of the University of Tokyo 8: 37-148

Koyama T (1970) The American species of the genus *Hypolytrum* (Cyperaceae). Darwiniana 16: 49-92. doi: 10.2307/23213868

Kraus JE, Arduin M (1997) Manual básico de Métodos em Morfologia Vegetal, 1st end. Seropédica: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Kukkonen I (1967) Vegetative Anatomy of *Uncinia* (Cyperaceae). Ann Bot 31: 523-544. doi: 10.1093/oxfordjournals.aob.a084161

Martins S, Machado SR, Alves M (2008) Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. Acta bot bras 22: 493-503. doi: 10.1590/S0102-33062008000200017

Martins S, Pilatti V, Vegetti A, Scatena VL (2012) Do leaves in Cyperoideae (Cyperaceae) have a multiple epidermis or a hypodermis? Flora 207: 341–345. doi: 10.1016/j.flora.2012.02.004

Metcalf CR (1960) Anatomy of the Monocotyledons. Clarendon Press, Oxford.

Metcalf CR (1969) Anatomy as an aid to classifying the Cyperaceae. Amer J Bot 56: 782-790. doi: 10.2307/2440598

Metcalf CR (1971) Anatomy of the monocotyledons: Cyperaceae, v 5. Claredon Press, Oxford.

Muasya MA, Simpson DA, Verboom GA, Goetghebeur P, Naczi RFC, Chase MW, Smets E (2009) Phylogeny of Cyperaceae Based on DNA Sequence Data: Current Progress and Future Prospects. Bot Rev 75: 2–21. doi: 10.1007/s12229-008-9019-3

Naczi FC, Ford BA (2008) Sedges: uses, diversity and systematics of the Cyperaceae, 1st edn. Missouri Botanical Gardens Press, Saint Louis

Rocha DC, Martins D (2011) Adaptações morfoanatômicas de Cyperaceae ao ambiente aquático. Planta Daninha 29: 7-15. doi: 10.1590/S0100-83582011000100002

Royer RM (2016) Estudo ontogenético de *Eleocharis elongata* e *E. laeviglumis* (Cyperaceae), ocorrentes em ambientes contaminados e não contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

Semmouri I, Bauters K, Léveillé-Bourret É, Starr JR, Goetghebeur P, Larridon I (2018) Phylogeny and Systematics of Cyperaceae, the Evolution and Importance of Embryo Morphology. The Botanical Review 1:1-39. doi: 10.1007/s12229-018-9202-0

Sharma OP, Mehra PN (1972) Systematic anatomy of *Fimbristylis* Vahl (Cyperaceae). Bot Gaz 133: 87-95. doi: 10.1086/336620

Sievers C, Muasya MA (2011) Identification of the sedge *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense* and its possible use in the Middle Stone Age at Sibudu, KwaZulu-Natal. Southern African Humanities 23: 77–86

Silva AL (2013) Anatomia de órgãos foliares de *Mapania* Aubl. (Mapanioideae, Cyperaceae). Monografia em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro

Simpson AD, Furness CA, Hodkinson TR, Muasya AM, Chase MW (2003) Phylogenetic relationships in Cyperaceae subfamily Mapainioideae inferred from pollen and plastid DNA sequence data. *Amer J Bot* 90: 1071-1086. doi: 10.3732/ajb.90.7.1071

Snegirevaa AV, Ageevaa MV, Amenitskiia SI, Chernovaa TE, Ebskampb M, Gorshkovaa, TA (2010) Intrusive Growth of Sclerenchyma Fibers. *Russ J Plant Physl* 57: 361–375. doi: 10.1134/S1021443710030052

Starr JR, Ford BA (2009) Phylogeny and evolution in Cariceae (Cyperaceae): current knowledge and future directions. *Bot Rev* 75: 110–137. doi: 10.1007/s12229-008-9020-x

Thiers B [continuously updated] (2019) Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York: New York botanical garden's virtual herbarium. Disponível em <http://sweetgum.nybg.org/ih/>.

Thomas WW, Araújo AC, Alves MV (2009) A Preliminary Molecular Phylogeny of the Rhynchosporae (Cyperaceae). *Bot Rev* 75: 22-29. doi: 10.1007/s12229-008-9023-7

Vitta FA (2005) Revisão taxonômica e estudos morfológicos e biosistemáticos em *Cryptangium* Schrad. ex Nees e *Lagenocarpus* Nees. (Cyperaceae: Cryptangieae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas

Wills GD (1987) Description of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology* 1: 2-9. doi: 10.1017/S0890037X00029018

Normas da Revista científica: Plant Systematics and Evolution

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.

IMPORTANT NOTES:

Please give also a Running title

Please remember that the abstract must be usable as a stand-alone document which presents the major results and conclusions of the paper, using simple, factual statements.

MANUSCRIPT STRUCTURE

The text of a research paper should be divided into: Title page, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion (optional), Taxonomic Treatment (optional), Acknowledgments, Legend to Electronic Supplementary Material (if applicable) and References. Fused Results and Discussion is acceptable only for Short communications. The text is followed by Figure captions. Tables, Figures and Electronic Supplementary Material are uploaded as separate files.

Introduction

The introduction should state the reason for carrying out the study presented in the paper, the questions under consideration, and it should outline the essential background. The introduction section typically ends with specific, testable hypotheses.

Materials and methods

The materials and methods section should provide sufficient details about the applied methods and techniques to allow replication of all parts of the study. Standard techniques and approaches do not need to be described in detail; use references to previously published work instead.

Results

The results section should state the results in a logical way, drawing attention to important details shown in tables and figures. Use factual statements and avoid discussing the results in this section.

Discussion

The discussion section should point out the significance of the results in relation to the questions and hypotheses presented in the introduction, and it should place the new findings in the context of other work.

Conclusions

In this section, authors could concisely describe the main contribution/ outcome of the research and give a clear explanation of its importance and relevance.

Taxonomic treatment

Identification key and taxonomic revisions and novelties should be presented in a separate paragraph „Taxonomic treatment“ immediately after „Discussion“ or „Conclusions“. For „Taxonomic treatment“ follow detail instructions given here

PSE_tax_treatment (pdf, 97 kB)

TEXT

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.

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 NOTE:

Contrary to the information given above, please use 12 point Times Roman and simple spacing. A 25 mm margin is preferred for all manuscript pages.

The use of **footnotes** is discouraged!

Do not use **line numbering**

SCIENTIFIC STYLE

- Please always use internationally accepted signs and symbols for units, SI units
- Common Latin words (a priori, in vivo, vice versa) and abbreviations (e.g., a.i., vs, s.s., s.l., p.p.) are not italicized.
- Generic and infrageneric names should be in italics, higher taxonomic levels in normal text. Use standart abbreviations for taxonomic ranks: cl. (class), ord. (order), fam. (family), tr. (tribe), gen. (genus), subg. (subgenus), sect. (section), ser. (series), sp. (species), subsp. (subspecies), var. (variety), f. (forma) etc. Scientific (Latin) names should conform to the international rules of nomenclature <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>.
- The names of authors of plant names or their abbreviations (e.g. L., Mill., T.R.Dudley) are not required unless they are relevant to the taxonomic or nomenclature content of the

paper. In the cases when required the authority must be given either when first mentioned in text (not in the manuscript title) or all of them included in one of the tables. Always use the standard abbreviation of a authors's names according Brummitt RK, Powell CE (1992) *Authors of Plant Names*, Royal Botanic Garden, Kew available also at www.ipni.org. (Notice: no space after full stop, use the „ & “ symbol before the second/last author, the citation should be restricted to the first author followed by “et al.” in the case of more than two authors).

- In principal, voucher specimens documenting all investigated accessions (for population samples at least one specimen per population) are to be deposited in a public herbarium referred to using the acronym given in the “Index Herbariorum” [Thiers B, continuously updated, *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*, New York Botanical Garden, New York, Available at: <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>).
- Manuscripts that report data from individual populations must include the GPS coordinates for each of the populations sampled. Geographic names in non-Roman scripts have to be transliterated in accordance with ALA-LC system (<http://www.loc.gov/catdir/cpsd/roman.html>) without diacritics (see “References”). If vouchers or GPS coordinates are unavailable, an explanation must be provided in the cover letter, as well as within the article itself.
- PSE requires that supporting data be deposited in an appropriate repository to facilitate reader access prior to final acceptance of the manuscript. Genetic information, such as DNA, RNA, or protein sequences, should be submitted to an appropriate data bank, such as GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) or EMBL (<http://www.ebi.ac.uk/embl/>). Authors are encouraged to archive all sequences generated from next-generation sequencing techniques in a suitable public repository, such as the Sequence Read Archive of NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra>), the Sequence Read Archive of ENA (http://www.ebi.ac.uk/ena/about/sra_submissions), or Dryad. Alignments used to produce phylogenies must be submitted to publicly available site (TreeBase <http://www.treebase.org>, Dryad <http://datadryad.org/>), or to PSE to be published with the paper as Online Appendix.
- Generic names of drugs and pesticides are preferred; if trade names are used, the generic name should be given at first mention.

REFERENCES

Reference Style:

Citations:

Cite references in the text by name and year in parentheses. Cite references in chronological order (oldest first); within a given year, order them alphabetically.

Some examples:

- One author: Marhold (1996), (Marhold 1996)
- Two authors: Marhold and Lihová (2006), (Marhold and Lihová 2006)
- Three and more authors: Španiel et al. (2011), (Španiel et al. 2011)
- Same author, multiple citations: Marhold (1994, 1996), (Marhold 1994, 1996)
- Same author, same date: Marhold (2013a,b), (Marhold 2013a,b)
- Multiple citations: (Frajman and Oxelman 2007; Kolarčík et al. 2010; Hewitt 2011; Španiel et al. 2011a, b; Kučera et al. 2010, 2013)
- Manuscripts accepted for publication but not yet published: Smith (in press), (Smith in press)

- Unpublished data and manuscripts: P. Mered'a and I. Hodálová (submitted/in prep./unpublisheddata), (P. Mered'a and I. Hodálová submitted/in prep./unpublished data)
- Personal communications: K. Marhold (personal comm./observation), (K. Marhold personalcomm./observation)

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. Verify all entries against original sources. Double check that all references in the manuscript text are in the References and vice-versa and that they agree in spelling and year.

