

Organização estrutural da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schldl, Alismataceae

Mariana Amaral de Andrade¹, Leila Teresinha Maranhão², Karla Heloise Preussler³, Selma Cubas⁴

Introdução

A família Alismataceae apresenta 12 gêneros e cerca de 80 espécies com distribuição cosmopolita. No Brasil ocorrem, em áreas alagáveis, dois gêneros *Echinodorus* e *Sagittaria*. Essa família reúne ervas aquáticas, parcialmente submersas, com folhas alternas espiraladas[1].

Sagittaria montevidensis ocorre em águas poluídas como em canais de esgoto a céu aberto e pode atingir até 1,5 m de altura e em águas limpas podendo atingir de 20-60 cm de altura. É uma planta invasora medianamente freqüente. Vegeta tanto em áreas alagadas quanto em locais pantanosos, [2].

Algumas espécies de *Sagittaria* com folhas flutuantes assemelham-se ao gênero *Hydrocleys* da família Limncharietaceae e, nestes casos, a identificação dependerá da observação do número de óvulos, a principal diferença morfológica da família [1], além disso, *Sagittaria montevidensis* é uma erva perene, aquática enraizada, levemente laticífera e muito variável morfológicamente [2]. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar a organização estrutural da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schldl, de tal forma que dados adicionais sobre a sua estrutura possam ser agregados e utilizados para o seu reconhecimento.

Material e métodos

A coleta foi realizada em um banhado localizado no bairro Umbará, Curitiba, PR, Brasil. Foram selecionados três indivíduos adultos de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schldl. Posteriormente à coleta, amostras de folhas e raízes foram fixadas em FAA 70 [3] e, após 48 horas, armazenadas em etanol 70%, [4].

Para análise de densidade estomática empregou-se a técnica de Franklin [5], o material foi corado com azul de toluidina 0,05%, [6]. Como meio de montagem empregou-se glicerina e, para a lutagem, esmalte incolor. Os estômatos foram contados em 10 folhas de cada indivíduo, numa área de 1 mm² em microscópio fotônico acoplado à câmara clara.

Para a confecção do laminário selecionou-se amostras de raízes e folhas que foram incluídas em metacrilatoaglicol (JB-4) adotando-se o procedimento

descrito por Feder & O'brien [7] e as especificações do fabricante (Polysciences Inc.). O seccionamento foi realizado em micrótomo de rotação (Leica RM2125), com espessura de 7 µm, sendo as secções coradas com azul de toluidina 0,05%, em tampão fosfato 0,1 M (pH 6,8), [8]. As lâminas permanentes foram montadas com resina sintética (Entelan®). Fotomicroscópio (Olympus - BX 41) com o software Image Pro-Plus foi utilizado para obtenção das ilustrações, sendo as escalas obtidas nas mesmas condições das fotos.

Resultados e Discussão

A. Organização estrutural da raiz

A raiz, em secção transversal, possui epiderme unisseriada, formada por células com tamanhos e formatos irregulares (Fig. 1A e 1B). Da periferia para o interior, observa-se a exoderme composta por dois estratos de células com formatos irregulares (Fig. 1A e 1B). Juntamente à exoderme ocorre uma camada de células de parênquima cortical com formato arredondado (Fig. 1A e 1B), seguidas pelo aerênquima, composto por 8-9 camadas de células dispostas radialmente (Fig. 1A).

As células localizadas externamente à endoderme (de três a cinco camadas) possuem paredes mais espessas quando comparadas às demais células do córtex (Fig. 1C). A endoderme se caracteriza pela presença das estrias de Caspary, visíveis em poucas células. Seago et al. [9] relatam que as estrias de Caspary são formadas por uma lamela de suberina, com paredes lignificadas. Segundo estes autores, as células de passagem da endoderme estão presentes somente durante o desenvolvimento, pois desaparecem após a formação das paredes secundárias.

