

---

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS INTEGRAL

---

**WAGNER TAKASHI KAKUNO**

**DESENVOLVIMENTO DA ANTERA,  
MICROSPOROGÊNESE E MICROGAMETOGÊNESE EM  
*Juncus* L. (JUNCACEAE, POALES)**



Rio Claro  
2011

WAGNER TAKASHI KAKUNO

DESENVOLVIMENTO DA ANTERA, MICROSPOROGÊNESE E  
MICROGAMETOGÊNESE EM *Juncus* L. (JUNCACEAE, POALES)

Orientadora: Profa Dra Alessandra Ike Coan

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biociências da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -  
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Rio Claro  
2011

574.33 Kakuno, Wagner Takashi  
K14d        Desenvolvimento da antera, microsporogênese e  
microgametogênese em *Juncus* L. (Juncaceae, Poales) /  
Wagner Takashi Kakuno. - Rio Claro : [s.n.], 2011  
19 f. : il., figs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências  
Biológicas Integral) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Alessandra Ike Coan

1. Embriologia. 2. Ciperídeas. 3. Micrósporos. 4. Tétrade.  
I. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

À Alessandra Ike Coan, pela orientação, paciência e pela oportunidade dada para a realização deste trabalho.

À minha namorada Angélica, pelo apoio moral, carinho e dedicação.

À todos os Docentes, técnicos e pós-graduandos do departamento de Botânica que, de alguma forma, me ajudaram bastante em dúvidas, coletas e fornecimento de materiais e equipamentos.

Aos meus colegas de classe, que, durante estes cinco anos de graduação, fizeram parte de um fragmento de uma história de vida, que será lembrado com muito carinho por mim.

Aos meus pais Kakuno Taqueshi e Harue Kakuno, por sempre estarem ao meu lado nos mais diversos momentos pendulares da minha vida.

À minha irmã Yumi, pela paciência e amizade. Ao meu sobrinho Dani e ao Evandro, por tornarem minha vida mais doce, infantil e agradável.

## SUMÁRIO

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Resumo .....</b>                     | <b>4</b>  |
| <b>2. Introdução .....</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>3. Objetivos.....</b>                   | <b>7</b>  |
| <b>4. Material e métodos .....</b>         | <b>7</b>  |
| <b>5. Resultados .....</b>                 | <b>8</b>  |
| <b>6. Discussão .....</b>                  | <b>9</b>  |
| <b>7. Referências Bibliográficas .....</b> | <b>11</b> |
| <b>Legendas das Figuras .....</b>          | <b>14</b> |
| <b>Ilustrações .....</b>                   | <b>15</b> |

## 1. Resumo

O presente trabalho teve o objetivo de estudar o desenvolvimento da antera, incluindo a microsporogênese e microgametogênese, em *Juncus micranthus*, *J. microcephalus* e *J. tenuis* var. *dichotomus* avaliando caracteres que possam auxiliar na delimitação infragenérica de *Juncus* e compará-los àqueles disponíveis para o gênero e outras Juncaceae e famílias ciperídeas em Poales. As três espécies de *Juncus* estudadas apresentaram características comuns como desenvolvimento da parede da antera do tipo monocotiledôneo, endotécio uniestratificado e com espessamento em espiral, camada mediana uniestratificada e efêmera, tapete secretor com células uninucleadas e grãos de pólen dispersos em tétrades tetraédricas, trinucleadas. Como caracteres inéditos no gênero foram observados, apenas em *J. microcephalus*, grãos de amido no citoplasma das células do endotécio e da célula vegetativa do grão de pólen, em estágio anterior ao desenvolvimento de espessamento no endotécio. A maioria das características embriológicas aqui observadas assemelha-se ao conhecido para o gênero em Juncaceae, corroborando a uniformidade embriológica da família dentre as ciperídeas em Poales.

## 2. Introdução

As monocotiledôneas compreendem cerca de 65.000 espécies distribuídas em 12 ordens: Acorales, Alismatales, Arecales, Asparagales, Commelinales, Dasypogonales, Dioscoreales, Liliales, Pandanales, Petrosaviales, Poales e Zingiberales (APG III 2009). De acordo com Chase et al. (2006), todas as ordens são fortemente sustentadas, assim como as inter-relações entre as mesmas, com exceção do clado das commelinídeas, formado por Arecales, Commelinales, Dasypogonales, Poales e Zingiberales.

Poales se destaca como a segunda maior ordem de monocotiledôneas, com significativa representatividade econômica e ecológica (GIVNISH et al. 2010) e é constituída pelas famílias: Anarthriaceae, Bromeliaceae, Centrolepidaceae, Cyperaceae, Ecdeiocolaceae, Eriocaulaceae, Flagellariaceae, Joinvilleaceae, Juncaceae, Mayacaceae, Poaceae, Rapateaceae, Restionaceae, Thurniaceae, Typhaceae e Xyridaceae (LINDER & RUDALL 2005; SAARELA et al. 2007; APG III 2009). Segundo Linder & Rudall (2005), existem, dentro de Poales, quatro cladogramas sustentados por dados moleculares: o clado xirídeo, que inclui Eriocaulaceae, Mayacaceae e Xyridaceae; o clado restiídeo, formado por Anarthriaceae, Centrolepidaceae e Restionaceae; o clado graminídeo, que inclui Ecdeiocolaceae, Flagellariaceae, Joinvilleaceae e Poaceae; e o clado ciperídeo, formado por Cyperaceae, Juncaceae, Thurniaceae.