Unpublished data and manuscripts and personal communications are not included in References.

Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be arranged alphabetically based on the surname of the first or sole author in year order. Where an author has more than one paper in the same year, these should be ordered with single authored papers first followed by two-author papers (ordered first alphabetically based on the second author's surname, then by year) , and then any three-or-more-author papers (in year order only). Italicized letters a, b, c, etc., should be added to the date of papers with the same first authorship and year. Names of all authors should be provided (if given in the original work).

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to B-P-H (Bridson GDR, 2004, BPH-2: Periodicals with Botanical Content. Hunt Institute for Botanical Documentation, Pittsburgh, available at:

<http://fmhibd.library.cmu.edu/HIBD-DB/bpho/findrecords.php>).

Titles and standard abbreviations of journals can be checked at <http://www.ipni.org/> as well.

For a paper or book printed in non-Roman scripts provide an English translation of the title (state original language in square brackets; e.g., [In Chinese]) and romanized form of authors' names, book publisher's name and place, or journal's title if given in original source.

For a paper or book printed entirely in Cyrillic, authors' names, title, book publisher's name and place, or journal's title have to be transliterated in accordance with ALA-LC (Library of Congress) transliteration (<http://www.loc.gov/catdir/cpsol/roman.html>) without diacritics (e.g., ie, e, ts, iu, ia use instead è, ë, , ,).

For a paper or book printed entirely in alphabets other than Roman or Cyrillic (e.g. Arabic, Chinese, Japanese) provide the transliterated authors' names, book publisher's name and place, or journal's title in accordance with ALA-LC (Library of Congress) transliteration (<http://www.loc.gov/catdir/cpsol/roman.html>) and provide English translation of the title (state original language in square brackets; e.g., [In Chinese]).

Provide publishers for all books or omit them for books published before 1930.

Please provide doi if available.

The format of references in the References section should conform to the following styles:

- Journal article: Dierschke T, Mandáková T, Lysak MA, Mummenhoff K (2009) A bicontinental origin of polyploid Australian/New Zealand *Lepidium* species (Brassicaceae)? Evidence from genomic in situ hybridization. *Ann Bot (Oxford)* 104: 681–688. doi: 10.1093/aob/mcp161

- Book: Fischer MA, Oswald K, Adler W (2008) Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 3th edn. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz
- Book chapter: Armin Meister A., Barow M (2007) DNA Base Composition of Plant Genomes. In: Doležal J, Greilhuber J, Suda J (eds) Flow cytometry with plant cell, Wiley-VCH, Weinheim, pp 177–215. doi: 10.1002/9783527610921.ch8
- Online document: Anderson GJ, Anderson M, Ray G, Sapio D, Stanford A (2010) Rare and unusual: two dioecious solanums (*S. polygamum*, *S. conocarpum*) from the Caribbean in need of conservation. In: Anonymous (ed.), Botany 2010, 31 July–4 August, 2010, Providence, Rhode Island. Available at: <http://2010.botanyconference.org/engine/search/index.php>
- Online source: Euro+Med (2006–2014) Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Available at: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>, Accessed 1 March 2014
- Dissertation: Meindl C (2011) New aspects in plant conservation. Phylogeography, population dynamics, genetics and management of steppe plants in Bavaria. PhD Thesis, University of Regensburg, Regensburg

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.

PSE encourages online-only publication of extensive tables that support the article but more convenient in electronic form (see Electronic Supplementary Material).

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

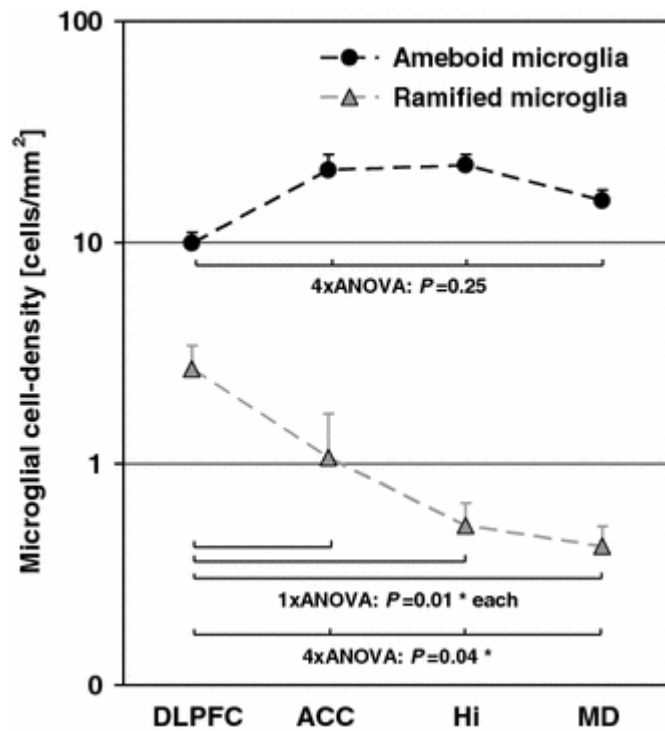
Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office 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.

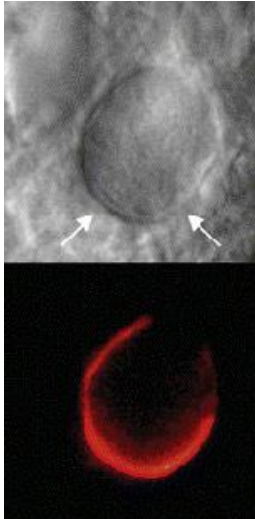
Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

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

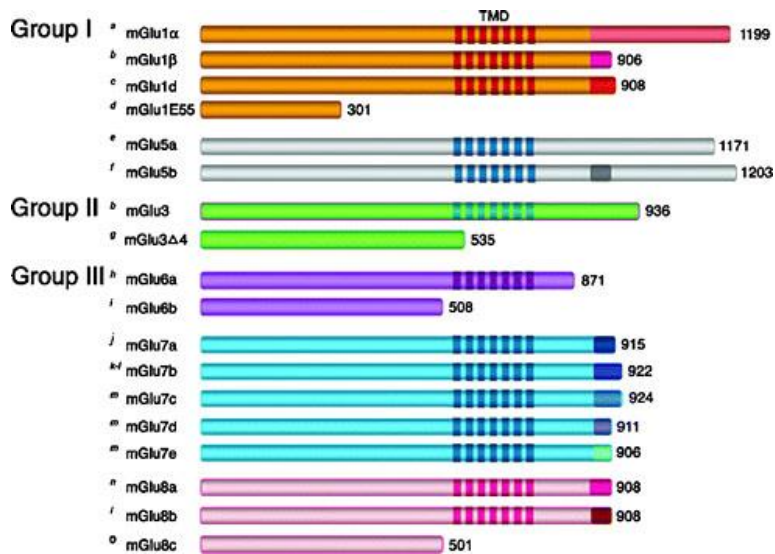


Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

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 print and online publication.

Color illustrations should be submitted as RGB.

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

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 (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)

Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

CAPÍTULO 2

Danielle Aparecida Schinemann e Shirley Martins Silva

**Origem e distribuição de epiderme simples, epiderme múltipla e hipoderme
em diferentes tribos de Cyperaceae (Poales)**

A ser submetido ao periódico *“Botanical Journal of the Linnean Society”*

Origem e distribuição de epiderme simples, epiderme múltipla e hipoderme em diferentes tribos de Cyperaceae (Poales)

Danielle Aparecida Schinemann^{1,2} e Shirley Martins Silva¹

Título Resumido: Origem e distribuição de epiderme e hipoderme em Cyperaceae

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos naturais, Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário, 85819-110, Cascavel – Paraná, Brasil.

²Autora para correspondência: danny_schinemann@hotmail.com

Resumo

Na família Cyperaceae, os caracteres anatômicos da lâmina foliar relacionados à estrutura da epiderme e hipoderme são comumente utilizados em estudos taxonômicos e filogenéticos. Estes tecidos podem possuir características muito semelhantes nos órgãos maduros, diferindo por apresentarem origens de meristemas diferentes, e, por isso, sendo frequentemente utilizada a terminologia equivocada. Neste sentido, trabalhos ontogenéticos são necessários para o emprego correto da estrutura e sua utilização na filogenia. Assim, no presente estudo foram estudados 13 táxons, pertencentes a nove tribos de Cyperaceae, com objetivo de descrever a ontogenia da epiderme e hipoderme e estabelecer a terminologia adequada em cada táxon. Porções de rizomas com ápices vegetativos foram fixados em FAA 50, armazenados em etanol 70% e incluídos em historesina, cortados em secções transversais seriadas, corado com azul de toluidina e montados em Entellan. Epiderme uniestratificada foi observada na maioria das tribos (Cariceae, Cladieae, Cryptangieae, Eleocharideae, Hypolytreae e Sclerieae) e epiderme múltipla apenas nas tribos Abildgaardieae, Cypereae e Rhynchosporaeae. A formação de uma hipoderme contínua foi observada apenas em Hypolytreae. Concluimos que em muitas espécies o que era tratado como hipoderme refere-se a uma epiderme múltipla, ressaltando que o termo hipoderme deve ser utilizado apenas com a realização de estudos ontogenéticos.

Palavras-chave: Anatomia, Desenvolvimento, Folha, Homologia, Ontogenia, Taxonomia

INTRODUÇÃO

Dentro da família Cyperaceae existe grande dificuldade na identificação e classificação das espécies devido à similaridade morfológica dos órgãos vegetativos e extrema redução das estruturas reprodutivas (Kukkonen, 1967; Goetghebeur, 1998; Bugg *et al.*, 2013). Diante disso, caracteres morfológicos e anatômicos de órgãos vegetativos vêm ganhando destaque na identificação e classificação em nível genérico e específico (Goetghebeur, 1998; Naczi & Ford, 2008; Hameed *et al.*, 2012; Bugg *et al.*, 2013).