O periciclo é formado por células parenquimáticas. O protoxilema organiza-se em círculo em torno da região medular. Mais internamente, ocorrem de 7-8 elementos de metaxilema que estão dispostos da mesma forma. O floema encontra-se alternado com os elementos de vaso. O centro das raízes é ocupado por um grande espaço intercelular.

Longstreth & Borkhsenius [10] citam que as camadas do córtex na raiz de *Sagittaria montevidensis* são arranjadas em colunas radiais que se estendem da endoderme até a epiderme. Estes pesquisadores relatam

¹Graduada em Ciências Biológicas, Centro Universitário Positivo. Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300 – CEP 81280-330 – Campo Comprido, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: andrade.mariana@unicenp.edu.br

²Professora Titular dos Cursos de Ciências Biológicas e de Mestrado em Gestão Ambiental, Centro Universitário Positivo. Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300 – CEP 81280-330 – Campo Comprido, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: maranhao@unicenp.edu.br

³Mestranda em Gestão Ambiental, Centro Universitário Positivo (UnicenP), Rua Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza, 5.300, CEP 81280-330, Curitiba – PR, Brasil. E-mail: karlapreussler@unicenp.edu.br

⁴Professora Titular dos Cursos de Engenharia Civil e Mestrado em Gestão Ambiental. Centro Universitário Positivo. E-mail: scubas@unicenp.edu.br

que durante a formação do espaço intercelular, as células do córtex se alongam paralelamente ao raio da raiz e diminuem perpendicularmente ao plano do raio formando fileiras longas e finas das células do córtex que se estendem da endoderme à epiderme. A formação do tecido cortical da raiz com espaços intercelulares bem desenvolvidos não requer a morte das células. As células vivas do córtex no tecido da raiz com espaços intercelulares podem compreender a via simplasto para o transporte entre estelo da raiz e células da epiderme.

Segundo Seago Jr et al. [11], a formação do aerênquima acontece pela expansão dos espaços intercelulares em lacunas, pela divisão e expansão das células. A presença de aerênquima no córtex da raiz é responsável pelo sucesso das plantas com flores encontradas em ambientes alagados.

Em estudo realizado com plantas de *Zea mays* L., Taiz & Zeiger [12], afirmam que o aerênquima se desenvolve mesmo sem estímulo ambiental, pois explicam que na extremidade da raiz destes vegetais, a hipoxia estimula maior produção de ACC (ácido carboxílico 1-aminociclopropano) e de etileno, que mais tarde promovem a lise das células no córtex da raiz e em algumas plantas como a *Oryza sativa* L., o aerênquima se desenvolve mesmo sem estímulo ambiental.

B. Organização estrutural da folha

O pecíolo, em secção transversal, possui epiderme unisseriada, sendo as paredes periclinais externas curvas e com cutícula delgada. Internamente à epiderme são observadas de 4-5 camadas de colênquima. Seguem células de parênquima fundamental e aerênquima. Canais secretores esquizógenos estão presentes em toda a extensão do pecíolo, tanto no parênquima fundamental quanto no aerênquima (Fig. 1D).

Os feixes vasculares, do tipo colateral (Fig. 1E e 1F), estão distribuídos em todo o tecido fundamental com o padrão de distribuição atactostélico (Fig. 1D). O aerênquima apresenta amplos espaços intercelulares, sendo área total ocupada por este tecido no pecíolo, em secção transversal, de aproximadamente 80% (Fig. 1D). Em algumas regiões do aerênquima é possível visualizar diafragma com células braciiformes. Fahn [13] afirma que essas células apresentam pequenos espaços intercelulares que, aparentemente, permitem a passagem de gases, mas não da água.

Na região do limbo os estômatos são encontrados em ambas as faces, porém, em maior número na face abaxial, sendo contados de 30-45 estômatos por cm².

Em secção transversal, na região mediana do limbo é possível observar a presença de epiderme unisseriada, com células de formato oval e deposição de uma delgada cutícula (Fig. 1H).