O clado ciperídeo pode ser considerado dos mais consistentes em Poales (LINDER & RUDALL 2005), suportado por dados moleculares e não-moleculares (PLUNKETT et al. 1995; MUNRO & LINDER 1997). A relação entre Cyperaceae, Juncaceae e Thurniaceae há muito vem sendo apontada em diferentes sistemas de classificação das monocotiledôneas, correspondendo à antiga ordem Cyperales (PLUNKETT et al. 1995). Devido à redução das estruturas florais e complexidade na forma e organização das inflorescências, a determinação das inter-relações entre as ciperídeas é dificultada, assim como o estabelecimento de homologies (SIMPSON 1995). As três famílias apresentam como sinapomorfias embriológicas a microsporogênese simultânea, a formação de tétrades tetraédricas, grãos de pólen dispersos em tétrades, porados e trinucleados, óvulos anátropos, crassinucelados, com endóstoma, e formação de sementes testal-tégmicas (STEVENS 2011).

Juncaceae compreende sete gêneros (*Juncus*, *Luzula*, *Oxychloë*, *Distichia*, *Patosia*, *Marsippospermum* e *Rostkovia* - senso KIRSCHNER et al. 2002a) fortemente relacionados com Cyperaceae (BALSLEV 1996), e distintos com base no tipo foliar e na estrutura e arquitetura da inflorescência (DRÁBKOVÁ et al. 2006). A maioria das espécies da família

concentra-se em dois gêneros de distribuição cosmopolita: *Juncus*, com 315 espécies, e *Luzula*, com 115 espécies (KIRSCHNER et al. 2002a, b; ROALSON 2005). Segundo Drábková et al. (2006), há necessidade de dados morfológicos para os diferentes táxons de Juncaceae, para comparação e combinação com dados moleculares e melhor compreensão da evolução da família. Além disso, Roalson (2005) enfatiza a necessidade de estudos ontogenéticos e de desenvolvimento para as estruturas reprodutivas, especialmente de *Juncus*, parafilético (DRÁBKOVÁ et al. 2003; ROALSON 2005; DRÁBKOVÁ 2010) e cuja classificação infragenérica é muito discutida (KIRSCHNER et al. 2002a, b, c).

Segundo a classificação de Kirschner et al. (2002a, b, c), na revisão mundial da família, *Juncus* subdivide-se em dois subgêneros e dez seções: *Juncus* subgen. *Agathryon* (seis seções) e *Juncus* subgen. *Juncus* (quatro seções), circunscritos com base em caracteres morfológicos vegetativos e relacionados às inflorescências.

*Juncus micranthus* Schrader ex E. Meyer (subgen. *Juncus*) ocorre do sudeste do Brasil ao Paraguai, nordeste da Argentina e Uruguai e disjuntamente na Bolívia (KIRSCHNER et al. 2002b). *Juncus microcephalus* Humboldt (subgen. *Juncus*) é altamente polimórfico conforme sua localização geográfica, apresentando grandes diferenças na altura dos indivíduos, no grau de ramificação das inflorescências e na morfometria das peças florais, sendo comum a identificação errônea dos espécimes (BALSLEV 1996). A espécie é amplamente distribuída, ocorrendo da região central do México até a Bolívia, sudeste do Brasil e norte da Argentina (KIRSCHNER et al. 2002b). *Juncus tenuis* Willdenow (subgen. *Agathryon*) é uma das espécies com maior variação nas populações neotropicais e, provisoriamente, dividida em três variedades tenuamente distintas (BALSLEV 1996). No Brasil ocorre apenas *Juncus tenuis* Willdenow var. *dichotomus* (Elliott) Wood, em áreas acima de 1000 m de altitude dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro (BALSLEV 1996).

Segundo Munro & Linder (1997), dados embriológicos são importantes para testar a monofilia de Juncaceae. No que se refere ao desenvolvimento da antera e do pólen, a família é embriologicamente conhecida com tapete secretor unisseriado e uni a binucleado, microsporogênese simultânea, e pólen disperso em tétrades, trinucleadas (DAVIS 1966; BREWBAKER 1967; DAHLGREN & CLIFFORD 1982; DAHLGREN et al. 1985; JOHRI et al. 1992). No entanto, alguns desses caracteres necessitam de melhor compreensão, especialmente aqueles relacionados à formação e dispersão do pólen em tétrades, que são inconsistentes com o mecanismo simultâneo de microsporogênese (MUNRO & LINDER 1997).

### 3. Objetivos

O presente trabalho teve o objetivo de estudar o desenvolvimento da antera, incluindo a microsporogênese e microgametogênese, em *Juncus micranthus*, *J. microcephalus* e *J. tenuis* var. *dichotomus*, como parte de um estudo embriológico de Juncaceae. Buscou-se avaliar caracteres que possam auxiliar na delimitação infragenérica de *Juncus* e compará-los àqueles disponíveis para o gênero além de outras Juncaceae e demais famílias de ciperídeas em Poales.

### 4. Material e Métodos

O material botânico (Tabela 1) utilizado foi coletado em diferentes ecossistemas brasileiros, predominantemente em áreas de campos rupestres de Minas Gerais e de campos úmidos/borda de mata de São Paulo. As exsicatas foram depositadas no Herbário Rioclarense (HRCB), com duplicatas enviadas ao Herbário da Universidade Federal de Pernambuco (UFP). Do material coletado, parte foi fixada em FAA 50 (JOHANSEN 1940) e posteriormente estocada em álcool 50% com gotas de glicerina.

A seleção dos diferentes estágios de desenvolvimento das flores estaminadas foi realizada sob estereomicroscópio. O material selecionado foi desidratado em série etílica ou butílica e incluído em historresina (FEDER & O'BRIEN 1968), sendo posteriormente seccionado com navalha de aço ou vidro, com aproximadamente 5-8µm de espessura, em micrótomo rotativo. As seções anatômicas obtidas foram coradas com ácido periódico – Reativo de Schiff (reação PAS) e azul de toluidina (FEDER & O'BRIEN 1968) e montadas em Entellan. Algumas seções foram submetidas a testes histoquímicos utilizando-se os seguintes reagentes: IKI para amido (SASS 1940); Sudan IV para lipídios insolúveis; e cloreto férrico aquoso para compostos fenólicos (JOHANSEN 1940). A documentação foi realizada em fotomicroscópio, com projeção de escala micrométrica.

