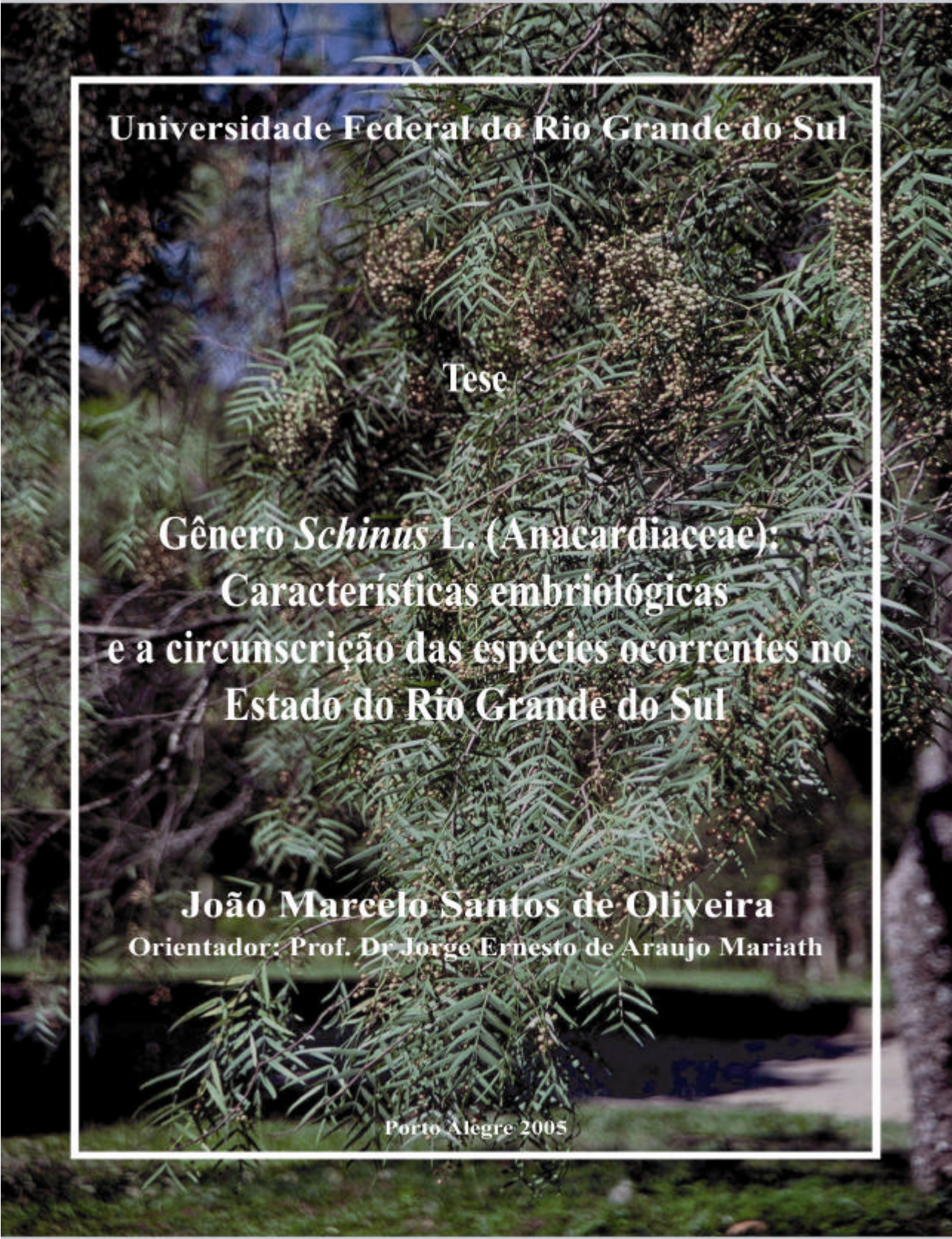




Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Tese

**Gênero *Schinus* L. (Anacardiaceae):
Características embriológicas
e a circunscrição das espécies ocorrentes no
Estado do Rio Grande do Sul**

João Marcelo Santos de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Jorge Ernesto de Araujo Mariath

Porto Alegre 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Tese

Gênero *Schinus* L. (Anacardiaceae):
Características embriológicas
e a circunscrição das espécies ocorrentes no
Estado do Rio Grande do Sul

Aluno: João Marcelo Santos de Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Jorge Ernesto de Araujo Mariath

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para a
obtenção do Título de Doutor em Ciências: Botânica.

