



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOLOGIA COMPARADA

WILLIAN ADRIANO LIRA LOPES

Morfoanatomia de plântula e caule de
espécies lianescentes de Paulliniaea
(Sapindaceae)

Maringá/Paraná
2014

WILLIAN ADRIANO LIRA LOPES

**Morfoanatomia de plântula e caule de
espécies lianescentes de Paulliniaea
(Sapindaceae)**

**Tese de doutorado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Biologia Comparada,
da Universidade Estadual de Maringá, como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Doutor.**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza

**Maringá/Paraná
2014**

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

L864m Lopes, Willian Adriano Lira
 Morfoanatomia de plântula e caule de espécies
 lianescentes de Paulliniaea (Sapindaceae) / Willian
 Adriano Lira Lopes. -- Maringá, 2014.
 110 f. : il. color., figs., tabs. + Apêndice e
 Anexos

 Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio de Souza.
 Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
 Maringá, Programa de Pós-Graduação em Biologia
 Comparada, 2014.

 1. Anatomia caulinar - Variantes cambiais. 2.
 Paulliniaea (Sapindaceae) - Plântulas -
 Morfoanatomia. 3. Lianas. I. Souza, Luiz Antonio
 de, orient. II. Universidade Estadual de Maringá.
 Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada.
 III. Título.

CDD 21.ed. 583.78

MN-001398

Dedico esse trabalho a minha mulher, meus filhos e aos meus pais, e em especial ao meu pai, João Batista Lopes, que certa vez um momento difícil e decisivo na minha vida disse: “Filho... antes você chorar porque não conseguiu do que chorar porque não tentou”. Com essa frase ele me ensinou que as coisas da vida podem ser difíceis, mas o importante é nunca desistir de suas metas.

AGRADECIMENTOS

A **Deus** pela graça de minha vida e as pessoas que fazem parte dela, que são verdadeiras dádivas. E também, por conceder perseverança, força e serenidade nos momentos mais difíceis.

À minha esposa **Andréia** e meus filhos **Guilherme** e **Arthur**, pela compreensão da minha ausência devido o compromisso com os estudos, pois, sei que faltei em muitos finais de semana, mas espero que entendam que faço isso pelo bem estar de nossa família.

Ao meu filho **Guilherme**, que todas as noites em suas orações antes de dormir pedia para Deus me proteger no caminho para o trabalho e para que Deus me ajudasse a terminar o doutorado.

Aos meus pais, **João** e **Cícera**, que apesar de sua simplicidade sempre passaram garra, persistência e, acima de tudo, honestidade. Espero que possam olhar para as dificuldades do passado e perceberem que “valeu a pena pegar no meu pé para estudar”.

Às minhas irmãs **Nicesia** e **Dayane**, pela força e entusiasmo.

Ao Prof. Dr. **Luiz Antonio de Souza**, orientador e amigo, pela paciência, profissionalismo e dedicação. Na verdade, não tenho palavras para demonstrar o tamanho da gratidão pela confiança depositada em mim.

A Professora Dra. **Mariza Barion Romagnolo** pelas coletas e também por sempre estar a disposição para ajudar no desenvolvimento dos trabalhos

Aos Amigos **Nelson**, **Silvia**, **Rose** e **Ângela**, técnicos do laboratório de Botânica, pela alegria e ajuda em algumas técnicas laboratoriais.

Ao pessoal do laboratório, **Rose**, **Nayara**, **Michelli**, **Adrielli**, **Fabiana**, **Luana** e **Luciana**, pelo compartilhamento de conhecimentos, pelo companheirismo e alegria no nosso ambiente de trabalho.

A **UEM**, **CAPES** e **CNPq** pelo amparo financeiro parcial.

A **todos** que participaram direta ou indiretamente desta jornada, e não foram citados, o meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

	Páginas
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I- Revisão da Literatura.....	3
CAPÍTULO II - Morfoanatomia da plântula de <i>Serjania communis</i> Cambess. (Sapindaceae).....	16
CAPÍTULO III - Estrutura primária do caule de espécies lianescentes de Paullinieae (Sapindaceae) ocorrentes na Estação Ecológica do Caiuá.....	32
CAPÍTULO IV - Variantes cambiais em espécies de <i>Serjania</i> Miller e <i>Urvillea</i> Kunth (Sapindaceae).....	47
APÊNDICE – Estrutura de plântulas de <i>Dicella nucifera</i> Chodat. (Malpighiaceae). (Trabalho apresentado no exame de qualificação).....	51
ANEXOS.....	85

INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como foco espécies com hábito trepador, denominadas lianas, que são componentes estruturais importantes e representantes significativos das florestas tropicais (Putz, 1984; Gentry, 1982). Font-Quer (1982) descreveu as lianas como plantas trepadoras, volúveis ou escandentes, geralmente de caules sarmentosos que sobem nas árvores em busca de luz, onde formam suas folhas e abrem suas flores. Para Ferri *et al.* (1971), o termo liana significa cipós (especialmente os lenhosos) ou caules de plantas trepadeiras ou sarmentosas.

Segundo Rezende & Ranga (2005), o interesse dos pesquisadores pelas espécies de lianas tem crescido a partir das últimas décadas, sendo raros os estudos anteriores a 1980. Um dos principais motivos da escassez de pesquisadores de lianas é a dificuldade de coleta e observação destas plantas que ocorrem no dossel florestal. No Brasil, os estudos com lianas só começaram a ser desenvolvidos na década de 1990, a maioria focada no levantamento florístico e fitossociológico, sendo rara a investigação morfoanatômica.

Outro fator que limita o estudo de lianas é a sua baixa importância econômica, mas o valor ecológico dessas espécies e a importância medicinal de têm atraído à atenção de pesquisadores. Tibiriçá *et al.* (2006) enfatizaram, em seu trabalho, a importância de se estudar a comunidade de lianas, visando um melhor manejo e conservação dos fragmentos florestais. Aliás, estes autores destacaram diversos trabalhos que mostram a invasão de lianas como um problema para a manutenção desses fragmentos florestais, interferindo na regeneração da comunidade arbórea e aumentando a probabilidade de queda de árvores. Por outro lado, os padrões fenológicos das lianas são, geralmente, complementares aos das árvores, resultando em constante suplemento de néctar, pólen e fruto para a fauna em períodos de escassez de frutos das espécies arbóreas (Morellato & Leitão Filho, 1996). Dessa forma, os estudos de lianas podem contribuir para a realização de um manejo bem sucedido, sem que haja prejuízo para a fauna e flora e, conseqüentemente, perda de biodiversidade.

O estudo do caule de lianas tem atraído à atenção de anatomistas vegetais, uma vez que estes podem apresentar estruturas diferentes das usualmente nos caules de eudicotiledôneas, principalmente em caules com crescimento secundário. Os caules, com esse tipo de desenvolvimento de tecidos vasculares, são referidos na literatura

como incomuns, atípicos, anômalos, ou como apresentando variação cambial, essa organização dos tecidos vasculares estão relacionadas com a adaptação ao hábito trepador (Souza, 2003; Araújo & Costa, 2007). Os variantes cambiais são encontrados em diversas famílias, tais como: Aizoaceae, Amaranthaceae (que inclui Chenopodiaceae), Bignoniaceae, Cactaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Nyctaginaceae e Sapindaceae, entre outras. (Esau, 1959; Metcalfe & Chalk, 1983; Rajput *et al.*, 2006; Carlquist, 2007).

Alguns autores tentaram agrupar as plantas, que apresentam esta conformação diferenciada de crescimento secundário, em categorias taxonômicas, o que não foi possível, já que plantas de mesma família podem possuir padrões diferentes de variações cambiais, assim como plantas de famílias diferentes podem compartilhar o mesmo padrão de variantes cambiais (Metcalfe & Chalk, 1983). Lopes *et al.* (2008) descreveram duas espécies de famílias diferentes, *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae) e *Pisonia aculeata* L. (Nyctaginaceae), mas que compartilham o mesmo padrão de variantes cambiais, as quais se caracterizam por apresentar feixes medulares e floema incluso no xilema secundário.

Outro exemplo de que não é possível agrupar os vegetais de acordo com os variantes cambiais é Sapindaceae, que do ponto de vista da anatomia caulinar é de grande interesse, pois são registrados na literatura quatro tipos de variantes cambiais na família e são eles: massa xilemática composta (cilindro vascular composto), massa xilemática dividida (cilindro vascular dividido), massa xilemática cordada (cilindro vascular cordado) e massa xilemática fissurada (cilindro vascular fissurado) (Metcalfe & Chalk, 1983; Tamaio, *et al.*, 2011)

CAPÍTULO I

REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

Família, Hábito lianescente, Áreas de estudo e Posição taxonômica

Sapindaceae apresenta espécies arbóreas, arbustos e espécies lianescentes lenhosas e herbáceas. A família inclui 147 gêneros e 2215 espécies distribuídas principalmente em regiões tropicais e subtropicais, com poucos representantes na zona temperada (León, 2010). Algumas espécies possuem madeiras valiosas do ponto de vista comercial, outras são frutíferas, tal como o guaraná (*Paullinia cupana*) e a lichia (*Litchi chinensis*) (Souza & Lorenzi, 2012). A Planta conhecida popularmente com sabão-de-soldado ou saboneteira apresenta sementes envolvidas por saponinas que podem ser utilizadas como sabão, inclusive com a formação de espuma (Souza & Lorenzi, 2012). Paullinieae é única das 14 tribos que compõem Sapindaceae que engloba gêneros lianescentes (Coulleri et al., 2012), nos quais na flora brasileira se destacam *Serjania*, *Paullinia*, *Urvillea* e *Cardiospermum* (Souza & Lorenzi, 2012).

As lianas são componentes estruturais importantes e representantes significativos das florestas tropicais (Putz, 1984; Gentry, 1982). Acredita-se, que elas possam representar 30% das espécies lenhosas que habitam estas florestas (Putz, 2006). Font-Quer (1982) descreveu as lianas como plantas trepadoras, volúveis ou escandentes, geralmente de caules sarmentosos que sobem nas árvores em busca de luz, onde formam suas folhas e abrem suas flores. Para Ferri *et al.* (1971), o termo liana significa cipós (especialmente os lenhosos) ou caules de plantas trepadeiras ou sarmentosas.

Os materiais botânicos para a realização do trabalho foram coletados no Parque Florestal dos Pioneiros, também conhecido como Bosque II e também na Estação Ecológica do Caiuá (EEC). Com área de 59,0 ha (hectares), o Bosque II localiza-se na área central de Maringá, entre as avenidas Itororó, Nóbrega e Juscelino Kubitschek, mantendo o traçado inicial da cidade pelo urbanista Jorge de Macedo Vieira que desenhou em formato de pulmão, para que junto ao Bosque I, constituísse os dois pulmões verdes de Maringá, a área está situada em uma Zona de Proteção Ambiental. A área foi declarada pela Lei Municipal nº. 1.556 de 1982 como Área de Preservação Permanente, e em 1983, através da lei municipal nº. 1.649, denominado Parque Florestal dos Pioneiros. O Bosque localiza-se em um fundo de vale onde nasce o Córrego Cleópatra, cuja vegetação, de acordo com o Plano de Manejo de 1993, era constituída por uma vegetação secundária advinda da intervenção humana, podendo ser

denominada como capoeirão. O Plano de 1993 apresentou um registro sobre a composição florística do Parque, o qual estava diferenciado em estratos, com árvores, cujas as copas alcançavam 20 a 25 metros de altura, destacando-se o marfim, a peroba, a gurucaia, a sapopema, o monjoleiro, o jequitibá e a canelinha (Prefeitura do Município de Maringá, 2011.). A Ecológica do Caiuá é uma Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral instituída oficialmente pelo decreto nº 4.263 de 21 de Novembro de 1994 e ampliada pelo Decreto Estadual nº 3.932 de 04 de Dezembro de 2008, com 1.449,48 hectares. A criação da EEC representa a primeira medida compensatória no Estado do Paraná pela construção de Usina Hidrelétrica. A Estação Ecológica tem por objetivo “a preservação da natureza, a realização de pesquisas científicas e educação ambiental com fins pedagógicos”. A responsabilidade sobre a Unidade de Conservação é do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), entidade autárquica, instituída em 1992, através da Lei Estadual nº 10.066 de 27 de julho, que criou a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IAP, 2009).

As posições taxonômicas das espécies estudadas baseadas em Souza & Lorenzi (2012), são as seguintes:

- *Serjania*

Ordem – Sapindales

Família – Sapindaceae

Tribo – Paullinieae

Gênero – *Serjania* Mill.

Espécie - *Serjania communis* Cambess., (Timbó-miúdo)

Serjania fuscifolia Radlk., (Cipó-Timbó)

Serjania meridionalis Cambess. (Cebrador)

- *Urvillea*

Ordem – Sapindales

Família – Sapindaceae

Tribo – Paullinieae

Gênero – *Urvillea* Kunth.

Espécie - *Urvillea leavis* Radlk.

Urvillea ulmacea Kunth.

Urdampilleta *et al.* (2006) conduziram um estudo citogenético com quatro espécies de *Urvillea*. O gênero apresenta 17 espécies divididas em duas seções, *Urvillea*

Kunth. e *Stenelytron* Radlk., de acordo com as diferenças morfológicas dos frutos e sementes. O estudo realizado mostra também as diferenças entre as seções quanto ao número básico de cromossomos sendo $x=11$ na seção *Urvillea* e $x=12$ na seção *Stenelytron*. *Urvillea chacoensis* e *Urvillea filipes* ($2n = 22$), *Urvillea laevis* ($2n = 24$) e *Urvillea ulmacea* ($2n = 88$), a última espécie é poliploide de $x=12$. Os autores citam em seu trabalho que o número básico de cromossomos mais baixo ($x = 11$) poderia ter se originado por uma redução no número de base, caracterizando um recurso derivado da tribo Paullinieae. Este recurso também está relacionado com outras apomorfias, como o hábito de subir, gavinhas, e do tipo de pólen, tornando Paullinieae um derivado entre outras tribos. No entanto, a evolução do cariótipo tribo mediada por descendente dispoloidia é uma hipótese que requer mais testes, principalmente através de novas contagens e recontagens de diferentes gêneros da tribo e da família.

Coulleri *et al.* (2012) realizaram um estudo citogenético com o intuito de melhorar a classificação dos infragêneros pertencentes à *Serjania*. Foram escolhidas 5 espécies de *Serjania* (*S. altissima* (Poepp.), *S. orbicularis* Radlk., *S. pannifolia* Radlk., *S. reticulata* Cambess., *S. sphaerococca* Radlk) de diferentes seções descritas por Radlkofer e para complementar as análises dos cariótipos foram utilizadas 26 espécies de *Serjania* já estudadas. Todas as espécies apresentaram $2n=2x=24$ demonstrando uma constância no número de cromossomos. Sendo assim, o número de cromossomos não é um indicativo de evolução nas espécies de *Serjania* e provavelmente o principal fator evolutivo são as alterações cromossômicas estruturais.

Importância das Lianas

Hoehne (1978) mencionou que espécies de Bignoniaceae têm ação antibacteriana e antisifilítica; as Fabaceae (Leguminosae) com substâncias anti-helmínticas, inseticidas ou que combatem gripes e sífilis; as Malpighiaceae podem conter princípios tonificantes, afrodisíacos, eméticos ou que podem combater o parkinsonismo; as Sapindaceae têm substâncias de efeito ictiotóxico; e as Nyctaginaceae contêm princípios eméticos.

Emmons & Gentry (1983) assinalaram que as lianas interferem na comunidade de animais associados, principalmente vertebrados arborícolas, oferecendo proteção e abrigo. Os autores também lançaram a hipótese de que a evolução de adaptações para locomoção em vertebrados arborícolas, nos diferentes continentes tropicais, pode ter relação com a abundância de lianas e estrutura da floresta.

Acevedo-Rodríguez (1990) analisou a distribuição de *Serjania* no Brasil nas três maiores regiões fitogeográficas do país, a costa Atlântica, o planalto e a bacia Amazônica. A costa Atlântica apresentou o maior percentual de espécies endêmicas (70%), no planalto 33% das espécies são endêmicas, mas existem espécies que ocorrem também em países vizinhos. Na bacia Amazônica há uma ampla distribuição das espécies e com apenas 4% de endemismo.

Morellato (1991) relatou que, apesar das lianas serem consideradas “pragas” por muitos autores, elas também são responsáveis pela manutenção da floresta. Por exemplo, a folhagem das lianas ajuda a manter a estabilidade do microclima na estação fria e seca, quando grande parte das árvores do dossel perde as folhas, o que além de melhorar as condições de germinação e estabelecimento de plântulas, pode exercer um efeito protetor contra eventuais geadas.

Morellato & Leitão Filho (1996) alegaram que os padrões fenológicos das lianas são, geralmente, complementares aos das árvores, resultando em constante suplemento de néctar, pólen e fruto para a fauna em períodos de escassez de frutos de espécies arbóreas.

Engel *et al.* (1998) descreveram que lianas passam a ser indesejáveis apenas quando os níveis de distúrbios, geralmente antrópicos, passam a comprometer de maneira irreversível a estrutura e função das comunidades florestais e, mesmo neste caso, a presença exagerada de lianas parece ser apenas um indicativo da perda da sustentabilidade, e não a sua causa primária. O corte de lianas é recomendado em tratamentos voltados à produção de madeira, visando tanto à diminuição da competição com as árvores quanto à redução dos danos da colheita de madeira. Entretanto, segundo os autores, o corte generalizado de cipós como instrumento de manejo pode estar funcionando como seleção de espécies cada vez mais agressivas, diminuindo as chances de auto-regulação da floresta e aumentando a abundância de lianas. No entanto, lianas são componentes florestais que contribuem muito para a diversidade de espécies dos trópicos e sua destruição sem dúvida levaria a um empobrecimento significativo destas florestas.

Guarin Neto *et al.* (2003) realizaram um trabalho com intuito de contribuir para o conhecimento e divulgação da importância de *Talisia esculenta* (A. ST.-HIL.) RADLK. Essa é uma espécie arbórea de Sapindaceae que apresenta várias aplicações comerciais podendo ser utilizadas na construção civil, como forros, batentes, tábuas para assoalho dentre outras aplicações; seus frutos comestíveis são comercializados em

várias feiras da região norte e nordeste do país; são indicadas para plantio em áreas degradadas de preservação permanente e também podem ser cultivadas em pomares domésticos.

Tibiriçá *et al.* (2006) enfatizaram, em seu trabalho, a importância de se estudar a comunidade de lianas, visando um melhor manejo e conservação dos fragmentos florestais. Aliás, este autor destaca diversos trabalhos que mostram a invasão de lianas como um problema para a manutenção de fragmentos florestais, interferindo na regeneração da comunidade arbórea e aumentando a probabilidade de queda de árvores.

Putz (2006) afirmou que o manejo de lianas é de grande importância, pois estas exibem suas folhas acima das folhas das árvores que lhe oferecem suporte mecânico, competindo pela luz de forma eficaz. Este fato ocorre em virtude do baixo investimento para engrossarem seus caules e ramos, canalizando sua energia para outros recursos, tais como, produção de folhas adicionais e reprodução. De modo contrário, as árvores carregadas com trepadeiras crescem mais lentamente e produzem menos sementes e frutos do que as árvores desprovidas dessa planta. Em virtude dos efeitos deletérios gerais sobre as árvores, os gestores florestais geralmente recomendam a remoção das trepadeiras, pelo menos as que crescem em futuras árvores de produção. Contudo, as lianas formam uma “rede” no dossel florestal, estabelecendo uma importante conexão entre as copas das árvores, que são utilizadas por animais que não conseguem voar ou planar por grandes distâncias. O autor ressalta, ainda, que mesmo profissionais com habilidades para reconhecer todas as espécies de árvores de uma floresta, tem dificuldades de identificar lianas, principalmente às que se desenvolvem a partir de sementes, devido às mudanças morfológicas radicais das folhas e caules entre a mudas e os indivíduos adultos. Desta forma, pressupõe-se que as mudas não identificadas em uma floresta tropical sejam lianas, pois, estas podem representar até 30% das espécies de plantas lenhosas de uma floresta.

Hora *et al.* (2008) realizou um trabalho sobre a importância das lianas na formação de serapilheira. No estudo realizado em um fragmento de floresta estacional semidecidual de São Carlos, São Paulo, os autores registraram que 19% da serapilheira formada na região provém de lianas.

Anatomia Caulinar das Lianas

O estudo do caule de lianas tem atraído, ultimamente, a atenção de anatomistas vegetais, em razão do desenvolvimento dos tecidos vasculares secundários, uma vez que

estes apresentam estruturas diferentes das usualmente encontradas nos caules de dicotiledôneas. Os caules com esse tipo crescimento secundário são referidos na literatura como incomuns, atípicos, anômalos (Souza, 2003), ou como apresentando variação cambial (Araújo & Costa, 2007). O termo mais utilizado, atualmente, para este padrão de desenvolvimento secundário, é variação cambial.

Metcalf & Chalk (1983) registraram que a primeira referência sobre estrutura anômala em caules foi feita por Mirbel, em 1828, e que os primeiros pesquisadores descreviam estas características apenas em caules maduros ou relativamente maduros. Segundo estes autores, ainda, a primeira tentativa de estudo ontogenético de crescimento secundário nesses caules foi realizado por Wesermaier e Ambronn, em 1881. Metcalf & Chalk (1983) demonstraram vários padrões de caules anômalos em diversas famílias de dicotiledôneas, dentre elas, Sapindaceae. Segundo os autores, nessa família o primeiro a registrar o desenvolvimento “anômalo” foi Radlkofer (1896) em um trabalho publicado postumamente (Radlkofer 1931-1934). De acordo com Metcalf & Chalk (1983) os caules anômalos presentes em Sapindaceae apresentam as seguintes denominações: *Massa xilemática composta*, que se caracteriza por apresentar um cilindro vascular central e vários cilindros vasculares periféricos; *Massa xilemática dividida*, que é similar a massa xilemática composta, porém não apresenta um cilindro central, mas vários cilindros periféricos que podem ou não apresentar medula parenquimática individualizada; *Massa xilemática cordada*, ocorre em caules com crescimento secundário bem desenvolvido e se caracteriza pelo desenvolvimento de câmbios na periferia do cilindro central formando vários cilindros periféricos; *Massa xilemática fissurada*, é caracterizado pela ação desigual do câmbio vascular em determinadas regiões do cilindro central formando sulcos no caule e que posteriormente tornam-se separados.

Ewers *et al.* (1990) avaliaram as dimensões de vasos xilemáticos (comprimento e diâmetro total), especialmente em lianas lenhosas tropicais e subtropicais. Os autores constataram que entre os caules de lianas e de espécies arbustivas/arbóreas havia correlações estatisticamente significativas entre o diâmetro do xilema do caule e dimensões dos vasos.

Para Caballé (1993) o padrão de espessamento secundário atípico foi considerado um fator muito favorável para a forma de vida lianescente. As estruturas anatômicas encontradas neste grupo vegetal podem aumentar a flexibilidade e a força dos caules, limitar ou predeterminar rompimento nos tecidos condutores, facilitar a

regeneração dos caules quando rompidos, restringir necroses no caule, favorecer a subida em suportes, aumentar a quantidade de parênquima, proteger os tecidos frágeis do floema, contribuir para uma rápida cicatrização de danos ocorridos no caule, preparar futuras conexões com raízes adventícias e, por fim, facilitar o processo de embolia (cavitação) que afeta atividades de condução hidráulica.

Araque *et al.* (2000), realizou um estudo de anatomia no lenho de seis espécies de lianas de famílias diferentes ocorrentes na Venezuela, são elas *Anomospermum schomburgkii* (Menispermaceae), *Hippocratea volubilis* (Celastraceae), *Prionostema aspera* (Celastraceae), *Serjania pyramidata* (Sapindaceae), *Souroubea sympetala* (Marcgraviaceae) e *Strychnos nigricans* (Loganiaceae). Em *Anomospermum schomburgkii* e *Strychnos nigricans* constatou a presença de variantes cambiais que proporcionaram a formação de floemas inclusos e em *Serjania pyramidata* ocorre a formação de massa xilemática composta. Em *Hippocratea volubilis*, *Prionostema aspera* e *Souroubea sympetala*, não há presença de floema incluso.

Rajput *et al.* (2006) estudaram o desenvolvimento de variantes cambiais em *Dolichos lablab* Linn. (Fabaceae) e constataram que os variantes cambiais se desenvolviam em regiões dilatadas dos raios parenquimático da face floemática.

Araújo & Costa (2007) mencionaram que uma característica comum em plantas de hábito lianescente é a presença de vasos xilemáticos de diferentes diâmetros. Os vasos de grande calibre possibilitam maior fluxo de água, sendo, entretanto, mais suscetível à cavitação e menos capazes de repará-los, se comparados a vasos de menor diâmetro.

Lopes *et al.* (2008) trabalharam com lianas de remanescentes florestais de Maringá, Paraná. Neste estudo foram analisados entrenós caulinares, quanto ao desenvolvimento primário e secundário, de cinco espécies de famílias diferentes, dentre elas *Arrabidaea mutabilis* Bureau et K.Schum. (Bignoniaceae). Em *Arrabidaea mutabilis* foi registrado o mesmo padrão de variante cambial já descrito para *Doxantha unguis-cati* e *Pyrostegia venusta*, confirmando uma tendência de lianas pertencentes a Bignoniaceae apresentarem cunhas de floema no xilema secundário, em pelo menos quatro regiões do cilindro vascular.

León (2009) analisou anatomicamente o lenho de 20 espécies lianescentes de 12 famílias diferentes que ocorrem na Venezuela. No estudo foi descrito variantes cambiais em 55% das espécies analisadas, ou seja, em 11 espécies. Os variantes cambiais encontrados formaram cunhas de floema no xilema secundário (*Arrabidaea candicans*,

Xylophragma seemannianum), floema disperso (*Bauhinia outimouta*, *Canavalia brasiliensis*, *Cissus verticilata*, *Pisonia aculeata*), floema concêntrico (*Abuta hahnii*, *A. grandifolia*, *Curarea candicans*, *Tetracera oblongata*) e massa xilemática composta (*Serjania atrolineata*). O autor relaciona o desenvolvimento dos variantes cambiais com o aumento da flexibilidade o que facilita o hábito trepador

León (2010) menciona que Sapindaceae é uma família bem representada na Venezuela e realizou um estudo anatômico de madeira em 18 espécies da família incluído árvores, arbustos e lianas. Nesse estudo foi demonstrado que as principais diferenças entre as espécies arbóreas e arbustivas quando comparadas com lianas está no sistema de condução, pois nas plantas com hábito lianescentes ocorre o desenvolvimento de variantes cambiais.

Tamaio & Somner (2010) estudaram o desenvolvimento do cilindro vascular cordado em *Thinouia restingae* Ferruci & Somner. No trabalho descreveram que os cilindros vasculares periféricos se desenvolveram a partir de variantes cambiais que tiveram origem de divisões celulares ocorridas no periciclo.

Tamaio (2011) realizou o estudo anatômico de espécies de Sapindaceae que ocorrem em uma propriedade particular, fornecedora de fragmentos de lianas para a Associação para o Desenvolvimento Educação e Recuperação do Excepcional (Adere), um dos maiores produtores de peças de artesanato com lianas de São Paulo. Das sete espécies analisadas, apenas uma não possui variação cambial (*Paullinia trigonia* Vell.) e o restante possui a variação cambial do tipo cilindro vascular composto.

Tamaio *et al.* (2011) fizeram análises quantitativas dos caules de seis espécies de *Serjania* com cilindro vascular composto, nas espécies foram estudados o cilindro central e três dos cilindros vasculares periféricos. Com o estudo foi possível determinar que o cilindro central do cilindro vascular composto pode ser usado como padrão em análises anatômicas comparativas.

Rajput *et al.* (2012) estudou o desenvolvimento de sucessivos câmbios e o padrão de crescimento secundário do caule de *Rhynchosia phaseoloides* (SW.) DC. (Fabaceae). Segundo o autor os variantes cambiais se originam por desdiferenciação das células corticais em regiões opostas do caule, oposições ocorrem em aproximadamente 180°, com o desenvolvimento de vários câmbios e suas células derivadas o caule assume um aspecto achatado.

Referências

- ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. Distributional patterns in Brazilian *Serjania* (Sapindaceae). **Acta Botanica. Brasilica**, v.4, n.1, p.69-82, 1990.
- ARAQUE, O.Z.; ESPINOZA De PERNÍA, N. & LEÓN H., W.J. Estudio anatómico del leño de seis espécies de lianas. **Revista Forestal Venezolana**, v.44, n.2, p 39-48. 2000.
- ARAÚJO, G.U.C. & COSTA, C. G. Anatomia do Caule de *Serjania corrugata* Radlk. (Sapindaceae). **Acta Botânica Brasília**, v. 21, n. 2, p. 489-497, 2007.
- CABALLÉ, G. Liana structure, function and selection: a comparative study of xylem cylinders of tropical rainforest species in Africa and America. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 113, p.41-60, 1993.
- CARLQUIST, S. Successive cambia in *Aizoaceae*: products and process. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 153, p.141-155, 2007
- COULLERI, J.P.; DEMATTEIS, M.; FERRUCCI, M.S. A new insight into *Serjania* Mill. (Sapindaceae, Paullinieae) infrageneric classification: a cytogenetic approach. **Plant Systematics and Evolution**, 298:1743–1753, 2012. - DOI 10.1007/s00606-012-0675-8
- EMMONS, L.H. & GENTRY, A.H. Tropical forest structure and the distribution of gliding and prehensil-tailed vertebrates. **American Naturalist**, v. 121, p. 513-524, 1983.
- ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B.; OLIVEIRA, R.E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p.43-64, 1998.
- ESAU, K. **Anatomía Vegetal**. Barcelona: Ediciones Omega, 729 p.,1959.
- EWERS, F.W.; FISHER, J.B.; CHIU, S.T. A survey of vessel dimensions in stem of tropical lianas and other growth forms. **Oecologia**, v. 84, p. 544-552, 1990.