Estudos anatômicos com enfoque taxonômico envolvendo diferentes gêneros e espécies de Cyperaceae destacam como caracteres sinapomórficos para a família a presença de corpos de sílica, estômatos paracíticos, tecido de sustentação, aerênquima e feixes vasculares com duas bainhas (Metcalfe, 1969,1971; Bruhl, 1995). De acordo com esses últimos autores e outros que realizaram estudos com o mesmo objetivo, caracteres estruturais relacionados à epiderme e a hipoderme foliar tem importância taxonômica a nível genérico e específico dentro da família (Mehra & Sharma, 1965; Sharma & Mehra, 1972; Standley, 1990; Prata *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2002; Martins, Machado & Alves, 2008; Hefler & Longhi-Wagner, 2010).

A epiderme compreende um tecido de revestimento primário com função de proteção externa do corpo vegetal, apresenta origem da protoderme, sendo constituída geralmente de uma única camada, formada por meio de divisões anticlinais da protoderme, podendo também ocorrer epiderme múltipla ou multiestratificada por meio de divisões periclinais da protoderme (Esau, 1977; Evert, 2007).

Com relação à hipoderme, essa é descrita como uma ou mais camadas de células localizadas internamente a epiderme com características distintas das demais células do meristema fundamental, podendo ser semelhante às células epidérmicas (Evert, 2007). Em espécies de Cyperaceae, o termo hipoderme foi empregado por vários autores, mas a respeito de tipos celulares distintos (Arruda & Neves, 2005; Prata *et al.*, 2007; Hefler & Longhi-Wagner, 2010; Martins *et al.*, 2012; Hoss, 2013) (Quadro 1).

No entanto, a determinação correta do que é uma hipoderme ou uma epiderme múltipla pode ser determinada apenas por estudos ontogenéticos, uma vez que a hipoderme apresenta origem do meristema fundamental e a epiderme múltipla da protoderme (Evert, 2007). O estudo de ontogenia foliar realizado por Martins *et al.* (2012) com oito espécies pertencentes a três tribos da subfamília Cyperoideae revelou a ocorrência de epiderme múltipla nessas espécies. Esses autores então destacaram a importância de realizar estudos de ontogenia na família, incluindo maior número de espécies e tribos.

Na atualidade, a proposta de classificação infrafamiliar para Cyperaceae mais aceita é de Muasya *et al.* (2009), baseada em dados moleculares, que apoia a divisão em duas subfamílias, Mapanioideae e Cyperoideae, sendo corroborada por estudos mais recentes que incluíram dados moleculares e morfológicos (Semmouri *et al.* 2018). Já o número de tribos aceitas tem número variado entre os estudos, com 14 propostas por Muasya *et al.* (2009) e 18 por Semmouri *et al.* (2018).

Diante da utilização de caracteres relacionados à epiderme e hipoderme na delimitação de espécies de Cyperaceae, mostra-se necessário a determinação de estruturas homólogas que são fundamentais em estudos filogenéticos e

interpretações evolutivas. Dessa forma, tivemos como objetivo estudar a ontogenia foliar ou do escapo com ênfase na diferenciação da epiderme e hipoderme em diferentes tribos pertencentes as duas subfamílias de Cyperaceae, visando confirmar a ocorrência de hipoderme e epiderme múltipla.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo, foram analisados a folha ou escapo em diferentes fases de desenvolvimento de 13 espécies pertencentes a 10 gêneros e nove tribos distintas de Cyperaceae (Tab. 1), escolhidas pela disponibilidade de material no país para as análises ontogenéticas. Os indivíduos dessas espécies foram previamente coletados em parceria com pesquisadores de outras instituições, sendo o material testemunho herborizado e as exsicatas depositadas nos herbários HRCB, SPF, UFP e UNOP (Thiers, 2019 continuamente atualizado) (Tab. 1).

Para as análises anatômicas, rizomas com gemas (apresentando primórdios foliares ou de escapo e folhas ou escapos jovens) e folhas maduras (totalmente expandidas) e escapos maduros (com inflorescência desenvolvida) foram fixadas em FAA 50 (Johansen, 1940) e conservadas em etanol 70%. Para a análise da organização dos tecidos da epiderme e hipoderme em órgãos maduros, porções medianas da lâmina foliar ou do escapo foram seccionadas à mão livre com auxílio de lâminas de barbear, clarificadas com hipoclorito de sódio 70%, lavadas com água destilada, coradas com fucsina básica e azul de alcian e montadas entre lâmina e lamínula com glicerina (Kraus & Arduim, 1997).

Para a análise ontogenética da epiderme e hipoderme, porções de rizomas com gemas foram desidratadas em séries crescentes de álcool etílico, sendo

infiltradas e incluídas em historesina (Leica Historesin Embedding Kit, Nussloch, Germany), conforme recomendações do fabricante. Posteriormente, foram realizadas secções transversais seriadas do material incluído com auxílio de micrótomo rotativo (Modelo RM 2245, Leica Microsystems Nussloch GmbH, Nussloch, Germany) utilizando navalha de tungstênio, espessura 5 µm. As secções anatômicas foram coradas com azul de toluidina 0,05% (Feder & O'Brien, 1968) e montadas em resina sintética Entellan® (Merck, Darmstadt, Germany).

As lâminas anatômicas foram analisadas em microscopia de luz, sendo realizada a captura das imagens com auxílio de câmera digital DP041 acoplada ao fotomicroscópio Olympus Bx70, utilizando o programa DP Controller.

Para a espécie *Mapania pycnostachya* (Benth.) T.Koyama foi analisada além da epiderme foliar, a epiderme do pseudopécíolo, por ter sido descrita a ocorrência de hipoderme em trabalhos anteriores (Silva, Alves & Coan, 2014) e para a espécie *Eleocharis minima* Kunth foi analisada a epiderme ocorrente no escapo floral, pois as espécies do gênero não apresentam lâminas foliares desenvolvidas.

RESULTADOS

Epiderme com apenas uma camada (uniestratificada) foi observada em sete espécies (Tab. 2), abrangendo a maioria das tribos estudadas, sendo estas: tribo Cariceae (*Carex sororia* Kunth), Cladieae (*Cladium mariscus* subsp. *jamaicense* (Crantz) Kük.), Cryptangieae (*Lagenocarpus rigidus* Nees), Eleocharideae (*Eleocharis minima* Kunth), Hypolytreae (*Hypolytrum bullatum* C.B.Clarke e *Mapania pycnostachya* (Benth.) T.Koyama) e Sclerieae (*Scleria distans* Poir.), a maioria das espécies apresentam células epidérmicas com

paredes delgadas, com formato de quadrangular a retangular (Fig. 1F, I, O; Fig. 3B, D) e algumas apresentam células com formato oval (Fig. 1C, L, Fig. 3G; Fig. 4C, I). Durante a diferenciação dos tecidos nas folhas e escapos dessas espécies, ocorrem essencialmente divisões anticlinais na protoderme (Fig. 1A, D-E, G-H, J-K, M). Foi observado que algumas células da protoderme se dividem também periclinalmente (Fig. 1B, H - seta) e/ou em diferentes planos, mas para formação de cordões de fibras subepidérmicos (Fig. 1I).

Epiderme com duas ou mais camadas foi observada na face adaxial nas espécies estudadas das tribos Abildgaardieae (*Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl), Cyperaceae (*Cyperus brevifolius* (Rottb.) Endl. ex Hassk., *Cyperus lanceolatus* Poir., *Cyperus luzulae* (L.) Retz. e *Cyperus pedunculatus* (R.Br.) J.Kern) e Rhynchosporaeae (*Rhynchospora elatior* Kunth), estas espécies apresentam paredes delgadas, com aspectos buliforme e vacúolo bem desenvolvido, com formatos ovais (Fig. 2C, F; Fig. 4F, L) ou poligonais (Fig. 2I, L). Nas folhas jovens dessas espécies, observam-se essencialmente divisões anticlinais e periclinais (Fig. 2A-B) da protoderme e suas derivadas (Fig. 2D-E, G-H, J-K). Na folha madura, nota-se que as células da epiderme bi ou multiestratificada podem apresentar tamanhos e formatos semelhantes, como em *Cyperus brevifolius* (Fig. 2C), ou tamanhos e formatos diferentes. Nesse último caso, as células da camada mais externa podem ser menores (*Cyperus lanceolatus* e *C. pedunculatus* – Fig. 2F,I) ou maiores que àquelas das camadas mais internas (*Rhynchospora elatior* – Fig. 2L).

Foi observada a ocorrência de variação quanto ao número de camadas da epiderme nas folhas maduras das espécies *Cyperus luzulae* (tribo Cyperaceae) e *Fimbristylis dichotoma* (tribo Abildgaardieae). Em *C. luzulae*, as regiões apical e

mediana da lâmina foliar apresentam epiderme uniestratificada (Fig. 4C) e a região basal epiderme multiestratificada (Fig. 4F), nessa última região observam-se divisões periclinais da protoderme (Fig. 4D-E). Já em *Fimbristylis dichotoma* algumas folhas maduras possuem epiderme uniestratificada (Fig. 4I) e outras biestratificada (Fig. 4L) e essa variação foi observada nas folhas jovens em que algumas apresentaram divisões periclinais da protoderme (Fig. 4J-K) e outras não (Fig. 4G-H).

A ocorrência de hipoderme foi confirmada apenas para as espécies da tribo Hypolytreae, na face adaxial das folhas de *Hypolytrum bullatum* e na face adaxial do pseudopecíolo de *Mapania pycnostachya*, essas células apresentam paredes delgadas, com formatos ovais (Fig. 3D, G). Durante a diferenciação dos tecidos, foi observado que nas folhas jovens de *Hypolytrum bullatum* uma camada de células localizada abaixo da protoderme tem origem do meristema fundamental (Fig. 3E-F) e constituirá a hipoderme na folha madura (Fig. 3G), a diferenciação dessa camada antecede a da protoderme (Fig. 3F). Já no pseudopecíolo de *Mapania pycnostachya* observam-se três camadas de células internamente a protoderme que tem origem do meristema fundamental (Fig. 3C) e constituirão a hipoderme no órgão maduro (Fig. 3D).