Na região de nervura principal, internamente à epiderme, ocorrem de 5-6 camadas de colênquima, posteriormente, há a presença de aerênquima com amplos espaços intercelulares. Dois feixes vasculares colaterais aparecem nessa região, sendo um deles maior (Fig. 1G). Canais secretores esquizógenos estão presentes em toda região mediana do limbo.

Circundando o feixe vascular maior, encontram-se amplos espaços intercelulares formados por 16 a 30

células parenquimáticas (Fig. 1G). Em alguns desses espaços podem ser observados diafragmas ligeiramente oblíquos constituídos por uma camada de células braciiformes.

O mesofilo é dorsiventral, com o parênquima clorofiliano paliçádico composto por 1-2 estratos celulares e parênquima clorofiliano lacunoso composto por 5-7 estratos. Abaixo dos estômatos estão presentes amplas câmaras sub-estomáticas (Fig. 1H).

De acordo com Cutter [14], os espaços intercelulares do aerênquima surgem tanto pelo afastamento entre células na região da lamela média, ou menos freqüentemente, pela destruição ou lise das células. Em certos tecidos, notavelmente aquele de muitas plantas aquáticas, os espaços intercelulares podem estar excepcionalmente bem desenvolvidos e formar um sistema de ligação por toda a planta.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Centro Universitário Positivo, Curso de Ciências Biológicas e Mestrado em Gestão Ambiental.

Referências

- [1] SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica Sistemática*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- [2] LORENZI, H. 2000. *Plantas Daninhas do Brasil*. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- [3] JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw Hill Book.
- [4] BERLYN, G. P. & MIKSCH, J. P. 1976. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Iowa: Iowa State University Press.
- [5] FRANKLIN, G. L. 1946. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. *Tropical Woods* 88: 35.
- [6] SAKAI, W. S. 1973. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue. *Stain Technology* 48: 247-249.
- [7] FEDER, N. & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. *Amer. J. Bot.* 55 (1): 123-142.
- [8] O'BRIEN, T. P.; FEDER, N. & MCCULLY, M. 1965. Polychromatic staining of cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59 (2): 368-373.
- [9] SEAGO JR, J. L.; PETERSON, C. A.; ENSTONE, D. E. & SCHOLEY, CH. A. 1999. Development of the endodermis and hypodermis of *Typha glauca* Godr. and *Typha angustifolia* L. roots. *Canada Journal of Botany* 77: 122-134.
- [10] LONGSTRETH, D. J.; BORKHSENIUS, O. N. 2000. Root Cell Ultrastructure in Developing Aerenchyma Tissue of Three Wetland Species. *Annals of Botany* 86: 641-646.
- [11] SEAGO JR, J. L.; MARSH, L. C.; STEVENS, K. J.; SOUKUP, A.; VOTRUBOVÁ, O.; ENSTONE, D. E. 2005. A Re-examination of the Root Cortex in Wetland Flowering Plants With Respect to Aerenchyma. *Annals of Botany* 96(4): 565-579.
- [12] TAIZ, L. & ZEIGER E., 1991. *Plant Physiology*. California: Benjamin - Cummings.
- [13] FAHN, A. 1985. *Plant anatomy*. 3 ed. Great Britain: pergamon press.
- [14] CUTTER, E. G. 1986. *Anatomia Vegetal: Células e Tecidos*. 2. ed. São Paulo: Roca.