- FERRI, M.G.; MENEZES, N.L.; MONTEIRO-SCANAVACCA, W.R. **Glossário de termos botânicos**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher e Ed. da Universidade de São Paulo, 1971.
- FONT-QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Editorial Labor, p 1244,1982.
- GABRIELLI, A.C. Estrutura caulinar secundária em *Pyrostegia venusta* (Ker.) Miers – Bignoniaceae, **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n. 2, p. 167-173, 1993.
- GENTRY, A.H. Patterns of neotropical plant species diversity. **Evolutionary Biology**, v.15, p. 1-84, 1982.
- GUARIM NETO, G.; SANTANA, S.R.; SILVA, J.V.B. Repertório botânico da "pitombeira" (*Talisia esculenta* (St.-Hil.) Radlk. - Sapindaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, p. 237-242, 2003
- HOEHNE, F.C. **Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais**. São Paulo: Departamento de Botânica do Estado de São Paulo, 1978.
- HORA, R.C.; PRIMAVESI, O.; SOARES, J.J. Contribuição das folhas de lianas na produção de serapilheira em um fragmento de floresta estacional semidecidual em São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2008.
- IAP - **Plano de Manejo da Estação Ecológica do Caiuá/ Instituto Ambiental do Paraná**. Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas. Curitiba: IAP/DIBAP, 2009.
- LEÓN H, W.J. Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del lote boscoso El Dorado-Tumeremo (estado Bolívar, Venezuela). **Ernstia**, Caracas, v. 19, n. 2, 2009.
- LEÓN H, W.J. Anatomía de la madera de 18 especies de Sapindaceae de Venezuela. **Ernstia**, v.20 n.2, p. 107 – 139, 2010.
- LOPES, W.A.L.; SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S.; ALBIERO, A.L.M.; MOURÃO, K.S.M. A comparative anatomical study of the stems of lianas from the forest remnants of Maringá, Brazil. **Gayana Botanica**, v. 65, n. 1, p. 28-38, 2008.

- METCALFE, C.R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons, wood structure and conclusion of the general introduction.** Clarendon Press, Oxford, p.309,1983.
- MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1991. (Tese de Doutorado, UNICAMP, Instituto de Biologia).
- MORELLATO, P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, v. 28, n. 2, p.180-191,1996.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Maringá, Paraná.** Secretaria do Meio Ambiente, 2011.
- PUTZ, F.E. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v.65, n.6, p.1713-1724, 1984.
- PUTZ, F.E. Ecologia das Trepadeiras. ECOLOGIA.INFO #24, 2006
- RAJPUT, K.S.; RAO, K.S.; PATIL, U.G. Stem anatomy of *Dolichos lablab* Linn (Fabaceae): Origin of cambium and reverse orientation of vascular bundles. **Flora**, v. 201, p. 65-73, 2006.
- RAJPUT, K.S., NUNES, O.M. BRANDES, A.F.N. & Tamaio, N. Development of successive cambia and pattern of secondary growth in the stem of the Neotropical climber *Rhynchosia phaseoloides* (Sw.) DC. (Fabaceae). **Flora**. 2012. (<http://dx.doi.org/10/1016/j.flora.2012.0404>).
- REZENDE, A. A.; RANGA, N. T. Lianas da estação ecológica do Noroeste Paulista, São José do Rio Preto/Mirassol, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v.19, n. 2, p. 273-279, 2005.
- SOUZA, L.A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, p. 259, 2003.

- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. Botânica Sistemática – **Guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. Nova Odessa,SP: Instituto Plantarum, 2012, PP. 454 (3ª edição)
- TAMAIIO, N., & SOMNER, G.V.. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). **Journal of the Torrey Botanical Society** 137(4), pp. 319–326, 2010.
- TAMAIIO, N.; NEVES, M. F.; BRANDES, A.F.N.; VIEIRA, R.C. Quantitative analyses establish the central vascular cylinder as the standard for wood-anatomy studies in lianas having compound stems (Paullinieae: Sapindaceae) **Flora**. 206: 87–996. 2011
- TAMAIIO, N. Caracterização anatômica das madeiras de lianas de sapindaceae utilizadas comercialmente em São Paulo - SP. **Cerne, Lavras: UFLA**, v.17, n.04, p. 533-540, out. / dez. 2011.
- TIBIRIÇÁ, Y.J.A.; COELHO, L.F.M.; MOURA, L.C. Florística de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, vol. 20 n. 2, p. 339-346, 2006.
- URDAMPILLETA, J.D.; FERRUCCI, M.S.; TOREZAN, J.M.D. & VANZELA, L.L. Karyotype relationships among four South American species of *Urvillea* (Sapindaceae; Paullinieae). **Plant Systematics and Evolution**. 258: 85-95, 2006.

CAPÍTULO II

MORFOANATOMIA DA PLÂNTULA DE *SERJANIA* *COMMUNIS* CAMBESS. (SAPINDACEAE)

Artigo redigido conforme normas da revista **Acta Scientiarum**, que constam no item Anexo.

Morfoanatomia da plântula de *Serjania communis* Cambess. (Sapindaceae)

Willian Adriano Lira Lopes¹ e Luiz Antonio de Souza²

*Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada¹,
Departamento de Biologia², Avenida Colombo, 5790 (87020-900) Maringá, Paraná, Brasil.*

willianliralopes@yahoo.com.br

ABSTRACT. *Serjania communis* Cambess. (Sapindaceae), is a plant with climbing habit and occurs relatively frequently in Parana, Brazil. The fruits collect to obtain the seeds was performed at the Parque dos Pioneiros (Bosque II) a remnant of subtropical forest of Maringa, Paraná, Brazil. The seedlings obtained in the greenhouse were described according to traditional techniques in plant morphology. After germination the seedlings were described morpho and anatomically and checked if occurs the installation of cambial variant at this early stage of development. The fruit is the samaroid type, the seeds have about 3mm in length and brown color with epigeal germination and fanerocotylar seedling. The seedlings have a hair hypocotyl, cotyledons foliaceous, reduced epicotyl, the first two eophylls are opposites and the other eophylls have alternating helicoidal phyllotaxy. The root is diarch, the hypocotyl is a transition region root-stem, the epicotyl has structure of the eustele type, and the cotyledons and the eophylls are hypostomatic and dorsiventral. Seedlings with 45 days age do not develop variant cambia.

Key words: root, hypocotyl, cotyledon, epicotyl, eophyll.

Plântula de *Serjania communis*

RESUMO. *Serjania communis* Cambess. (Sapindaceae), é uma planta de hábito lianescente e ocorre com relativa frequência no Paraná, Brasil. A coleta dos frutos para a obtenção de sementes foi realizada no Parque Florestal dos Pioneiros (Bosque II), um remanescente de floresta subtropical de Maringá, Paraná, Brasil. As plântulas, obtidas em casa de vegetação foram descritas conforme técnicas usuais em morfologia vegetal. Após a germinação as plântulas foram descritas morfoanatomicamente e também verificada se ocorre a instalação de variante cambial nesta fase inicial de desenvolvimento. O fruto é do tipo samaroide, as sementes têm cerca de 3mm de comprimento, de cor marrom e com germinação epigeia e as plântulas são fanerocotiledonares. As plântulas apresentam o hipocótilo piloso, cotilédones

foliáceos, o epicótilo é reduzido, os dois primeiros eófilos são opostos e os demais eófilos apresentam filotaxia alterna helicoidal. A raiz é diarca, o hipocótilo é uma região de transição raiz-caule, o epicótilo tem estrutura caulinar eustélica, os cotilédones e eófilos são hipostomáticos e dorsiventrais. Plântulas com 45 dias de idade não desenvolvem variante cambial.

Palavras-chave: raiz, hipocótilo, cotilédone, epicótilo, eófilo.

INTRODUÇÃO

Serjania Mill. é um gênero composto por espécies de hábito lianescente, que pertence à Sapindaceae e contém aproximadamente 226 espécies distribuídas desde o sudoeste dos Estados Unidos até o norte da Argentina. No Brasil existem 92 espécies conhecidas, sendo 47 endêmicas. As espécies ocorrem com mais frequência em ambientes úmidos do que em ambientes abertos ou secos (ACEVEDO-RODRIGUEZ, 1990).

Lianas são representantes significativos e de grande importância para a estrutura das florestas tropicais (PUTZ, 1984; GENTRY, 1982). A maioria das espécies lianescentes são heliófilas, ou seja, espécies que prosperam onde há luz abundante. Para buscar luz acima da copa das árvores elas desenvolvem uma atuação diferenciada do câmbio vascular, o que resulta em um desenvolvimento incomum de tecidos vasculares secundários e que não são encontrados na maioria das eudicotiledôneas.

O estudo estrutural de plântulas tem grande relevância na dinâmica de populações e em outras áreas da botânica e da ecologia, mas são escassos os trabalhos que envolvem estudos anatômicos, o que poderia facilitar a compreensão do processo de estabelecimento das mesmas em um determinado ambiente. Na literatura botânica existem várias definições para plântulas, ocorrendo divergência na determinação do evento que marca o limite da fase final de plântula (SOUZA et al., 2009). Estes autores conceituam plântula como a fase que abrange o vegetal, desde a germinação consumada da semente até a formação da primeira folha ou eófilo; a fase seguinte o autor a denomina de tirodendro, que se estende até o momento em que aparecem os primeiros metafílos.

A estrutura de órgãos vegetativos de espécies de Sapindaceae e de *Serjania* é bem conhecida na literatura (METCALFE; CHALK, 1957; ARAÚJO; COSTA, 2007; TAMAIO; SOMNER, 2010; TAMAIO, 2011). Por outro lado, o estudo de plântulas parece restringir-se à análise morfológica de espécies pertencentes a *Dodonaea* Mill., *Erioglossum* Blume, *Ganophyllum* Blume, *Pometia* J.R. Forst. & G. Forst., *Schleichera* Willd. (BURGER-HZN,

1972), *Cubilia* Blume, *Dimocarpus* Lour., *Harpulia* G. Don, *Lepisanthes* Blume, *Nephelium* L. (VOGEL, 1980), *Allophylus* L. (BURGER-HZN, 1972; LEONHARDT et al., 2008), *Cupania* L. (LEONHARDT et al., 2008), *Pseudima* Radlk. (PAOLI; BIANCONI, 2008).

A investigação anatômica de plântulas de Sapindaceae parece não ter chamado a atenção de pesquisadores, embora possa revelar caracteres estruturais importantes para estabelecimento e preservação de espécies dessa família. Diante disso, o presente trabalho objetiva a análise morfoanatômica da plântula e verificar, complementarmente, se ocorre a instalação de variantes cambiais na fase de plântula em *Serjania communis* Cambess., uma espécie de liana que ocorre com muita frequência em remanescentes florestais da região noroeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos, para obtenção das sementes, foram coletados no Parque Florestal dos Pioneiros (Bosque II), um remanescente florestal de Maringá, Paraná, Brasil. Ramos caulinares contendo flores e frutos foram utilizados na montagem de exsicatas e foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá sob o registro 11733 HUEM. O parque possui 59 ha, localiza-se na região urbana da cidade e foi declarado Área de Preservação Ambiental (APA) em 1982 pela Lei Municipal 1556/82.

Os frutos maduros foram coletados de três indivíduos diferentes e as sementes colocadas para a germinação em casa de vegetação. No total foram colocadas 256 sementes em substrato para hortaliças em duas sementeiras de poliestireno expandido (isopor), com 128 células cada uma. A primeira plântula emergiu do substrato após 24 dias do plantio. No presente trabalho, a idade dos indivíduos em estudo foi considerada a partir da emergência da plântula no solo. Após quinze dias, as plântulas foram transplantadas em sacos plásticos para mudas (medidas: cm. 10x19) com 50% de substrato para hortaliças e 50% de solo (areia, matéria orgânica e terra 1:1:1). Para as análises, foram escolhidas plântulas de 5 e 10 dias e tirodendros de 15 e 45 dias após emergir do solo. As raízes, hipocótilos, epicótilos, cotilédones e eofilos foram seccionados em três regiões: base, meio e ápice.

A análise morfológica da plântula foi baseada em Rizzini (1977), Souza et al. (2009) e Lorenzi (2011). As ilustrações morfológicas foram realizadas mediante desenhos, enquanto que as ilustrações anatômicas foram obtidas mediante fotomicrografias em um microscópio Olympus BX50 com câmera digital acoplada, e desenhos executados ao microscópio Willd M20 com câmara clara.

Para a realização do estudo anatômico das plântulas foram utilizados materiais frescos e fixados em FAA 50 (formaldeído, ácido acético glacial e álcool etílico) (JOHANSEN, 1940) ou em Glutaraldeído (KARNOVSKY, 1965). As seções transversais de material fresco foram realizadas à mão livre e coradas com azul de astra e safranina (SOUZA et al., 2005). Para a confecção de lâminas permanentes o material botânico fixado foi desidratado em série etílica, incluído em historresina (GERRITS, 1991), secionado em micrótomo de rotação, e corado com azul de toluidina (O'BRIEN et al., 1965). Para verificar a presença de amido na endoderme foi realizado teste histoquímico com lugol (JOHANSEN, 1940).

Para a análise em microscópio eletrônica de varredura (MEV), os fragmentos dos materiais botânicos foram fixados em solução de Glutaraldeído, desidratadas em série etílica e, em seguida, secas ao ponto crítico de CO₂ (HORRIDGE; TAMM, 1969). As amostras foram montadas sobre suportes de alumínio e cobertas com uma camada de ouro de 30 a 40 nm. O microscópio eletrônico de varredura utilizado é um Shimadzu SS 550 e as escalas das fotomicrografias eletrônicas foram impressas diretamente nas mesmas.

RESULTADOS

Morfologia do diásporo e da plântula

As sementes (Figura 1d) são diminutas, de aproximadamente 3mm de comprimento, brilhantes e de tonalidade marrom. Ocorrem três sementes por fruto (Figura 1a-c) caracterizado por ser seco, indeiscente, tricarpetal, alado e do tipo esquizocarpo, subtipo samaroide.

A plântula (Figura 1e,f) é fanerocotiledonar e epigeia, embora os cotilédones possam permanecer durante alguns dias parcialmente no interior do envoltório do diásporo após a emergência. Plântulas de cinco dias de idade (Figura 1e) já apresentam raiz primária com ramificações secundárias. O colo ou coleto é visível pela diferença de coloração existente entre a raiz e hipocótilo. Este pode atingir cerca de dois centímetros e é clorofilado e piloso. Os cotilédones (Figura 1e-g) são foliáceos, peciolados, com limbo de formato obovado a oblongo, de ápice truncado, base obtusa e bordo liso. O epicótilo (Figura 1g), considerado como primeiro entrenó caulinar, é bem reduzido e piloso. Há dois eofilos opostos na plântula (Figura 1e-f), caracterizados como folhas simples, com limbo de formato lanceolado e margens serradas. Em fase posterior de desenvolvimento (Figura 1g) observam-se outros eofilos até o aparecimento do primeiro metafilo, todos de filotaxia alterna helicoidal.

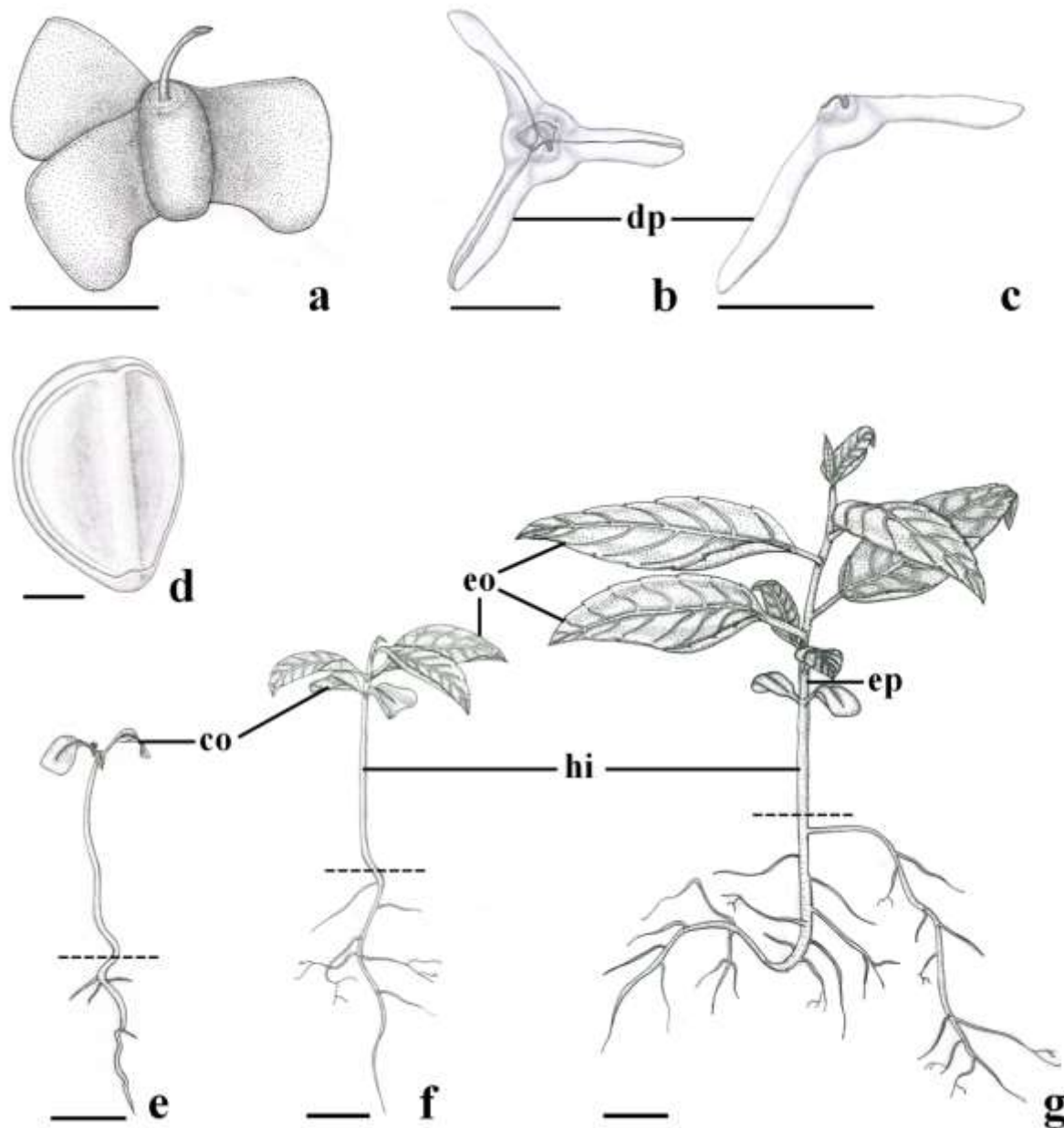


Figura 1: Morfologia e desenvolvimento inicial de *Serjania communis* Cambess.. Fruto maduro (a), Fruto maduro em vista superior com o início da separação dos diásporos (b), diásporo (c), semente (d), plântula com 5 dias (e), tirodendros com 15 e 45 dias, respectivamente (f, g.). Legenda: co – cotilédone; dp – diásporo; eo – eofilo; ep – epicótilo; hi – hipocótilo. Barras = 0,1 cm (d), 0,5 cm (a, b, c.), 1 cm (e, f, g.).

Anatomia da plântula

Seção transversal executado no ápice da raiz primária mostra células da coifa envolvendo a protoderme composta de células alongadas radialmente, a coifa formada por meristema fundamental e o procâmbio central. É possível distinguir no córtex a protoendoderme com evidência de divisões periclinais, e na periferia do cilindro procambial o periciclo (Figura 2a). A raiz primária é diarca (Figura 2b), e apresenta epiderme unisseriada, com células de tamanhos e contornos variados, podendo ser retangulares, ovaladas e obovadas; nela se destacam algumas células mais amplas com a parede periclinal externa

convexa. A região cortical é constituída de células parenquimáticas amplas e tem como limite interno a endoderme, na qual não se evidencia a presença de estrias de Caspary nem conteúdo amiláceo (Figura 2b). O cilindro central é delimitado externamente pelo periciclo unisseriado e parenquimático (Figura 2b), com células de contorno cuboide, obovado e retangular. Como padrão em raiz, os dois cordões floemáticos primários alternam-se com os cordões xilemáticos primários (Figura 2b).

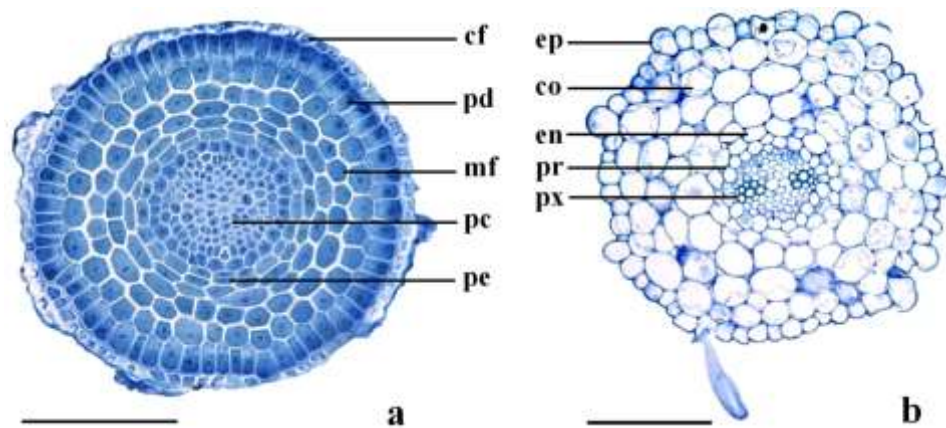


Figura 2: Estrutura da raiz de *Serjania communis* Cambess. em seção transversal. Ápice radicular de uma plântula com 5 dias (a). Seção feita na região média da raiz de uma plântula de dez dias (b). Legenda: cf – coifa; co – córtex; en – endoderme; ep – epiderme; mf – meristema fundamental; pc – procâmbio; pd – protoderme; pe – protoendoderme; pr – periciclo; px – protoxilema. Barras: 100µm

O hipocótilo consiste de epiderme unisseriada com tricomas tectores unicelulares, e córtex colenquimático (um ou dois estratos celulares subepidérmicos) e parenquimático. No córtex não se evidencia endoderme típica. A vascularização do hipocótilo tem estrutura de transição entre raiz e caule (Figura 3). Os elementos traqueais metaxilemáticos (Figura 3a,b) que ocupam a região central da raiz, na região do coleto e proximidades se afastam lateral e gradativamente, assumindo o aspecto de V (Figura 3c,d.), tendo no vértice o elemento traqueal protoxilemático; surge, assim, na região central uma medula parenquimática. Concomitantemente, os dois cordões floemáticos primários se subdividem formando quatro ramificações de floema (Figura 3e, f.). Na base do hipocótilo os elementos traqueais do metaxilema se organizam em quatro grupos, dispostos ao redor da medula parenquimática, tendo um protoxilema entre cada dois grupos metaxilemáticos. Cada grupo de metaxilema é acompanhado por um cordão de floema. Esta organização vascular do cilindro persiste até a região superior do hipocótilo (Figura 4a) quando surgem novos feixes vasculares colaterais endarcos, os traços epicotiledonares, entre os conjuntos formados por dois grupos de metaxilema e um de protoxilema com seus respectivos cordões floemáticos. Portanto, na região do nó cotiledonar distinguem-se os traços epicotiledonares e o traço duplo de cada cotilédone que consiste de dois grupos metaxilemáticos, com protoxilema entre eles, acompanhados dos cordões floemáticos (Figura 4b).

Os cotilédones são vascularizados pelo traço duplo oriundo do hipocótilo. Assim, o pecíolo (Figura 4b) consiste de epiderme com tricomas tectores unicelulares, colênquima, parênquima, dois feixes constituídos de elementos traqueais e respectivos cordões floemáticos, e entre eles o elemento protoxilemático (Figura 4b)

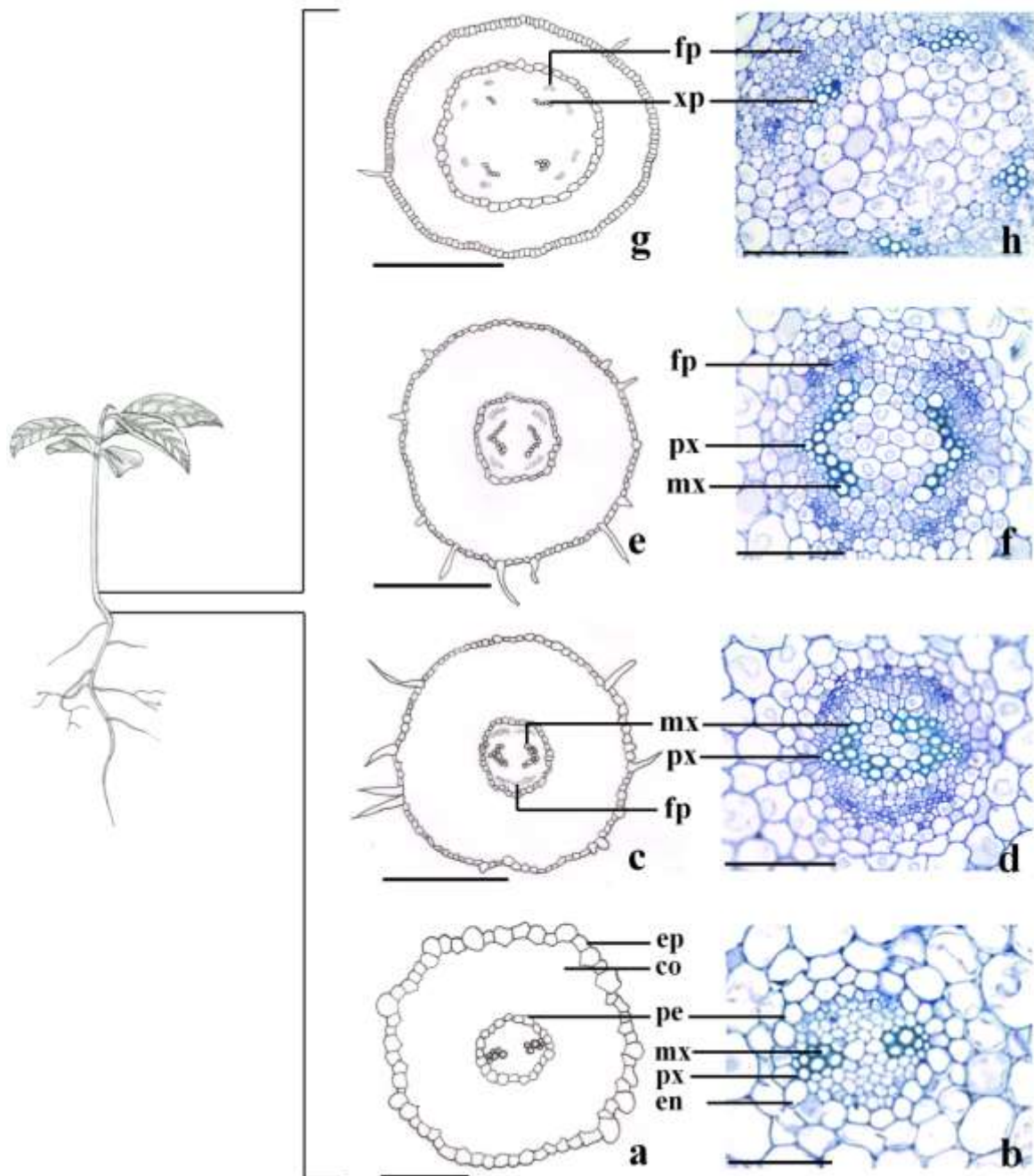


Figura 3: Diagramas e fotomicrografias de detalhes da região de transição entre raiz e hipocótilo (Plântula 10 dias). Raiz diarca (a, b). Região de transição entre raiz e caule com o início do afastamento dos elementos traqueais do metaxilema e aparecimento da medula parenquimática (c, d). Região de transição próxima ao hipocótilo evidenciando quatro cordões de floema primário (e, f). Base do hipocótilo mostrando elementos traqueais ao redor da medula e oito pontos de floema primário (g, h). Legenda: co – córtex, en – endoderme, ep – epiderme, fp - floema primário, mx – metaxilema, px – protoxilema, xp – xilema primário. Barras = 50 μm (b), 100μm(d, f, h.), 150 μm (a.), 300μm (c, e, g.).