Porto Alegre, 2005

“teremos de encarar as espécies do mesmo modo que aqueles naturalistas encaram os gêneros, admitindo que não passem de combinações artificiais, arranjadas em função da conveniência. Pode não ser uma perspectiva das mais animadoras, mas há de servir pelo menos para nos libertar da inglória pesquisa relativa à indecifrada e indecifrável essência da palavra *espécie*.”

Charles Robert Darwin, 1859

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Jorge E. A. Mariath pela orientação, pela amizade, pelo entusiasmo, pelo incentivo, pela confiança, pela clareza e pertinência das idéias e palavras que contribuíram diretamente para minha formação, desde minha iniciação científica até a conclusão deste trabalho de doutorado.

Ao Prof. Adelino Alvares e a sua família que me auxiliaram e me acolheram durante trabalho de coleta de material botânico no Município Santa Maria.

Aos Mestres: Prof. Dr. Paulo Luís de Oliveira, Prof. Dr. Bruno Edgar Irgang, Profa. Dra. Ilsi Boldrini, Profa. Dra. Hilda Maria Longhi-Wagner, Profa. Dra. Tatiana Chies, pelo convívio, ensinamentos e incentivo, além da ajuda nas diversas expedições de coleta de material botânico.

A aluna de iniciação científica Daniele Munareto Rodrigues pela ajuda nas diversas expedições de coleta, preparação de materiais e análises dos mesmos, discussões e aprimoramento de idéias que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos colegas de Laboratório, Rinaldo Pires dos Santos, Ricardo Pires dos Santos, Carlos Frederico Nalepinski Wideholzer, Rivete Silva de Lima, Karen Lúcia Gama De Toni, Maria Cecília de Chiara Moço, Jaqueline Sarzi Sartori, Bibiana Cassol, Clarisse Azevedo Machado, Ana Cristina Mazzocato, Alba L. F. A. Lins, Alexandra Mastroberti, Juliana Troleis, Adriano Silvério, Sônia B. F. A. Tormes, pela amizade, pelo convívio pelos momentos bons e pelo apoio nos momentos difíceis.

A Dra. Lia Rosane Rodrigues pelo convívio, pela amizade, pela dedicação, pelo exemplo de profissionalismo e pelos ensinamentos.

Ao grande amigo Prof. Dr. Cláudio Augusto Mondin que incentivou muito a idealização do projeto que se transformou neste trabalho.

A Doutoranda Liliana Essi pelos ensinamentos, atenção e paciência durante minha iniciação em biologia molecular vegetal no Laboratório 204 do Departamento de Genética.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial às técnicas Miriam Souza Santos e Francis Farret Darsie.

À Direção do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica do Estado do Rio Grande do Sul pela autorização de coleta.

À Direção da Reserva Natural do Morro do Osso, em Porto Alegre, e aos seus Guardas-Parque.

Às servidoras públicas Gilca Maria Oliveira Santos, Icelva Mariano do Prado e Marisane Lovatto Odorizi que trabalham no setor de comutação bibliográfica-COMUT da Biblioteca Central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela dedicação e consciência da importância do próprio trabalho para a realização de outros como os que apresento neste volume.

Ao CNPq pelo suporte financeiro.

Aos Cidadãos que pagam impostos.

Agradecimento especial a minha família que me incentivou, se empenhou com o trabalho e também compreendeu e me auxiliou nos diversos momentos difíceis que ocorreram durante a realização deste trabalho.