DISCUSSÃO

O estudo ontogenético realizado ampliou o número de descrições de espécies com epiderme múltipla em Cyperaceae e confirmou a ocorrência de hipoderme apenas em membros da tribo Hypolytreae.

Quanto à distribuição dos tipos de epiderme (Fig. 5), verifica-se que na maioria das tribos de Cyperaceae as folhas ou escapos apresentam epiderme simples (uniestratificada), observado na maioria das tribos analisadas neste trabalho (Cariceae, Cladieae, Cryptangieae, Eleocharideae, Hypolytreae e Sclerieae) e em dados disponíveis na literatura (Bisboeckelerae, Carpheae, Chrystricheae, Dulichieae, Schoeneae, Scirpeae, Fuirena e Trilepideae). Para membros das tribos Abildgaardieae e Cypereae, verificou-se a ocorrência de ambas, epiderme simples e múltipla (bi ou multiestratificada), podendo variar inclusive entre indivíduos da mesma espécie como é o caso de *Fimbristylis dichotoma*.

A presença de epiderme múltipla foi confirmada para as espécies *Cyperus brevifolius*, *Cyperus lanceolatus*, *Cyperus luzulae*, *Cyperus pedunculatus*, *Fimbristylis dichotoma* e *Rhynchospora elatior*. Nesse sentido, ampliou-se o número de espécies com essa característica, porém, estas pertencem as mesmas tribos (Abildgaardieae, Cypereae e Rhynchosporae) já indicadas por Martins *et al.*, (2012). Muitos dos representantes dessas tribos, incluindo as espécies estudadas aqui e por Martins *et al.*, (2012), ocorrem predominantemente em ambientes abertos e com baixa disponibilidade hídrica (Martins, Alves & Scatena, 2015), portanto, a presença de uma epiderme múltipla, com células volumosas e vacúolo bem desenvolvido, pode estar relacionado com armazenamento de água e isolamento térmico (Fahn & Cutler, 1992). Função semelhante foi atribuída a epiderme múltipla verificada nas folhas de espécies de Piperaceae (Kaul, 1977), que foi comprovada por meio de estudos ontogenéticos por Takemori *et al.* (2003).

As tribos Abildgaardieae, Cyperaceae e Rhynchosporae aparecerem em clados distintos na filogenia da família (Muasya *et al.*, 2009, Semmouri *et al.*, 2018), de modo que a ocorrência de uma epiderme múltipla possivelmente representa uma convergência adaptativa. Assim, ressaltamos a importância de estudar outras espécies nessas tribos para verificação da distribuição de epiderme múltipla dentro das tribos. Além disso, é provável que as descrições de hipoderme indicadas para membros dessas tribos (Quadro 1) trata-se de epiderme múltipla.

Quanto à hipoderme, aqui tratada como camada de parênquima não clorofiliano localizada abaixo da epiderme, conforme definição de Bruhl (1995), só foi confirmada para espécies da tribo Hypolytreae que pertence a subfamília Mapanioideae, porém existem indicativos na literatura para espécies das tribos Chystricheae, Dulichieae Schoeneae, Scirpeae e Trilepideae (Metcalf, 1971). Portanto, ressalta-se a necessidade da realização de estudos ontogenéticos para confirmação da presença de hipoderme nessas outras tribos, para confirmação ou não da ocorrência de hipoderme apenas na subfamília Mapanioideae.

Tal problemática na delimitação dos tecidos epiderme múltipla e hipoderme também é enfrentada em outros grupos de angiospermas como destacado para Piperaceae (Takemori *et al.*, 2003), Monimiaceae (Callado *et al.*, 2006) e Myrtaceae (Gomes *et al.*, 2009). Dessa forma, ressalta-se a importância do estabelecimento de homologias referente à epiderme e hipoderme em Cyperaceae, podendo constituir caracteres potencialmente informativos em análises filogenéticas.

Concluimos que em muitas espécies de Cyperaceae o que era tratado como hipoderme refere-se à epiderme múltipla, que possivelmente representa

uma convergência adaptativa, e que o termo hipoderme só deve ser precisamente descrito em espécies de Cyperaceae com a realização de estudos ontogenéticos, e, não sendo possíveis tais análises, que seja indicada a possibilidade de se tratar de uma epiderme múltipla.

AGRADECIMENTOS

A Capes, pela bolsa de mestrado concedido à primeira autora. Aos pesquisadores que coletaram o material para a análise: Aline Viana, F. Gomes Silva, Polyanna Cristina Simão, Rafael Trevisan, Shirley Martins Silva, Vanessa Liesenfeld e Vera Lúcia Scatena.

REFERÊNCIAS

Alves MV, Estelita MEM, Wanderley MGL, Thomas WW. 2002. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). *Rev Bras Bot* **25**: 1-9.

Arruda RCO, Neves LJ. 2005. Anatomia foliar de *Trilepis Ihotzkiana* Nees e *Trilepis ciliatifolia* T. Koyama (Cyperaceae) Juss. *Acta Botanica Brasilica* **19**: 889-897.

Bruhl JJ. 1995. Sedge genera of the world: relationships and new classification of the Cyperaceae. *Aust Syst Bot* **8**: 125-305.

Bugg C, Smith C, Blackstock N, Simpson D, Ashton PA. 2013. Consistent and variable leaf anatomical characters in *Carex* (Cyperaceae). *Bot J Linn Soc* **172**: 371–384.

Callado CH, Freitas MHV, Lima HR, Costa CG. 2006. Diferenciação da epiderme múltipla da lâmina foliar de *Mollinedia oligantha* Perkins. *Floresta e Ambiente* **12**: 75 – 78.

Esau K. 1977. *Anatomy of seed plants*. New York: John Wiley & Sons

Evert RF. 2007. *Esau's plant anatomy: meristems, cells and tissues of the plant body, their structure, function and development*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Fahn A, Cutler DF. 1992. *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Berlin: Gebrüder Borntraeger.

Farias LHM. 2005. *Efeitos do solo contaminado por petróleo nas folhas e raízes de Rhynchospora corymbosa (L.) Britt. (Cyperaceae)*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade Federal do Paraná.

Feder N, O'brien TP. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. *Amer J Bot* **55**: 123–142.

Goetghebeur P. 1998. Cyperaceae. In: Kubitzki K, ed. *The families and genera of vascular plants*. Hamburg: Springer, 141-190.

Gomes SM, Somavilla NSDN, Gomes-Bezerra KM, Miranda SC, Carvalho OS, Graciano-Ribeiro D. 2009. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. *Acta bot. bras.* **23**: 223-238.

Govaerts R, Simpson DA, Goetghebeur P, Wilson KL, Egorova T, Bruhl JJ. 2018. *World checklist of Cyperaceae*. Kew: The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <http://wcsp.science.kew.org/>.

Govindarajalu E. 1968. The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subgen. *Kyllinga* (Rottb.) Suringar. *Botanical Journal of the Linnean Society* **62**: 41-58.

Govindarajalu E. 1974. The systematic anatomy of south Indian Cyperaceae: *Cyperus* L. subgen. *Juncellus*, *Cyperus* subgen. *Mariscus* and *Lipocarpa* R. Br. *Botanical Journal of the Linnean Society* **68**: 235-266.

Govindarajalu E. 1979. Studies in Cyperaceae: XVI. Novelties in *Cyperus* Linn. and their vegetative anatomy. *Proceedings of the Indian National Science Academy* **88**: 229-242.

Govindarajalu E. 1990. Cyperaceae Indiae Australis Precursores--A novelty in *Eleocharis* R.Br. and its vegetative anatomy. *Proceedings of the Indian National Science Academy* **100**: 71-75.

Hameed M, Nawaz T, Ashraf M, Tufail A, Kanwal H, Ahmad Msa, Ahmad I. 2012. Leaf anatomical adaptations of some halophytic and xerophytic sedges of the Punjab. *Pak J Bot* **44**: 159-164.

Hefler SM, Longhi-Wagner HM. 2010. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia das espécies de *Cyperus* L. subg. *Cyperus* (Cyperaceae) ocorrentes no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **24**: 708-717.

Hoss KA. 2013. *Anatomia foliar de espécies do gênero Scleria (Cyperaceae)*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade Federal de Santa Catarina.

Johansen DA. 1940. Plant Microtechnique. New York: McGraw-Hill.

Kaul RB. 1977. The role of the multiple epidermis in foliar succulence of *Peperomia* (Piperaceae). *Botanical Gazette* **138**: 213-218.

Koyama T. 1961. Classification of the family Cyperaceae. *Journal of Faculty of Sciences of the University of Tokyo* **8**: 37-148.

Kraus JE, Arduin M. 1997. Manual básico de Métodos em Morfologia Vegetal, Rio de Janeiro: Seropédica.

Kukkonen I. 1967. Vegetative Anatomy of *Uncinia* (Cyperaceae). *Annals of Botany* **31**: 523–544.

Martins S, Alves M, Scatena VL. 2015. Occurrence and evolutionary inferences about Kranz anatomy in Cyperaceae (Poales). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **87**: 2177-2188.

Martins S, Pilatti V, Vegetti A, Scatena VL. 2012. Do leaves in Cyperoideae (Cyperaceae) have a multiple epidermis or a hypodermis? *Flora* **207**: 341– 345.

Martins S, Machado SR, Alves M. 2008. Anatomia e ultra-estrutura foliar de *Cyperus maritimus* Poir. (Cyperaceae): estratégias adaptativas ao ambiente de dunas litorâneas. *Acta bot bras* **22**: 493-503.

Mehra PN, Sharma OP. 1965. Epidermal silica cells in the Cyperaceae. *Botanical Gazette* **126**: 53-58.

Metcalf CR .1969. Anatomy as an aid to classifying the Cyperaceae. *Amer J Bot* **56**: 782-790.

Metcalf CR .1971. *Anatomy of the monocotyledons: Cyperaceae*. Oxford: Claredon Press.

Muasya AM. 1998. A Synopsis of *Fuirena* (Cyperaceae) for the Flora of Tropical East Africa. *Kew Bulletin* **53**: 187-202.