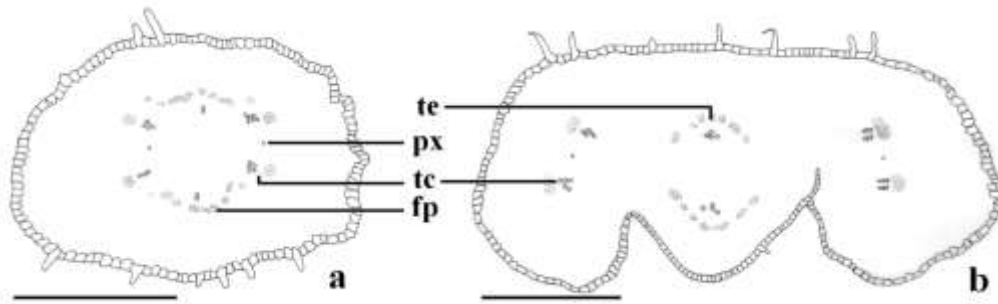


Figura 4: Região do nó cotiledonar de uma plântula de 10 dias. Ápice do hipocótilo (a). Nó cotiledonar com a o formação do pecíolo cotiledonar(b). Legenda: fp – Floema primário, px – protoxilema, tc - traço cotiledonar, te - traço epicotiledonar. Barras = 300µm

O limbo cotiledonar, em corte transversal da região média, mostra uma epiderme unisseriada com células de parede periclinal externa espessa, o mesofilo é constituído por um estrato de parênquima paliçádico, de células relativamente pequenas, e de 5-7 estratos de parênquima esponjoso na região central do cotilédone (Figura 5a,c). Devido a essa constituição o mesofilo é classificado como heterogêneo e assimétrico o que denota uma folha cotiledonar dorsiventral. A epiderme do cotilédone apresenta células de contornos sinuosos com ausência de tricomas e estômatos na epiderme adaxial (Figura 5d), que se fazem presentes apenas na face abaxial (Figura 5e).

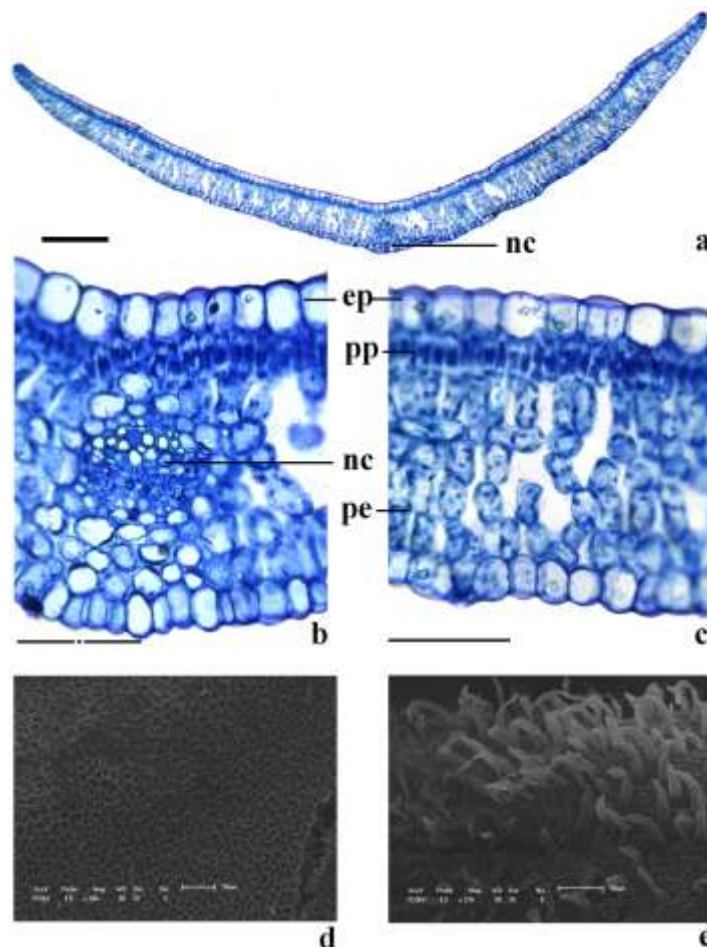


Figura 5: Estrutura do limbo cotiledonar. Seção transversal da lâmina cotiledonar na região média (a). Pormenor anatômico da nervura central (b). Pormenor anatômico evidenciando o mesofilo (c). Fotomicrografia eletrônica de varredura da epiderme da face adaxial (d). Fotomicrografia eletrônica de varredura da epiderme da face abaxial com a presença de tricomas (e). Legenda: ep- epiderme; pe – parênquima esponjoso; pl – parênquima paliçádico; nc – nervura central. Barras = 300m μ (a), 100m μ (b,c.)

O epicótilo (Figura 6a) de plântula de 10 dias é curto e consiste de epiderme unisseriada com tricomas tectores unicelulares, córtex colenquimático e parenquimático, e cilindro central com dois feixes vasculares colaterais e cordões floemáticos distribuídos entre estes feixes. A região central é ocupada por medula parenquimática.

Na região do nó do primeiro eofilo (Figura 6b) estes dois feixes vasculares, que na região do nó cotiledonar eram traços epicotiledonares, tornam-se responsáveis pela vascularização dos eofilos. O pecíolo do eofilo (Figura 7a) possui uma epiderme uniestratificada e com a presença de tricomas. O córtex possui parênquima e colênquima subepidérmico. O cilindro central é formado por apenas um feixe vascular colateral. O limbo do eofilo (Figura 7c) é dorsiventral, assim como o limbo cotiledonar, mas com um número menor de estratos celulares de parênquima esponjoso. A nervura central (Figura 7b) segue o padrão vascular do pecíolo e o córtex e parenquimático com colênquima pouco diferenciado. A epiderme adaxial (Figura 7d) apresenta células de contornos sinuosos e encontra-se destituída de estômatos e tricomas tectores. A epiderme abaxial (Figura 7e) também apresenta células de contornos sinuosos, mas com a presença de estômatos, estão localizados sobre as nervuras.

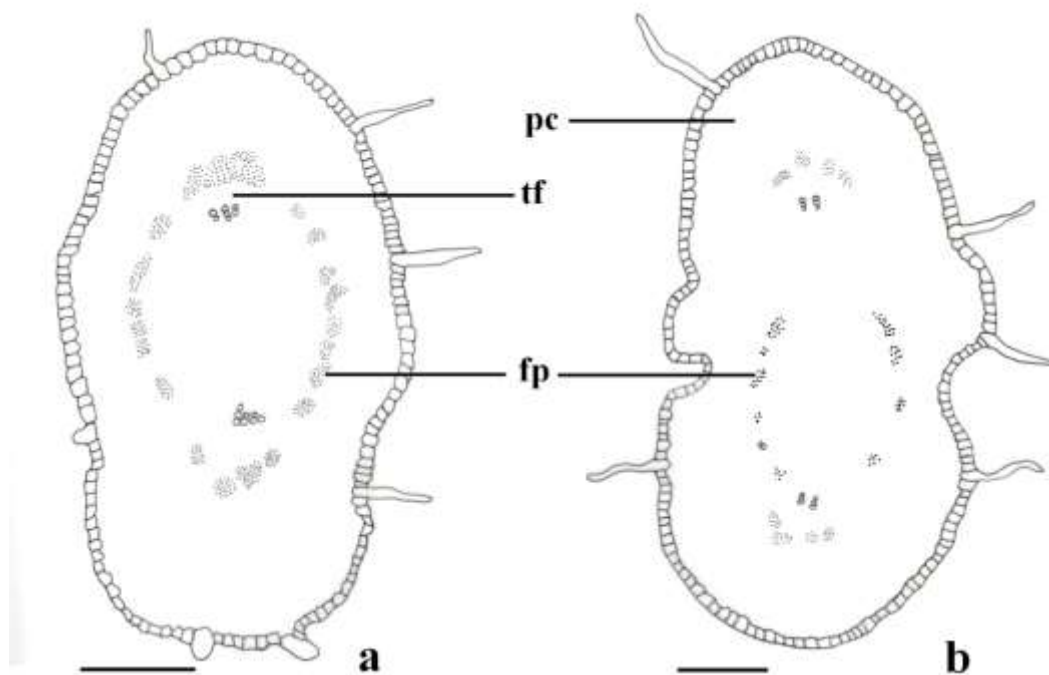


Figura 6: Região do nó do primeiro eofilo de uma plântula de 10 dias. Seção transversal do ápice do epicótilo (a). Seção transversal do nó do primeiro eofilo (b). Legenda: fp – floema primário, pc – pecíolo em desenvolvimento, tf – traço foliar. Barras = 100m μ .

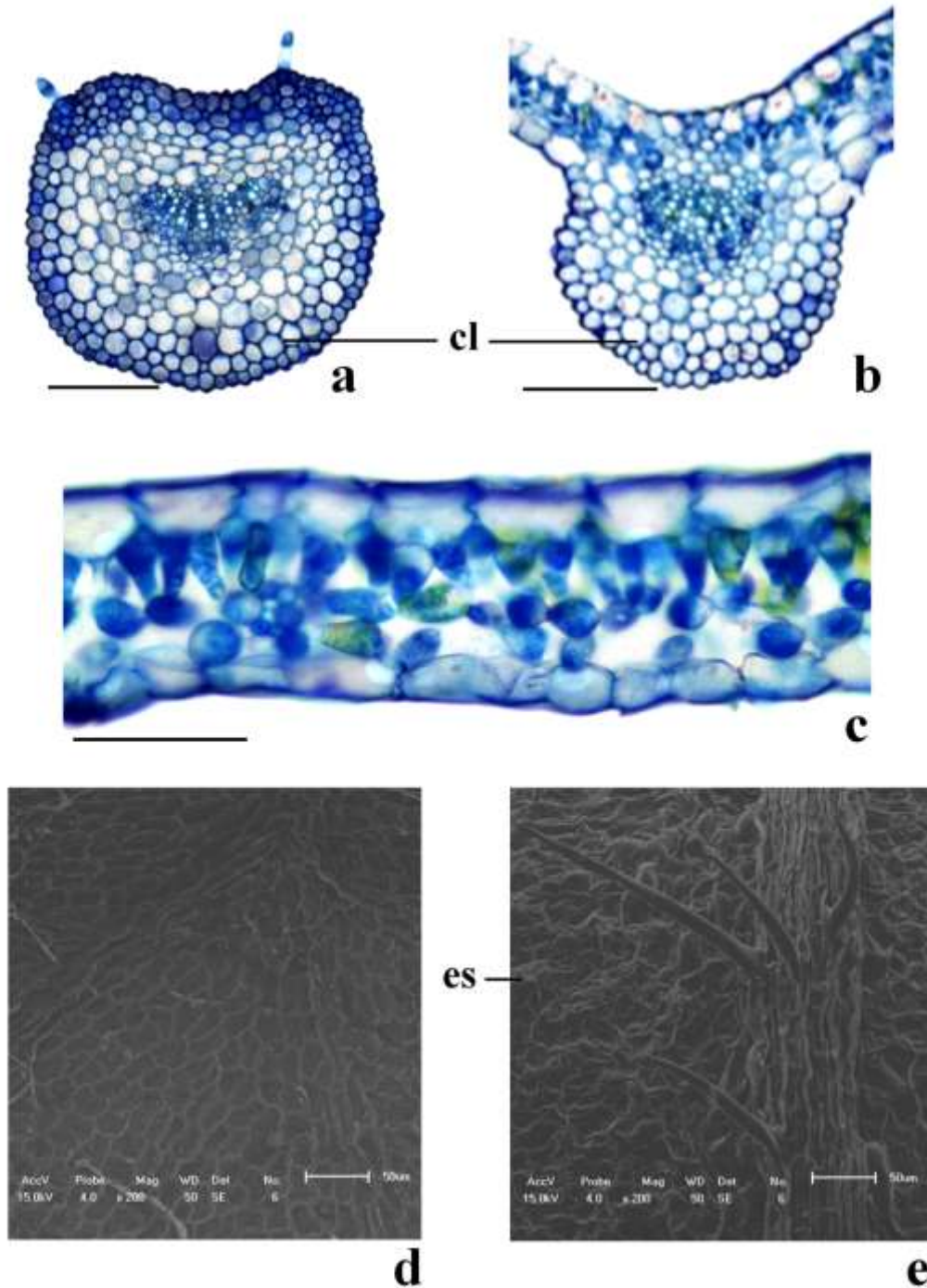


Figura 7: Estrutura do primeiro eofilo. Seção transversal da região média do pecíolo (a). Seção transversal da nervura central na região média do limbo (b). Corte transversal do limbo evidenciando o mesofilo heterogêneo (c). Fotomicrografia eletrônica da face adaxial (d). Fotomicrografia eletrônica da face abaxial evidenciando estômatos e tricomas na nervura (e). Legenda: cl – colênquima, es - estômato. Barras = 50μm (c.), 300μm (a, b.).

Discussão

As plântulas de *Serjania communis* são fanerocotiledonares, mas este caractere não é homogêneo na família, ocorrendo espécies fanerocotiledonares, como *Allophylus edulis* (Saint-Hilaire) Radlkofer (LEONHARDT et al., 2008; NOGUEIRA, 2008), e

criptocotiledonares, como *Matayba elaeagnoides* Radl. (KUNIYOSHI, 1983, comunicação pessoal), *Cupania vernalis* Cambess. (LEONHARDT et al., 2008) e *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (PAOLI; BIANCONI, 2008). Wright et al. (2000) estudaram 1744 espécies de várias famílias de dicotiledôneas australianas, registrando espécies fanerocotiledonares e criptocotiledonares numa mesma família. Estes autores, baseados em seu estudo e em investigações de outros autores sobre plântulas, consideram que o tipo de germinação não parece taxonomicamente conservativo, sugerindo que o debate sobre qual condição de germinação é ancestral ou avançada não tem ainda resposta geral definida e satisfatória.

Espécies que têm nomofilos compostos podem apresentar na fase seguinte ao estágio de plântula tipos diferentes de eofilos, simples e/ou compostos, antes da formação do primeiro metafilo composto (SOUZA et al., 2009). Este é o caso de *Serjania communis*, e parece ser um caractere comum em Sapindaceae, pelo menos isso pode ser constatado entre as espécies já estudadas. Cabe ressaltar, entretanto, que o tipo de eofilo da plântula não é uniforme entre essas espécies investigadas, sendo simples em *Serjania communis*, também em *Matayba elaeagnoides* (KUNIYOSHI, 1983) e *Cupania vernalis* (LEONHARDT et al., 2008), e composto em *Allophylus edulis* (LEONHARDT et al., 2008; NOGUEIRA, 2008) e *Pseudima frutescens* (PAOLI; BIANCONI, 2008).

As plântulas de *Serjania communis* podem ser enquadradas no tipo Macaranga de Vogel (1980) por serem fanerocotiledonares e epigeias, e apresentarem cotilédones foliáceos denominados por este autor como paracotilédones. A filotaxia oposta dos eofilos de *Serjania communis* pode ser considerada como caractere excepcional na descrição do tipo Macaranga de Vogel (1980), que tem todas as folhas com disposição alterna e helicoidal.

Nos tipos de plântulas propostos por Garwood (1996), *Serjania communis* enquadra-se bem no tipo PEF (“Phanerocotylar, Epigeal e Foliaceous”). Com referência à distribuição de tipos de plântulas entre regiões florísticas e tipos de florestas, a análise de Garwood (1996) revela que o tipo PEF é o mais comum nas floras tropicais nativas.

A raiz primária diarca de *Serjania communis* parece ser comum em plântulas estudadas de eudicotiledôneas, de acordo com Eames (1961) e Duke (1969). Entretanto, Souza (2009) registra variação de diarca a pentarca para raiz primária de plântulas para várias outras espécies e famílias de eudicotiledôneas.

A região de transição raiz-caule de *Serjania communis* inicia-se na região do colo ou coleto, e persiste até a porção superior do hipocótilo e pecíolo cotiledonar. Este tipo de região pode ser considerado como intermediário, com base em classificação de Compton (1912) feita para plântulas de Fabaceae (Leguminosae). Nos outros dois tipos de transição de Compton

(1912), o alto e o baixo, a mudança na vascularização só começa na região superior do hipocótilo e abaixo do coleto, respectivamente. Souza (2009) registrou região de transição raiz-caule do tipo intermediário em plântulas com hipocótilos epigeus e longos, semelhantes, portanto, ao verificado na espécie em estudo.

Os cotilédones de *Serjania communis* têm nó unilacunar com dois traços distintos e é repetidamente encontrado nas fanerógamas (TAKHTAJAN, 1980). O nó unilacunar já foi considerado como condição ancestral, mas foi descartado para nós cotiledonares. Segundo Benzing (1967) e aceito por Takhtajan (1980), a anatomia de nós cotiledonares não reflete necessariamente condições ancestrais do caule, argumentando que a morfologia da plântula é única e a inserção decussada dos cotilédones torna isso improvável. O nó do eofilo de *Serjania communis* também é unilacunar, com um único traço, que Takhtajan (1980) considera como condição presente na maioria dos taxa avançados; aliás, este tipo de nó foi considerado por ele como uma estrutura nodal secundária em fanerógamas.

O epicótilo de *Serjania communis*, considerado por Font Quer (1985) como primeiro entrenó localizado acima da inserção dos cotilédones em plântulas das antófitas, tem estrutura caulinar relativamente simples em plântula de dez dias de idade, com epiderme cuticularizada, colênquima cortical, medula parenquimática e cilindro central, onde se destacam dois grandes feixes vasculares colaterais, um dos quais vascularizando o primeiro eofilo. Estes dois feixes se caracterizam como traços epicotiledonares ainda no terço superior do hipocótilo, mas com o xilema já na condição endarca. Os caracteres estruturais caulinares descritos para caule jovem de Sapindaceae (METCALFE; CHALK, 1957), como presença de súber de origem subepidérmica, colênquima em costelas, periciclo esclerenquimático, floema primário com fibras septadas, xilema sob forma de cilindro contínuo e medula parenquimática com células pétreas, obviamente só poderão ser constatados se analisados em plantas jovens mais desenvolvidas.

Os cotilédones e o eofilo de *Serjania communis* são folhas dorsiventrais e hipostomáticas, que constituem caracteres comuns em folhas de Sapindaceae (METCALFE; CHALK, 1957). Caracteres foliares como hipoderme parenquimática, encontrada em outros gêneros da família, e fibras ou células esclerificadas, registradas no mesofilo de algumas espécies de vários gêneros de Sapindaceae, inclusive *Serjania* (METCALFE; CHALK, 1957), não foram verificados nos cotilédones e eofilo de *Serjania communis*.

Conclusão

As plântulas de *Serjania communis* são do tipo Macaranga e PEF (“Phanerocotylar, Epigeal e Foliaceous”), com região de transição raiz/caule do tipo intermediário, que é típico de plântulas com hipocótilo epigeu e longo. As folhas são dorsiventrais que é um caractere comumente registrado em Sapindaceae. As plântulas da espécie em estudo não desenvolvem variante cambial.

Agradecimentos

Expressamos nossos agradecimentos à CAPES e ao CNPq pelo financiamento parcial da pesquisa.

Referências

- ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. Distributional patterns in Brazilian *Serjania* (Sapindaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 69-82, 1990.
- ARAÚJO, G. U. C.; COSTA, C. G. Anatomia do caule de *Serjania corrugata* Radlk. (Sapindaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 489-497, 2007.
- BENZING, D. H. Development patterns in stem primary xylem of woody Ranales. **American Journal of Botany**, v. 54, p. 805-820, 1967.
- BURGER-HZN, D. **Seedlings of some tropical trees and shrubs mainly of South East Asia**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1972.
- COMPTON, R. H. Investigation of the seedling structure in the Leguminosae. **The Journal of the Linnean Society (Botany)**, v. 41, p. 1-122, 1912.
- DUKE, J.A. On tropical tree seedlings I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 56, n. 2, p. 125-161, 1969.
- EAMES, A.J. **Morphology of angiosperms**. New York: McGraw-Hill, 1961.
- FONT QUER, P. **Diccionario de botánica**. Barcelona: Editorial Labor, 1985.
- GARWOOD, N. C. **Functional morphology of tropical tree seedlings**. In: SWAINE, M. D. (Ed.). The ecology of tropical forest tree seedlings. Paris: The Parthenon Publishing Group, 1996. p.59-129.
- GERLACH, D. **Botanische mikrotechnik**. Stuttgart: Georg. Thieme Verlag, 1984.

- GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares**. 2º Edição. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.
- GUERRITS, P. O. The application of Glycol Methacrylatein histotechnology: some fundamental principles. Netherlands: University Groningen, 1991.
- HORRIDGE, G. A.; TAMM, S. L. Critical point drying for scanning electron microscopy study of ciliary motion. **Science**, v. 163, n. 3869, p. 817-818, 1969.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. Tata McGraw-Hill Book Company, Bombay. 1940.
- KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal Cell Biology**, v. 27, p. 137-138, 1965.
- LEONHARDT, C.; BUENO, O.L.; CALIL, A.C.; BUSNELLON, A.; ROSA, R. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da bacia hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 65, n. 1, p. 5-14, 2008.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons – leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: At the Clarendon Press, 1957.
- O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by Toluidine Blue O. **Protoplasma**, v. 59, n. 2, p. 368-73, 1964.
- PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 146-155, 2008.
- PUTZ, F. E. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v. 65, n. 6, p.1713-1724, 1984.
- SOUZA, L. A.; ROSA, S. M.; MOSCHETA; I. S. MOURÃO, K. S. M.; RODELLA, R. A.; ROCHA, D. C.; LOLIS, M. I. G. A. **Morfologia e anatomia vegetal – técnicas e práticas**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2005.

- Souza, L. A. Anatomia da plântula e do tirodendro. In: SOUZA, L. A. (Org.). **Sementes e plântulas – germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: Todapalavra Editora, 2009. p. 191-252.
- SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S.; MOURÃO, K.S.M.; ALBIERO, A.L.M.; MONTANHER, D.R.; PAOLI, A.A.S. Morfologia da plântula e do tirodendro. In: SOUZA, L. A. (Org.). **Sementes e plântulas – germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: Todapalavra Editora, 2009. p. 119-190.
- TAKHTAJAN, A. L. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). **The Botanical Review**, v. 46, n. 3, p. 226-359, 1980.
- TAMAIO, N. Caracterização anatômica das madeiras de lianas de Sapindaceae utilizadas comercialmente em São Paulo – SP. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 533-540, 2011.
- TAMAIO, N.; SOMNER, G. V. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). **Journal of the Torrey Botanical Society**, v.137, n. 4, p. 319–326, 2010.
- VOGEL, E. F. **Seedlings of dicotyledons**. Wagening: Pudoc, 1980.
- WRIGHT, I. J.; CLIFFORD, H. T.; KIDSON, R.; REED, M. L.; RICE, B. L.; WESTOBY, M. A survey of seed and seedling characters in 1744 Australian dicotyledon species: cross-species trait correlations and correlated trait-shifts within evolutionary lineages. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 69, p. 521-547, 2000.

CAPÍTULO III

ESTRUTURA PRIMÁRIA DO CAULE DE
ESPÉCIES LIANESCENTES DE PAULLINIEAE
(SAPINDACEAE) OCORRENTES NA ESTAÇÃO
ECOLÓGICA DO CAIUÁ

Artigo redigido conforme normas da revista **Iheringia**, que constam no item Anexo.

**Estrutura primária do caule de espécies lianescentes de Paullinieae (Sapindaceae)
ocorrentes na Estação Ecológica do Caiuá**

Willian Adriano Lira Lopes¹, Luiz Antonio de Souza² & Mariza Barion Romagnolo³

^{1,2,3}Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Biologia
Comparada, Avenida Colombo 5790, (87020-900) Maringá, Paraná, Brasil ;
willianliralopes@yahoo.com.br; lasouza@uem.br; mbromagnolo@uem.br

RESUMO - *Serjania meridionalis* Cambess, *Serjania fuscifolia* Radlk., *Urvillea leavis* Radlk. e *Urvillea ulmacea* Kunth. são espécies de Sapindaceae ocorrentes em remanescentes florestais do norte paranaense, Brasil. A estrutura caulinar dessas espécies foi investigada com a finalidade de se contribuir com informações sobre seu hábito lianescente. Os caules têm epiderme unisseriada, córtex colenquimático e parenquimático, cilindro central com periciclo esclerenquimático, feixes vasculares colaterais e medula parenquimática. O estudo mostrou muita homogeneidade na estrutura caulinar das quatro espécies, cuja presença de tecidos mecânicos parece ser essencial no hábito trepador dessas espécies, pelo menos no desenvolvimento inicial ou primário.

Palavras chave: Lianas, anatomia caulinar, crescimento primário.

ABSTRACT - *Serjania meridionalis* Cambess, *Serjania fuscifolia* Radlk., *Urvillea leavis* Radlk. and *Urvillea ulmacea* Kunth. are species of Sapindaceae that occur in forest remnants of northern Parana, Brazil. The stem structure of the species were investigated in order to contribute with information about their climbing habit. The stems have uniseriate epidermis, collenchymatous and parenchymatic cortex, and central cylinder with sclerenchymatous pericycle, collateral vascular bundles and parenchyma pith. The study showed much homogeneity in the structure among the stems at the species, in which the presence mechanical tissues appears to be essential in the climbing habit of these species at least in the initial or primary development.

Keywords: Lianas, stem anatomy, primary growth.

INTRODUÇÃO

Sapindaceae tem ocorrência frequente nas regiões tropicais e subtropicais, mas também pode ser encontrada em regiões temperadas da Ásia e América do Norte. A família conta com aproximadamente 140 gêneros e 1600 espécies que podem ter hábito arbóreo, arbustivo ou lianescente. Paullinieae é única das 14 tribos que compõem Sapindaceae que engloba gêneros lianescentes (Coulleri *et al.* 2012; Souza & Lorenzi 2012).

Apesar de baixo valor econômico, estudos com lianas têm crescido devido ao valor medicinal, nutricional, ecológico e até mesmo ornamental de algumas espécies. Tibiriçá *et al.* (2006) enfatizaram, em seu trabalho, a importância de se estudar a comunidade de lianas, visando um melhor manejo e conservação dos fragmentos florestais. Aliás, estes autores destacaram diversos trabalhos que mostram a invasão de lianas como um problema para a manutenção desses fragmentos florestais, interferindo na regeneração da comunidade arbórea, e aumentando a probabilidade de queda de árvores. Por outro lado, os padrões fenológicos das lianas são, geralmente, complementares aos das árvores, resultando em constante suplemento de néctar, pólen e fruto para a fauna em períodos de escassez de frutos das espécies arbóreas (Morellato & Leitão Filho 1996). Dessa forma, os estudos de lianas podem contribuir para a realização de um manejo bem sucedido, sem que haja prejuízo para a fauna e flora e, conseqüentemente, perda de biodiversidade.

As lianas *Serjania meridionalis* Cambess, *Serjania fuscifolia* Radlk., *Urvillea leavis* Radlk. e *Urvillea ulmacea* Kunth. foram selecionadas para o trabalho por serem espécies frequentes em remanescentes florestais da região Noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Serjania* Mill e *Urvillea* Kunth são gêneros americanos distribuídos principalmente em regiões tropicais e subtropicais, mas algumas espécies podem alcançar a zona temperada da América do Sul (Acevedo-Rodriguez 1990; Ferrucci 2000b).

Serjania é o maior gênero de Paullinieae com 231 espécies, ocorrendo no Brasil cerca de 92 espécies conhecidas, sendo 47 endêmicas (Acevedo-Rodriguez 1990). O gênero apresenta frutos do tipo esquizocarpo samaróide e ocorre com mais frequência em ambientes úmidos do que ambientes abertos ou secos (Acevedo-Rodriguez 1990; Ferrucci 2000a). Arruda (2008) e Silva (2009) relataram em seus trabalhos a importância atribuída a suas espécies, como atividade inseticida, ictiotóxica, narcótica, venenosa, apícola e diurética. Algumas espécies de *Serjania* apresentam em seu nome

popular a palavra timbó que é um nome genérico utilizado por nativos brasileiros para designação de plantas tropicais venenosas utilizadas em pescaria (Arruda 2008).

Urvillea apresenta 17 espécies de ampla distribuição sendo o Brasil o principal centro de variação contendo 13 espécies, das quais 8 são exclusivas e 5 delas são aparentemente endêmicas; o gênero apresenta frutos do tipo cápsula que podem ser ligeiramente achatados ou inflados com alas marginais (Ferruci 2000b; Urdampilleta *et al.* 2006).