Tabela 1. Lista de espécies de *Juncus* estudadas e respectivos dados de coleta.

| <b>Espécie</b>                                                       | <b>Localidade</b>      | <b>Coletor e herbário</b>                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Juncus micranthus</i> Schrader ex E. Meyer                        | Itirapina, SP          | A.I. Coan & C.C. Formiga 44 (HRCB <sup>1</sup> 49701); A.I. Coan & A. Oriani 50 (HRCB 52839); A.I. Coan et al. 81 (HRCB 49689) |
|                                                                      | Diamantina, MG         | A.I. Coan et al. 106 (HRCB 52823)                                                                                              |
| <i>J. microcephalus</i> Humboldt                                     | Diamantina, MG         | A.I. Coan et al. 74 (HRCB 49691); A.I. Coan et al. 109 (HRCB 52826)                                                            |
|                                                                      | Itirapina, SP          | A.I. Coan & A. Oriani 63 (HRCB 49696)                                                                                          |
|                                                                      | São Roque de Minas, MG | A.I. Coan et al. 92 (HRCB 49681)                                                                                               |
| <i>Juncus tenuis</i> Willdenow var. <i>dichotomus</i> (Elliott) Wood | Jundiaí, SP            | A.I. Coan & C.C. Formiga 80 (HRCB 49688)                                                                                       |

<sup>1</sup> HRCB, Herbário Rioclarense.

## 5. Resultados

Em todas as espécies estudadas de *Juncus*, o primórdio da antera constitui-se de tecido meristemático, revestido pela protoderme (Figs 1-2). Grupos de células hipodermais diferenciam-se das demais, adjacentes aos quatro ângulos do primórdio, constituindo o arquespório (Figs 1-2).

As células arquesporiais hipodermais dividem-se periclinalmente, formando a camada parietal primária e a camada esporogênica primária (Fig. 3). A camada parietal primária, por divisão periclinal, resulta em duas camadas secundárias (Figs 4-5); a externa divide-se anticlinalmente (Figs 6-9) e origina o endotécio, enquanto a interna divide-se anticlinal e periclinalmente e origina a camada mediana e o tapete (Figs 6-10).

O desenvolvimento da parede da antera é do tipo monocotiledôneo, compreendendo: epiderme, endotécio, camada mediana e tapete (Figs 9-10, 12-15). Durante o desenvolvimento da antera, as células da epiderme alongam-se longitudinalmente (Figs 16-17, 19), e, em secção transversal, apresentam a parede periclinal externa convexa (Figs 18, 20, 22-23). As células do endotécio adquirem espessamento em espiral (Figs 18, 20, 22-23). Apenas em *Juncus microcephalus*, antes do espessamento em espiral, observou-se acúmulo de grãos de amido no citoplasma das células do endotécio (Figs 16-17). A camada mediana é efêmera

(Fig. 15). O tapete é do tipo secretor e as células são uninucleadas (Figs 13-14, 16-17). Durante o desenvolvimento dos microsporócitos, as células do tapete são gradualmente absorvidas, permanecendo na periferia do microsporângio (Fig. 17). Nos estágios mais avançados de desenvolvimento da antera, as células do tapete não são mais visualizadas (Figs 18-23).

A antera é biteca e tetrasporangiada (Figs 10-11, 15, 18). Durante a maturação, o septo que separa os microsporângios adjacentes de cada teca se desintegra (Figs 22-23).

As células do tecido esporogênico preenchem totalmente a cavidade do microsporângio (Figs 6-7). Essas células se dividem mitoticamente e arranjam-se em número variável de colunas (Figs 7-10). As células esporogênicas diferenciam-se diretamente em microsporócitos (Figs 11-15).

A microsporogênese é simultânea e origina tétrades tetraédricas de micrósporos (Figs 16-20). Os micrósporos formados não se separam e os grãos de pólen são dispersos em tétrades (Figs 21-23). As tétrades maduras apresentam arranjo central no lóculo da antera (Figs 18, 22-23). Durante a microgametogênese, o núcleo de cada micrósporo divide-se por mitose e forma uma célula vegetativa, grande, e uma célula generativa (Figs 24, 26-27); esta última se divide e forma dois núcleos espermáticos (Figs 25).

## 6. Discussão

*Juncus microcephalus*, *J. micranthus* (subg. *Juncus* sect. *Ozophyllum*) e *J. tenuis* var. *dichotomus* (subg. *Agathryon* sect. *Steiroschloa*) aqui estudadas apresentaram caracteres embriológicos em comum como: desenvolvimento da parede da antera do tipo monocotiledôneo; ausência de compostos fenólicos na epiderme da antera; endotécio uniestratificado e com espessamento de parede em espiral; camada mediana efêmera e com uma única camada de células, tapete uniestratificado e secretor; e microsporogênese simultânea, originando tétrades tetraédricas de micrósporos. Esses caracteres corroboram a uniformidade embriológica do gênero, independente das categorias infragenéricas, já ressaltada por Davis (1966), Dahlgren et al. (1985), Johri et al. (1992) e Balslev (1998).