Muasya AM, Simpson DA, Verboom GA, Goetghebeur P, Naczi RFC, Chase MW, Smets E. 2009. Phylogeny of Cyperaceae Based on DNA Sequence Data: Current Progress and Future Prospects. *Bot Rev* **75**: 2–21.

Naczi FC, Ford BA. 2008. *Sedges: uses, diversity and systematics of the Cyperaceae*. Saint Louis: Missouri Botanical Gardens Press.

Prata AP, Menezes NL, Mazzoni-Viveiros SC, Wanderley MGL, Thomas WW. 2007. Anatomia do escapo e rizoma de espécies brasileiras de *Bulbostylis* Kunth. (Cyperaceae). *Revista Brasileira de Botânica* **30**: 245-256.

Rad MA, Hroudová Z. 2013. Leaf and stem anatomy in Iranian *Bolboschoenus* species (Cyperaceae), as related to their taxonomy and ecology. *Iranian Journal of Botany* **19**: 221-234.

Rad MA, Sonboli A. 2008. Leaf and stem anatomy of the *Cyperus* subgenus *Cyperus* in Iran. *Rostaniha* **9**: 6-22.

Rocha DC, Martins D. 2011. Adaptações morfoanatômicas de Cyperaceae ao ambiente aquático. *Planta Daninha* **29**: 7-15.

Semmouri I, Bauters K, Léveillé-Bourret É, Starr JR, Goetghebeur P, Larridon I. 2018. Phylogeny and Systematics of Cyperaceae, the Evolution and Importance of Embryo Morphology. *The Botanical Review* 1:1-39.

Sharma OP, Mehra PN. 1972. Systematic anatomy of *Fimbristylis* Vahl (Cyperaceae). *Botanical Gazette* **133**: p. 87-95.

Silva AL. 2013. *Anatomia de órgãos foliares de Mapania Aubl. (Mapanioideae, Cyperaceae)*. Trabalho de Conclusão de Curso não publicado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Silva, AL, Alves, MVS, Coan, AI. 2014. Importance of anatomical leaf features for characterization of three species of *Mapania* (Mapanioideae, Cyperaceae) from the Amazon Forest, Brazil. *Acta Amaz* 44: 447-456.

Simpson DA, Muasya AM, Alves M, Bruhl JJ, Dhooge S, Chase MW, Furness CA, Ghamkhar K, Goetghebeur P, Hodgkinson TR, Marchant AD, Nieuborg R, Reznicek AA, Roalson EH, Smets E, Starr JR, Thomas WW, Wilson KL, Zhang X. 2007. Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data—A new *rbcL* analysis. *Aliso* **23**: 72–83.

Souza VC, Lorenzi H. 2012. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. São Paulo: Instituto Plantarum.

Standley L. 1990. A. Anatomical aspects of the taxonomy of sedges (*Carex*, Cyperaceae). *Canadian Journal of Botany* **68**: 1449-1456.

Takemori NK, Bona C, Alquini Y. 2003. Anatomia comparada das folhas de espécies de *Peperomia* (Piperaceae) - I. Ontogênese do tecido aquífero e dos estômatos. *Acta Botanica Brasilica* **17**: 387-394.

Thiers B. 2019. [continuously updated]. *Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York: New York botanical garden's virtual herbarium. Disponível em <http://sweetgum.nybg.org/ih/>.

Wills GD. 1987. Description of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Science Society of America* **1**: 2-9.

Quadro 1. Relação de alguns estudos anatômicos realizados com órgão vegetativos em Cyperaceae, seguido dos grupos taxonômicos estudados e as descrições empregadas com relação à epiderme e hipoderme.

Referência	Táxon	Termos utilizados
Kukkonen (1967)	<i>Uncina</i>	Epiderme uniestratificada
Govindarajalu (1968)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada
Sharma & Mehra (1972)	<i>Fimbristylis</i>	Epiderme múltipla (células epidérmicas e hipodérmicas)
Govindarajalu (1974)	<i>Lipocarpa</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Govindarajalu (1974)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Govindarajalu (1979)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Wills (1987)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e fibras hipodérmicas
Govindarajalu (1990)	<i>Eleocharis</i>	Epiderme uniestratificada
Muasya (1998)	<i>Fuirena</i>	Epiderme uniestratificada
Alves et al. (2002)	<i>Hypolytrum</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Alves et al. (2002)	<i>Mapania</i>	Epiderme uniestratificada
Arruda & Neves (2005)	<i>Trilepis</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme.
Farias, L. H. M. (2005)	<i>Rhynchospora</i>	Epiderme uniestratificada
Rad & Sonboli (2008)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Martins (2008)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada
Rocha & Martins (2011)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme
Rocha & Martins (2011)	<i>Eleocharis</i>	Epiderme uniestratificada
Rocha & Martins (2011)	<i>Rhynchospora</i>	Epiderme uniestratificada
Rad & Hroudová (2013)	<i>Bolboschoenus</i>	Epiderme uniestratificada e células translúcidas
Ardissone (2013)	<i>Bulbostylis</i>	Epiderme uniestratificada
Hoss (2013)	<i>Scleria</i>	Epiderme uniestratificada
Silva (2013)	<i>Mapania</i> (bainha foliar)	Epiderme uniestratificada
Santos (2014)	<i>Cyperus</i>	Epiderme uniestratificada e hipoderme

Tabela 1. Tribos e espécies de Cyperaceae estudadas quanto à ontogenia foliar com destaque para epiderme e hipoderme.

Tribo	Espécie	Voucher
Subfamília Cyperoideae		
Abildgaardieae	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	HRCB54609
Cariceae	<i>Carex sororia</i> Kunth	UNOP 2689
Cladieae	<i>Cladium mariscus</i> subsp. <i>jamaicense</i> (Crantz) Kuk.	s/n
Cryptangieae	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	UNOP3378
Cypereae	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Endl. ex Hassk.	UNOP2857
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.	UNOP3371
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	UFP 83867
	<i>Cyperus pedunculatus</i> (R.Br.) J.Kern	SPF168781
Eleocharideae	<i>Eleocharis minima</i> Kunth	UNOP7803
Rhynchosporae	<i>Rhynchospora elatior</i> Kunth	HRCB51421
Sclerieae	<i>Scleria distans</i> Poir.	HRCB54166
Subfamília Mapanioideae		
Hypolytreae	<i>Hypolytrum bullatum</i> C.B.Clarke	UFP 42802
	<i>Mapania pycnostachya</i> (Benth.) T.Koyama	HRCB52749

HRCB: Herbário Rioclarense. SPF: Herbário da Universidade de São Paulo. UFP: Herbário Geraldo Mariz, Universidade Federal de Pernambuco. UNOP: Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Tabela 2. Caracteres anatômicos relacionados a epiderme e hipoderme nas folhas e escapos de espécies de Cyperaceae estudadas quanto à ontogenia dos tecidos. (0) ausente; (1) presente. 1. *Carex sororia*; 2. *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense*; 3. *Cyperus brevifolius*; 4. *Cyperus flavescens*; 5. *Cyperus lanceolatus*; 6. *Cyperus ligularis*; 7. *Cyperus luzulae*; 8. *Cyperus niger*; 9. *Cyperus pedunculatus*; 10. *Cyperus polystachyos*; 11. *Eleocharis minima*; 12. *Fimbristylis complanata*; 13. *Fimbristylis dichotoma*; 14. *Hypolytrum bullatum*; 15. *Lagenocarpus rigidus*; 16. *Mapania pycnostachya* (lâmina foliar); 17. *Mapania pycnostachya* (pseudopécíolo); 18. *Rhynchospora elatior*; 19. *Rhynchospora globosa*; 20. *Rhynchospora terminalis*; 21. *Scleria distans*.

Caracteres/Espécies	01	02	03	*04	05	*06	07	*08	09	*10	11	*12	13	14	15	16	17	18	*19	*20	21
Epiderme uniestratificada	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Epiderme biestratificada	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Epiderme multiestratificada (3-5 camadas)	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Hipoderme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

*Espécies estudadas por Martins et al. (2012)