A anatomia caulinar da estrutura secundária de lianas atrai pesquisadores devido à presença de variantes cambiais, que formam tecidos vasculares com arranjo incomum e que devem auxiliar no hábito lianescente. Entretanto, o estudo do caule em crescimento primário, que é importante para compreensão da origem dos tipos de variantes cambiais e para interpretação estrutural dos caules de hábito trepador, é frequentemente negligenciado, destacando-se alguns trabalhos referentes a caules de Sapindaceae, como Metcalfe & Chalk (1957), Isnard *et al.* (2003a,b) Rowe *et al.* (2004) e Araújo e Costa (2007). Assim, o presente trabalho objetiva a análise da estrutura dos tecidos primários dos caules das espécies de Paullinieae selecionadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os caules das espécies selecionadas de Sapindaceae foram coletados no Município de Diamante do Norte, na Estação Ecológica do Caiuá (EEC), que está localizada entre a latitude 22° 37' S. e longitude de 52° 52' W, na bacia do baixo Paranapanema, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Rosana, sendo o maior remanescente florestal contínuo do Noroeste do Paraná com uma área de 1.449,4834 hectares. A estação ecológica foi criada com o objetivo de proteger um dos últimos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual regional e proporcionar pesquisas que contribuam com a manutenção do equilíbrio ambiental, com o desenvolvimento sustentável da região e com a preservação da biodiversidade e o banco genético do Patrimônio Paranaense sob o domínio da Mata Atlântica, uma vez que abriga diversas espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção. A criação da Estação Ecológica do Caiuá representa a primeira medida compensatória no Estado do Paraná pela construção de Usina Hidrelétrica (IAP 2009). Em sua vegetação, a unidade oferece um grande potencial científico para a pesquisa, pois guarda peculiaridades e estreita semelhança com a floresta original que cobriu toda a região Noroeste do Paraná. Essa

região ainda abriga espécies importantes como perobas (*Aspidosperma*), jequitibás (*Cariniana*.) e ipês (*Tabebuia*), dentre outras (Jandoti 2009).

Ramos com flores das plantas estudadas foram herborizados, identificados e estão depositados no Herbário da Universidade Estadual de Maringá sob os seguintes registros: *Serjania fuscifolia* Radlk.(HUEM 26185), *Serjania meridionalis* Cambess (HUEM 183047), *Urvillea leavis* Radlk.(HUEM 26215) e *Urvillea ulmacea* Kunth. (HUEM 26187)

Para a realização do estudo anatômico foram separados fragmentos caulinares do primeiro ao décimo entrenó, os quais foram fixados em Glutaraldeído (Karnovsky 1965). As seções transversais dos materiais botânicos foram realizadas à mão livre e coradas com azul de astra e safranina e montadas em lâminas semipermanentes (Souza *et al.* 2005). Para a confecção de lâminas permanentes os fragmentos caulinares foram desidratados em série alcoólica etílica, incluídos em historresina (Gerrits 1991), seccionados em micrótomo de rotação, e corados com azul de toluidina (O'Brien *et al.* 1965). Para verificar a presença de amido na endoderme foi realizado teste histoquímico com lugol (Johansen 1940).

As ilustrações anatômicas foram feitas em microscópio de luz Leica EZ4D com câmara digital e, posteriormente, processadas usando-se software Leica Application Suite version 1.8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caules jovens das espécies analisadas mostram alterações em seus contornos transversais conforme o nível seccionado, demonstrando mudanças notáveis de contorno durante o crescimento primário (Fig.1). O primeiro entrenó de *S. fuscifolia* mostra contorno com dois lobos proeminentes (Fig. 1a), mas em entrenós mais velhos, torna-se pentalobado e cada um dos lobos torna-se bilobulado (Fig. 1b), mantendo este contorno até o crescimento secundário bem desenvolvido. O contorno caulinar de *S. meridionalis* é pentalobado e, assim com em *S. fuscifolia*, cada um desses lobos é bilobulado, embora deva ser ressaltado que este aspecto é de difícil visualização no primeiro entrenó (Fig. c), sendo bem evidente no 15º entrenó (Fig. 1d). O primeiro entrenó do caule de *U. leavis* apresenta-se trilobado e, assim como em *S. meridionalis*, cada lobo é bilobulado (Fig. 1e), mas os lóbulos são pouco notáveis por volta do 5º entrenó (Fig. 1f). *Urvillea ulmacea* apresenta no primeiro entrenó três lobos bem distintos, com um ou dois destes lobos bilobulados (Fig. 1g); entretanto, nas proximidades do 12º entrenó (Fig. 1h) o

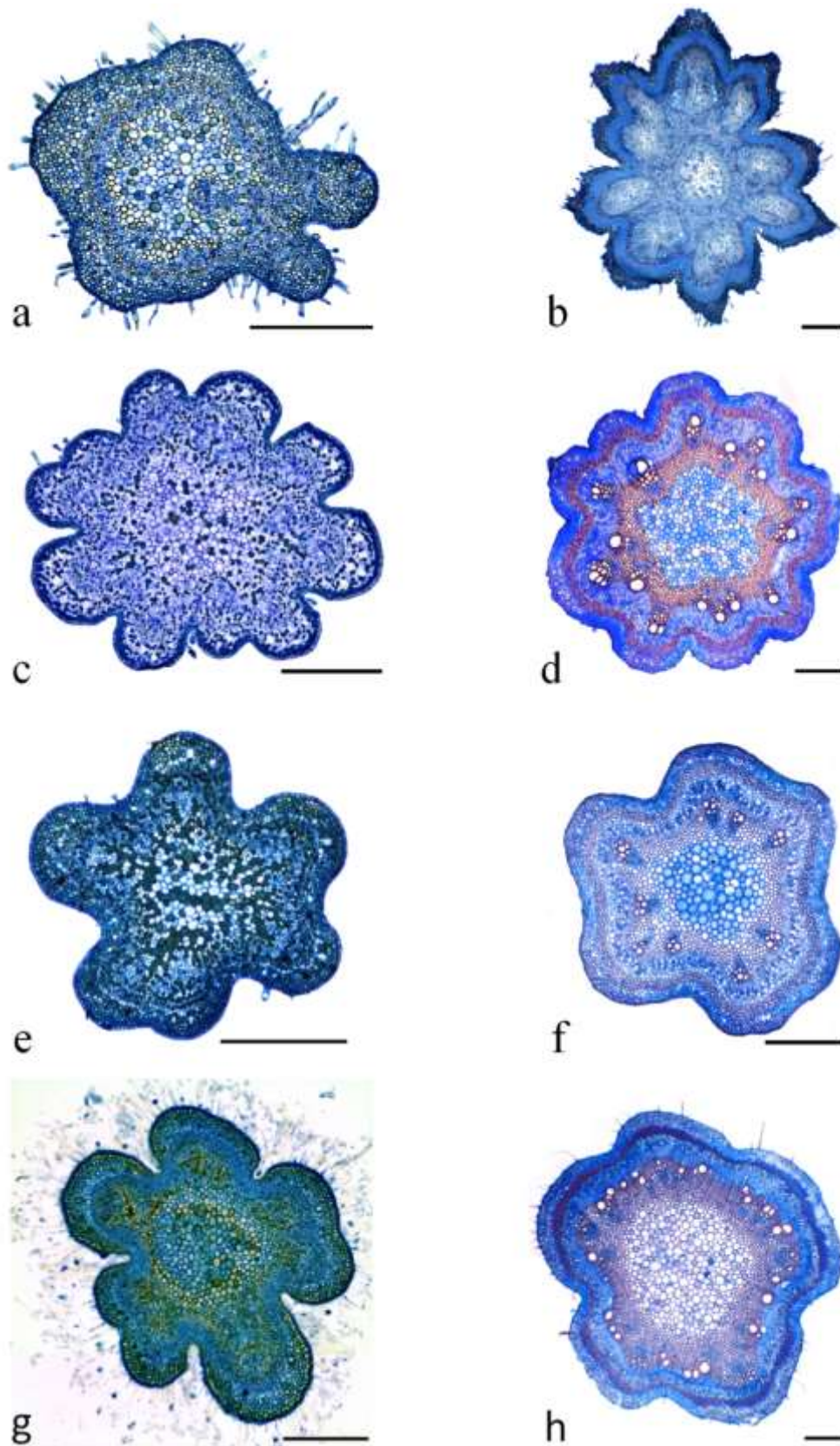


Figura 1: Contornos caulinares em seção transversal. **A.** 1º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk. **b.** 3º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk.; **c.** 1º entrenó de *Serjania meridionalis* Cambess.; **d.** 15º entrenó de *Serjania meridionalis* Cambess; **e.** 1º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **f.** 12º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **g.** 1º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; **h.** 12º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth. Barras = 300µm.

caule desta espécie tem contorno pentalobado, sem distinção de lóbulos. A presença de arestas ou lobos ocorre tipicamente em caules jovens de Sapindaceae (Metcalf & Chalk 1957), conferindo aspecto de “flor” que pode se manter nos caules em crescimento secundário, e que segundo Tamaio (2011) é muito apreciado para a confecção de peças de decoração.

A epiderme caulinar (Fig. 2) é unisseriada, cuticularizada, tomentosa, estomatífera, com células comuns cuboides em seção transversal, cujas paredes periclinais externas são relativamente espessas. Tricomas glandulares pluricelulares peltados ocorrem em *U. leavis* (Fig. 2a). Os tricomas tectores, escassos em *S. meridionalis* e *U. leavis*, são frequentes nas outras duas espécies e caracterizam-se por ser unicelulares e pluricelulares, de extremidades afiladas (Fig. 2b,c). Em *U. ulmacea* os estômatos podem apresentar-se elevados em relação às outras células epidérmicas (Fig. 2c). Metcalfe & Chalk (1957), em análise anatômica geral da família, registram tricomas simples e unicelulares, em tufos e escamas peltadas, além de reduzidos tricomas glandulares. Entretanto, os autores não registram tricomas tectores pluricelulares que foram observados em *S. fuscifolia* (Fig. 2b), o que parece indicar que o indumento de órgãos vegetativos pode ser um caractere importante para separação de espécies do gênero ou da família.

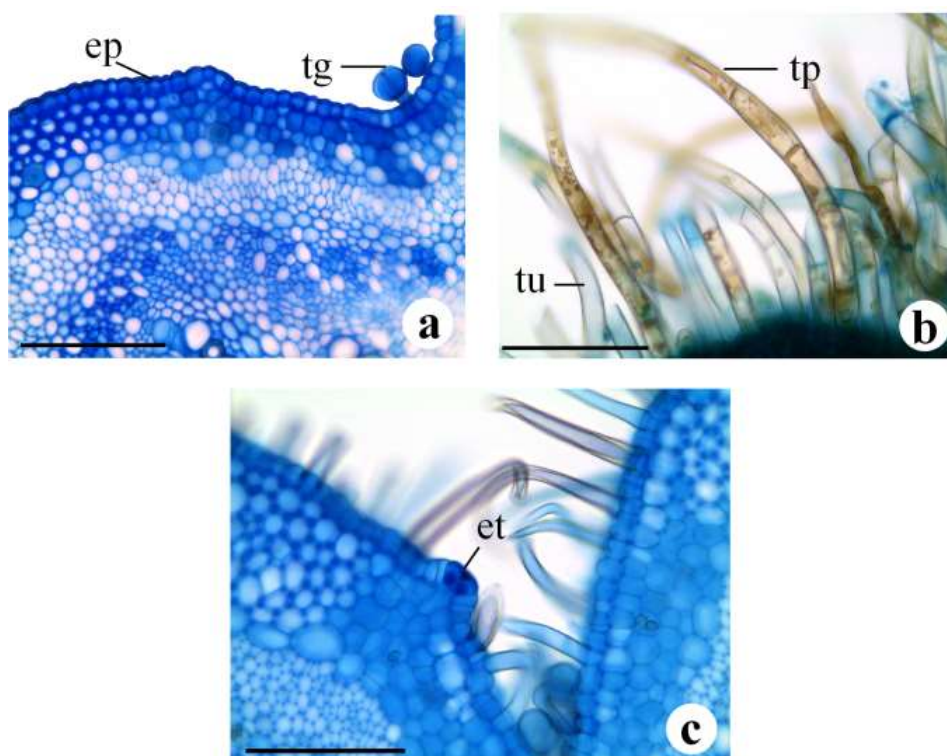


Figura 2: Epidermes em corte transversal. **a.** *Urvillea leavis* Radlk. 4º entrenó; **b.** *Serjania fuscifolia* Radlk. 3º entrenó; **c.** *Urvillea ulmacea* Kunth. 6º entrenó. Legenda: ep – epiderme, et – estômato, tg – tricoma glandular, tp – tricoma pluricelular, tu – tricoma unicelular. Barras = 100µm.

O córtex caulinar das quatro espécies não apresenta diferenciação de colênquima no primeiro entrenó, observando-se em seção transversal apenas tecido parenquimático homogêneo com células de paredes delgadas (Fig. 1a,c,d). A partir do terceiro entrenó observam-se parênquima e cordões colenquimáticos diferenciados, estes restritos às arestas ou lobos/lóbulos e subepidermicamente (Figs. 1a,c; 3a). A posição do colênquima em *S. fuscifolia* constitui uma exceção, situando-se mais internamente no córtex, dois ou três estratos parenquimáticos depois da epiderme (Fig. 3b). É possível delimitar a endoderme no córtex (Fig. 3), mas não foi evidenciada a presença de estrias de Caspary nem grânulos de amido.

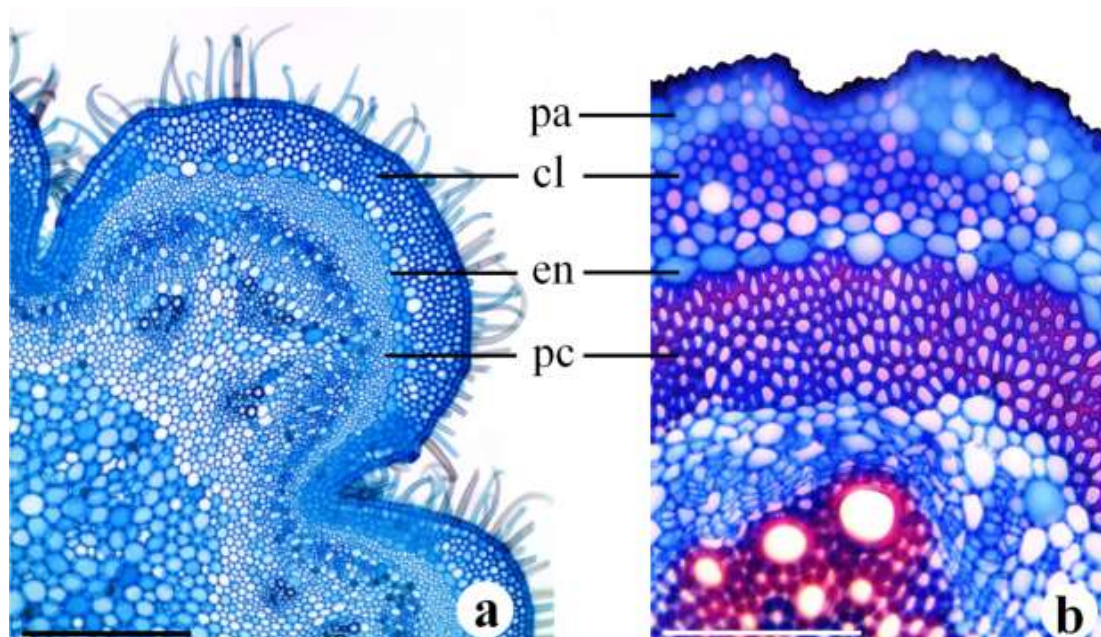


Figura 3: Seções transversais evidenciando a região cortical e o periciclo. **a.** 6º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; **b.** 10º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk. Legenda: cl – colênquima, en – endoderme, pa – parênquima, pc - periciclo. Barras = 100µm(b), 300µm (a).

De acordo com Metcalfe & Chalk (1957) é particularmente comum a presença de colênquima cortical nas arestas de caules jovens de espécies de lianas com gavinhas pertencentes à Sapindaceae, que é, aliás, um caractere estrutural comum às espécies estudadas de Paullinieae.

O cilindro central é limitado externamente pelo periciclo, que pode ser observado já a partir do terceiro entrenó caulinar pelos primórdios de fibras que se caracterizam por serem células pequenas, de contorno poligonal, com paredes finas (Fig. 3a). Em entrenós inferiores, ele se diferencia num esclerênquima pluriestratificado (Fig. 3b), cujo número de camadas celulares varia entre as espécies: *Serjania fuscifolia* apresenta 6 a 8, *S. meridionalis* 3 a 9, *U. leavis* 2 a 5 e *U. ulmacea* 2 a 10 estratos

celulares. Periciclo esclerenquimático ocorre geralmente nos caules de Sapindaceae (Metcalf & Chalk 1957). Tamaio & Somner (2010) também registraram periciclo esclerenquimático em *Thinouia restingae* Ferruci & Somner, e assim como o registrado pelas autoras, as espécies *Serjania meridionalis* e *Urvillea ulmaceae*, analisadas no presente estudo, também não sofrem lignificação nas camadas mais internas do periciclo, mas em *Serjania fuscifolia* e *Urvillea leavis* todos os estratos celulares do periciclo se esclerificam.

Uma característica notável do desenvolvimento lianescente, verificada no caule de *Clematis* L., Ranunculaceae, é que o suporte mecânico é proporcionado pela estrutura primária que consiste de fibras e colênquima localizados na mais região mais externa do caule (Rowe *et al.* 2004). Isnard *et al.* (2003a,b), em estudos do hábito e da arquitetura mecânica de espécies de *Clematis*, consideram como estratégia de desenvolvimento de lianas lenhosas no estágio jovem, em que ocorre uma fase de autosustentação da planta, a diferenciação de colênquima e fibras no caule, que funcionariam como um mecanismo de adaptação para alcançar o hospedeiro. Segundo estes mesmos autores, em estágios subsequentes, o colênquima e as fibras seriam eliminados pela instalação da periderme, passando a planta para a fase em que ela necessita do suporte de outra planta. Nas quatro lianas lenhosas de Paullineae analisadas ocorre também a diferenciação de colênquima cortical e esclerênquima pericíclico na parte mais jovem do caule, que poderiam facilitar seu desenvolvimento no próprio suporte, assim como a exploração/ampliação de novos hospedeiros.

Os tecidos vasculares primários do cilindro central das quatro espécies são organizados em feixes colaterais dispostos ao redor da medula parenquimática (Fig. 4a). Em *S. fuscifolia* ocorrem também feixes vasculares externos ao cilindro de feixes, um para cada lóbulo caulinar (Fig. 4b). Em fase mais adiantada de desenvolvimento, com o caule já em crescimento secundário inicial, o parênquima perimedular sofre esclerificação (Fig. 4c).

Células secretoras ocorrem no córtex ou na periferia do floema primário das quatro espécies (Fig. 5a,b). Elas também foram observadas no parênquima medular de *S. meridionalis* (Fig. 5c). Metcalfe & Chalk (1957) registram para a família células secretoras no caule em estrutura primária (córtex e medula) e no floema secundário. Judd *et al.* (2002) também consideram um caractere comum às espécies de Sapindaceae a presença de células secretoras comumente com saponinas triterpenoides.

A análise do caule em estrutura primária das quatro espécies de Paullineae revelou poucos caracteres diferenciáveis entre elas, mesmo elas pertencendo a gêneros diferentes.

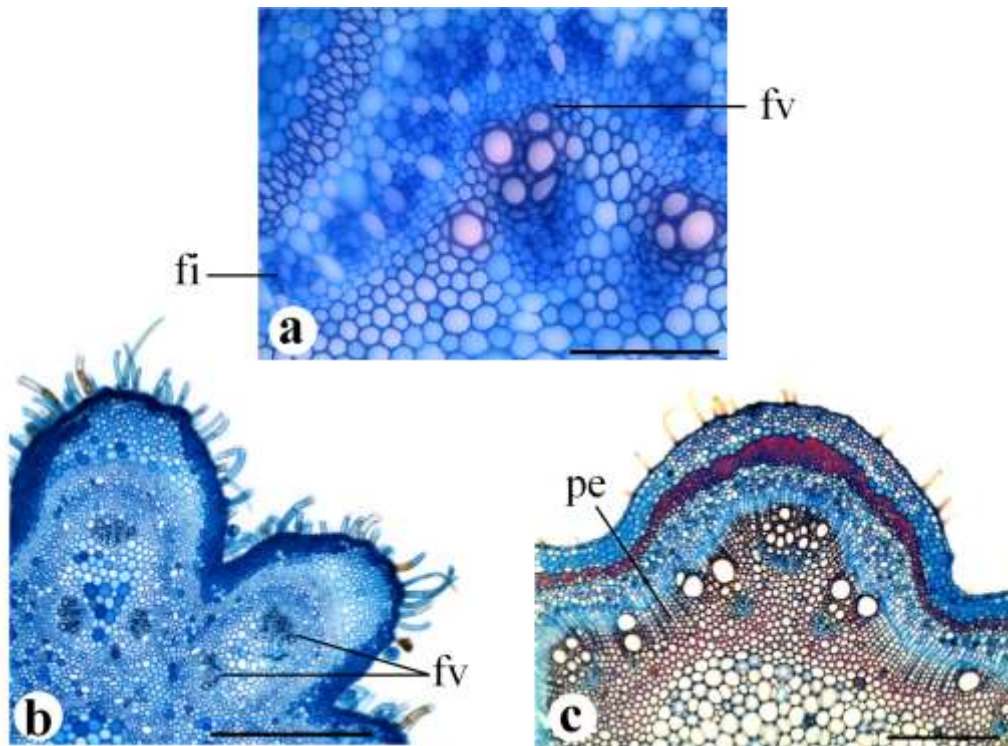


Figura 4: Cortes transversais mostrando a estrutura do cilindro vascular. **a.** 5º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **b.** 5º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk.; **c.** 10º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; Legendas: fi – cordão de floema isolado, fv – feixe vascular, pe – parênquima interfascicular esclerificado. Barras = 100µm (a), 300µm (b-c).

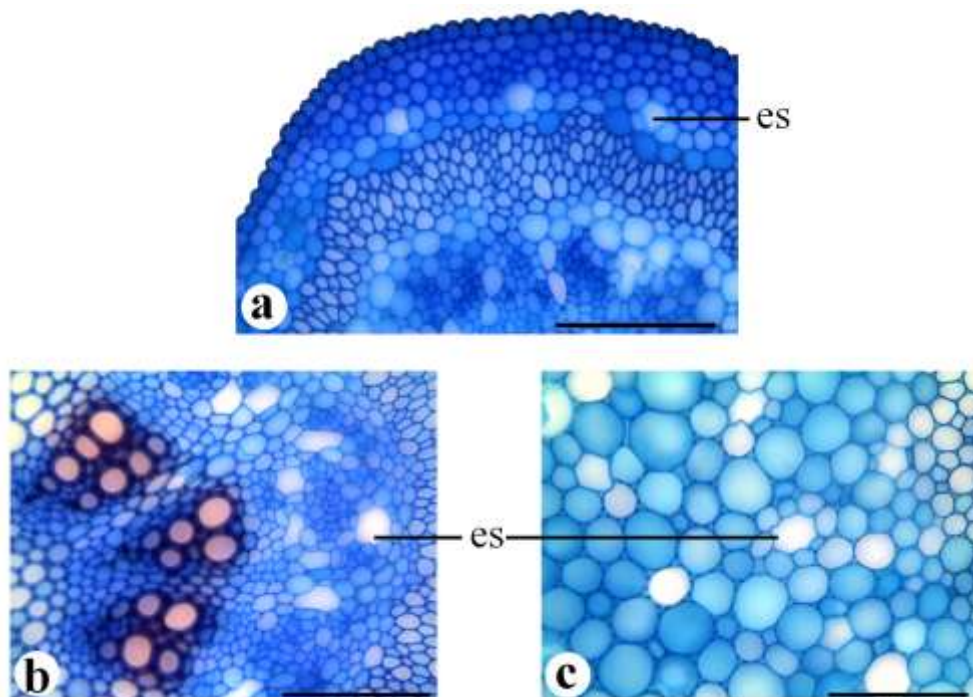


Figura 5: Estruturas secretoras em seção transversal. **a.** *Urvillea leavis* Radlk., **b-c.** *Serjania meridionalis* Cambess. Legenda: es – estrutura secretora. Barras = 100µm.

Podem-se destacar algumas diferenças morfoanatômicas entre as espécies, no tocante ao contorno do caule, indumento epidérmico, localização do colênquima e à distribuição dos feixes vasculares (Tab. 1). Ressalta-se que é promissor estudo estrutural nessa família, voltado para estratégia de desenvolvimento das espécies quanto ao hábito lianescente.

Tabela 1: Resumo das características morfoanatômicas das espécies estudadas.

Espécies	<i>S. fuscifolia</i>	<i>S. meridionalis</i>	<i>U. leavis</i>	<i>U. ulmacea</i>
Contornos caulinares	Pentalobado	Pentalobado	Trilobado	Pentalobado
Tricomas tectores unicelulares	Abundantes	Raros	Raros	Abundantes
Tricomas tectores pluricelulares	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes
Tricomas glandulares	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes
Colênquima	Não é subepidérmico	Subepidérmico	Subepidérmico	Subepidérmico
Distribuição dos feixes vasculares	Atípico	Padrão	Padrão	Padrão
Periciclo esclerenquimático	6 a 8 estratos	3 a 9 estratos	2 a 5 estratos	2 a 10 estratos

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo auxílio financeiro na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Araújo, G.U. C. & Costa, C.G. 2007. Anatomia do Caule de *Serjania corrugata* Radlk. (Sapindaceae). *Acta Botanica Brasilica* 21(2):489-497.
- Arruda, A.P.C.C.B.N. 2008. Avaliação da atividade antiulcerogênica e tóxica dos extratos metanólicos e clorofórmicos das folhas de *Serjania erecta* (Sapindaceae). 62 f. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu.
- Coulleri, J. P., Dematteis, M. & Ferrucci, M. S. 2012. A new insight into *Serjania* Mill. (Sapindaceae, Paullinieae) infrageneric classification: a cytogenetic approach. *Plant Systematic and Evolution* 2012, 298:1743–1753 - DOI 10.1007/s00606-012-0675-8
- Ferrucci, M.S. 2000a. Cytotaxonomy of Sapindaceae with special reference to the tribe Paullinieae. *Genetics and Molecular Biology* 23(4):941-946,
- Ferrucci, M. S. 2000b. Revisión del género *Urvillea* (Sapindaceae). *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, Universidade Nordeste del Corrientes, Argentina. In 51º Congresso Nacional de Botânica, Brasília, Brasil.
- Guerrits, P.O. 1991. The application of Glycol Methacrylatein histotechnology: some fundamental principles. University Groningen, Netherlands. 326 p.
- Iap 2009. Plano de Manejo da Estação Ecológica do Caiuá/ Instituto Ambiental do Paraná, Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas. IAP/DIBAP, Curitiba.
- Isnard, T.P., Speck, T. & Rowe, N.P. 2003a. Mechanical architecture and development in *Clematis*: implications for canalized evolution of growth forms. *New Phytologist* 158: 543-559.
- Isnard, T.P., Rowe, N. & Speck, T. 2003b. Growth habit and mechanical architecture of the sand dune adapted climber *Clematis flammula* var. *maritima* L. *Annals of Botany* 91:407-417.
- Jandoti, D. 2009. Fitossociologia em um fragmento de floresta estacional semidecidual na Estação Ecológica do Caiuá, Paraná, Brasil. 40 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu.

- Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. Tata McGraw-Hill Book Company, Bombay. 523 p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2002. Plant systematics: a phylogenetic approach. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 576 p.
- Karnovsky, M.J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *Journal Cell Biology* 27:137-138
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1957. Anatomy of the dicotyledons-leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Clarendon Press, Oxford. 1500 p.
- Morellato, P.C. & Leitão Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28(2):180-191.
- O'Brien, T.P., Feder, N. & McCully, M.E. 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Rowe, N., Isnard, S. & Speck, T. 2004. Diversity of mechanical architectures in climbing plants: an evolutionary perspective. *Journal of Plant Growth Regulation* 23:108-128.
- Silva, T.F.P. 2009. Biologia floral e aspectos botânicos de *Serjania pernabucensis* Radlk. (Sapindaceae). 55 f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Cruz das Almas, Bahia.
- Souza, L.A., Rosa, S.M., Moscheta, I.S., Mourão, K.S.M., Rodella, R.A., Rocha, D.C. & Lolis, M.I.G.A. 2005. Morfologia e anatomia vegetal – técnicas e práticas. Editora UEPG, Ponta Grossa. 192 p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2012. Botânica sistemática – guia ilustrado para a identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 454 p.

- Tamaio, N. & Somner, G. 2010. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 137:319–326.
- Tamaio, N. 2011. Caracterização anatômica das madeiras de lianas de Sapindaceae utilizadas comercialmente em São Paulo - SP. *Cerne* 17(4):533-540.
- Tibiriçá, Y.J.A., Coelho, L.F.M. & Moura, L.C. 2006. Florística de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(2):339-346.

Legendas

Figura 1: **a.** Localização da Estação ecológica (Fonte: IAP, 2009); **b.** Pormenor da região (Fonte: IAP, 1997).

Figura 2: Contornos caulinares em seção transversal. **A.** 1º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk. **b.** 3º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk.; **c.** 1º entrenó de *Serjania meridionalis* Cambess.; **d.** 15º entrenó de *Serjania meridionalis* Cambess.; **e.** 1º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **f.** 12º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **g.** 1º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; **h.** 12º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth. Barras = 300µm.