João Marcelo Santos de Oliveira
Porto Alegre, Março de 2005

Resumo

O presente trabalho intitulado - Gênero *Schinus* L. (Anacardiaceae): Características embriológicas e a circunscrição das espécies ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, possui informações sobre a ontogenia do rudimento seminal em *Schinus polygamus* e *Schinus terebinthifolius*, informações sobre caracteres anatômicos do rudimento seminal maduro de *Schinus polygamus*, *Schinus terebinthifolius*, *Schinus lentiscifolius* e *Schinus molle*, informações sobre o desenvolvimento inicial do endocarpo de *Schinus terebinthifolius* e informações sobre caracteres anatômicos do pericarpo maduros de todas as espécies já citadas, informações essas que serão resumidas a seguir. O primórdio do rudimento seminal, nas espécies de *Schinus* (aroeiras) estudadas, surge pela atividade mitótica das camadas dois e três do tecido placentário. A formação inicial do primórdio do rudimento seminal em ambas as espécies possui diferenças. Em *S. terebinthifolius* o primórdio em formação se curva e preenche a base da cavidade locular, enquanto em *S. polygamus* o primórdio cresce, inicialmente, em direção a parede locular oposta. Posteriormente, em ambas as espécies estudadas, ocorre a formação das células arqueosporial e parietal, seguido do tegumento interno, obturador funicular e tegumento externo, nesta ordem. O processo de formação das estruturas listadas acima é idêntico em ambas as espécies estudadas. O tegumento interno é anular enquanto o tegumento externo é semi-anular. A análise da ontogenia dos rudimentos seminais em espécies de *Schinus* mostrou diferenças e semelhanças que se acredita possuírem valor taxonômico para a circunscrição do gênero *Schinus* e, ainda, delimitações infragenéricas. De maneira geral as espécies estudadas (*S. terebinthifolius* – incluindo sua forma arbustiva dita reduzida, *S. molle*, *S. lentiscifolius* e *S. polygamus*) apresentam um ovário unilocular que abriga apenas um rudimento seminal. Os rudimentos seminais são anátropos e crassinucelados. As espécies de *Schinus* são bitégmicas com o tegumento interno simétrico e o tegumento externo assimétrico. Foram observadas diferenças qualitativas nas seguintes estruturas que compõem os rudimentos seminais: a) estrutura dos tegumentos, b) estrutura do obturador funicular e c) tipo de placentação. Estes caracteres do rudimento seminal, quando avaliados conjuntamente, permitem a determinação das espécies de aroeiras que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul. No gênero *Schinus* os frutos são do tipo drupa. Em *S. terebinthifolius* o endocarpo se origina exclusivamente da epiderme da cavidade locular. As divisões periclinais responsáveis pela formação do endocarpo iniciam durante a antese floral, terminando em até 72 horas após a antese floral. Durante esta fase as camadas celulares mais internas, incluindo células do mesocarpo jovem, possuem estrutura meristemática e grande atividade mitótica. A camada cristalífera, típica nos frutos da família Anacardiaceae, possui origem no mesofilo carpelar e ocorre adjacente a camada mais externa do endocarpo formada por braquisclereídes. A região propícia para a análise da ontogenia do endocarpo, em *Schinus*, corresponde ao ponto de inserção do rudimento seminal no carpelo, onde a epiderme do rudimento seminal e da cavidade locular são observadas como tecidos contínuos, porém, apresentam destinos morfogenéticos distintos. Características anatômicas como número de camadas do exocarpo, arranjo das cavidades secretoras, presença de esclerênquima no mesocarpo interno, estrutura do endocarpo e contorno da cavidade locular são úteis para circunscrever as espécies estudadas (*Schinus terebinthifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. molle* e *S. polygamus*) que ocorrem no referido Estado. Algumas espécies possuem grande sobreposição de caracteres morfológicos que são usualmente utilizados para a sua identificação. Com o auxílio dos caracteres anatômicos observados no rudimento seminal e pericarpo das diferentes espécies estudadas foram propostos chaves de identificação, as quais serão úteis para a identificação das espécies.