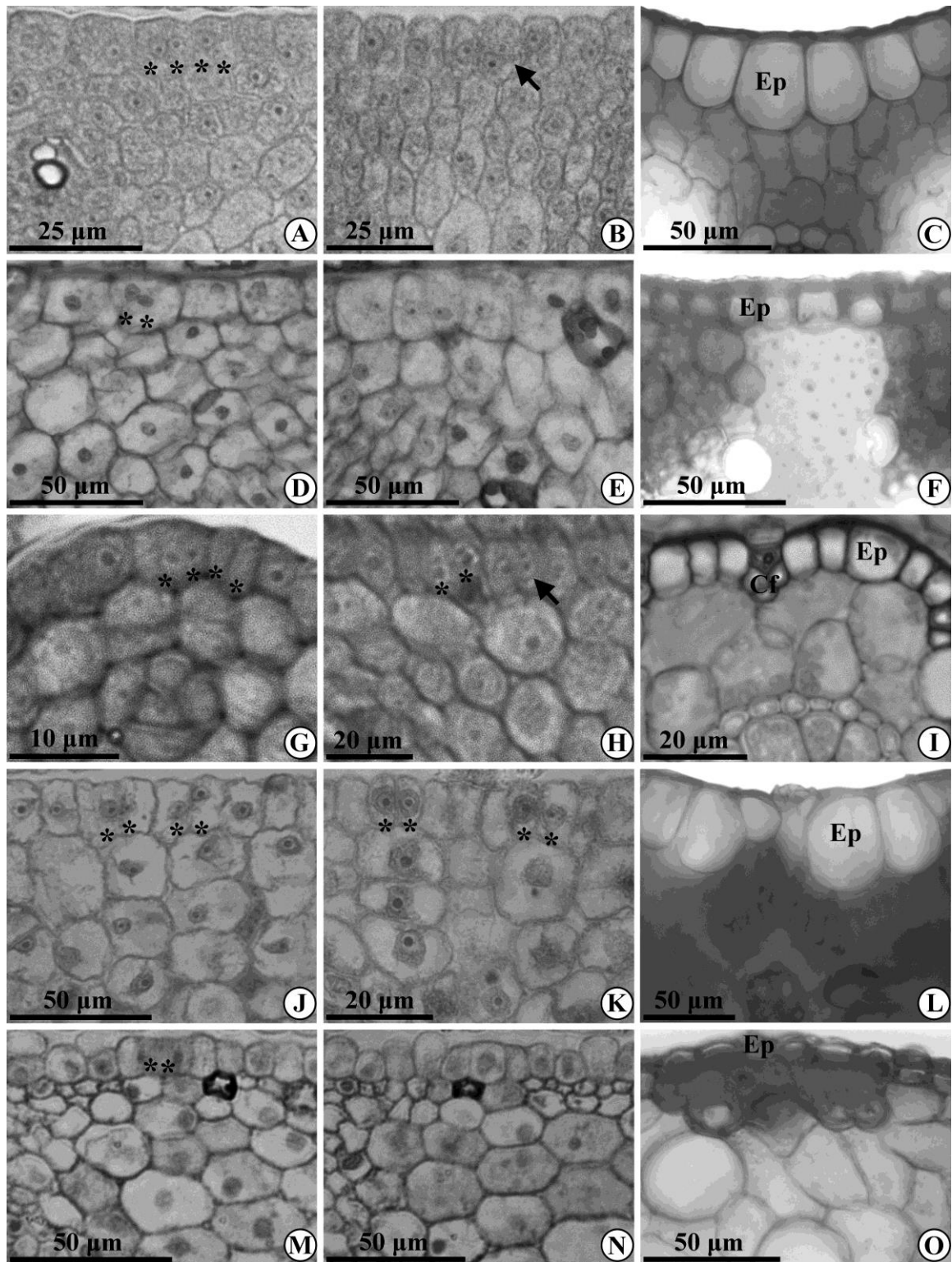


Figura 1: Folhas (A-F; J-O) e escapo (G-I) em diferentes estágios de diferenciação dos tecidos com destaque para formação da epiderme uniestratificada. A-C: *Carex sororia*; D-F: *Cladium mariscus* subsp. *jamaicense*; G-I: *Eleocharis minima*; J-L: *Scleria distans*; M-O: *Lagenocarpus rigidus* (Asterisco: divisões celulares anticlinais; Seta: divisões celulares periclinais; Ep: epiderme; Cf: cordões de fibra).

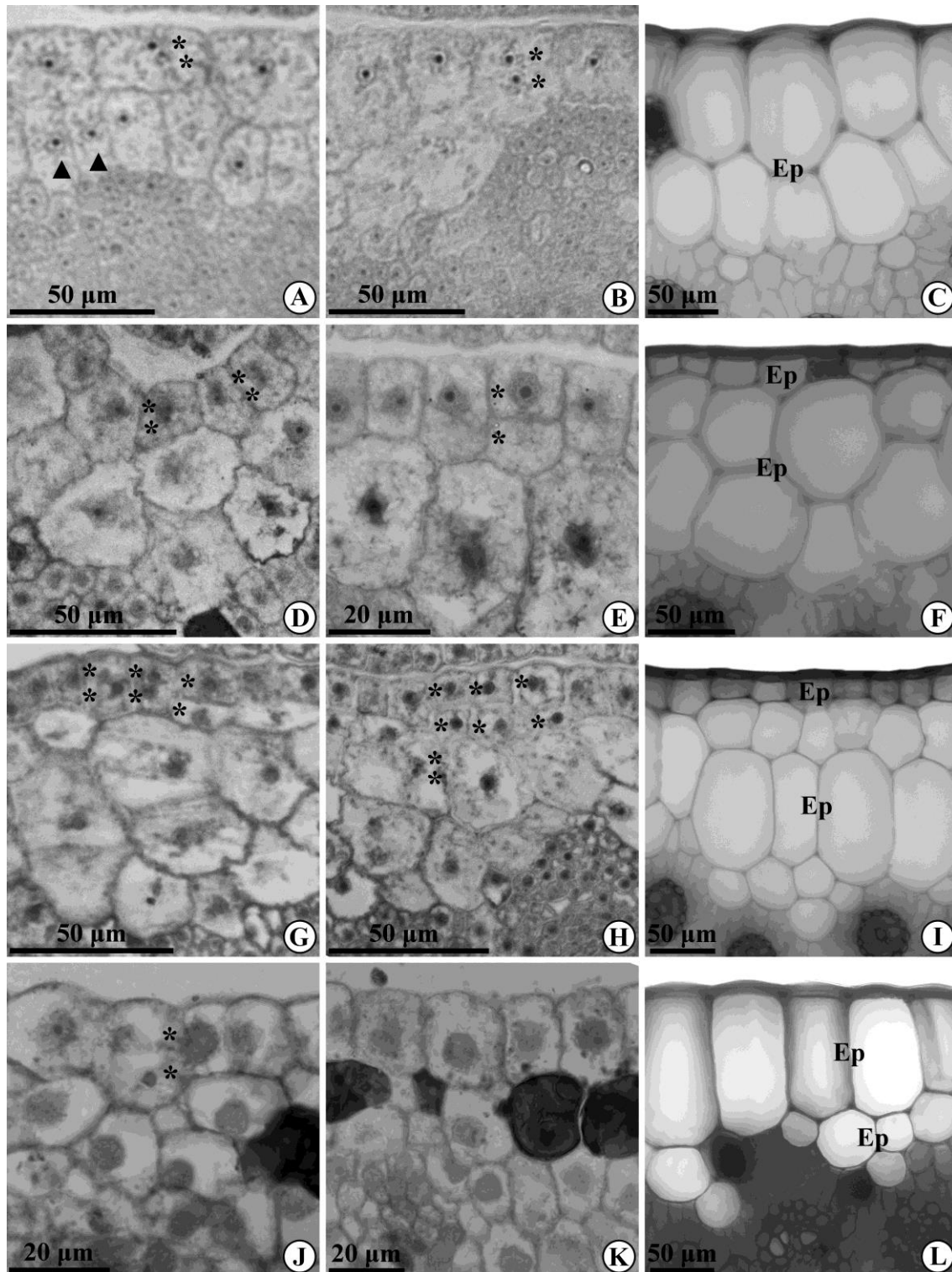


Figura 2: Formação da epiderme múltipla nas folhas. A-C: *Cyperus brevifolius*; D-F: *Cyperus lanceolatus*; G-I: *Cyperus pedunculatus*; J-L: *Rhynchospora elatior* (Asterisco: divisões celulares periclinais; Triângulo: divisões celulares anticlinais; Ep: epiderme).

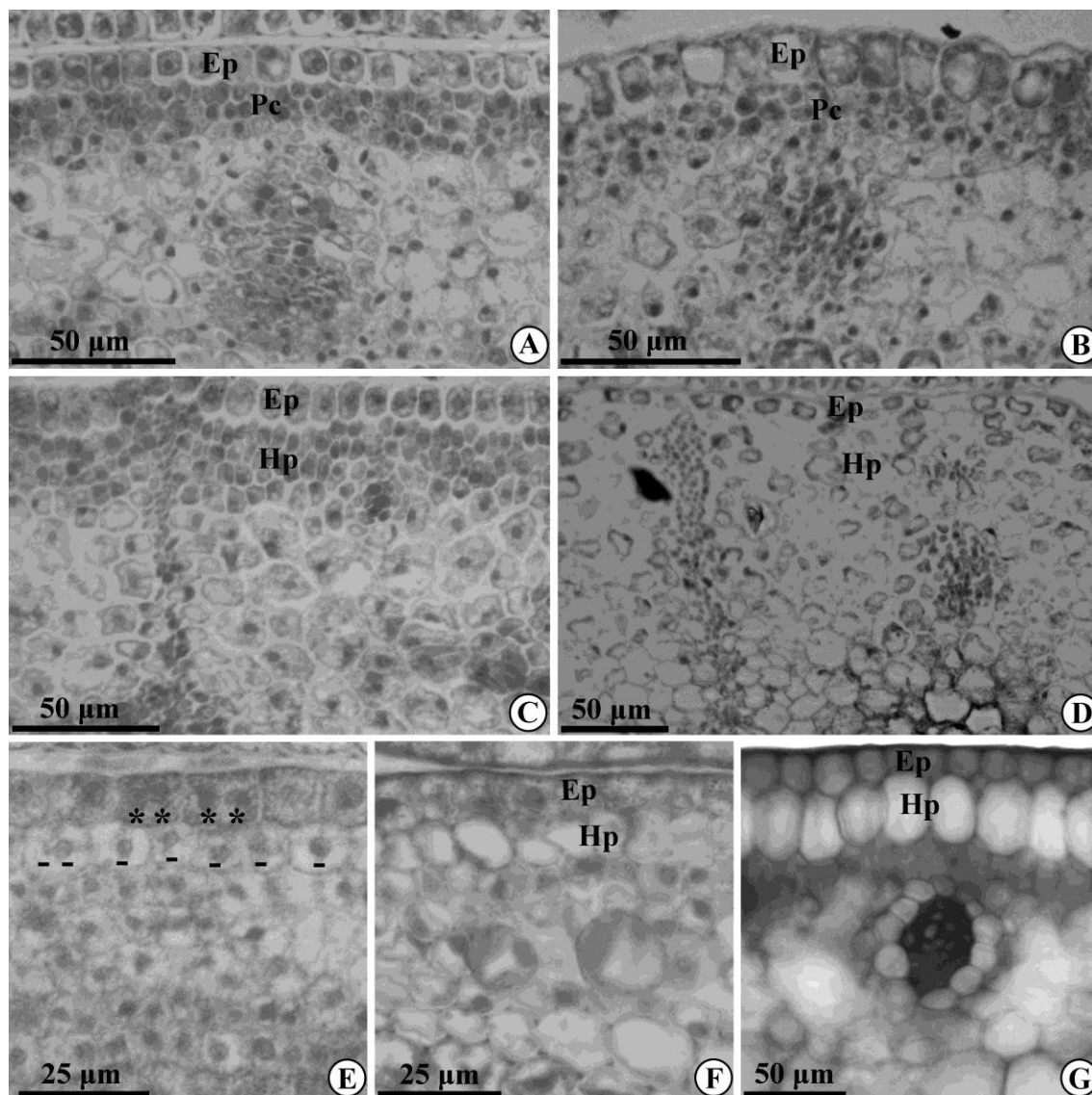


Figura 3: Formação da epiderme uniestratificada e da hipoderme. A-D: *Mapania pycnostachya*; A-B: Lâmina foliar; C-D: Pseudopetíolo; E-G: *Hypolytrum bullatum* (Asterisco: divisões celulares anticlinais; Traço: formação da hipoderme; Ep: epiderme; Hp: hipoderme).