Figura 3: Epidermes em corte transversal. **a.** *Urvillea leavis* Radlk. 4º entrenó; **b.** *Serjania fuscifolia* Radlk. 3º entrenó; **c.** *Urvillea ulmacea* Kunth. 6º entrenó. Legenda: ep – epiderme, et – estômato, tg – tricoma glandular, tp – tricoma pluricelular, tu – tricoma unicelular. Barras = 100µm.

Figura 4: Seções transversais evidenciando a região cortical e o periciclo. **a.** 6º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; **b.** 10º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk. Legenda: cl – colênquima, en – endoderme, pa – parênquima, pc - periciclo. Barras = 100µm(b), 300µm (a).

Figura 5: Cortes transversais mostrando a estrutura do cilindro vascular. **a.** 5º entrenó de *Urvillea leavis* Radlk.; **b.** 5º entrenó de *Serjania fuscifolia* Radlk.; **c.** 10º entrenó de *Urvillea ulmacea* Kunth.; Legendas: fi – cordão de floema isolado, fv – feixe vascular, pe – parênquima interfascicular esclerificado. Barras = 100µm (a), 300µm (b-c).

Figura 6: Estruturas secretoras em seção transversal. **a.** *Urvillea leavis* Radlk., **b-c.** *Serjania meridionalis* Cambess. Legenda: es – estrutura secretora. Barras = 100µm.

CAPÍTULO IV

VARIANTES CAMBIAIS EM ESPÉCIES DE

PAULLINIEAE (SAPINDACEAE)

Artigo redigido conforme normas da revista **Journal of the Torrey Botanical Society**,
que constam no item Anexo.

Variantes cambiais em espécies de Paullinieae (Sapindaceae)¹

Willian Adriano Lira Lopes²

Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, UEM, Avenida Colombo 5790, (87020-900) Maringá.

Luiz Antonio de Souza

Departamento de Biologia, UEM, Avenida Colombo 5790, (87020-900) Maringá.

Abstract

LOPES, W.A.L. E L. A. SOUZA. (Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biologia, Avenida Colombo 5790, 87020-900, Maringá). Variantes cambiais em espécies de *Serjania* Miller e *Urvillea* Kunth (Sapindaceae). J. Torrey Bot. Soc. XXX: 000 000. 20XX. A origem de variantes cambiais e formação de cilindros vasculares são analisadas em caules de *Serjania communis* Cambess., *Serjania fuscifolia* Radlk., *Serjania meridionalis* Cambess., *Urvillea leavis* Radlk. e *Urvillea ulmacea* Kunth, espécies que ocorrem em remanescentes florestais da região Noroeste do Paraná. A análise anatômica feita em diferentes entrenós revelou que variantes cambiais se desenvolvem ainda no crescimento primário em *S. communis* e *S. fuscifolia*, e durante o crescimento secundário nas outras três espécies. *Serjania communis* e *S. fuscifolia* têm configuração anatômica do cilindro vascular do tipo composto, em *S. meridionalis* ele é cordado e ambas as espécies *Urvillea* desenvolvem o tipo fissurado, mas com *U. ulmacea* apresentando concomitantemente o tipo cordado. A origem dos variantes cambiais e os tipos de cilindros vasculares revelam caracteres úteis para separação dos gêneros e das espécies.

Key words: liana, periciclo, cilindro vascular central, cilindro vascular periférico.¹

¹ Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial do trabalho.

² Autor para correspondência, e-mail: willianliralopes@yahoo.com.br.

Serjania Miller e *Urvillea* Kunth são gêneros de Sapindaceae pertencentes à tribo Paullinieae, com aproximadamente 231 e 17 espécies, respectivamente (Ferrucci 2000). Ambos os gêneros têm hábito trepador, ocorrendo variação interespecífica ou infragnérica no número de cromossomos apenas em *Urvillea* (Lombello e Forni-Martins 1998, Ferrucci 2000). O hábito lianescente e o desenvolvimento de gavinhas e estípulas constituem sinapomorfias em Paullinieae (Buerki et al. 2009).

As lianas, quando comparadas com outras formas de crescimento vegetal, apresentam sistemas de crescimento secundário atípico que são considerados como fatores que favorecem a forma de vida lianescente (Caballé 1993). As lianas também constituem uma fonte importante de estudos por apresentarem variantes cambiais, também referidos na literatura como crescimento secundário anômalo (Araújo e Costa 2006). Metcalfe e Chalk (1983) apresentaram vários padrões de caules “anômalos” em diversas famílias de dicotiledôneas, referindo-se aos variantes cambiais de Sapindaceae originando quatro tipos de cilindros vasculares: composto, dividido, fissurado e cordado.

Os variantes cambiais em caules de espécies de *Serjania* são amplamente estudados e referidos na literatura (Fisher e Ewers 1989, 1992, Caballé 1993, Araújo e Costa 2006, Tamaio e Angyalossy 2009, León 2010, Tamaio 2011, Tamaio et al. 2011). Estudos em *Urvillea* são escassos, podendo ser mencionados os trabalhos de Metcalfe e Chalk (1957) e Tamaio et al. (2011).

O trabalho objetiva a análise comparativa da estrutura dos cilindros vasculares e da origem dos variantes cambiais em caules de espécies de *Serjania* e *Urvillea*, que ocorrem em remanescentes florestais da região Noroeste do Paraná, Brasil, e sumarizar informações disponíveis dos caules como contribuição à caracterização de ambos os gêneros.

Materiais e métodos

LOCAL DE COLETA. Os fragmentos caulinares das espécies selecionadas de Sapindaceae foram coletados na Estação Ecológica do Caiuá (EEC), que está localizada no município de Diamante do norte, entre a latitude 22° 37' S e longitude de 52° 52' W, na margem esquerda do rio Paranapanema, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Rosana (Fig. 1). A Estação é o maior remanescente florestal contínuo do Noroeste do Paraná com uma área de 1.449,4834 hectares.

MATERIAL BOTÂNICO. Ramos contendo flores e/ou frutos das espécies estudadas foram herborizados, identificados e estão depositados no Herbário da Universidade Estadual de Maringá sob os seguintes registros: *Serjania communis* Cambess., *Serjania fuscifolia* Radlk.(HUEM 26185), *Serjania meridionalis* Cambess. (HUEM 183047), *Urvillea leavis* Radlk.(HUEM 26215) e *Urvillea ulmacea* Kunth. (HUEM 26187).

ANÁLISE ANATÔMICA. Para a realização do estudo anatômico foram separados fragmentos caulinares em dois grupos: um grupo em ordem sequencial de entrenós do primeiro ao 25° entrenó e outro grupo com ramos mais desenvolvidos com diâmetros que variaram entre 0,5cm a 3,5cm. Os fragmentos caulinares foram cortados em pedaços com aproximadamente 2cm de comprimento e fixados em Glutaraldeído (Karnovsky 1965). Os fragmentos caulinares do primeiro ao 25° entrenó foram seccionados e montados em lâminas permanentes e semipermanentes. As lâminas semipermanentes foram feitas mediante seções transversais à mão livre e coradas com azul de astra e safranina (Souza et al. 2005). Para a confecção de lâminas permanentes, os fragmentos caulinares foram desidratados em série etílica, incluídos em historresina (Gerrits 1991), seccionados em micrótomo de rotação, e corados com azul de toluidina (O'Brien et al. 1965).

Para as seções transversais dos caules com 0,5cm de diâmetros ou mais foi necessária a utilização de técnicas de amolecimento. O material botânico foi colocado em uma solução

pré-inclusão de Etilenodiamina 10% (Carlquist 1982), mantido em estufa a 40°C por 5 dias. Posteriormente seguiu-se a recomendação de Kraus e Arduin (1997) e os fragmentos caulinares foram colocados em uma solução pós-inclusão de água, detergente e glicerina (Alcorn e Ark 1953), seccionados à mão livre utilizando lâminas de barbear e navalhas para micrótomo; as seções obtidas também foram coradas com azul de astra e safranina (Souza et al. 2005). Amido e lignina foram identificados mediante testes histoquímicos específicos com lugol e floroglucinol em meio ácido (Johansen 1940).

As ilustrações anatômicas foram feitas mediante desenhos (diagramas) e fotomicrografias. As fotomicrografias foram capturadas em microscópio de luz Leica EZ4D com câmara digital e, posteriormente, processadas usando-se software Leica Application Suite versão 1.8.

Resultados

VASCULARIZAÇÃO E INSTALAÇÃO DO CÂMBIO EM *SERJANIA*. A vascularização do caule de *S. communis*, nas proximidades da gema apical, é feita por um cilindro central amplo de natureza procambial com células protoxilemáticas e profloemáticas diferenciadas, que envolve medula parenquimática, e por três cordões periféricos procambiais de menor dimensão (Fig. 2A,B). Todos esses tecidos provasculares são envolvidos por um periciclo pluriestratificado, neste nível pouco notável, mas que se torna esclerenquimático em entrenós inferiores. No terceiro e quarto entrenós caulinares (Fig. 2C,D) o periciclo apresenta-se bem definido com paredes celulares relativamente espessas, e observa-se a presença de câmbio fascicular de origem procambial. Aproximadamente no décimo entrenó caulinar (Fig. 2E) o câmbio fascicular mostra atividade meristemática entre o xilema e floema primários e instala-se o câmbio interfascicular; nesta região o periciclo é fortemente esclerificado. A atividade intensa do câmbio periférico, que também apresenta origem procambial, resulta na formação

de pequenos cilindros separados por faixas parenquimáticas. No crescimento vascular secundário avançado é notável a ação dos variantes cambiais formando cinco ou seis cilindros de menor dimensão, com medula reduzida, e um cilindro central com medula parenquimática mais desenvolvido (Fig. 5A,B).

O caule de *S. fuscifolia* mostra semelhança na formação do câmbio e dos cilindros vasculares quando comparado ao de *S. communis*, embora ocorram algumas pequenas diferenças estruturais entre elas, além da presença de arestas superficiais mais pronunciadas em seção transversal do terceiro entrenó de *S. fuscifolia* (Fig. 3A). Neste terceiro entrenó é possível delimitar o periciclo em fase de esclerificação, e cerca de nove cilindros periféricos (Fig. 3A), com cordões de xilema primário, floema primário contínuo, medula parenquimática reduzida e câmbio fascicular instalado; estes cilindros são separados por faixas parenquimáticas (Fig. 3A,B). No centro caulinar deste entrenó destaca-se um cilindro vascular com medula um pouco maior (Fig. 3A,B). No quinto entrenó observa-se esclerificação do parênquima localizado entre os cordões de xilema primário (Fig. 3C). Com a diferenciação completa do câmbio (câmbio fascicular e interfascicular) e sua intensa atividade meristemática, o caule em crescimento secundário apresenta cilindros periféricos (nove) e um cilindro central, todos eles envolvidos por periciclo esclerenquimático (Fig. 5C,D). Nas faixas parenquimáticas localizadas entre os cilindros, já no vigésimo entrenó, é notável a diferenciação de esclereídes isoladas ou agrupadas (Fig. 3D).

O desenvolvimento da vascularização de *S. meridionalis* é bem diferente quando comparado com o das espécies anteriores. Os tecidos vasculares primários se organizam em feixes vasculares colaterais dispostos ao redor de medula parenquimática (Fig. 4A), com instalação de câmbio fascicular e interfascicular do terceiro ao décimo entrenó, semelhante à maioria das eudicotiledôneas. Por volta do vigésimo entrenó, o caule apresenta pouco crescimento secundário vascular e o periciclo apresenta-se parcialmente esclerenquimático,

com estratos mais internos de células de paredes finas. Em nós subsequentes, quando o caule apresenta aproximadamente dois centímetros de diâmetro, observa-se grande desenvolvimento do floema secundário em que se destacam células com derivados fenólicos e raios parenquimáticos amplos (Fig. 4B). Na frente destes raios diferenciam-se variantes cambiais, a partir de células do periciclo, formando cilindros periféricos com atividade cambial bidirecional, desprovidos de medula parenquimática (Figs. 4B-D, 5E). Nos caules com crescimento secundário avançado (Fig. 5E,F) a estrutura é semelhante às outras duas espécies de *Serjania*, com vários cilindros vasculares periféricos de menor dimensão e um cilindro central amplo. É importante frisar que não se observa atividade cambial na face interna do xilema dos cilindros periféricos.

VASCULARIZAÇÃO E INSTALAÇÃO DO CÂMBIO EM *URVILLEA*. O caule de *U. leavis* (Figs. 6A, 8A), até aproximadamente o vigésimo entrenó, apresenta crescimento vascular primário e secundário semelhante à maioria das eudicotiledôneas, destacando-se a presença de periciclo parcialmente esclerenquimático. A partir deste nível, instala-se a ação de variantes cambiais em determinadas regiões do cilindro vascular (Fig. 6B), que se caracterizam por apresentar atividade meristemática mais intensa do lado floemático. Com isto é visível a formação de sulcos sob forma de cunhas no xilema secundário que são preenchidos por tecido floemático secundário (Figs. 6C, 8B). Em regiões mais velhas do caule a ação do variante cambial pode resultar na formação de cilindros vasculares periféricos.

Em *U. ulmacea* o desenvolvimento vascular secundário do caule, com aproximadamente meio centímetro de diâmetro, é semelhante ao da espécie anterior, com um único cilindro de xilema e floema primários e secundários, medula parenquimática e periciclo parcialmente esclerenquimático (Fig. 7A, 8C). Em entrenós mais desenvolvidos instalam-se variantes cambiais em determinados pontos do periciclo formando cilindros adicionais

periféricos que têm medula parenquimática reduzida (Fig. 7B). Concomitantemente, instalam-se outros variantes cambiais no cilindro central (Fig. 7C,D), semelhantes aos verificados em *U. leavis*, ou seja, com atividade meristemática mais intensa do lado floemático, que podem resultar na formação de novos cilindros periféricos (Fig. 8D).

DISCUSSÃO. As espécies de *Serjania* e *Urvillea* analisadas apresentam anel esclerenquimático, de origem não floemática, envolvendo os tecidos vasculares, que se distribuem em cilindros periféricos e cilindro central, que foi considerado neste texto como periciclo, em consonância com Metcalfe e Chalk (1957) e Tamaio e Somner (2010) que registram periciclo esclerenquimático para espécies de Sapindaceae. O uso do termo periciclo adotado aqui para os caules *Serjania* e *Urvillea* se contrapõe à recomendação de Esau (1974) e Fahn (1990) pela inconveniência do termo para caules. Esau (1974), inclusive, recomenda a denominação de fibras perivasculares para esclerênquima de origem não floemática.

Lianas de Sapindaceae podem formar variantes cambiais durante o crescimento primário (Tamaio e Angyalossy 2009) ou secundário (Tamaio e Somner 2010), gerando estrutura semelhante a um “cabo” (Tamaio et al. 2011). Os caules de *S. communis* e de *S. fuscifolia* desenvolvem variantes cambiais durante o crescimento primário, como já havia sido indicado por Tamaio et al. (2011), a partir de múltiplos cilindros procambiais que se desenvolvem na região apical de seus respectivos caules. Por outro lado, os caules de *S. meridionalis*, *U. leavis* e *U. ulmacea* formam variantes cambiais no crescimento secundário, embora estes variantes mostrem origens diferentes conforme a espécie.

No caule de *S. meridionalis* o variante cambial, embora se desenvolva quando o caule já apresenta crescimento secundário, tem origem de células do periciclo que não sofreram esclerificação. No caso do caule de *U. leavis*, o variante cambial provém do próprio câmbio, que assume a condição variante em certas regiões do cilindro cambial. O caule de *U. ulmacea*

apresenta condição mista, inicialmente com variante cambial de mesma origem que o de *U. leavis*, desenvolvendo posteriormente variante cambial a partir de células pericíclicas, à semelhança de *S. meridionalis*.

Na década de 1940-50, vários autores, como Metcalfe e Chalk (1957), já faziam referência a diferentes configurações anatômicas dos caules de Sapindaceae, promovidas por câmbios múltiplos, e que eles denominavam de caules com estrutura anômala. Tanto Metcalfe e Chalk (1957) como Tamaio et al. (2011) registram quatro tipos de variantes cambiais em Sapindaceae: composto, dividido, cordado e fissurado, sendo que o primeiro se instala durante o crescimento primário e os outros três no crescimento secundário. No caso das espécies de *Serjania* estudadas, os caules de *S. communis* e de *S. fuscifolia* são compostos, como já referidos por Metcalfe e Chalk (1957) e Tamaio et al. (2011), e o caule de *S. meridionalis* deve ser enquadrado como tipo cordado, que é caracterizado por apresentar um cilindro central e três a dez cilindros vasculares periféricos, sendo estes desprovidos de medula. O caule adulto de *U. leavis* foi confirmado como fissurado, como registram Metcalfe e Chalk (1957), e *U. ulmacea* enquadra-se como um tipo misto, ou seja, cordado, com cilindros vasculares periféricos, e fissurado.

Os gêneros *Serjania* e *Urvillea* são distintos quanto aos tipos de variantes cambiais que se diferenciam em seus respectivos caules, com os tipos compostos e cordados no primeiro, e tipo fissurado e misto (fissurado/cordado) no segundo gênero. Quanto à separação das espécies analisadas de *Serjania*, com base no desenvolvimento de variantes cambiais, *S. communis* e *S. fuscifolia* diferem quanto ao número de cilindros periféricos (cinco ou seis na primeira e cerca de nove na segunda espécie); *S. meridionalis*, por sua vez, tem conformação do caule maduro semelhante às outras duas espécies, com cerca de nove ou mais cilindros periféricos, mas seus variantes cambiais têm origem completamente diferente quando comparada com as duas espécies. As duas espécies de *Urvillea* desenvolvem mesmo tipo de

variante cambial (fissurado), mas o desenvolvimento de variante cambial adicional gerando cilindros periféricos em *U. ulmacea* a diferencia notavelmente de *U. leavis*.

Literatura citada

- ALCORN, S. M. E P. A. ARK. 1953. Softening paraffin-embedded plant tissues. *Stain Technol.* 28 (2): 55-56.
- ARAÚJO, G. U. C. E C. G. COSTA. 2006. Cambial variant in the stem of *Serjania corrugata* (Sapindaceae). *Iawa J.* 27: 269-280.
- BLYTH, A. 1958. Origin of primary extraxylary stem fibers in dicotyledons. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 30: 145-232.
- BUERKI, S., F. FOREST, P. ACEVEDO-RODRÍGUEZ, M. W. CALLMANDER, J. A. A. NYLANDER, M. HARRINGTON, I. SANMARTÍN, P. KÜPFER, E N. ALVAREZ. (2009). Plastid and nuclear DNA markers reveal intricate relationships at subfamilial and tribal levels in the soapberry family (Sapindaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 51: 238–258.
- CABALLÉ, G. 1993. Liana structure, function and selection: a comparative study of xylem cylinders of tropical rainforest species in Africa and America. *Bot. J. Linn. Soc.* 113: 41-60.
- CARLQUIST, S. 1982. The use of ethylenediamine in softening hard plant structures for paraffin sectioning. *Stain Technol.* 57: 311-317.
- EMMONS, L. H. E GENTRY, A. H. 1983. Tropical forest structure and the distribution of gliding and prehensil-tailed vertebrates. *Amer. Nat.* 121: 513-524.
- ESAU, K. 1959. Anatomía vegetal. Ediciones Omega, Barcelona. 729 p.
- ESAU, K. 1974. Anatomia das plantas com sementes. Edgard Blücher e Editora da USP, São Paulo. 293 p.
- FAHN, A. 1990. Plant anatomy. Pergamon Press, Oxford. 588 p.

- FERRUCCI, M. S. 2000. Cytotaxonomy of Sapindaceae with special reference to the tribe Paullinieae. *Genet. Mol. Biol.* 23 (4):941-946.
- FISHER, J. B. E F. W. EWERS. 1989. Wound healing in stems of lianas after twisting and girdling injuries. *Bot. Gaz.* 150: 251-265.
- FISHER, J. B. E F. W. EWERS. 1992. Xylem pathways in liana stems with anomalous secondary growth. *Bot. Jour. Linn. Soc.* 180: 181-202.
- GUERRITS, P. O. 1991. The application of Glycol Methacrylatein histotechnology: some fundamental principles. University Groningen, Netherlands. 326 p.
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant microtechnique. Tata McGraw-Hill Book Company, Bombay. 523 p.
- KARNOVSKY, M. J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. *J. Cell Biol.* 27: 137-138
- KRAUS, E. J. E M. ARDUIN. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro, Edur. 198 p.
- LEÓN H, W. J. 2009. Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del lote boscoso El Dorado-Tumeremo (Estado Bolívar, Venezuela). *Ernstia* 19 (2): 137-170.
- LOMBELLO, R. A. E E. R. FORNI-MARTINS. 1998. Chromosomal studies and evolution in Sapindaceae. *Caryologia* 51 (1): 81-93.
- METCALFE, C. R. E L. CHALK. 1983. Anatomy of the dicotyledons, wood structure and conclusion of the general introduction. Clarendon Press, Oxford. 309 p.
- MECALFE, C. R., AND L. CHALK. 1957. Anatomy of the dicotyledons (leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses). At the Clarendon Press, Oxford. 1500 p.
- O'BRIEN, T. P., N. FEDER E M. E. McCULLY. 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.

- SOUZA, L. A., S. M. ROSA, I. S. MOSCHETA, K. S. M. MOURÃO, R.A. RODELLA, D. C. ROCHA E M. I. G. A. LOLIS. 2005. Morfologia e anatomia vegetal – técnicas e práticas. Editora UEPG, Ponta Grossa. 192 p.
- TAMAIIO, N. E V. ANGYALOSSY 2009. Variação cambial em *Serjania caracasana* (Sapindaceae); enfoque na adequação terminológica. *Rodriguésia* 60: 651–666.
- TAMAIIO, N. E G. V. SOMNER. 2010. Development of corded vascular cylinder in *Thinouia restingae* Ferruci & Somner (Sapindaceae: Paullinieae). *J. Torrey Bot. Soc.* 137(4): 319–326.
- TAMAIIO, N., M. F. NEVES, A.F.N. BRANDES E R. C. VIEIRA. 2011. Quantitative analyses establish the central vascular cylinder as the standard for wood-anatomy studies in lianas having compound stems (Paullinieae: Sapindaceae) *Flora* 206: 87–996.
- TAMAIIO, N. 2011. Caracterização anatômica das madeiras de lianas de Sapindaceae utilizadas comercialmente em São Paulo – SP. *Cerne* 17 (4): 533-540.

FIGURAS



Figura 1: Localização da Estação ecológica do Caiuá (Fonte: <https://maps.google.com/>- acesso em 16/02/2014).

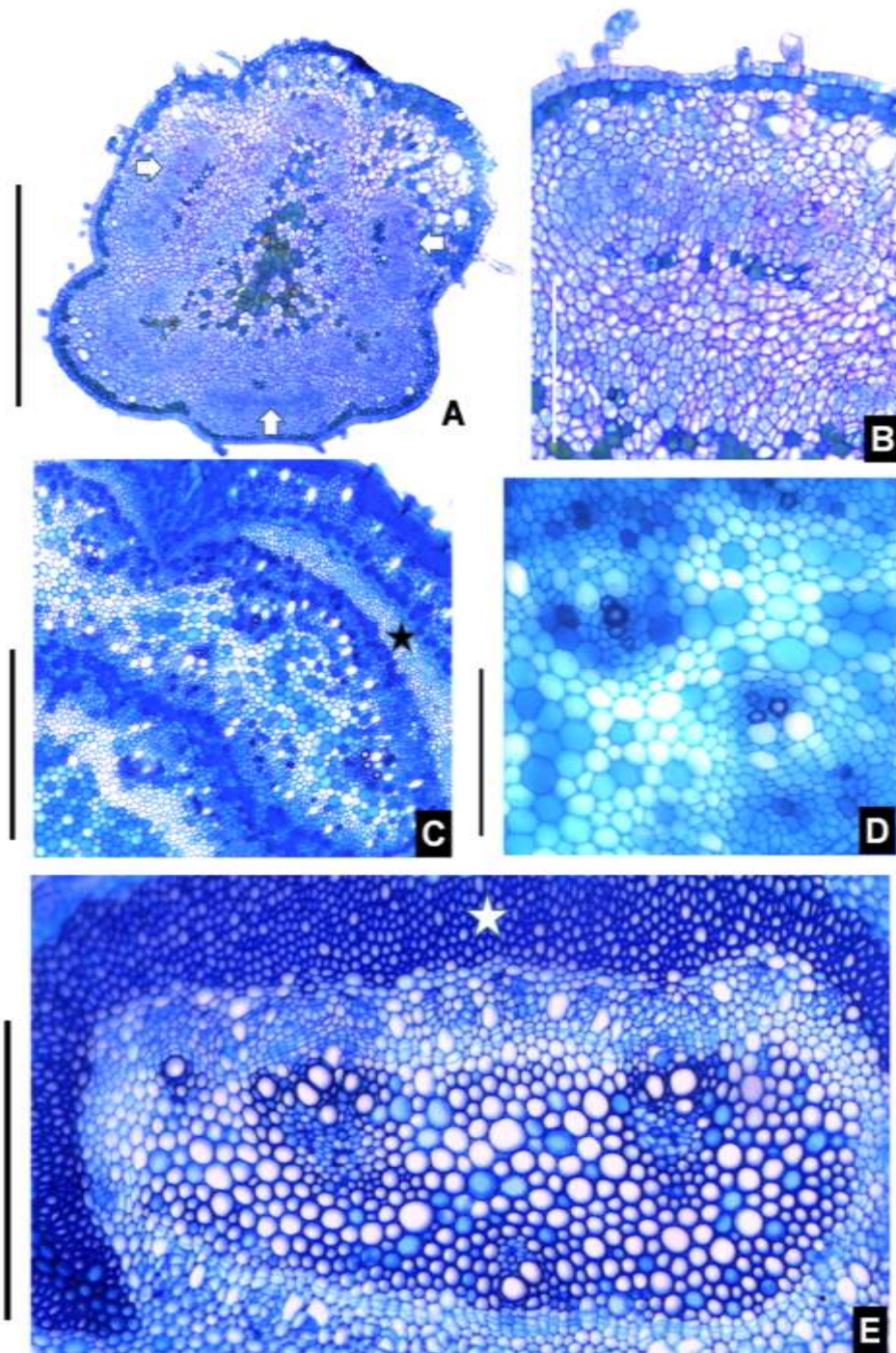


Figura 2 – Seções transversais do caule de *Serjania communis* Cambess., executadas em níveis diferentes. A – Proximidades da gema apical (setas brancas indicam cilindros procambiais periféricos). B – Detalhe de um cilindro procambial periférico. C – Terceiro entrenó (estrela indica periciclo ainda com paredes celulares delgadas). D – Quarto entrenó. E – Décimo entrenó (estrela mostra periciclo esclerenquimático). Barras – 300 μ m (A,C,E), 100 μ m (B,D).

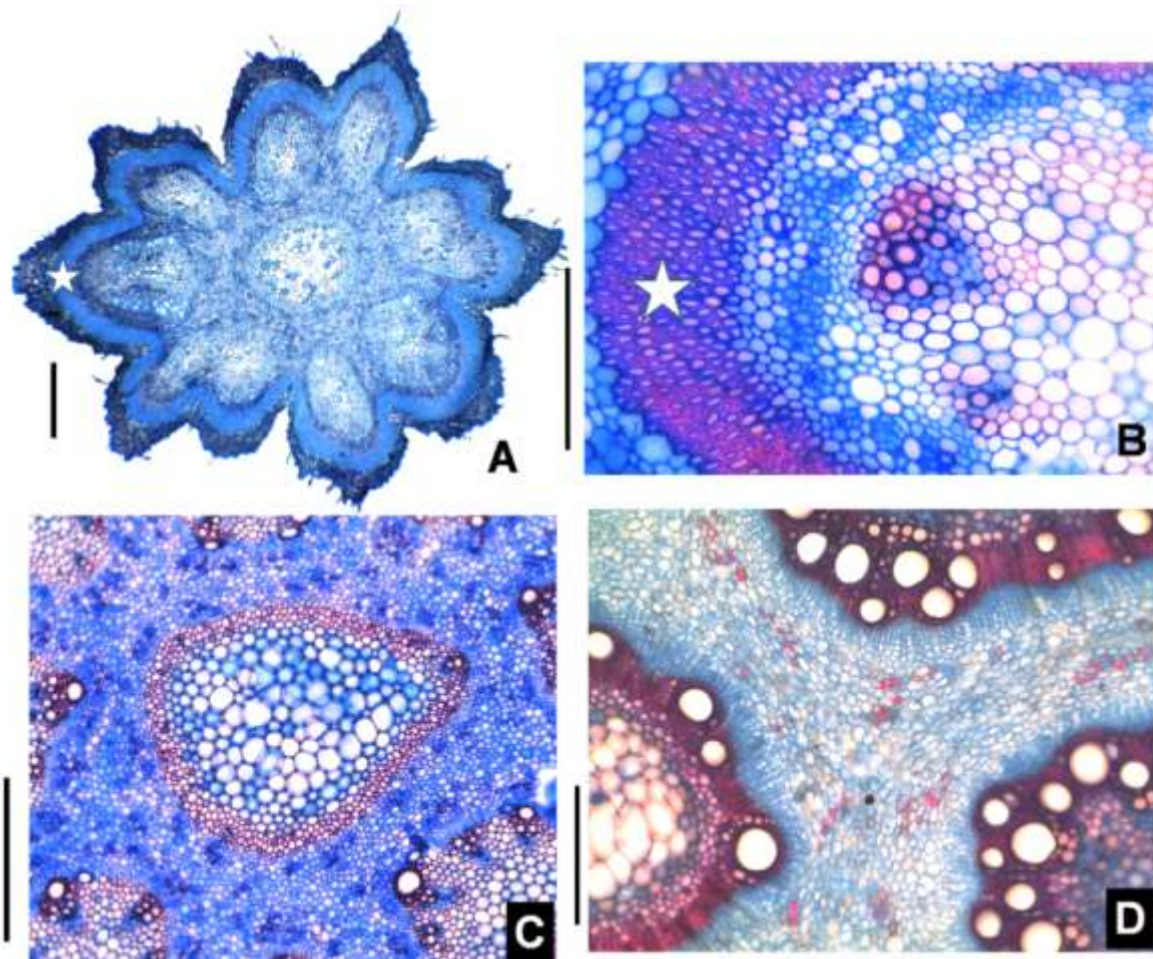


Figura 3 – Seções transversais de diferentes entrenós do caule de *Serjania fuscifolia* Radlk. A – Terceiro entrenó com arestas bem evidentes (estrela mostra o periciclo). B – Detalhe de um cilindro periférico do terceiro entrenó (periciclo indicado por estrela). C – Quinto entrenó; note-se esclerificação do parênquima localizado entre os cordões de xilema. D – Vigésimo entrenó mostrando esclereídes entre os cilindros vasculares. Barras - 300 μ m (A,C,D), 100 μ m (B).