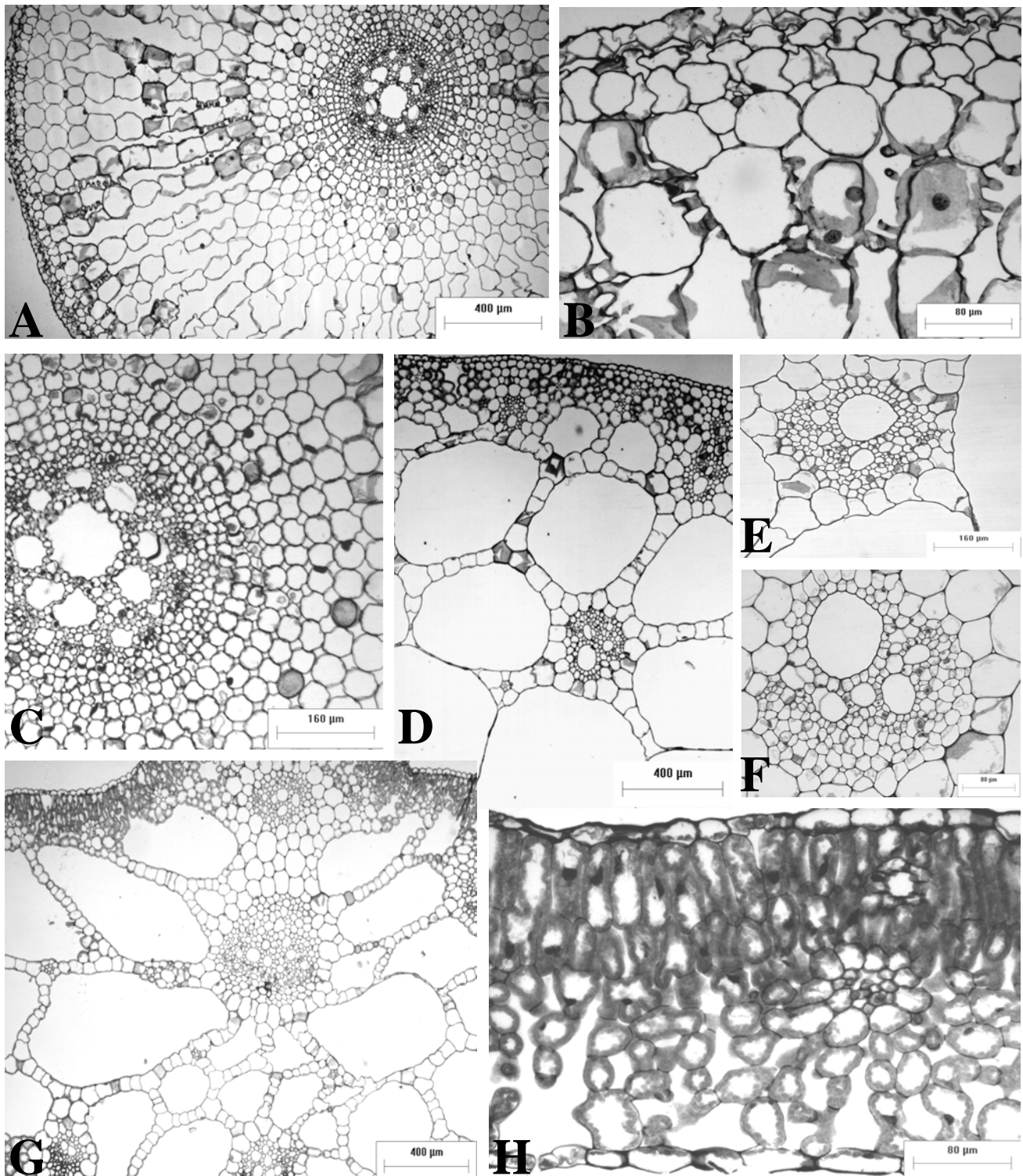


Figura 1. Secções transversais da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl. Fig. 1A. Secção transversal da raiz. Fig. 1B. Detalhe da epiderme da raiz e primeiras camadas corticais. Fig. 1C. Detalhe das últimas camadas corticais e cilindro central. Fig. 1D. Pecíolo. Fig. 1E e 1F. Detalhe do feixe vascular do pecíolo. Fig. 1G. Região de Nervura principal. Fig. 1H. Região do mesofilo.