O desenvolvimento da parede da antera nas espécies de *Juncus* aqui estudadas é do tipo monocotiledôneo, assim como observado por Shah (1963) para outras espécies do gênero. A epiderme na antera madura apresenta a parede periclinal externa convexa semelhante ao verificado para táxons de Cyperaceae (WUNDERLICH 1954; PADHYE 1971; MAKDE 1981, 1982; MAKDE & BHUSKUTE 1987; MAKDE & UNTAWALE 1989;

COAN et al. 2010). Vale ressaltar que as espécies de *Juncus* estudadas não apresentaram acúmulo de compostos fenólicos nas células epidérmicas, caráter que é compartilhado em Cyperaceae no gênero basal *Hypolytrum* (Mapanioideae).

Nas espécies estudadas observou-se endotécio uniestratificado, apesar de Zaman (1950) ter relatado a ocorrência de endotécio irregularmente biestratificado em *Juncus effusus* e *J. prismatocarpus*. Relatos deste tipo são comuns em trabalhos embriológicos, estando relacionados ao plano de seccionamento das anteras e/ou mesmo à proximidade do conectivo. Assim, devem ser considerados com cautela em análises comparativas.

O espessamento do endotécio observado nas espécies de *Juncus* estudadas é do tipo espiral, uma característica considerada sinapomorfia do agrupamento ciperídeo em Poales (DAHLGREN & CLIFFORD 1982; DAHLGREN et al., 1985; COAN et al., 2010). Apenas em *J. microcephalus*, em estágio anterior ao espessamento de parede em espiral, observou-se a presença de grãos de amido no citoplasma das células do endotécio. Essa característica parece ser inédita para o gênero, não havendo relato para outros táxons de Poales. Assim como o tapete, o endotécio também pode colaborar com a nutrição dos grãos de pólen (MAHESHWARI 1950; JOHRI 1984), o que pode explicar o acúmulo de amido nos táxons aqui estudados.

O tapete observado nas três espécies de *Juncus* estudadas é do tipo secretor com células uniestratificadas e uninucleadas, sendo esta característica constante para o gênero e família (DAHLGREN & CLIFFORD 1982; JOHRI et al. 1992; BALSLEV 1998). Em Juncaceae, há relato de tapete irregularmente biestratificado em *Oxychloë andina* (JOHRI et al. 1992), gênero restrito à região andina (KIRSCHNER et al. 2002a).

Nas espécies de *Juncus* estudadas, a microsporogênese é simultânea e origina tétrades tetraédricas de micrósporos. De acordo com Furness & Rudall (2001), microsporogênese simultânea ocorre no clado das ciperídeas, enquanto nas monocotiledôneas em geral, há o predomínio da microsporogênese do tipo sucessivo. No tipo de microsporogênese simultânea, a citocinese só acontece após a formação dos quatro núcleos de micrósporos na tétrade (MAHESHWARI 1950; DAVIS 1966; JOHRI 1984).

Em Juncaceae as tétrades permanecem até a dispersão e eventos de polinização. Segundo Linder & Rudall (2005), a dispersão dos grãos de pólen em tétrades permanentes surgiu várias vezes em Poales, ocorrendo não apenas em ciperídeas como também em algumas espécies de *Typha* (Typhaceae).

Em Juncaceae e em Thurniaceae todos os quatro micrósporos da tétrade atingem o completo desenvolvimento, enquanto em Cyperaceae, três deles se degeneram com

desenvolvimento de apenas um, constituindo uma pseudomônade. Essa é uma característica exclusiva desta família dentre as demais Poales e monocotiledôneas (DAHLGREN et al. 1985; JOHRI et al. 1992; FURNESS & RUDALL 2000).

Apesar dessa peculiaridade na tétrade de Cyperaceae, Tanaka (1941) relacionou o seu desenvolvimento em *Rhynchospora* com Juncaceae. Segundo o autor, corroborado posteriormente por Dahlgren & Clifford (1982) e Balslev (1998), em *Rhynchospora*, o processo de degeneração dos três núcleos não-funcionais dos micrósporos ocorre na parte basal da pseudomônade. Este fenômeno, segundo Tanaka (1941), é semelhante ao que ocorre em Juncaceae, em que três dos núcleos dos micrósporos migram para a porção basal do grão de pólen. Esse processo não foi observado em detalhe no presente trabalho, mas pode-se sugerir uma polaridade entre os núcleos vegetativo e generativo dentro de cada micrósporo da tétrade.

Através dos resultados aqui apresentados é possível corroborar a uniformidade de grande parte dos caracteres embriológicos relatados até então para *Juncus*. O único caráter variável refere-se à presença/ausência de grãos de amido no citoplasma das células do endotécio, durante o desenvolvimento da antera em *J. microcephalus*. Esse caráter pode possibilitar a distinção estrutural com *J. micranthus*, espécie do mesmo subgênero *Juncus* sect. *Ozophyllum* e que compartilha diversas características morfológicas vegetativas e reprodutivas.

## 7. Referências Bibliográficas

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 161, p. 105-121.
- BALSLEV, H. Juncaceae. **Flora Neotropica**, n. 68, p. 1-167, 1996.
- BALSLEV, H. Juncaceae in the families and genera of vascular plants. IV. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae) (Kubitzki, K., ed.), **Springer-Verlag**, Berlin, p. 252-260, 1998.
- BREWBAKER, J.L. The distribution and phylogenetic significance of binucleate and trinucleate pollen grains in angiosperms. **American Journal of Botany**, n. 54, p. 1069-1083, 1967.
- CHASE, M.W.; FAY, M.F.; DEVEY, D.S.; MAURIN, O.; RØNSTED, N.; DAVIES, T.J.; PILLON, Y.; PETERSEN, G.; SEBERG, O.; TAMURA, M.N.; ASMUSSEN, C.B.; HILU, K.; BORSCH, T.; DAVIS, J.I.; STEVENSON, D.W.; PIRES, J.C.; GIVNISH, T.J.; SYTSMA, K.J.; McPHERSON, M.A.; GRAHAM, S.W. & RAI, H.S. Multigene analyses of monocot relationships: a summary. **Aliso**, n. 23, p. 62-74, 2006.