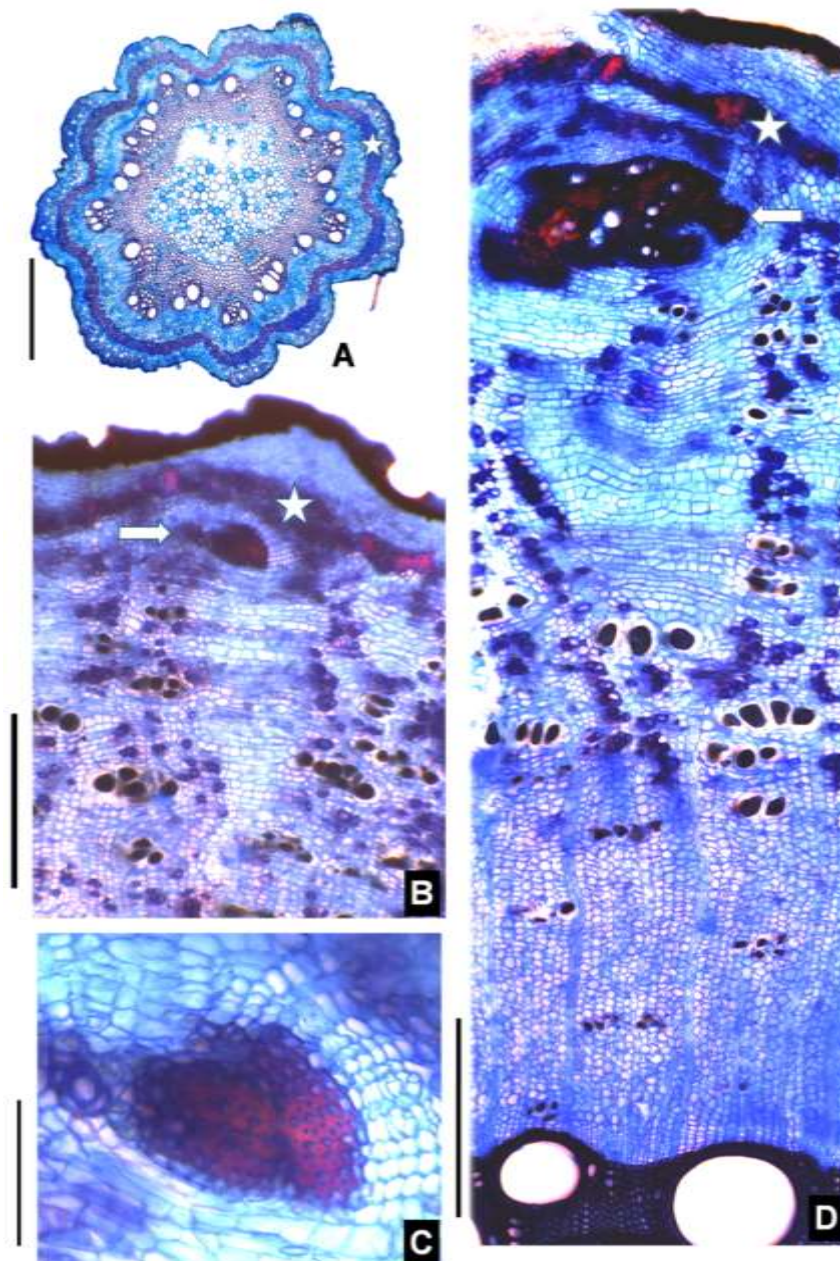


Figura 4 – Seções transversais do caule de *Serjania meridionalis* Cambess. executadas em diferentes entrenós. A – Vigésimo entrenó. B – Caule com aproximadamente 2cm de diâmetro, mostrando a formação de cilindro vascular periférico, na frente do raio parenquimático amplo do floema (seta branca). C – Detalhe do cilindro vascular periférico desprovido de medula. D – Caule com crescimento secundário pouco mais avançado com cilindro periférico (seta branca). (estrela indica periciclo esclerenquimático). Barras - 500 μ m (A-C), 100 μ m (D).

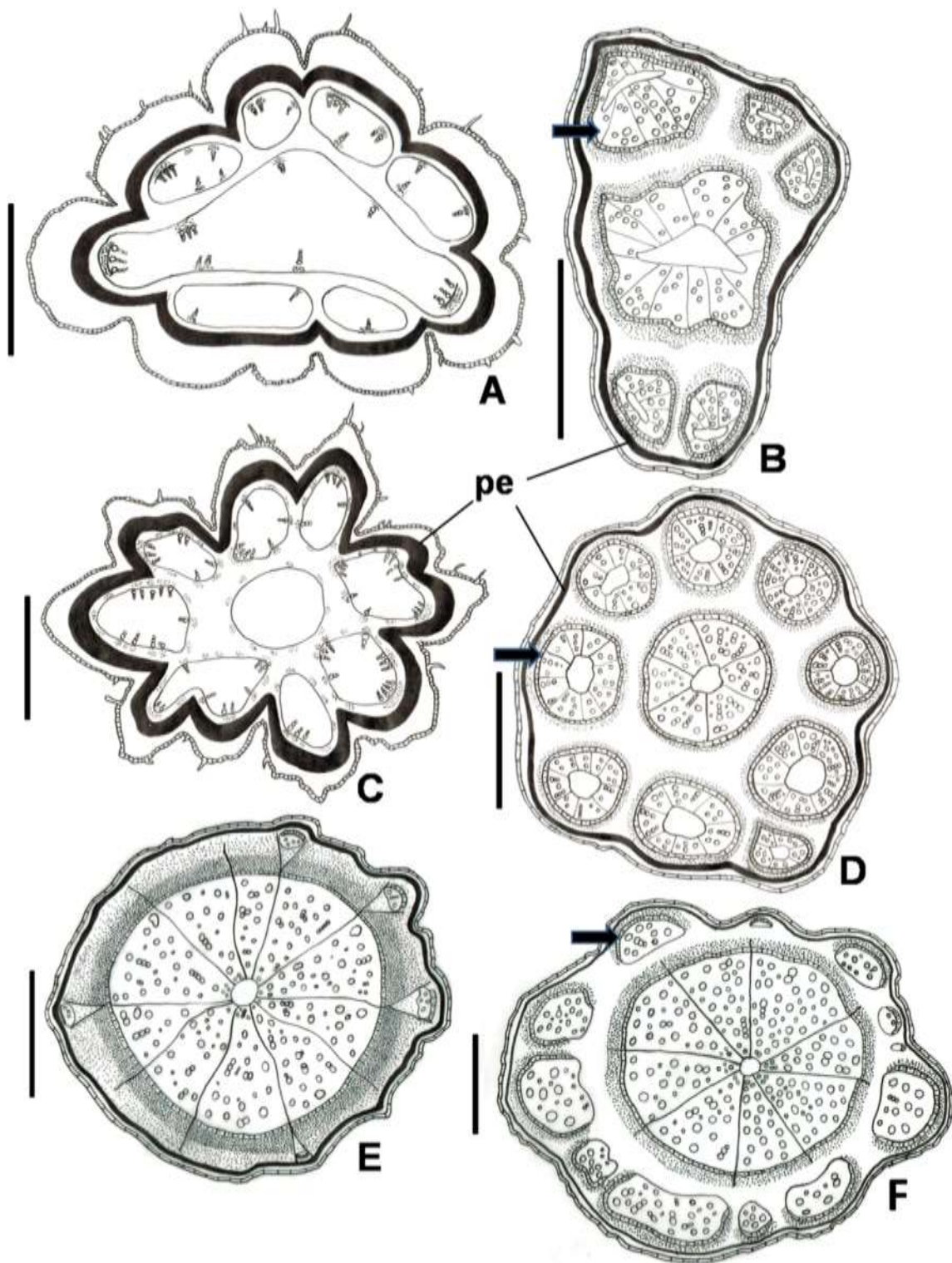


Figura 5 – Diagramas de seções transversais dos caules de *Serjania communis* Cambess. (A,B), *Serjania fuscifolia* Radlk. (C,D) e *Serjania meridionalis* Cambess. (E,F). (pe=periciclo; seta indica cilindros vasculares periféricos). Barras - 300 μ m (A,C), 0,5cm (B,D,E).

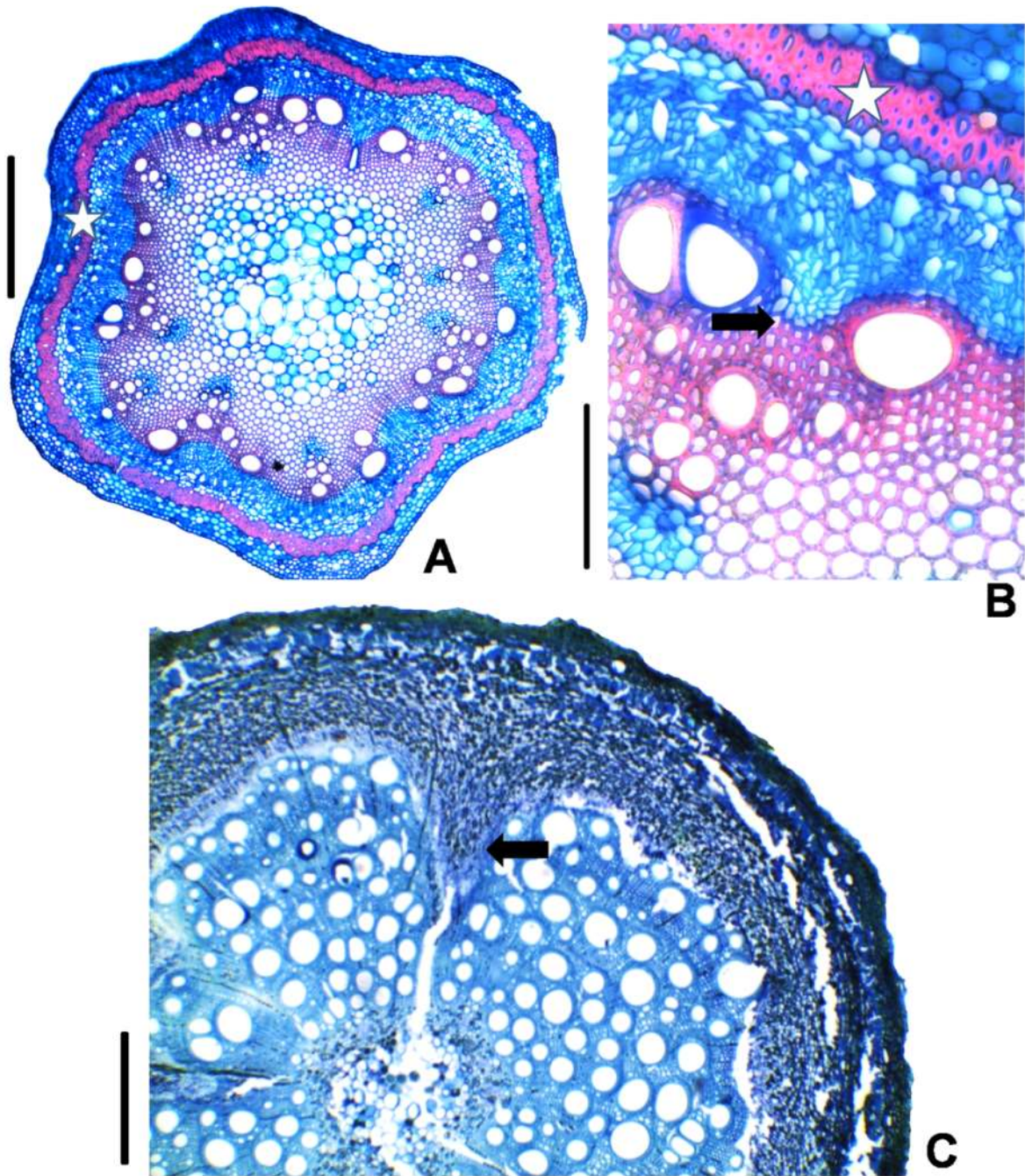


Figura 6– Seções transversais do caule de *Urvillea leavis* Radlk. executadas em entrenós diferentes. A,B – Aspecto geral e detalhe do vigésimo entrenó; note-se o início de instalação de variante cambial (estrela mostra o periciclo esclerenquimático e a seta indica variante cambial). C – Seção do caule de aproximadamente 0,4cm de diâmetro com variante cambial (seta). Barras 300 μ m (A), 100 μ m (B), 500 μ m (C).

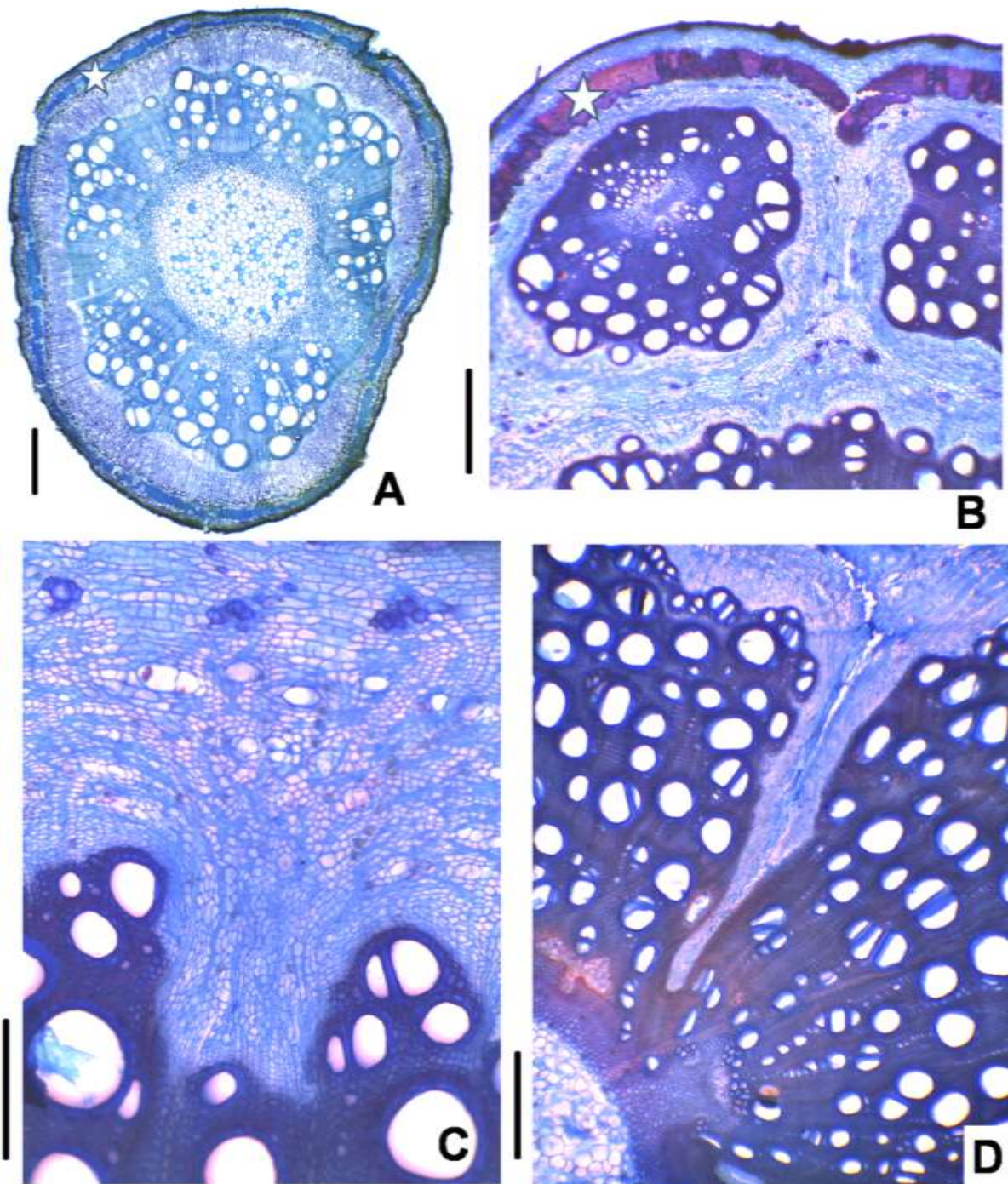


Figura 7 – Seções transversais diferentes entrenós do caule de *Urvillea ulmacea* Kunth. A – Caule com 0,5cm de diâmetro em estrutura secundária, desprovido nesta fase de variante cambial. B-D – Caule com aproximadamente 1,5cm de diâmetro mostrando cilindro vascular periférico (B) e variante cambial instalado no cilindro central (C,D). (estrela indica periciclo esclerenquimático). Barras - 500 μ m (A,B,D), 300 μ m (C).

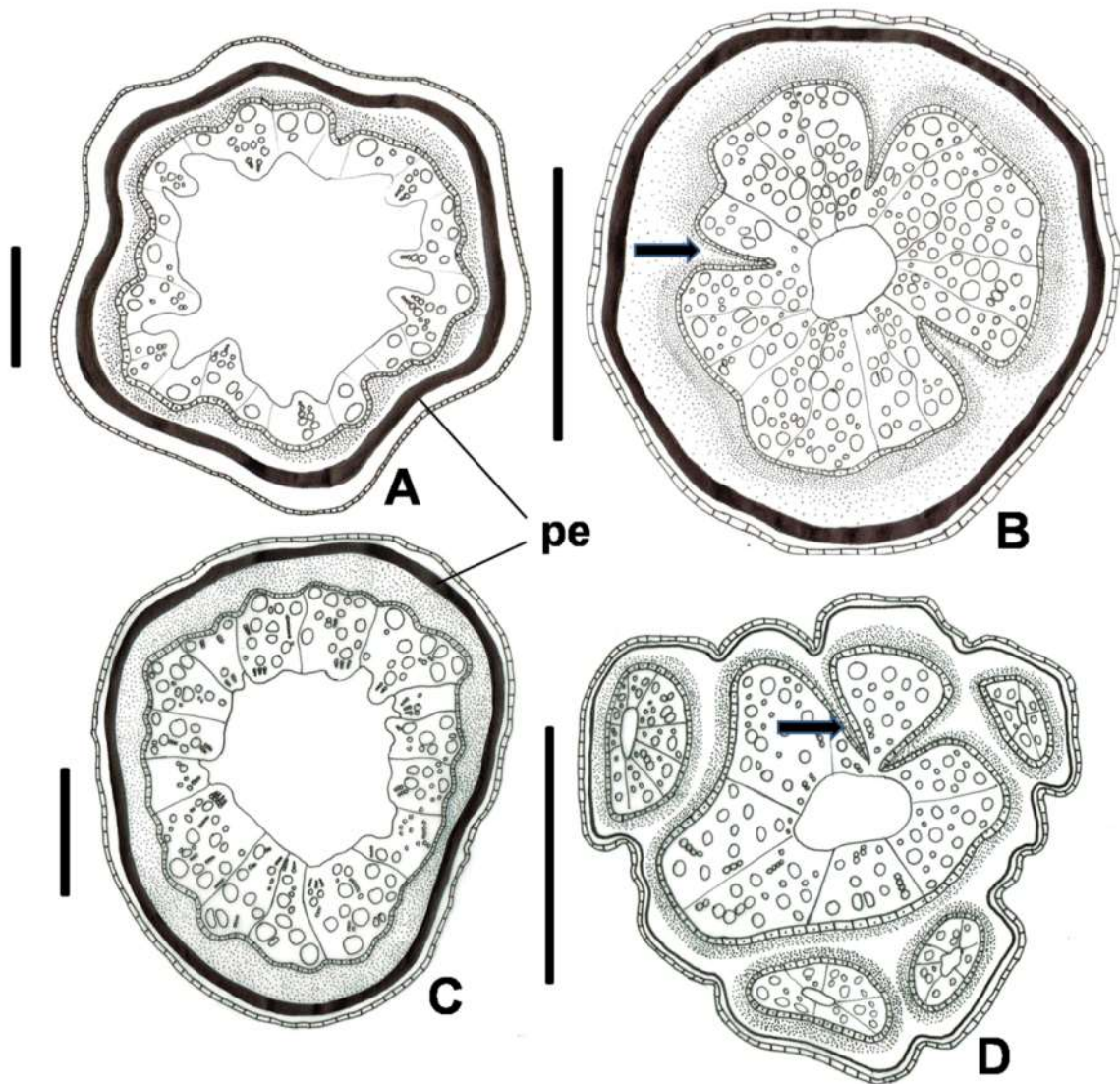


Figura 8 - Diagramas de seções transversais dos caules de *Urvillea leavis* Radlk. (A,B) e *Urvillea ulmacea* Kunth. (C,D). A,C – Caules em crescimento secundário ainda sem variante cambial. B,D – Caules com variantes cambiais. (setas indicam variantes cambiais no cilindro central). Barras - 300 μ m (A), 0,1cm (B,C), 0,5cm (D).

Apêndice

Trabalho apresentado no exame de
qualificação

ESTRUTURA DE PLÂNTULAS DE
DICELLA NUCIFERA CHODAT.
(MALPIGHIACEAE)

Artigo redigido conforme normas da revista **Ciência Rural**, que constam no item
Anexo.

Estrutura de plântulas de *Dicella nucifera* Chodat. (Malpighiaceae)

Seedling structure of *Dicella nucifera* Chodat. (Malpighiaceae)

Willian Adriano Lira Lopes^I Káthia Socorro Mathias Mourão^{III} Bruna Mary Matuguma

Tanaka^{II} Luiz Antonio de Souza^{III}

RESUMO

Dicella nucifera Chodat. (Malpighiaceae), objeto do presente estudo, tem hábito lianescente, potencial alimentício e ocorre com relativa frequência no Paraná, Brasil. A plântula foi descrita morfoanatomicamente e também foi verificada a instalação de variante cambial nesta fase inicial de desenvolvimento. As plântulas, obtidas em casa de vegetação foram descritas conforme técnicas usuais em histologia vegetal. A germinação é epigeia e as plântulas são criptocotiledonares, com cotilédones espessos e eofilos de filotaxia oposta. A raiz é tetrarca, o epicótilo tem estrutura caulinar eustélica, e os eofilos são hipostomáticos e dorsiventrais. Plântulas com 18 dias de idade não desenvolvem variante cambial.

Palavras-chave: raiz, hipocótilo, cotilédone, epicótilo, eofilo.

ABSTRACT

Dicella nucifera Chodat. (Malpighiaceae), of the present study, has climbing habit, nutritional potential and occurs frequently in Paraná State, Brazil. The aim of this study was to describe the seedling morphology and anatomy, and also to search the occurrence of cambial variant in the early stage of the seedling development. The seedlings obtained in the greenhouse were described according to traditional techniques in plant anatomy. The germination is epigeal and the seedling is cryptocotyledonary, with thick cotyledons and eophylls of opposite phylotaxy. The root is tetrarch, the epicotyl has stem structure of the eustele type, and the eophylls are hypostomatic and dorsiventral. Seedlings of 18 days-age do not develop cambial variant.

Key words: root, hypocotyl, cotyledon, epicotyl, eophyll.

^IPrograma de Pós-graduação em Biologia Comparada, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil. ^{II}PIBIC/CNPq,

UEM. ^{III}Departamento de Biologia, UEM, 87020-900, Maringá, Paraná. E-mail: lasouza@uem.br. Autor para correspondência.

Material e métodos

Os frutos para a obtenção de sementes foram coletados no Horto Florestal “Dr. Teixeira Mendes”, no Parque Florestal dos Pioneiros (Bosque II) e no Parque do Ingá, que são remanescentes florestais localizados no perímetro urbano de Maringá, Paraná, Brasil. Exsicata da espécie foi depositada no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM), sob registro 10642 HUEM.

As sementes foram removidas, manualmente, dos frutos, lavadas em água corrente, esterilizadas em hipoclorito de sódio e colocadas para germinar sobre papel umedecido com água destilada em caixas do tipo gerbox. A germinação ocorreu em câmara TE 400 Tecnal, sob temperatura e iluminação fluorescente branca contínua. As sementes germinadas foram transferidas para sacos plásticos contendo 50% de substrato para hortaliças e 50% de solo (areia, esterco e terra 1:1:1) que foram mantidos em casa de vegetação coberta com sombrite 50%.

As plântulas utilizadas para estudo anatômico foram fixadas em FAA 50 e armazenadas em álcool 70% (JOHANSEN, 1940). Fragmentos das plântulas foram emblocados em historresina (GERRITS, 1991), seccionados transversalmente em micrótomo de rotação e corados com azul de toluidina (O'BRIEN et al., 1965). Seções à mão livre também foram feitas (lâminas semipermanentes) e coradas com safranina e azul de astra. Alguns testes histoquímicos foram realizados para a verificação de amido, substâncias lipofílicas e lignina (JOHANSEN, 1940; BERLYN & MIKSHE, 1976).

A descrição estrutural das plântulas baseou-se em terminologia de RIZZINI (1977) e SOUZA et al. (2009). As ilustrações anatômicas foram feitas em microscópio Olympus com captura de imagem, pelo programa Image Pro-Plus, versão 4.0 (Media Cybernetics). As escalas referentes às ilustrações foram obtidas nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Resultados e discussão

As plântulas são criptocotiledonares e epigeias, e o diásporo com os cotilédones permanece na superfície do substrato (Figura 1C). A raiz é axial e apresenta-se muito ramificada já com 18 dias de idade (Figuras 1D e 1E). Em plântula coletada no campo é difícil distinguir a raiz primária de suas ramificações (Figura 1F). Os cotilédones são carnosos e de reserva, de superfície irregular e de pecíolo curto. O hipocótilo, também muito reduzido, é morfológicamente pouco distinto (Figura 1C). O epicótilo (Figuras 1C e 1D) é relativamente longo e verde. Há dois eofilos opostos na plântula (Figura 1C), com pecíolo e limbo; são simples, lanosos, cordiformes, de margem inteira, ápice atenuado e agudo, e base escavada e arredondada. Gemas localizadas nas axilas dos cotilédones podem formar ramos menos desenvolvidos que aquele ramo oriundo da plúmula embrionária (Figura 1E).

As plântulas de *Dicella nucifera* podem ser enquadradas no tipo *Heliciopsis*, subtipo *Heliciopsis* conforme classificação formulada por VOGEL (1980), que se caracteriza basicamente por apresentar os cotilédones de reserva ou haustoriais envolvidos pelo pericarpo e tegumento seminal, hipocótilo curto, e eofilos opostos, embora o autor considere esta última condição mais rara. Na classificação de GARWOOD (1996) as plântulas de *Dicella nucifera* são do tipo CER (plântulas criptocotiledonares, epigeias, com cotilédones de reserva).

A literatura registra diversidade na morfologia de plântulas de Malpighiaceae estudadas: DUKE (1969) considera a família com plântulas que variam de criptocotiledonares a fanerocotiledonares com eofilos opostos ou alternados; AMO RORIGUES (1979) menciona *Tetrapteris acapulcencis* H. B. K. como fanerocotiledonar, de germinação epigeia, com cotilédones carnosos e eofilos opostos; RICARDI (1996) mostra diferença morfológica em quatro espécies, *Mascagnia nervosa* Niedd., *Stigmatophyllum bogotense* Triana & Planch., *Tetrapteris acutifolia* Cav. e *Tetrapteris boliviensis* Niedensu, com plântulas fanerocotiledonares ou criptocotiledonares, e epigeias ou hipogeias; RESSEL et al. (2004)

registram *Byrsonima crassa* Nied. como apresentando plântula fanerocotiledonar, epigeia, com cotilédones foliáceos. Comparando-se essas espécies, inclusive *Dicella nucifera*, observa-se grande variação estrutural e morfofuncional entre as plântulas, indicando abundância de tipos ecológicos de plântulas na família.