Abstract

The present paper entitled – Genus *Schinus* L. (Anacardiaceae): embryological characteristics and the circumscription of the species that occur in Rio Grande do Sul State – has informations about the ovuleontogeny in *Schinus polygamus* and *Schinus terebinthifolius*, informations about anatomic characters of the mature ovule of *Schinus polygamus*, *Schinus terebinthifolius*, *Schinus lentiscifolius* and *Schinus molle*, informations about the initial development of the endocarp of *Schinus terebinthifolius* and informations about anatomic characters of the mature pericarp of all the species already mentioned. These informations will be resumed as follow. The ovule primordium in the species of *Schinus* studied, appears by the mitotic activity of the layers two and three of the placental tissue. The initial formation of the ovule primordium in both species has differences. In *S. terebinthifolius* the forming primordium curves and fulfills the basis of the locular cavity, although in *S. polygamus* the ovule primordium initially grows towards to the opposite locular wall. Posteriorly, in both species, there is the formation of the archesporial and parietal cells, then, the formation of the inner tegument and the outer tegument, in this order. The formation order of those structures is identical in both studied species. The inner tegument is annular and the outer tegument is semi-annular. The ontogeny analysis of ovules in *Schinus* species showed differences and similarities that can have a taxonomic value for the circumscription of the genus and, also, infrageneric delimitations. In a general manner the studied species (*S. terebinthifolius*, *S. molle*, *S. lentiscifolius* e *S. polygamus*) have a unilocular ovary that conceals only one ovule. The ovules are anatropous and crassinucellate. The species of *Schinus* are bitegmic as symmetric inner tegument and the asymmetric outer tegument. Qualitative differences were observed in the following structures the ovules: a) the tegument structure, b) the funicular obturator structure and c) type of placentation. These characters of ovule, when evaluated in-group allow the determination of species from *Schinus* that occur in Rio Grande do Sul State. In *S. terebinthifolius* the fruits are of drupe kind. In this species, the endocarp originates exclusively from the epidermis of the locular cavity. The periclinal divisions responsible for the formation of the endocarp start during the floral anthesis, finishing it until 72 hours after the floral anthesis. During this phase, the inner cellular layers, including the cells from the young mesocarp, have a meristematic structure and great mitotic activity. The carpel mesophyll originates the crystal layer, typical in the fruits of the Anacardiaceae family. It occurs adjacent to the outer layer of the endocarp formed by brachysclereids. The propitious region for the analysis of the endocarp ontogeny, in *Schinus*, corresponds to the ovule placentation in the carpel, where the ovule epidermis and the locular cavity are observed as continuous tissues, though, they show distinct morphogenetic destinies. Anatomic characteristics as the number of layers of the exocarp, arrangement of the secretory cavities, presence of sclerenchyma in the inner mesocarp, endocarp structure and outline of the locular cavity are useful to circumscribe the studied species (*Schinus terebinthifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. molle* and *S. polygamus*) that occur in the referred state. Some species have a large superposition of morphologic characters that are usually used for their identification. Using the anatomic characters observed in ovule and pericarp of the different *Schinus* species identification keys were proposed, for the species identification.

Sumário

Capítulo 1 -	Introdução _____	10
	Objetivos _____	18
	Referências bibliográficas _____	20
Capítulo 2 -	Material e Métodos _____	25
	Material botânico _____	26
	Metodologia _____	30
	Referências bibliográficas _____	32
Comentário geral sobre os capítulos 3 a 6	_____	34
Capítulo 3 -	Ontogenia do rudimento seminal em <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi e <i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. _____	35
	Abstract /Resumo _____	37
	Introdução _____	38
	Material e métodos _____	39
	Resultados _____	40
	Discussão _____	42
	Referências bibliográficas _____	47
	Figuras _____	52
Capítulo 4 -	Anatomia do rudimento seminal em <i>Schinus</i> L. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. _____	58
	Abstract /Resumo _____	60
	Introdução _____	61
	Material e métodos _____	62
	Resultados _____	63
	Discussão _____	67
	Chave analítica _____	74
	Referências bibliográficas _____	75
	Figuras _____	80