- COAN, A.I.; ALVES, M.V.; SCATENA, V.L. Evidence of pseudomonad pollen formation in *Hypolytrum* (Mapanioideae, Cyperaceae). **Australian Journal of Botany**, n. 58, p. 663-672, 2010.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T. **The monocotyledons: a comparative study**. New York: Academic Press, 1982.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T. & YEO, P.F. **The families of the monocotyledons: structure, evolution and taxonomy**. Berlin: Springer, 1985.
- DAVIS, G.L. **Systematic embryology of the angiosperms**. New York: John Wiley, 1966.
- DRÁBKOVÁ, L.Z. Phylogenetic relationships within Juncaceae: evidence from five regions of plastid, mitochondrial and nuclear ribosomal DNA, with notes on morphology. In: O. Seberg; G. Petersen; A.S. Barfod & J.I. Davis (eds.). **Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons**. Aarhus: Aarhus University Press, 2010. p. 389-416.
- DRÁBKOVÁ, L.; KIRSCHNER, J.; SEBERG, O.; PETERSEN, G. & VLČEK, C. Phylogeny of the Juncaceae based on *rbcL* sequences, with special emphasis on *Luzula* DC. and *Juncus* L. **Plant Systematics and Evolution**, n. 240, p. 133-147, 2003.
- DRÁBKOVÁ, L.; KIRSCHNER, J. & VLČEK, C. Phylogenetic relationships within *Luzula* DC. and *Juncus* L. (Juncaceae): a comparison of phylogenetic signals of *trnL-trnF* intergenic spacer, *trnL* intron and *rbcL* plastome sequence data. **Cladistics**, n. 22, p. 132-143, 2006.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T.P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, n. 55, p. 123-142, 1968.
- FURNESS, C.A.; RUDALL, P.J. The systematic significance of simultaneous cytokineses during microsporogenesis in monocotyledons. In: Wilson, K. L. & Morrison, D. A. **Monocots: systematic and evolution**. Melbourne: CSIRO, 2000, p. 189-193.
- FURNESS, C.A.; RUDALL, P.J. Pollen and anther characters in monocot systematic. **Grana**, n. 40, p. 17-25, 2001.
- GIVNISH, T.J.; AMES, M.S.; MCNEAL, J.R.; MCKAIN, M.R.; STEELE, P.R.; DE PAMPHILIS, C.W.; GRAHAM, S.W.; PIRES, J.C.; STEVENSON, D.W.; ZOMLEFER, W.B.; BRIGGS, B.G.; DUVAL, M.R.; MOORE, M.J.; HEANEY, J.M.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S.; THIELE, K. & LEEBENS-MACK, J.H. Assembling the tree of the monocotyledons: plastome sequence phylogeny and evolution of Poales. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 97, p. 584-616, 2010.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- JOHRI, B.M. **Embryology of angiosperms**. Berlin: Springer-Verlag, 380p., 1984.
- JOHRI, B.M.; AMBEGAOKAR, K.B. & SRIVASTAVA, P.S. **Comparative embryology of angiosperms**. Berlin: Springer, 1992. (2 vol.)
- KIRSCHNER, J.; BALSLEV, H.; ČEŠKA, A.; SWAB, J.C.; EDGAR, E.; GARCIA-HERRAN, K.; HÄMET-AHTI, L.; KAPLAN, Z.; NOVARA, L.J.; NOVIKOV, V.S.; WILTON, A. Juncaceae 1: *Rostkovia* to *Luzula*. **Species Plantarum: Flora of the world**, n. 6, p. 1-237, 2002a.
- KIRSCHNER, J.; BALSLEV, H.; CLEMANTS, S.E.; ERTTER, B.; ÁLVAREZ, M.C.F.C.; HÄMET-AHTI, L.; MIYAMOTO, F.; NOLTIE, H.J.; NOVARA, L.J.; NOVIKOV, V.S.; SIMONOV, S.S.; SNOGERUP, S.; WILSON, K.L. Juncaceae 2: *Juncus* subg. *Juncus*. **Species Plantarum: Flora of the world**, n. 7, p. 1-336, 2002b.
- KIRSCHNER J.; BALSLEV, H.; BROOKS, R.E.; CLEMANTS, S.E.; ERTTER, B.; HÄMET-AHTI, L.; ÁLVAREZ, M.C.F.C.; NOVARA, L.J.; NOVIKOV, V.S.; SIMONOV, S.S.; SNOGERUP, S.; WILSON, K.L.; ZIKA, P.F. Juncaceae 3: *Juncus* subg. *Agathryon*. **Species Plantarum: Flora of the world**, n. 8, p. 1-192, 2002c.
- LINDER, H.P.; RUDALL, P.J. Evolutionary history of Poales. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, n. 36, p. 107-124, 2005.