A raiz de *Dicella nucifera* apresenta epiderme unisseriada, irregular, com pelos inclusive em regiões mais basais. O córtex possui exoderme uniestratificada, parênquima e endoderme. O cilindro vascular é tetrarco, embora tenha sido registrada também a condição pentarco na base da raiz de plântula mais velha, com os cordões de xilema e floema primários envolvendo medula parenquimática (Figura 2).

O número de polos protoxilemáticos em raízes primárias de plântulas pode variar entre as eudicotiledôneas, de dois a cinco (SOUZA, 2009). EAMES (1961) e DUKE (1969) consideram que o cilindro vascular de raízes de plântulas é comumente diarco ou triarco, o que evidentemente não é o caso da espécie estudada. A variação no número de polos na mesma raiz de uma espécie, verificada em *Dicella nucifera*, parece ser relativamente comum em plântulas (SOUZA, 2009), e isto pode estar relacionado à idade da planta e fatores ambientais, conforme sugerido por GUTEMBERG (1968).

No hipocótilo muito curto de *Dicella nucifera* a epiderme e o córtex mantêm semelhança com os tecidos da raiz, embora se observem mais tricomas hipocotiledonares (Figura 3). O cilindro vascular apresenta estrutura de transição raiz/caule, onde se observam os traços duplos cotiledonares e traços epicotiledonares. Na fase observada do hipocótilo verifica-se crescimento secundário vascular (Figura 3). O traço duplo cotiledonar parece ser comum entre as eudicotiledôneas (THOMAS, 1907; SOUZA, 2009). Aliás, BAILEY (1956) analisou 99 famílias de dicotiledôneas *sensu lato*, constatando que 77% das plântulas têm o mesmo número de cordões vasculares no nó cotiledonar e 60% dos cotilédones possuem traço duplo.

O epicótilo de *Dicella nucifera* (Figura 4) tem estrutura caulinar eustélica, com epiderme unisseriada provida de tricomas não glandulares, córtex colenquimático e parenquimático, e cilindro central com feixes vasculares colaterais distribuídos ao redor de medula parenquimática. A endoderme é amilífera, não se evidenciando estrias de Caspary (Figura 4A). Na face floemática ocorrem primórdios de fibras que se diferenciam em fibras gelatinosas no epicótilo mais velho (Figura 4B). Assim, como o hipocótilo e raiz, o epicótilo desenvolve crescimento secundário vascular, não ocorrendo até a fase estudada, a instalação de periderme.

As fibras gelatinosas dispostas em anel na face floemática na periferia do cilindro central são consideradas por METCALFE & CHALK (1957) como periciclo em caules de Malpighiaceae, mas ESAU (1965) apresenta controvérsia entre diferentes autores quanto ao conceito do periciclo. Para alguns autores o termo periciclo de natureza esclerenquimática deve ser usado quando se confirma sua origem não floemática, conceito não adotado por METCALFE & CHALK (1957).

Os eofilos de *Dicella nucifera* são hipostomáticos (Figura 5B), pilosos e dorsiventrais. Os estômatos são paracíticos e os tricomas são tectores, semelhantes aos observados no epicótilo, e restringem-se à face abaxial acompanhando as nervuras. A epiderme unisseriada apresenta as paredes celulares anticlinais sinuosas em vista frontal. Na epiderme também ocorrem idioblastos mucilaginosos (Figura 5B). O mesofilo possui apenas uma camada de parênquima paliçádico e cerca de três estratos de parênquima esponjoso (Figura 6A). A nervura central mostra colênquima subepidérmico em ambas as faces, parênquima e um único feixe vascular amplo (Figura 6A e 6B) com reduzido crescimento secundário (Figura 6B). Nervuras de pequeno porte estão imersos no mesofilo (Figura 6A). Caracteres dos eofilos, como estômatos paracíticos restritos à face abaxial, presença de tricomas não glandulares e

mesofilo dorsiventral, são também verificados nos nomofilos de Malpighiaceae (METCALFE & CHALK, 1957).

Caules e raízes da planta adulta de *Dicella nucifera* podem apresentar variantes cambiais, desenvolvendo crescimento secundário vascular denominado anômalo por METCALFE & CHALK (1957). LOPES et al. (2008) confirmaram esta característica da planta, descrevendo que esta espécie tem floema incluso no xilema secundário, um tipo de crescimento anômalo classificado como foraminado por PFEIFFER (1926). No tirodendro de 18 dias de *Dicella nucifera* não foi observada a instalação de variante cambial, formando-se câmbio tipicamente comum como na maioria das eudicotiledôneas. Por outro lado, a presença de colênquima cortical e fibras na periferia do floema primário no epicótilo (e no restante do caule jovem) pode ser uma característica notável e uma estratégia mecânica no desenvolvimento inicial do hábito lianescente de *Dicella nucifera*, se comparado com outras espécies trepadoras (ISNARD et al., 2003; ROWE et al., 2004).

Conclusão

A plântula de *Dicella nucifera* é do tipo *Heliciopsis*, por ser criptocotiledonar, epigeia e apresentar cotilédones espessos e eofilos opostos. As características gerais foliares e do epicótilo (caule) são verificadas em Malpighiaceae. Plântulas até 18 dias de idade não desenvolvem variante cambial.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento parcial do trabalho.

Referências

AMO RODRIGUES, S. Clave para plántulas y estados juveniles de especies primarias de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. **Biotropica** v. 4, n. 2, p. 59-108, 1979.

BAILEY, I. W. Nodal anatomy and vasculature of seedlings. **Journal of Arnold Arboretum** v. 37, p. 269-287, 1956.

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

DAVIS, C. C.; ANDERSON, W. R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany** v. 97, p. 2031—2048, 2010.

DUKE, J. A. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v. 56, n. 2, p. 125-161, 1969.

DUKE, J. A. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v. 52, n. 3, p. 314-350, 1965.

EAMES, A. J. **Morphology of angiosperms**. New York: McGraw-Hill, 1961.

ESAU, K. **Vascular differentiation in plants**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M.D. **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: The Parthenon Publishing Group, 1996. Cap.3, p.59-129.

GERRITS, P. O. **The application of glycol methacrylate in histotechnology, some fundamental principles**. Netherlands: Department of Anatomy and Embryology State University, Gröningen, 1991.

GUTEMBERG, H. Der primare Bau der Angiospermenwurzel. In: LINSBAUER, K. **Handbuch de Pflanzenanatomie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1968. Vol.8, n.5.

ISNARD, S.; SPECK, T.; ROWE, N. P. Mechanical architecture and development in Clematis: implications for canalized evolution of growth forms. **New Phytologist** v. 158, p. 543-599, 2003.

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

LISBOA, G. N.; KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Estaquia de *Dicella nucifera* Chodat (castanha-de-cipó) – Malpighiaceae, com aplicação de AIB e sob nebulização. Porto Alegre, RS, 2005. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2005, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/38674/000499841.pdf?sequence=1>>. Acesso em 30 set. 2013

LOPES, W. A. L.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; ALBIERO, A. L. M.; MOURÃO, K. S. M. A comparative anatomical study of the stems of lianas from the forest remnants of Maringá, Brazil. **Gayana Botanica** v. 65, n. 1, p. 28-38, 2008.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons – leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, 1957.

O'BRIEN, T. P., FEDER, N.; McCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma** v. 59, p. 368-373, 1965.

PFEIFFER, H. **Das abnorme Dickenswachstum Handbuch der Pflanzenanatomie**. Berlin: Beorntraeger, 1926.

RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P. E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica** v. 27, n. 2, p. 311-323, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042004000200010>> Acesso em 25 out. 2013

RICARDI, M. Morfología de plântulas de bejucos de un bosque montano bajo. **Plantula** v. 1, n. 1, p. 13-54, 1996.

RIZZINI, C. T. Sistematização terminológica da folha. **Rodriguésia** v. 29, n. 42, p. 103-125, 1977.

ROWE, N.; ISNARD, S.; SPECK, T. Diversity of mechanical architectures in climbing plants: an evolutionary perspective. **Journal of Plant Growth Regulation** v. 23, p. 108-128, 2004.

SOUZA, L. A. Anatomia da plântula e do tirodendro. In: SOUZA, L.A. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: Todapalavra Editora, 2009. Cap.4, p.1191-252.

SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; ALBIERO, A. L. M.; MONTAGNER, D. R.; PAOLI, A. A. S. Morfologia da plântula e do tirodendro. In: SOUZA, L.A. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: Todapalavra Editora, 2009. Cap.3, p.117-190.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática – guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

THOMAS, E. N. A theory of the double leaf trace founded on seedling structure. **New Phytologist** v. 6, p. 77-91, 1907.

VOGEL, E. F. **Seedlings of dicotyledons (structure, development, types)**. Wageningen: Pudoc/Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1980.

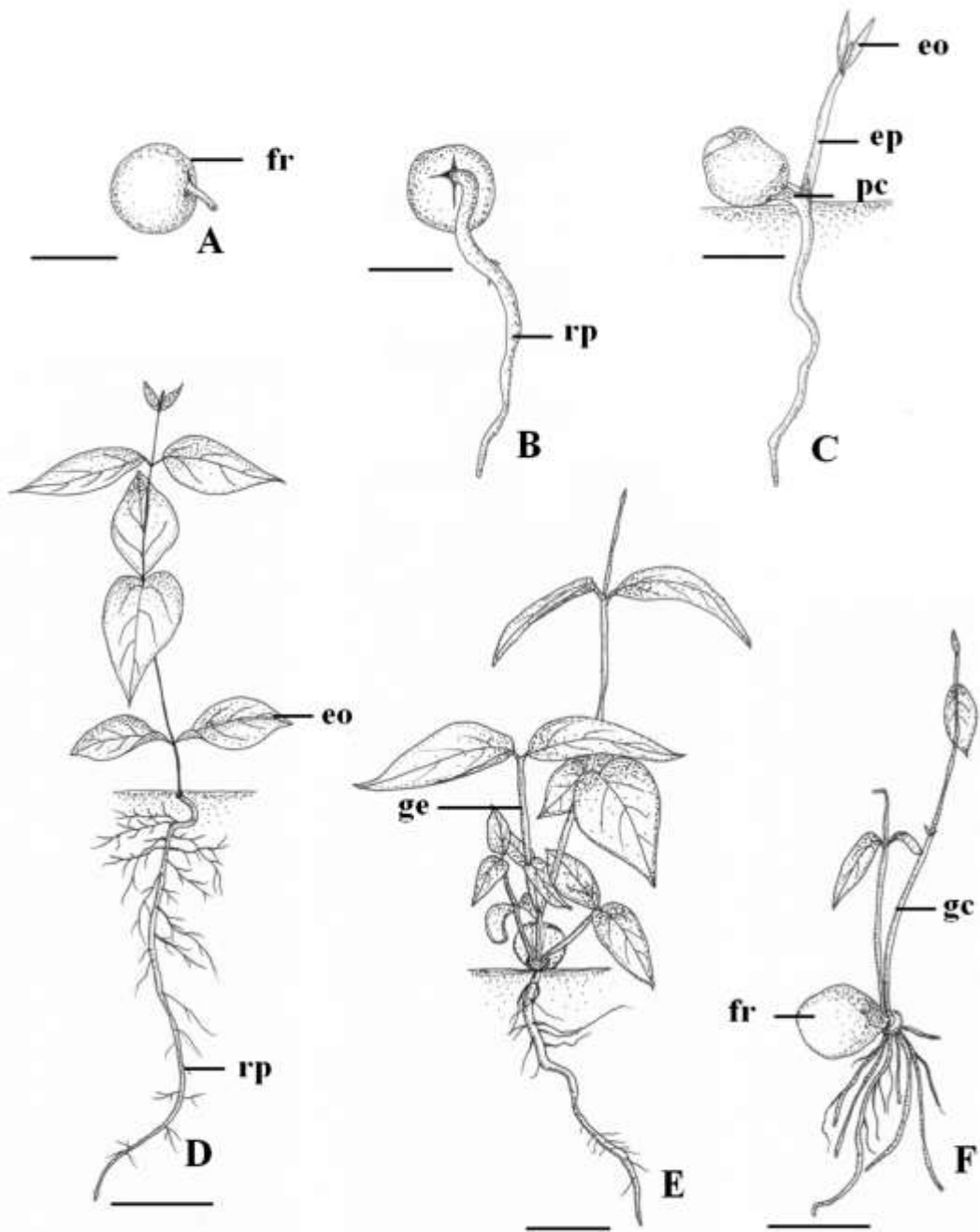


Figura 1: Desenvolvimento pós-seminal de *Dicella nucifera* Chodat. Fig. A – Fruto com a protrusão da raiz primária (barra = 2,5 cm). Fig. B – Plântula com três dias (barra = 2,5 cm). Fig. C – Plântula com 13 dias (barra = 2,5 cm). Figs. D e E – Tirodendros com 18 dias (barra = 3,0 cm). Fig. F – Plântula coletada no campo (barra = 3,0 cm). (eo - eofilo, ep – epicótilo, fr - fruto, gc - ramo lateral da gema axilar do cotilédone, ge – ramo lateral da gema axilar do eofilo, rp – raiz primária)

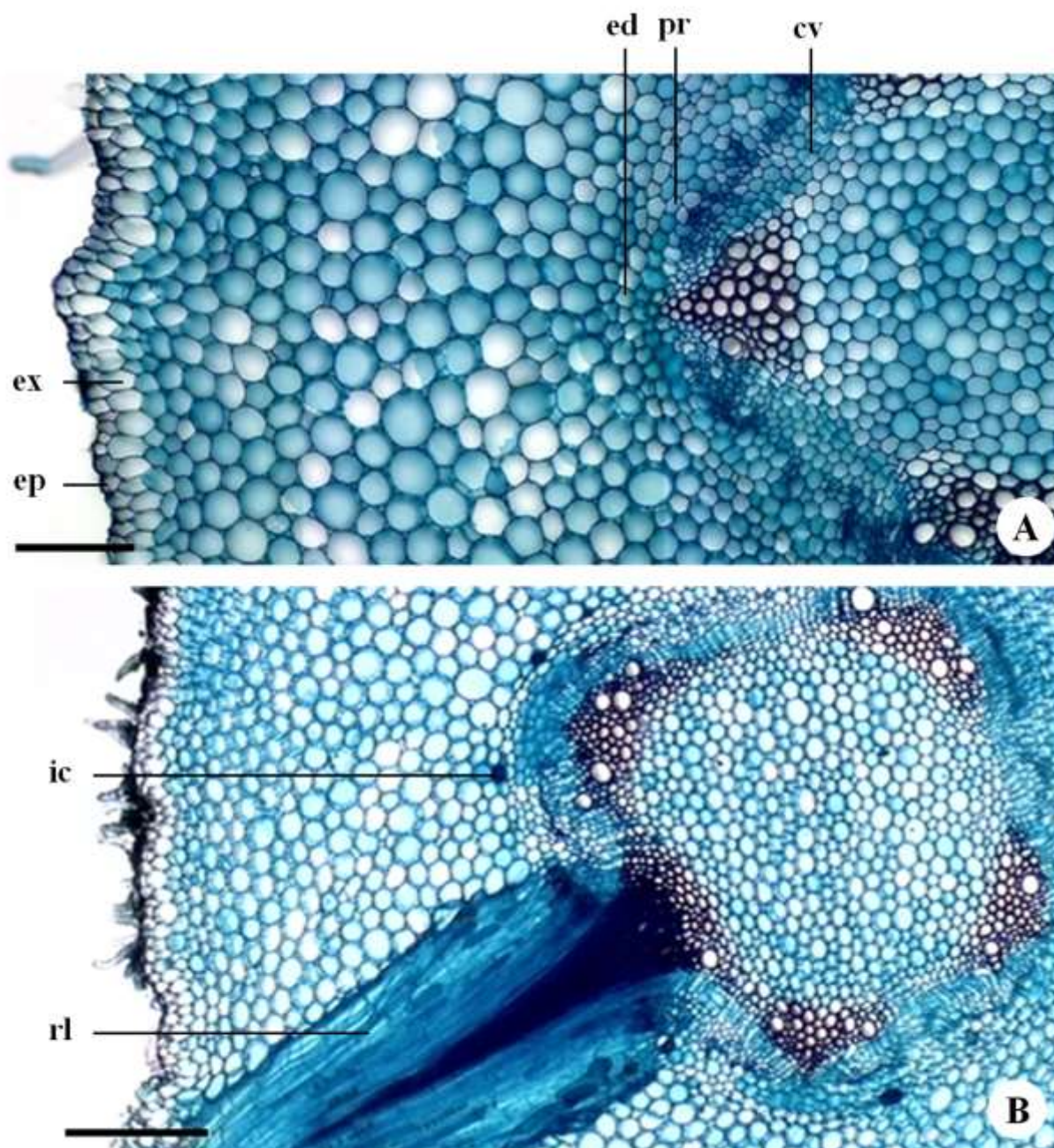


Figura 2: Estrutura da raiz da plântula e tirodendro de *Dicella nucifera* Chodat., em seção transversal. Fig. A - Raiz tetra-archa da plântula (barra = 100 μ m). Fig. B - Seção de raiz penta-archa do tirodendro, executada próximo ao hipocótilo (Barra = 200 μ m). Legenda: cv - câmbio vascular; ed - endoderme; ep - epiderme; ex - exoderme; ic - idioblasto cristalífero; pr - periciclo; rl - raiz lateral.

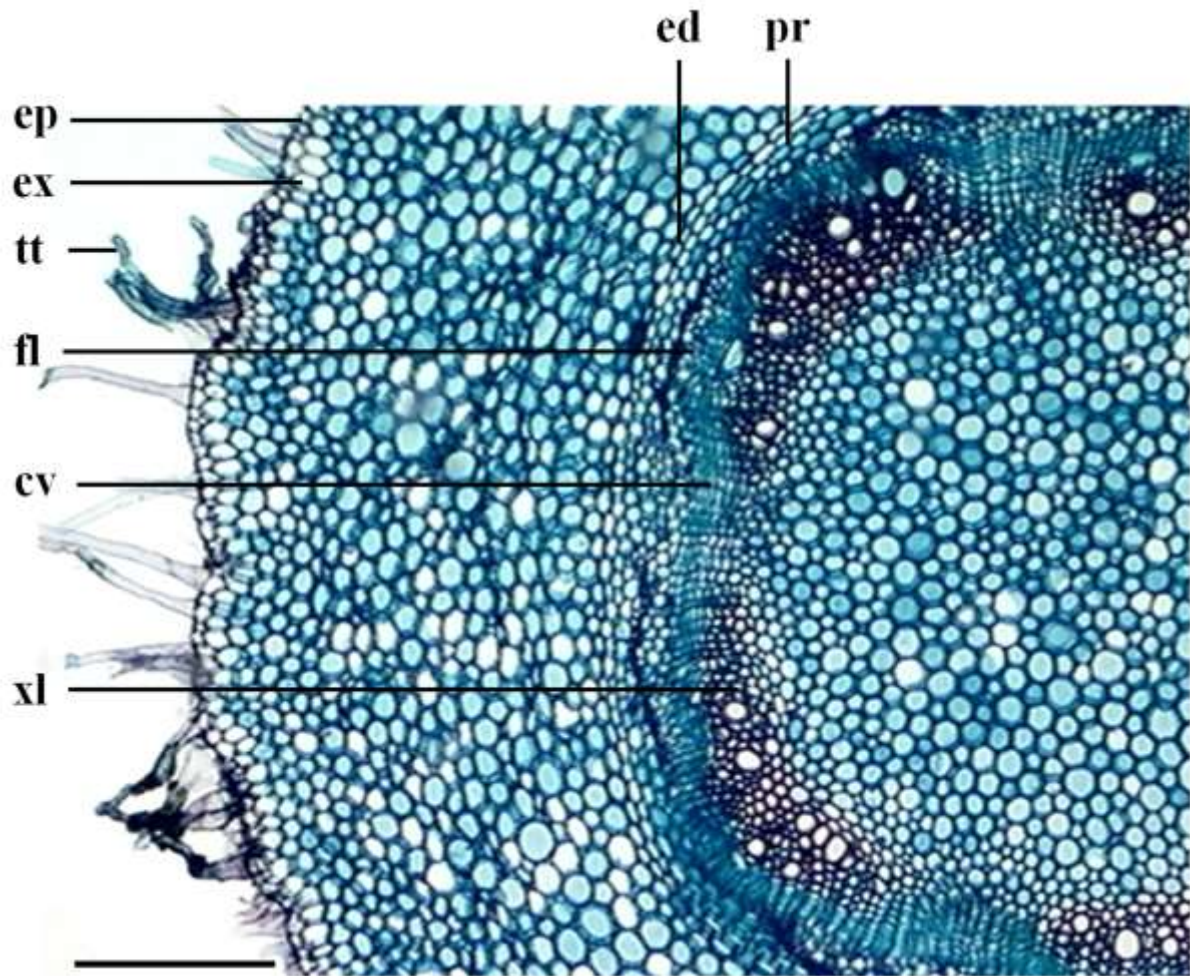


Figura 3: Estrutura do hipocótilo, em seção transversal, de *Dicella nucifera* Chodat. (barra: 200 μ m). Legenda: cv – câmbio vascular; ed – endoderme; ep – epiderme; ex – exoderme; fl – floema; pr – periciclo; xl – xilema, tt – tricoma tector.

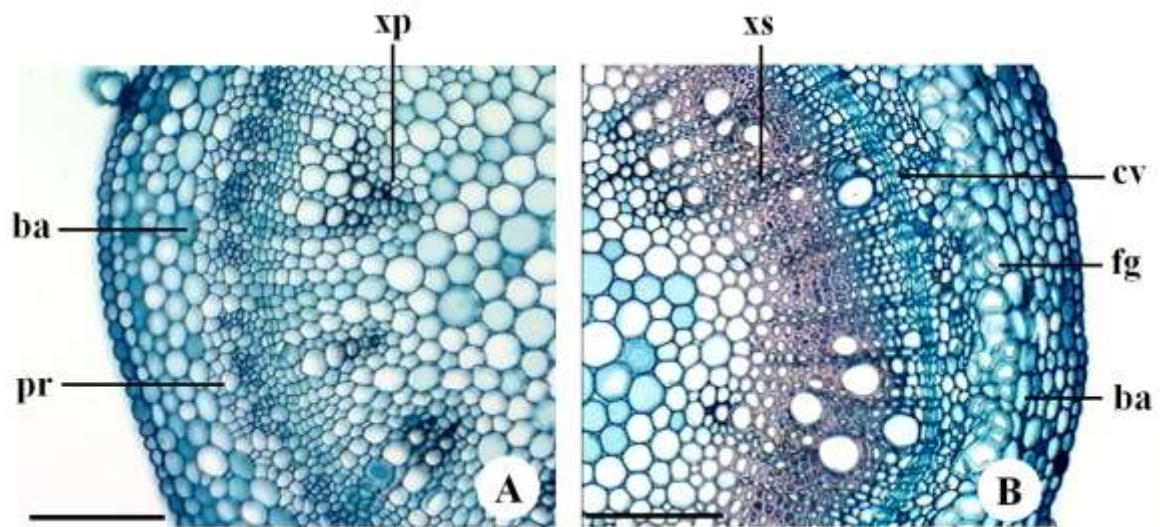


Figura 4: Estrutura do epicótilo em seção transversal de *Dicella nucifera* Chodat. Fig. A - Epicótilo jovem. Fig. B - Epicótilo em estágio mais avançado. (Barras = 100µm). Legenda: ba – bainha amilífera; cv – câmbio vascular; fg – fibra gelatinosa; pr – periciclo; xp – xilema primário; xs – xilema secundário.

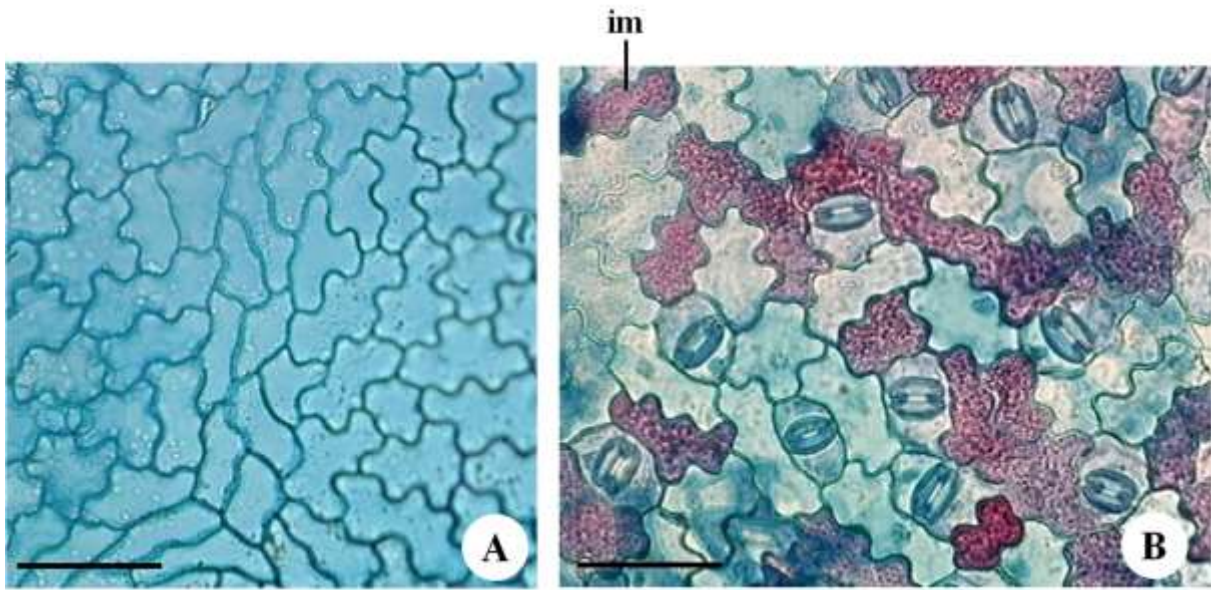


Figura 5: Seções paradérmicas dos metafílos de *Dicella nucifera* Chodat. Fig. A – Face adaxial com ausência de estômatos. Fig. B – Face abaxial com a presença de estômatos e células com conteúdo mucilaginoso. (Barras = 100 μ m). Legenda: im – idioblasto mucilaginoso.

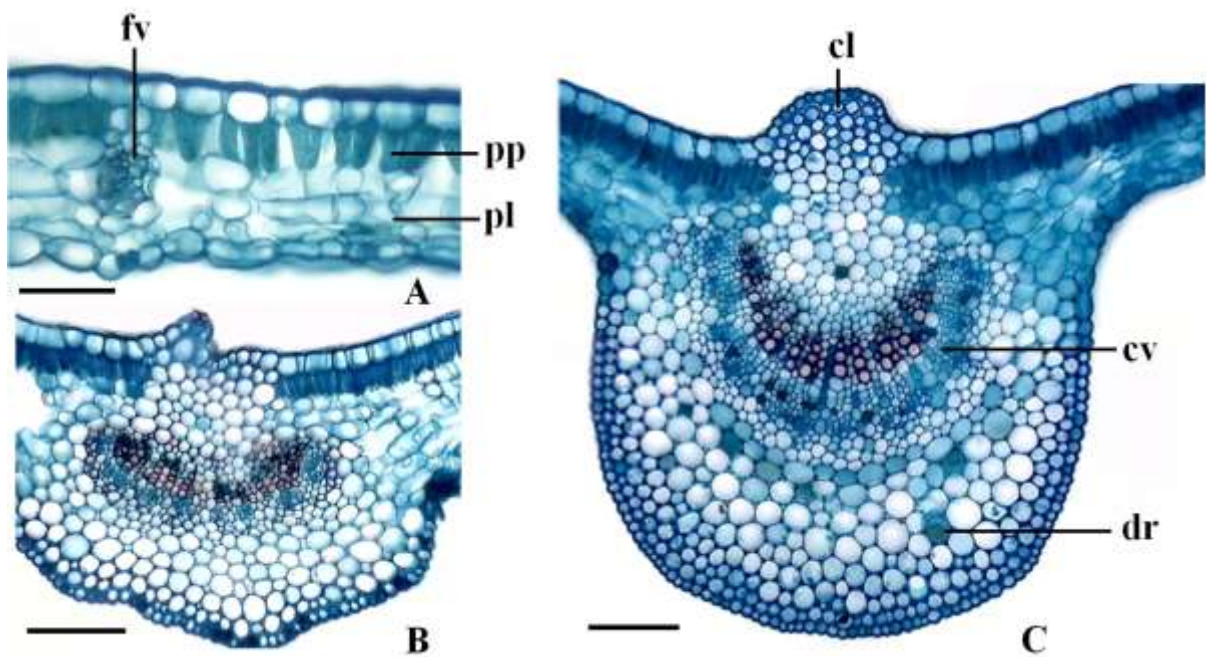


Figura 6: Estrutura do eofilo e metafilo em seção transversal de *Dicella nucifera* Chodat. Fig. A – Lâmina foliar do eofilo (barra = 50 μ m). Fig. B – Região da nervura central do eofilo (barra = 100 μ m). Fig. C – Parte da lâmina e nervura central do metafilo (barra = 100 μ m).
 Legenda: cl – colênquima; cv – câmbio vascular; dr – drusa; fv - feixe vascular; pp – parênquima paliçádico; pl - parênquima lacunoso.