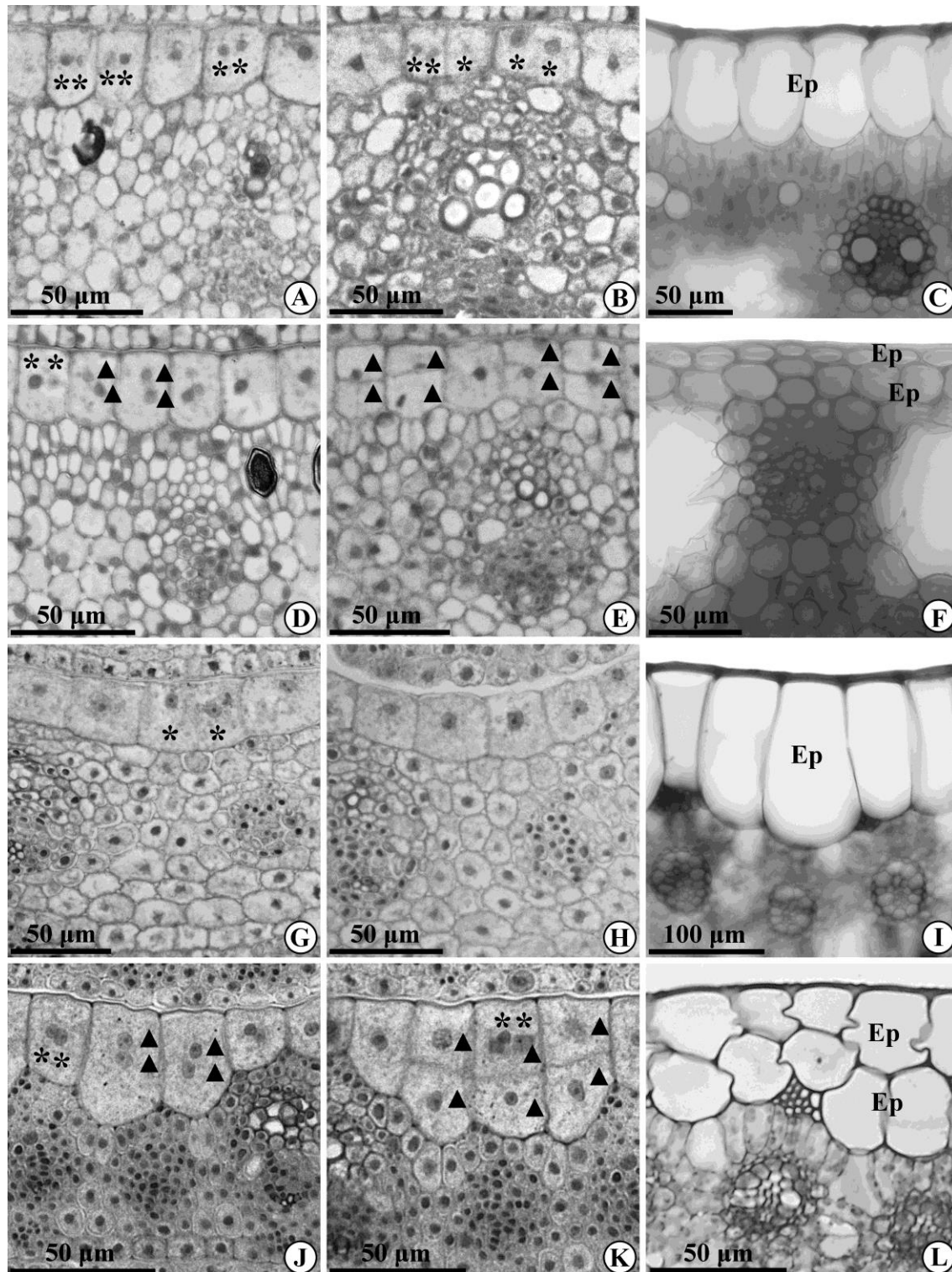


Figura 4: Variação na formação de epiderme de uniestratificada a multiestratificada. A-F: *Cyperus luzulae*; A-C: Epiderme uniestratificada; D-F: Epiderme múltipla; G-L: *Fimbristylis dichotoma*; G-I: Epiderme uniestratificada; J-L: Epiderme biestratificada (Asterisco: divisões celulares anticlinais; Triângulo: divisões celulares periclinais; Ep: epiderme).

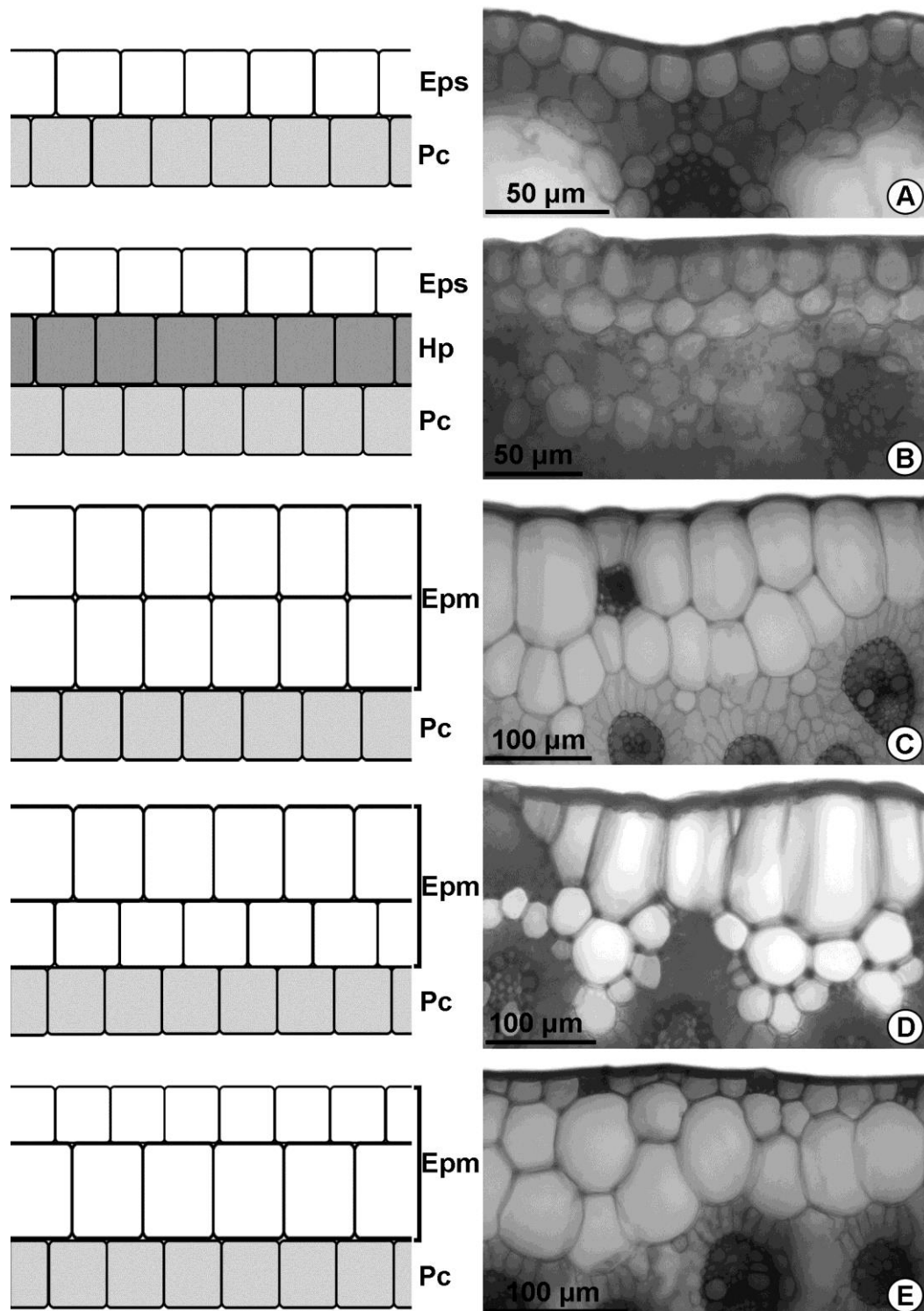


Figura 5: Diagrama mostrando as diferenças na epiderme de folhas maduras em secção transversal. A: Epiderme simples (*Carex sororia*), B: Epiderme simples e hipoderme (*Hypolytrum bullatum*), C-E: Epiderme múltipla. C: Camadas com células de tamanho semelhante (*Cyperus brevifolius*), D: Células da camada externa maiores que das internas (*Rhynchospora elatior*), E: Células da camada externa menores que das internas (*Cyperus lanceolatus*). (Eps: Epiderme simples, Hp: Hipoderme, Pc: Parênquima clorofiliano, Epm: Epiderme múltipla).

NORMAS DA REVISTA: Botanical Journal of the Linnean Society

PREPARATION OF MANUSCRIPT

Manuscript format and structure/style

BASIC FORMATTING GUIDE

Authors should aim to communicate ideas and information clearly and concisely, in language suitable for the moderate specialist. Papers in languages other than English are not accepted unless invited. When a paper has joint authorship, one author must accept responsibility for all correspondence; the full postal address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author who is to check proofs should be provided. Although the Society does not specify the length of manuscripts, it is suggested that authors preparing long texts (20 000 words or more, including references, etc.) should consult the Editor before considering submission. **Please submit your manuscript in an editable format such as .doc, .docx or .rtf, prepared on A4, paginated, double spaced throughout (i.e. including references and quotations), with ample margins. If you submit your manuscript in a non-editable format such as PDF, this will slow the progress of your paper as we will have to contact you to request an editable copy.**

Papers should conform to the following general layout:

Article types

- Editorial
- Original Article
- Short Original Article
- Review
- Invited Review
- Comment

Title page

This should include title, authors, institutions and a short running title. The title should be concise but informative, and where appropriate should include mention of family or higher

taxon in the form: 'Taxonomy of the oak, *Quercus* (Fagaceae)'. A subtitle may be included, but papers in numbered series are not accepted. Names of new taxa should not be given in titles.