- MAHESHWARI, P. **An introduction to the embryology of angiosperms**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1950.
- MAKDE, K. H. Endothecium in Cyperaceae. **Current Science**, n. 50, p. 98-99, 1981.
- MAKDE, K. H. Pollen development in the Cyperaceae. **Journal of the Indian Botanical Society**, n. 61, p. 242-249, 1982.
- MAKDE, K. H.; BHUSKUTE, S. M. Embryology of *Kyllinga monocephala* (Cyperaceae) and its systematic position. **Plant Systematics and Evolution**, n. 156, p. 143-150, 1987.
- MAKDE, K. H.; UNTAWALE, A. G. Contribution to the embryology of *Fimbristylis* Vahl with a brief discussion on its systematic position. **Beiträge zur Biologie der Pflanzen**, n. 64, p. 231-242, 1989.
- MUNRO, S.L.; LINDER, H.P. The embryology and systematic relationships of *Prionium serratum* (Juncaceae: Junciales). **American Journal of Botany**, n. 84, p. 850-860, 1997.
- PADHYE, M. D. Studies in Cyperaceae. I. Embryology of *Cyperus iria* Linn. **Proceedings of the National Academy of Sciences of India, Section B, Biological Sciences**, n. 37, p. 1-37, 1971.
- PLUNKETT, G.M.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S. & BROOKS, R.E. Phylogenetic relationships between Juncaceae and Cyperaceae: insights from *rbcL* sequence data. **American Journal of Botany**, n. 82, p. 520-525, 1995.
- ROALSON, E.H. Phylogenetic relationships in the Juncaceae inferred from nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequence data. **International Journal of Plant Sciences**, n. 166, p. 397-413, 2005.
- SAARELA, J.M.; RAI, H.S.; DOYLE, J.A.; ENDRESS, P.K.; MATHEWS, S.; MARCHANT, A.D.; BRIGGS, B.G. & GRAHAM, S.W. Hydatellaceae identified as a new branch near the base of the angiosperm phylogenetic tree. **Nature**, n. 446, p. 312-315, 2007.
- SASS, J.E. **Elements of botanical microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- SHAH, C. K. The life history of *Juncus bufonius* Linn. **Journal of the Indian Botanical Society**, n. 42, p. 238-251, 1963.
- SIMPSON, D.A. Relationships within Junciales. In: P.J. Rudall; P.J. Cribb; D.F. Cutler & C.J. Humphries (eds.). **Monocotyledons: systematics and evolution**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1995. p. 497-509.
- STEVENS, P.F. **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 9, June 2008 [and more or less continuously updated since]. will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. acesso em 03/10/2011.
- TANAKA, N. Chromosome studies in Cyperaceae. XII. Pollen development in five genera, with special reference to *Rhynchospora*. **Botanical Magazine** (Tokyo), n. 55, p. 57-65, 1941.
- WUNDERLICH, R. Über das antherentapetum mit besonderer Berücksichtigung seiner Kernzahl. **Österreichische Botanische Zeitschrift**, n. 101, p. 1-63, 1954.
- ZAMAN, B. The embryology of *Juncus prismatocarpus* Br. *J. effuses* L. **Proceedings of the Indian Academy of Sciences**, n. 31B, p. 223-233, 1950.