ANEXOS

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA
ACTA SCIENTIARUM

Submissões Online

Já possui um login/senha de acesso à revista Acta Scientiarum. Biological Sciences?

ACESSO

Não tem login/senha?

ACESSE A PÁGINA DE CADASTRO

O cadastro no sistema e posterior acesso, por meio de login e senha, são obrigatórios para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhar o processo editorial em curso.

Diretrizes para Autores

POLÍTICA CONTRA PLÁGIO E MÁIS-CONDUTAS EM PESQUISA

Continuando nossa tradição de excelência, informamos as melhorias editoriais que visam fortalecer a integridade dos artigos publicados por esta revista. Em conformidade com as diretrizes do COPE (Committee on Publication Ethics), que visam incentivar a identificação de plágio, más práticas, fraudes, possíveis violações de ética e abertura de processos, indicamos:

1. Os autores devem visitar o website do COPE <http://publicationethics.org>, que contém informações para autores e editores sobre a ética em pesquisa;
2. Antes da submissão, os autores devem seguir os seguintes critérios:
 - artigos que contenham aquisição de dados ou análise e interpretação de dados de outras publicações devem referenciá-las de maneira explícita;
 - na redação de artigos que contenham uma revisão crítica do conteúdo intelectual de outros autores, estes deverão ser devidamente citados;
 - todos os autores devem atender os critérios de autoria inédita do artigo e nenhum dos pesquisadores envolvidos na pesquisa poderá ser omitido da lista de autores;
 - a aprovação final do artigo será feita pelos editores e conselho editorial.
3. Para responder aos critérios, serão realizados os seguintes procedimentos:
 - a) Os editores avaliarão os manuscritos com o sistema CrossCheck logo após a submissão. Primeiramente será avaliado o conteúdo textual dos artigos científicos, procurando identificar plágio, submissões duplicadas, manuscritos já publicados e possíveis fraudes em pesquisa;
 - b) Com os resultados, cabe aos editores e conselho editorial decidir se o manuscrito será enviado para revisão por pares que também realizarão avaliações;
 - c) Após o aceite e antes da publicação, os artigos poderão ser avaliados novamente.

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS:

1. Acta Scientiarum. Biological Sciences ISSN 1679-9283 (impresso) e ISSN 1807-863X (on-line), é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes de Ciências Biológicas, incluindo anatomia, bacterologia, biologia molecular, bioquímica, botânica, citologia e biologia celular, comportamento animal, ecologia e limnologia, embriologia e histologia, morfofisiologia, genética, microbiologia, parasitologia e zoologia.
3. Os autores se obrigam a declarar a cessão de direitos autorais e que seu manuscrito é um trabalho original, e que não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista. Esta declaração encontra-se disponível abaixo.
4. Os dados, idéias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do Conselho Editorial da revista.
5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
6. Os artigos submetidos deverão ser em INGLÊS. Os autores devem providenciar uma versão com qualidade.
7. Os artigos serão avaliados por no mínimo três consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.
8. O conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira. Conflitos de interesses podem ocorrer quando autores, revisores ou editores possuem interesses que podem influenciar na elaboração ou avaliação de manuscritos. Ao submeter o manuscrito, os autores são responsáveis por reconhecer e revelar conflitos financeiros ou de outra natureza que possam ter influenciado o trabalho. Os autores devem identificar no manuscrito todo o apoio financeiro obtido para a execução do trabalho e outras conexões pessoais referentes à realização do mesmo. O revisor deve informar aos editores quaisquer conflitos de interesse que

poderiam influenciar sobre a análise do manuscrito, e deve declarar-se não qualificado para revisá-lo.

9. Os artigos deverão ser submetidos pela internet, acessando este Portal ACTA.

10. A revisão de português e a tradução e/ou revisão de língua estrangeira serão de responsabilidade e custeados pelos autores dos artigos aceitos a partir de 2010, mediante comprovação emitida pelos revisores credenciados.

11. Estão listadas abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:

a) No processo de submissão deverão ser inseridos os nomes completos dos autores (no máximo seis), seus endereços institucionais e o e-mail do autor indicado para correspondência.

b) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave (não devem estar contidas no título do trabalho), Abstract, Key words, Introdução, Material e métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.

c) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.

d) O resumo (bem como o abstract), não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas ao final, tanto do resumo como do abstract, que não estejam citadas no título.

e) Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no MS-Word, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.

f) O trabalho deverá ser formatado em A4 e as margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.

g) O arquivo contendo o trabalho que deverá ser anexado (transferido), durante a submissão, não poderá ultrapassar o tamanho de 5MB, bem como, não poderá conter qualquer tipo de identificação de autoria, inclusive na opção propriedades do Word.

h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo após a sua citação. As Tabelas deverão ter 7,65 ou 16 cm de largura. Os Gráficos não deverão ter molduras externas, linhas internas ou mesmo cor de fundo. Para os Gráficos de barra, usar

padrões de preenchimento diferentes (horizontal, vertical, listras diagonais e múltiplos pontos), deve-se evitar tons de cinza ou cores, pois não serão facilmente distinguíveis na versão impressa.

i) As Figuras (fotos, pranchas, mapas, desenhos ou esquemas) deverão ter o tamanho máximo de 16 x 23 cm, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Gráficos e Figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,65 cm) serão reduzidos. Desta forma, será necessário atentar para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. O tipo de fonte utilizado deverá ser Times New Roman, tamanho 8 pts. Gráficos e Figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original. Deve-se utilizar escala de barras para indicar tamanho a qual deverá sempre que possível, estar situada à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

j) As Figuras digitalizadas deverão ter no mínimo 300 dpi de resolução, gravados em formato Jpg ou Tiff. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Ilustrações em cores serão aceitas para publicação somente na versão on-line, contudo, na versão em papel sairão em preto e branco.

k) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.

l) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.

m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.

n) Artigos de Revisão poderão ser publicados mediante convite do Conselho Editorial ou Editor-Chefe da Eduem.

o) A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências sejam de artigos listados na base ISI Web of Knowledge e/ou Scopus com menos de 10 anos. Recomenda-se evitar citações de dissertações, teses, monografias, anais, resumos, resumos expandidos, jornais, magazines, boletins técnicos e documentos eletrônicos.

p) Os manuscritos deverão ser submetidos em inglês.

q) As citações deverão seguir os exemplos seguintes que se baseiam na ABNT (NBR 6023, 10520). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Oleksiak (2008) ou (OLEKSIK, 2008); para dois autores Silva e Diniz Filho (2008) ou (SILVA; DINIZ FILHO, 2008); três ou mais autores, utilizar o primeiro e após et al. (ANDRADE JÚNIOR et al., 2008). Deverão ser organizadas em ordem alfabética, justificado. Listar

todos os autores do trabalho. Os títulos dos periódicos deverão ser completos e não abreviados, sem o local de publicação.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

Artigos

OLEKSIK, M. F. Changes in gene expression due to chronic exposure to environmental pollutants. *Aquatic Toxicology*, v. 90, n. 3, p. 161-171, 2008.

SILVA, M. M. F. P.; DINIZ FILHO, J. A. F. Extinction of mammalian populations in conservation units of the Brazilian Cerrado by inbreeding depression in stochastic environments. *Genetics and Molecular Biology*, v. 31, n. 3, p. 800-803, 2008.

ANDRADE JÚNIOR, S. J.; SANTOS JÚNIOR, J. C. S.; OLIVEIRA, J. L.; CERQUEIRA, E. M. M.; MEIRELES, J. R. C. Micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. Cv. purpúrea Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição área urbana. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 3, p. 291-294, 2008.

Livros

HAYNIE, D. T. *Biological thermodynamics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

FOSTER, R. G; KREITZMAN, L. *Rhythms of life: the biological clocks that control the daily live of every living thing*. Yale: Yale University Press, 2005.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Impactos dos represamentos. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. (Ed.). *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem, 2007. p. 107-152.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita e não está sendo avaliada por outra revista.
2. Os manuscritos deverão ser submetidos em inglês.
3. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, Open Office ou RTF (desde que não ultrapasse 5MB).

4. Todos os endereços de páginas da Internet, incluídas no texto (Ex: <http://www.eduem.uem.br>) estão ativos e prontos para clicar.
5. O texto está em espaço 1,5; usa uma fonte de 12-pontos Times New Roman; emprega itálico ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final. No máximo 15 páginas.
6. O texto segue os padrões de estilo e quisitos bibliográficos em Diretrizes para Autores, na seção Sobre a Revista.
7. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção propriedades do Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em Assegurando a Avaliação por Pares Cega.
8. **TODOS OS CONTATOS MANTIDOS ENTRE O AUTOR E EDITORA DEVE MENCIONAR INICIALMENTE O NÚMERO DO MANUSCRITO INSERIDO NO SISTEMA**

Declaração de Direito Autoral

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

Declaro que o presente artigo é original, não tendo sido submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou em sua totalidade. Declaro, ainda, que uma vez publicado na revista Acta Scientiarum. Biological Sciences, editada pela Universidade Estadual de Maringá, o mesmo jamais será submetido por mim ou por qualquer um dos demais co-autores a qualquer outro meio de divulgação científica. Através deste instrumento, em meu nome e em nome dos demais co-autores, porventura existentes, cedo os direitos autorais do referido artigo à Universidade Estadual de Maringá e declaro estar ciente de que a não observância deste compromisso submeterá o infrator a sanções e penas previstas na Lei de Proteção de Direitos Autorais (Nº9609, de 19/02/98).

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA
IHERINGIA

Iheringia, Série Botânica, periódico editado pelo Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se à publicação semestral de artigos, revisões e notas científicas originais sobre assuntos relacionados a diferentes áreas da Botânica. O manuscrito pode ser redigido em português, espanhol e inglês, recebendo este último idioma prioridade de publicação. Quando aceito, será avaliado por no mínimo dois revisores e corpo editorial. Os artigos após publicação ficarão disponíveis em formato digital

(pdf) no site da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (www.fzb.rs.gov.br/publicacoes/iheringia-botanica) e no portal da CAPES. A revista encontra-se indexada no Web of Science – Institute for Scientific Information (ISI).

O encaminhamento do manuscrito deverá ser feito em uma via impressa e uma cópia em CD-RW para a editora-chefe no endereço: Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do RS, Rua Salvador França, 1427, CEP 9060-000, Porto Alegre, RS.

O manuscrito deve ser escrito em fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo, em páginas numeradas. A apresentação dos tópicos Título, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências deve seguir o estilo dos artigos publicados no último número da revista, encontrado no site. A nota (no máximo seis páginas) destina-se a comunicações breves de resultados originais, não sendo necessário apresentar todos os tópicos de um artigo.

O nome dos autores é seguido apenas pelo endereço profissional e e-mail. Menção de parte de dissertação de mestrado ou tese de doutorado é indicada por número sobrescrito, abaixo do título do manuscrito.

O Resumo, com no máximo 150 palavras, deve conter as mesmas informações que o Abstract. Palavras-chave e key words devem ter no máximo cinco palavras, separadas por vírgulas, e não podem ser as mesmas que se encontram no título. O texto do abstract deve ser precedido pelo título em inglês.

Nomes taxonômicos de qualquer categoria são escritos em itálico. Os nomes genéricos e específicos, ao serem citados pela primeira vez no texto, são acompanhados pelo(s) nome(s) do(s) seu(s) autor(es). Para as abreviaturas de autores, livros e periódicos deve-se seguir “The International Plant Names Index” (<http://www.ipni.org/index.html>), “The Taxonomic Literature (TL-2)”, “Word List of Scientific Periodicals” ou “Journal Title Abbreviations” (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations>). Nos manuscritos de abordagem taxonômica, as chaves de identificação devem ser preferencialmente

indentadas e os autores dos táxons não devem ser citados. No texto, os táxons são apresentados em ordem alfabética e citados como segue (basônimo e sinônimo não são obrigatórios).

Bouteloua megapotamica (Spreng.) Kuntze, Revis. Gen., Pl. 3 (3): 341. 1898. *Pappophorum megapotamicum* Spreng., Syst. Veg., 4: 34. 1827. *Eutriana multisetata* Nees, Fl. Bras., 2(1): 413. 1829. *Pappophorum eutrianooides* Trin. ex Nees, Fl. Bras. Enum., Pl. 2(1): 414. 1829. *Bouteloua multisetata* Griseb., Abh. Königl. Ges. Wiss. Göttingen, 24: 303. 1879.

(Figs. 31-33)

O material examinado é apresentado em tabela ou citado na seguinte sequência: país, estado, município, local específico listado em ordem alfabética, seguindo-se a data, nome e número do coletor e sigla do Herbário, ou o número de registro no herbário, na inexistência do número de coletor, conforme os exemplos:

Material examinado: ARGENTINA, MISSIONES, Depto. Capital, Posadas, 11.I.1907, C. Spegazzini s/nº (BAB 18962). BRASIL, ACRE, Cruzeiro do Sul, 24.V.1978, S. Winkler 698 (HAS); RIO GRANDE DO SUL, Santa Maria, Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim, 10.XII.1992, M.L. Abruzzi 2681 (HAS); Uruguai, 12.III. 1964, J. Mattos & N. Mattos 5.345 (HAS, ICN). VENEZUELA, Caracas, 15.III.1989, J. C. Lindeman 3657 (VEN).

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Mato Leitão, arroio Sampaio, estação 1, 10.V.1995, lâmina nº 4899 (HAS 34015); arroio Sampainho, estação 2, 5.VIII.1994, lâmina nº 4903 (HAS 34017).

Palavras de origem latina (et al., apud, in, ex, in vivo, in loco, in vitro ...) são escritas em itálico e as palavras estrangeiras entre aspas. As citações de literatura no texto são dispostas em ordem alfabética e cronológica da seguinte forma: Crawford (1979) ou (Crawford, 1979); (Smith & Browse, 1986) ou Smith & Browse (1986); Round et al. (1992) ou (Round et al., 1992).

As Referências Bibliográficas devem conter todos os autores e ser apresentadas sem justificar, obedecendo os espaços simples ou duplos, entre os autores, ano, título do artigo ou livro e do periódico (citado por extenso). As citações de dissertações e teses são incluídas somente em casos estritamente necessários. O seguinte estilo deve ser usado para as Referências Bibliográficas:

Capítulo de livro

Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A. & Lima, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In Ecologia e conservação da Caatinga (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.C.M. Silva, eds.). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 657-693.

Normas para submissão do manuscrito

Livro

Barroso, G.M., Morim, M.P., Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. Frutos e Sementes. Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 443 p.

Obra seriada

Bentham, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, part. 1, p. 1-349.

Artigos em anais de congresso

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

Smith, A.B. 1996. Diatom investigation. In Proceedings of the Nth International Diatom Symposium (X.Y. Brown, ed.). Biopress, Bristol, p.1-20.

Livro de uma serie

Förster, K. 1982. Conjugatophyceae: Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae). In Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie (G. Huber-Pestalozzi, ed.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Band 16, Teil 8, Hälfte 1, p. 1-543.

Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. & Garcia-Rodriguez, F. 2005. Diatoms of Uruguay. In Iconographia Diatomologica. Annotated diatom micrographs. (H. Lange-Bertalot, ed.). Gantner Verlag, Ruggell, v. 15, 736 p.

Referência via eletrônica

Guiry, M.D. & Dornoch, E. 2004. AlgaeBase. World electronic publication. Disponível em: <http://www.algaebase.com>. Acesso em 18.02.2005.

Periódico

Nervo, M.H. & Windisch, P.G. 2010. Ocorrência de *Pityrogramma trifoliata* (L.) R. M. Tryon (Pteridaceae) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*, 65(2):291-293.

Tese ou dissertação

Werner, V. 2002. Cyanophyceae/Cyanobacteria no sistema de lagoas e lagunas da Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul, Brasil 363 f. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.

Siglas e abreviaturas, quando mencionadas pela primeira vez, são precedidas por seu significado por extenso. Na escrita de dados numéricos, os números não inteiros, sempre que possível, deverão ser referidos com apenas uma casa decimal e as unidades de medida abreviadas, com um espaço entre o número e a unidade (Ex. 25 km; 3 cm, 2-2,4 mm). Os números de um a dez são escritos por extenso (excetuando-se medidas e quantificação de caracteres) e para os números acima de 1.000 deve ser utilizado o ponto.

As tabelas e figuras são numeradas sequencialmente com algarismos arábicos e suas citações no texto devem ser abreviadas, respectivamente, como (Tab. ou Tabs.) e (Fig. ou Figs.) ou escritas por extenso, quando pertinente. Devem vir intercaladas no texto ou ter seus locais indicados.

As figuras (imagens e desenhos) devem ser de alta resolução e salvas em formato TIF (600 dpi). A disposição das ilustrações deve ser proporcional ao espaço disponível (23 x 8,1 ou 17,2 cm, no caso de uma ou duas colunas, respectivamente), incluindo a legenda. A escala ou barra devem estar graficamente representadas ao lado das ilustrações e seu valor referenciado na legenda. As legendas das pranchas são apresentadas em folha à parte. A citação do(s) nome(s) do(s) autor (es) do(s) táxon(s) é opcional. Veja exemplos abaixo:

Figs. 1-6. 1, 2. *Navicula radiosa*: vista interna (MEV); 2. Vista externa (MEV); 3. *Pinnularia borealis* (MO); 4. *P. viridis*; 5. *Surirella ovalis* (MO); 6. *S. tenuis* (MET). Barras: Figs. 1, 2, 6 = 5 mm; Figs. 3-5 = 10 mm.

Figs. 1-5. *Paspalum pumilum* Nees. 1. Hábito; 2. Gluma II (vista dorsal); 3. Lema I (vista dorsal); 4. Antécio II (vista dorsal); 5. Antécio II (vista ventral). (Canto-Dorow 24 – ICN).

Figs. 1-3. Padrão de venação dos folíolos. 1. *Lonchocarpus muehlbergianus* (J. A. Jarenkow 2386 - ICN); 2. *L. nitidus* (A. Schultz 529 ICN); 3. *L. torrensis* (N. Silveira et al. 1329 - HAS).

Figs. 3 A-C. *Eragrostis guianensis*. A. Hábito; B. Espigueta; C. Antécio inferior reduzido ao lema e semelhante às glumas (Coradin & Cordeiro 772 - CEN). Barras = 1 mm.

Em 18 de novembro de 2011, Lezilda Carvalho Torgan, Editora-chefe.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA
JOURNAL OF THE TORREY
BOTANICAL SOCIETY

Submissões

I. Instruções para contribuidores

A. Submissão, revisão e processamento de manuscritos:

O *Journal of the Torrey Botanical Society* é publicado em duas partes. A primeira parte normalmente compreende artigos de pesquisas originais de cinco ou mais páginas (2,5 páginas de texto com espaço duplo equivalem a cerca de uma página impressa). A segunda parte, TORREYA (antes uma revista separada), normalmente compreende artigos mais gerais, artigos encomendados, revisões, artigos sobre pesquisas originais com menos de cinco páginas, e artigos sobre distribuição, florística, conservação, preocupações ambientais, relatórios de trabalhos de campo, obituários, críticas de livros e outros tipos de artigos.

NOTAS IMPORTANTES QUANTO ÀS FIGURAS:

Todas as figuras devem ser verificadas pelo autor, antes de serem submetidas, quanto à resolução mínima. Use o site AllenPress veriFig ([ver aqui](#)), iniciando o uso com a senha “figcheck” e seguindo as instruções na tela. Você receberá um e-mail com o resultado, indicando que as figuras podem ser usadas.

(1) Os tipos de arquivos preferidos (para figuras) são JPG e TIF (mas algumas vezes outros tipos podem ser usados). (2) ilustrações (em preto e branco) precisam ser de pelo menos 600 DPI e imagens (fotos em preto e branco) precisam ser de 300 DPI ou mais. De novo, por favor confirme que seus arquivos seguem estes critérios antes de submetê-los.

As submissões que não seguirem o estilo e formato da revista, ou que tiverem sido mal preparadas, serão devolvidas aos autores para revisão. Instruções detalhadas para o estilo do manuscrito são fornecidas em uma seção separada abaixo (“II. Preparação do Manuscrito”).

A publicação na revista não está mais restrita apenas aos membros da Sociedade. As submissões estão abertas a todos os contribuidores. Não há mais cobrança por páginas,

exceto em circunstâncias especiais (p. ex. pranchas coloridas). Você pode se tornar um membro da Torrey Botanical Society *online* ([ver aqui](#))

Informações de contato:

Dr. Brian C. McCarthy, Editor-in-Chief
Department of Environmental and Plant Biology
317 Porter Hall
Ohio University
Athens, OH 45701-2979
tel: (740) 593-1615
email: mccarthy@ohio.edu

C. Os manuscritos serão examinados por pelo menos dois revisores e enviados para o Editor Associado. O Editor Associado fará uma terceira revisão independente e mandará comentários adicionais para o Editor que, então, fará as recomendações para os autores sobre a revisão ou rejeição do artigo. A decisão para aceitar ou rejeitar o artigo é responsabilidade única do *Editor-in-Chief*. Nós tentamos completar o processo de revisão em 8 a 12 semanas.

D. Os manuscritos revisados devem ser enviados diretamente para o Editor-in-Chief através da Allen Track. O Editor pode optar por pedir uma revisão adicional (geralmente quando muitas revisões são feitas).

E. Após o manuscrito revisado ser aceito, o autor receberá um *Copyright Assignment Form* (CAF) (Formulário de *Copyright*). O autor para correspondência precisará mandar este formulário para todos os co-autores. Os CAFs precisam ser impressos, assinados e enviados imediatamente para o *Editor-in-Chief*. O manuscrito não pode ser publicado até todos os CAFs terem sido recebidos. Esta é uma exigência para cumprir com a lei de *Copyright* dos EUA (U.S. Copyright Law), de acordo com o discutido no Bull. Torrey Bot. Club 105(1):1, 1978.

F. Depois da notificação de aceite, será pedido ao autor que forneça uma cópia eletrônica da versão final do manuscrito para o *Editor-in-Chief* através da *AllenTrack*.

G. Geralmente o autor receberá as provas das página do artigo em dois a seis meses depois que o manuscrito foi aceito. As provas das páginas (em PDF) serão enviadas por e-mail para o autor de correspondência indicado na primeira página do artigo. Por favor confirme que o seu endereço de e-mail está correto. Mudanças ou correções de erros

não atribuídos à gráfica serão cobrados do autor. A demora em devolver a primeira prova poderá atrasar a publicação.

H. Um formulário para separatas, incluindo os preços, é enviado para o autor pela gráfica (junto com o as provas de páginas) e deve ser preenchido e devolvido à *PeerTrack*. Se você tiver perguntas sobre os custos das separatas entre em contato com *PeerTrack* diretamente.

II. Preparação do Manuscrito (por favor siga as indicações cuidadosamente).

Em geral a *Revista* usa as regras do livro *Scientific Style and Format: The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 6th ed.* (1994). Cambridge University Press. Por favor consultar esta referência.

Siga um ou mais artigos publicados recentemente na *Revista* para entender a estrutura e formato básico.

A. Estilo.

Escreva em frases simples e claras. Seja constante. Um erro muito comum é a mistura de frases no passado e no presente no mesmo artigo.

B. Nomes Científicos.

Em geral nomes botânicos em latim devem ser usados em todo o artigo (não nomes populares ou vernáculos). Quando usado pela primeira vez, o nome deve ser escrito completo, incluindo o autor (p.ex., *Bertholletia excelsa* Bonpl.). Nomes científicos devem estar em *itálico*.

C. Abreviações (no texto).

Na maioria das vezes apenas abreviações amplamente utilizadas devem ser empregadas (p.ex., ATP, RNA, etc.). As frases não devem começar com abreviação de gêneros. Não utilize abreviações no título e no resumo. As unidades devem ser abreviadas sempre que possível (p.ex., use mg e não miligramas).

D. Estatística.

Siga os padrões ISO para todos os símbolos estatísticos. Alguns símbolos comuns são *P*, *df*, *n*, *r*, *N*, *t*, *F*, etc. (use letras maiúsculas e/ou *itálico* para os símbolos específicos). Use símbolos especiais quando necessário. Por exemplo, o símbolo +/-

[não apresentado em HTML] (alt + 241) é um símbolo real, não os sinais de mais e menos (!).

E. Preparação do manuscrito.

Use a fonte Times New Roman 12. Use margens de 2,5 cm [mínimo] em todos os lados. Jstifique o texto à esquerda. Consulte volumes recentes da Revista para a colocação correta dos cabeçalhos. Use espaço duplo em todas as partes do manuscrito, incluindo tabelas, legendas de figuras, literatura citada e notas de rodapé. Indique na margem a localização aproximada das tabelas e figuras no texto.

F. Ordem. Organize o manuscrito nesta ordem, exceto as subdivisões que não são necessárias em um artigo curto.

Capa:

- Título abreviado
- Título do artigo
- Nome do Autor
- Instituição do autor
- Nome e endereço para envio das provas

Páges subsequentes:

- Resumo
- Palavras chaves
- Footnotes
- Text: Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Literatura Citada

i. Resumo (*Abstract*).

Todo artigo deve incluir um resumo no formato do Biological Abstracts inserido abaixo do nome e instituição do autor. O resumo deve começar com uma repetição do nome e endereço do autor (este último entre parênteses), o título e uma citação na forma “J. Torrey Bot. Soc. XXX: 000 000. 20XX. “, após a qual virá o sumário do artigo.

ii. Notas de rodapé.

A primeira nota de rodapé deve incluir dados de fontes de financiamento (se houver). Esta nota deve ser atribuída ao título. Notas adicionais são atribuídas aos autores. Por exemplo, você pode querer acrescentar um endereço diferente do endereço fornecido no cabeçalho, ou pode querer agradecer pessoas que auxiliaram no trabalho.

Notas de rodapé no corpo do texto devem ser evitadas.

Use apenas a função acrescentar nota de rodapé do MS-Word.

iii. Literatura citada.

Os sobrenomes dos autores devem ser citados em CAIXA ALTA (Nota: isto não é o mesmo que usar MAIÚSCULAS), e apenas as iniciais devem ser usadas para os primeiros nomes. Use o recuo deslocado (hanging indent) para cada citação. Tempo e trabalho serão economizados pelo uso de abreviações do *AIBS Style Manual for Biological Journals or Biosis List of Serials*, *BioSciences Information Service*, Philadelphia.

Veja os exemplos:

a. Artigos científicos

Adkison, G. P. and S. K. Gleeson. 2004. Forest understory vegetation along a productivity gradient. *J. Torrey Bot. Soc.* 131: 32-44.

b. Capítulos de livros

Glenn-Lewin, D. C. and E. van der Maarel. 1992. Patterns and processes of vegetation dynamics, pp. 11-59. In D. C. Glenn-Lewin, R. K. Peet, and T. T. Veblen [eds.], *Plant succession: theory and prediction*. Chapman & Hall, London, UK.

c. Teses

McCarthy, B. C. 1989. Reproductive biology of *Carya ovata* and *C. tomentosa* (Juglandaceae): determinants of flower and fruit production. Ph.D. thesis. Rutgers–The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ.

d. Livro

Schwartz, R. J. 1911. *The Complete Dictionary of Abbreviations*. T. Y. Crowell Co., New York, NY. 179 p.

e. Boletins técnicos

Fosbroke, S. L. C. and K. W. Gottschalk, eds. 2003. Proceedings, U.S. Department of Agriculture interagency research forum on gypsy moth and other invasive species; January 15-18, 2002, Annapolis, MD. General Technical Report NE-300. United States Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA, USA. 116 p.

f. Website URL

McCarthy, B. C. 2001. Introduction to dendrochronology. Retrieved August 15, 2004 from Ohio University, Department of Environmental and Plant Biology.

G. Figuras.

Os desenhos devem ser preparados como figuras em preto e branco (evite tons de cinza que não são bem reproduzidos). Não use cores a não ser que você queira que a figura seja colorida. Certifique-se de que todos os eixos estão com legendas, que a marcas dos eixos e escalas estão corretas e de que as unidades estão indicadas. As figuras aparecerão exatamente como submetidas. Cada figura deve aparecer em uma página separada (ou em um arquivo separado) e ter uma legenda com o número da figura. O tamanho da página da revista é de 5,5 × 8,5 polegadas (13,97 × 21,59 cm). As fotografias devem ter uma escala indicando o aumento. As legendas das figuras devem ser incluídas no manuscrito em uma página à parte e não devem estar junto com as figuras. Os desenhos devem ter uma resolução de pelo menos 600 dpi e fotos devem ter uma resolução de pelo menos 300 dpi.

H. Tabelas.

Todas as tabelas devem ser preparadas usando a função tabela do MS-Word. O manuscrito com as tabelas deve ter espaço duplo e cada tabela deve estar em uma página separada.

NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA
CIÊNCIA RURAL

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

4. A revisão bibliográfica (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

5. A nota (Modelo .doc, .pdf) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um**

comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

13. Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

14. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

15. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

16. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.