Abstract

This must be on a separate page. The abstract is of great importance as it may be reproduced elsewhere, and is all that many may see of your work. It should be about 100-200 words long and should summarize the paper in a form that is intelligible in conjunction with the title. It should not include references. The abstract should be followed by up to ten keywords additional to those in the title (alphabetically arranged and separated by hyphens) identifying the subject matter for retrieval systems. Taxonomic authorities should not be included in the Abstract.

Subject matter

(i) The paper should be divided into sections under short headings. Except in systematic hierarchies, the hierarchy of headings should not exceed three. Do not combine Results and Discussion – these should be two different sections. Herbarium vouchers provide a permanent record of the plant material studied. Vouchers should be deposited in a recognized herbarium, and numbers/information should be included in the table or list of material used. In the case of population-level studies, one voucher per population will normally be considered adequate. Authors submitting papers to the Botanical Journal should consult www.ipni.org or *Authors of Plant Names* edited by R.K. Brummitt and C.E. Powell (Royal Botanic Gardens, Kew, 1992; ISBN 947-643-44-3). Names of genera and species should be printed in italic; suprageneric taxon names should be in roman. Cite the author of genera and lower taxa (subgenus, section, species etc.) on first mention in the main text. Manuscripts without author names will be returned. Authors of plant names should follow the abbreviations of Brummitt & Powell, 1992, paying particular attention to the spacing (most do not have spaces following the full stops). These standard abbreviations can be found online at www.ipni.org

(ii) Use SI units and the appropriate symbols (mm, not millimetre; μm , not micron; s, not sec; Myr for million years). Use the negative index (m^{-1} , l^{-1} , h^{-1}) except in cases such as 'per plant'. Avoid elaborate tables of original or derived data, long lists of species etc.; if such

data are absolutely essential, consider including them as appendices or as online-only supporting information. Avoid footnotes and keep cross references by page to an absolute minimum.

(iii) Families used follow APG IV (2016). See *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1–20. Note particularly the use of Asteraceae (not Compositae) and Fabaceae (not Leguminosae). Names of suprageneric taxa (subtribe, tribe, subfamily, family, order etc.) are plural nouns and take plural verb forms e.g. “Allioideae are”, “Betulaceae comprise” etc.

(iv) Use of ‘chloroplast’ should be avoided when referring to plastid genome studies based on total genomic DNA extractions as other plastid types are involved. Use of ‘phylogeny’ should be avoided when reporting the results of an analysis (there is only one true phylogeny). Use ‘phylogenetic analysis’, ‘phylogenetic tree’ or similar. If abbreviations are used, ‘species’ should be abbreviated as ‘sp.’ (singular) or ‘spp.’ (plural) and ‘subspecies’ should be abbreviated as ‘subsp.’ (singular) or ‘subspp.’ (plural). Higher taxonomic ranks (genus, subgenus, section etc.) should not be abbreviated. *Sensu stricto* and *sensu lato* should be abbreviated as s.s. and s.l. (in italics), respectively.

References

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

(i) In the text, give references in the following forms: 'Stork (1988) said', 'Stork (1988: 331)' where it is desired to refer to a specific page, and '(Rapport, 1983)' where giving reference simply as authority for a statement. Note that names of joint authors are connected by '&' in the text. When papers are by three authors, use all names on the first

mention and thereafter abbreviate to the first name *et al.* For papers by four or more authors, use ,em>et al. throughout.

(ii) The list of references must include all publications cited in the text and only these. Prior to submission, make certain that all references in the text agree with those in the references section, and that spelling is consistent throughout. In the list of references, titles of periodicals must be given in full, not abbreviated. For books, give the title, place of publication, name of publisher (if after 1930), and indication of edition if not the first. In papers with half-tones, plate or figure citations are required only if they fall outside the pagination of the reference cited. References should conform as exactly as possible to one of these four styles, according to the type of publication cited.

- **Burr FA, Evert RF. 1982.** A cytochemical study of the wound-healing proteins in *Bryopsis hypnoides*. *Cytobios* **6**: 199-215.
- **Gould SJ. 1989.** *Wonderful life: the Burgess Shale and the nature of history*. New York: W.W. Norton.
- **Dow MM, Cheverud JM, Rhoads J, Friedlaender J. 1987b.** Statistical comparison of biological and cultural/history variation. In: Friedlaender J, Howells WW, Rhoads J, eds. *Solomon Islands project: health, human biology, and cultural change*. New York: Oxford University Press, 265-281.
- **Gay HJ. 1990.** *The ant association and structural rhizome modifications of the far eastern fern genus Lecanopteris (Polypodiaceae)*. Unpublished D. Phil. Thesis, Oxford University.

(iii) Other citations such as papers 'in press' may appear on the list but not papers 'submitted', 'in review' or 'in preparation'. These may be cited in the text as 'unpubl. data'. A personal communication may be cited in the text but not in the reference list. Please give the initials and surnames for all authors of personal communications and unpublished data.

(iv) In the case of taxonomic reviews, authors are requested to include full references for taxonomic authorities.

(v) Give foreign language references in ordinary English alphabetic form (but copy accents in French, German, Spanish, etc.), if necessary transliterating in accordance with a recognized scheme. For the Cyrillic alphabet use British Standard BS 2979 (1958). If only

a published translation has been consulted, cite the translation, not the original. Add translations not supplied by the author of the reference in square brackets.

Tables

Keep these as simple as possible, with few horizontal and, preferably, no vertical rules. When assembling complex tables and data matrices, bear the dimensions of the printed page (225 x 168 mm) in mind; reducing typesize to accommodate a multiplicity of columns will affect legibility.

Illustrations

These normally include (1) half-tones reproduced from photographs, (2) black and white figures reproduced from drawings and (3) diagrams. Use one consecutive set of Arabic numbers for all illustrations (do not separate 'Plates' and 'Text-figures' - treat all as 'Figures'). Figures should be numbered in the order in which they are cited in the text. Use upper case letters for subdivisions (e.g. Figure 1A-D) of figures; all other lettering should be lower case.

Half-tones reproduced from photographs: increasingly, authors' original images are captured digitally rather than by conventional film photography. In these cases, please use settings on your equipment for the highest possible image quality (minimum 300dpi). Desktop technology now allows authors to prepare plates by scanning photographic originals and then labelling them using graphics programs such as Adobe Illustrator. These are acceptable provided:

- Resolution is a minimum of 300 dpi at the final required image size. The labelling and any line drawings in a composite figure should be added in vector format. If any labelling or line drawings are embedded in the file then the resolution must be a minimum of 800 dpi. Please note that vector format labelling will give the best results for the online version of your paper.
- Electronic files are saved uncompressed as TIFF or EPS files.

- In the case that it is not possible to provide electronic versions, please supply photographic prints with labelling applied to a transparent overlay or to a photocopy.

Grouping and mounting: when grouping photographs, aim to make the dimensions of the group (including guttering of 2 mm between each picture) as close as possible to the page dimensions of 168 × 225 mm, thereby optimizing use of the available space. Remember that grouping photographs of varied contrast can result in poor reproduction.

Colour: online-only colour in figures is free of charge. **Colour illustrations in print will be published free of charge at the editor's discretion.** Where possible, figure legends should apply equally well to both printed greyscale and online colour versions and should not specifically refer to the colour.

Black and white figures reproduced from drawings: these should be scanned at a minimum resolution of 800 dpi and supplied in TIFF format. Please note that JPEG, Powerpoint and doc files are not suitable for publication. Lines must be clean and heavy enough to stand reduction; drawings should be no more than twice page size. The maximum dimensions of published figures are 168 × 225 mm. Scale bars are the most satisfactory way of indicating magnification. Take account of proposed reduction when lettering drawings.

Diagrams: in most instances the author's electronic versions of diagrams are used and may be re-labelled to conform to journal style. These should be supplied as vector format Encapsulated PostScript (EPS) files. Please note that diagrams or graphs will not reproduce well in the online version of your paper unless they are in vector format due to low maximum screen resolution.

Type legends for Figures in numerical order on a separate sheet. Where a 'key' is required for abbreviations used in more than one Figure, this should be included as a section of the main text.

Authors wishing to use illustrations already published must obtain written permission from the copyright holder before submitting the manuscript. Authors may, in the first instance, submit good xerox or photographic copies of figures rather than the originals.

Upon revision papers should be submitted in an editable file format (i.e. not PDF) and figures should be submitted as separate, high-resolution, files.

For information on Latex files, please

see: https://academic.oup.com/journals/pages/authors/latex_files

You can also send queries about figure files to botlin_oup@newgen.co.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que em muitas espécies da família Cyperaceae, pertencentes às tribos Abildgaardieae, Cypereae e Rhynchosporeae, o que era tratado como hipoderme na realidade refere-se a uma epiderme múltipla, que possivelmente representa uma convergência adaptativa, uma vez que essas tribos ocorrem em posições distintas da filogenia da família.

A utilização do termo hipoderme, se referindo aos cordões de fibra extravasculares ou se referindo a uma camada contínua abaixo da epiderme, só deve ser utilizado quando possível a confirmação por meio de estudos ontogenéticos, portanto, propomos que em caso de órgãos maduros seja utilizado o termo cordões de fibra subepidérmicos e no caso da camada contínua que seja indicada a possibilidade de se tratar de uma epiderme múltipla. Destacamos que a presença de fitólitos associados aos cordões de fibra subepidérmicos possivelmente são um indicativo da origem da protoderme destes cordões de fibra subepidérmicos em Cyperaceae.