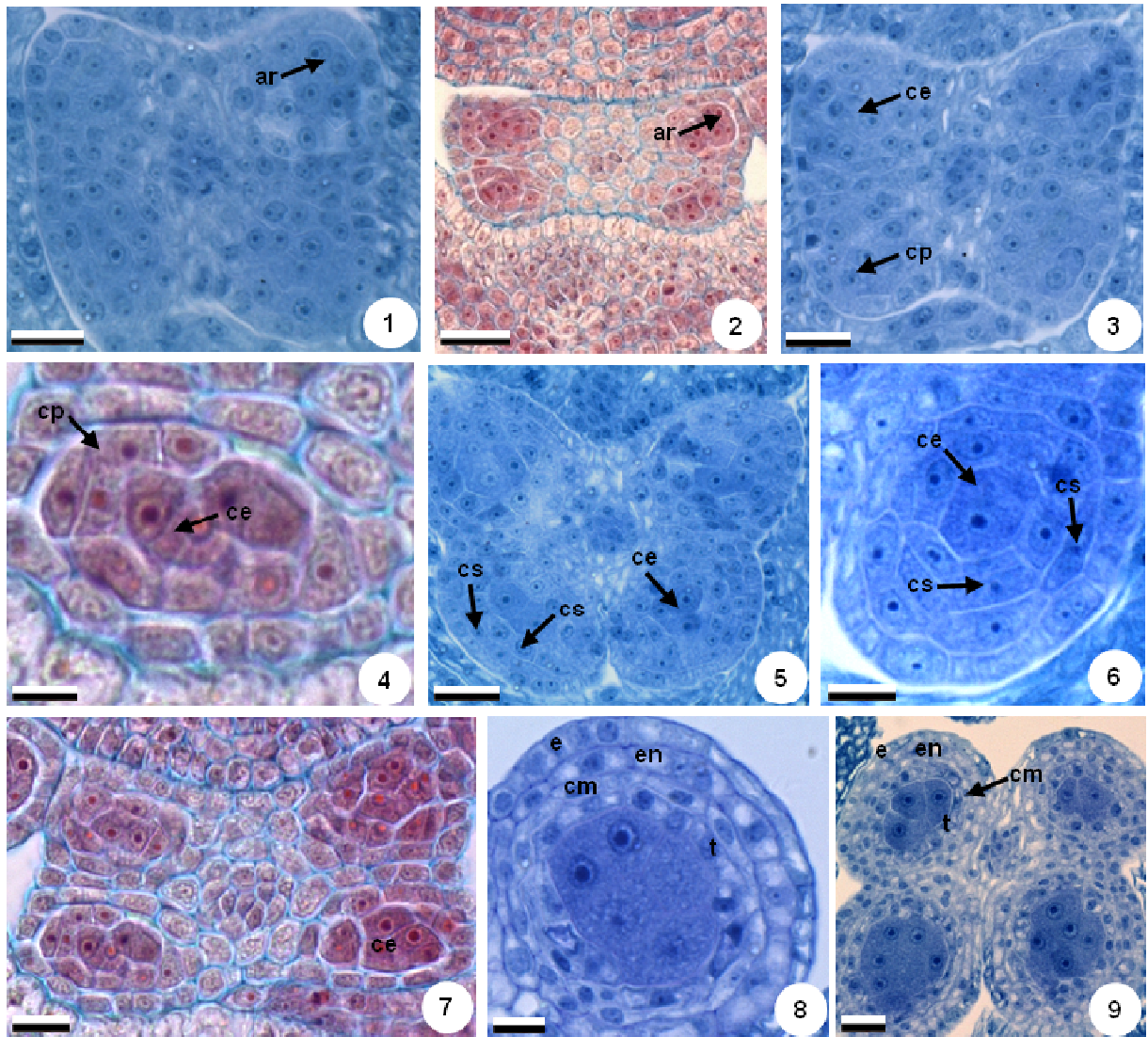
## Legendas das Figuras

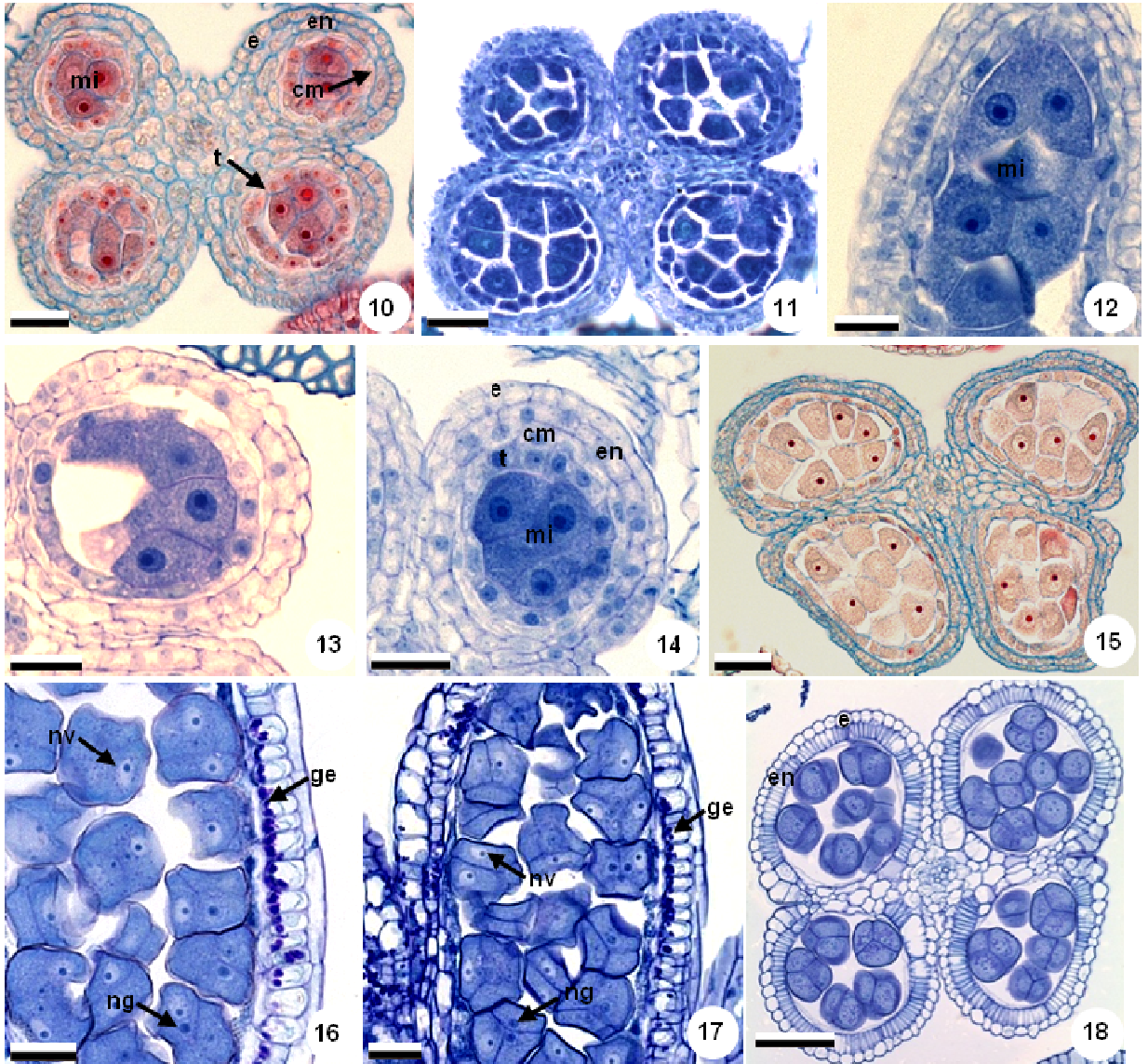
**Figuras 1-9:** Etapas iniciais do desenvolvimento da parede da antera de *Juncus micranthus* (Figs 1, 3, 5-6, 8-9) e *J. tenuis* var. *dichotomus* (Figs 2, 4, 7). **1-2.** Seções transversais (ST) de primórdios de anteras com células arquesporais em diferenciação. **3-4.** ST de anteras jovens com diferenciação das camadas parietal e esporogênica primárias. **5-7.** ST de anteras jovens com diferenciação das camadas parietais primárias em camadas parietais secundárias. **8-9.** Detalhe de anteras com paredes em desenvolvimento, em ST. (Barras: Figs 1-3, 5, 9= 20µm; Figs 4, 6-8= 10µm). (ar= arquespório; ce= camada esporogênica primária; cm=camada mediana; cp= camada parietal primária; cs= camada parietal secundária; e= epiderme; en= endotécio; t= tapete).

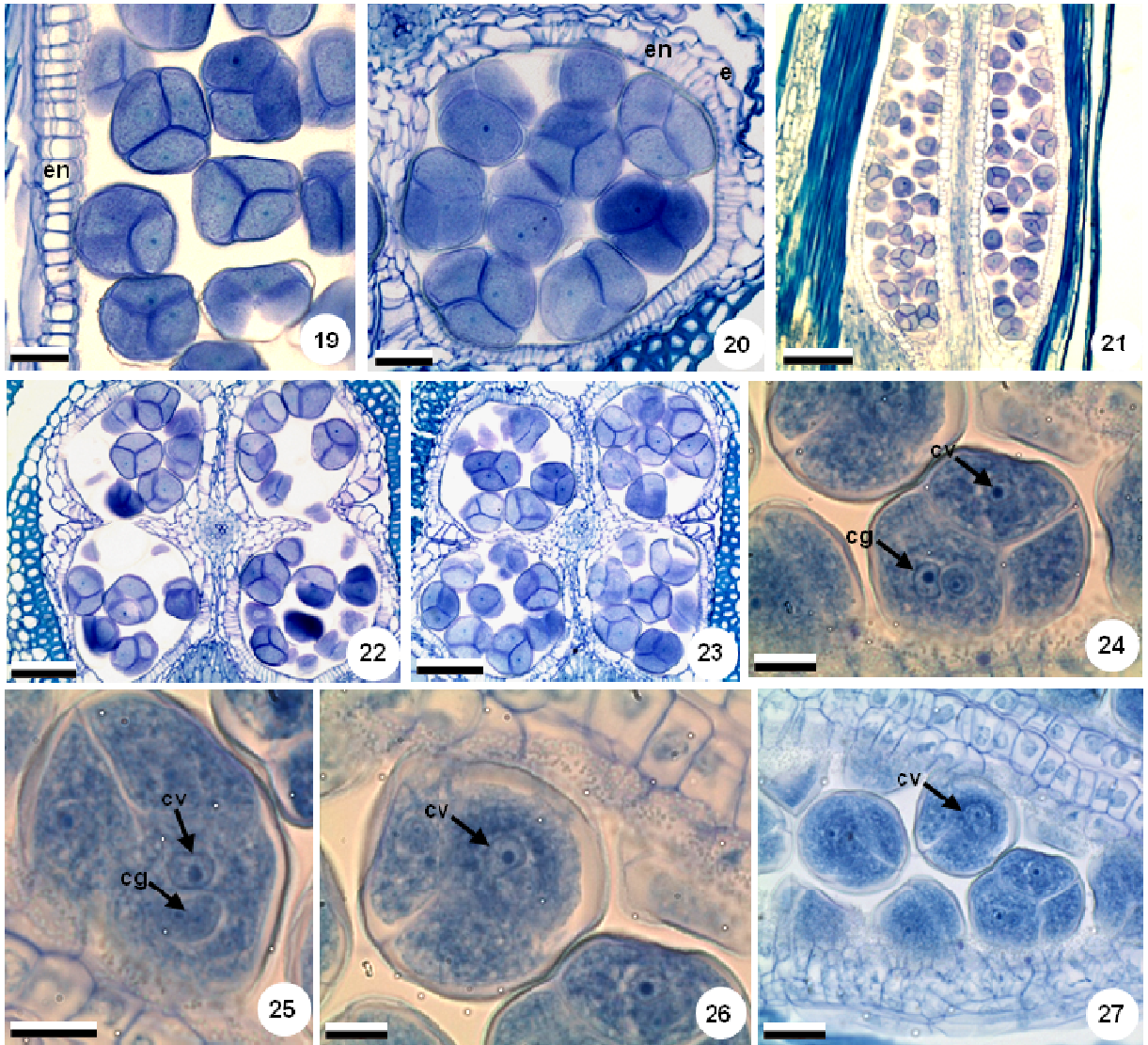
**Figuras 10-18:** Etapas intermediárias do desenvolvimento da parede da antera e do grão de pólen de *J. tenuis* var. *dichotomus* (Figs 10-11, 15), *Juncus micranthus* (Figs 12-14) e *J. microcephalus* (Figs 16-18). **10-11, 13-15.** Etapas do desenvolvimento da parede da antera, em seções transversais (ST). **12.** Detalhe de antera em seção longitudinal (SL). **16-17.** SL de anteras em desenvolvimento com acúmulo de grãos de amido no citoplasma das células do endotécio. **18.** ST da antera madura indicando endotécio com espessamento em espiral e a presença de grãos de amido no citoplasma das células vegetativas do grão de pólen. (Barras: Figs 10, 12-14, 16-17= 20µm; Figs 11, 15= 30µm; Fig 18= 50µm). (cm=camada mediana; e= epiderme; en= endotécio; mi= microsporócito; ge= grãos de amido; ng= núcleo generativo; nv= núcleo vegetativo; t= tapete).

**Figuras 19-27:** Etapas intermediárias e tardias do desenvolvimento da parede da antera e do grão de pólen de *Juncus micranthus* (Figs 19-23) e *J. tenuis* var. *dichotomus* (Figs 25-27). **19, 21.** Seções longitudinais (SL) de anteras imaturas, com início de espessamento das células do endotécio. **20.** Seção transversal (ST) da antera com endotécio apresentando espessamento em espiral. **22-23.** ST de anteras em pré-antese, com desintegração do septo que separa as duas tecas adjacentes. **24, 26-27.** Detalhes de tétrades tetraédricas com núcleos das células vegetativas e generativas evidentes. **25.** Detalhe de tétrade tetraédrica com núcleo da célula generativa em divisão. (Barras: Figs 19-20, 24-27= 20µm; Fig. 21= 100µm; Figs 22-23= 50µm). (cg= célula generativa; cv= célula vegetativa; e= epiderme; en= endotécio).

## **Ilustrações**







Rio Claro, 04 de outubro de 2.011.

---

**Wagner Takashi Kakuno**

---

**Profa. Dra. Alessandra Ike Coan**