Capítulo 5 -	Desenvolvimento inicial do endocarpo em <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (Anacardiaceae).	88
	Abstract /Resumo	90
	Introdução	91
	Material e métodos	92
	Resultados	92
	Discussão	94
	Referências bibliográficas	99
	Figuras	101
 Capítulo 6 -	 Anatomia do pericarpo em espécies de <i>Schinus</i> L. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas.	 107
	Abstract /Resumo	109
	Introdução	110
	Material e métodos	111
	Resultados	112
	Discussão	115
	Chave analítica	121
	Referências bibliográficas	122
	Figuras	125
 Capítulo 7 -	 Considerações Finais	 136
 Anexo 1 -	 Referências bibliográficas	 142
Anexo 2 -	Normas da Revista Brasileira de Botânica	152

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Introdução

A família Anacardiaceae (Lindley) resultou como parte da subdivisão da família Terebinthaceae (Juss.) a qual possuía gêneros de outras famílias como Burseraceae, Rutaceae e Euphorbiaceae (Wannan & Quinn 1990). Atualmente, a família é considerada como pertencente à ordem Sapindales, através de um estudo que utilizou marcadores moleculares associados a caracteres morfológicos, anatômicos e compostos químicos (Gadek *et al.* 1996). Com a utilização apenas de caracteres morfológicos, anatômicos e químicos a literatura registra desacordo entre diferentes autores nessa questão, sendo que alguns associam a família Anacardiaceae à ordem Rutales como Thorne (1992), enquanto Cronquist (1988), entre outros, classificam a família junto à ordem Sapindales, como é atualmente aceito (Judd *et al.* 1999). Em estudo realizado para o Brasil, Falcão (1966) detectou grande afinidade entre a família Anacardiaceae com as famílias Burseraceae e Simaroubaceae. Trabalhos posteriores detectaram a mesma afinidade, principalmente, entre as famílias Anacardiaceae e Burseraceae (Cronquist 1988, Gadek *et al.* 1996, Judd *et al.* 1999).

A família Anacardiaceae possui 600 espécies e 80 gêneros, aproximadamente, com ampla distribuição geográfica, sendo que, de acordo com Mitchell & Mori (1987) não são encontrados indivíduos da referida família no Alasca, Norte do Canadá, maior parte do norte da Eurásia, regiões temperadas e áridas da Austrália, Nova Zelândia, extremo sul da América do Sul e ilhas remotas. A família é tradicionalmente subdividida em cinco tribos: Anacardieae, Rhoeae, Semecarpeae, Spondiadeae e Dobineae (Engler 1892) por meio da utilização do número de carpelos e número de lóculos durante a antese e no fruto, morfologia do estilete, inserção do rudimento seminal e morfologia foliar. Porém, de acordo com Wannan & Quinn (1990, 1991) existe conflito no modo como as tribos e os seus respectivos gêneros foram circunscritos o que gera dificuldades na definição de posicionamento de alguns gêneros. Atualmente, está sendo proposta a reorganização da família Anacardiaceae com apenas duas subdivisões, com base em análises mais acuradas da morfologia floral, anatomia do pericarpo, além de caracteres moleculares (Wannan & Quinn 1990, 1991, Terrazas & Chase 1996, Pell & Urbatsch 2001). Nesse novo contexto, o grupo basal seria

formado pelos gêneros da tribo Spondiadeae incluindo, ainda, dois gêneros da tribo Rhoeae. A segunda tribo seria formada pelas demais tribos. O estabelecimento de limites genéricos na família Anacardiaceae é usualmente feito por meio de considerações sobre a estrutura do endocarpo, a qual é extremamente conservada nos gêneros (von Teichman 1989). Ainda nesse contexto, Santin & Leitão-Filho (1991) citam a importância do tipo de fruto e de placentação para a descrição dos gêneros.

Recentemente, diversos estudos foram realizados em diferentes espécies da família Anacardiaceae, através da análise morfológica e anatômica de flores, frutos e sementes com ênfase taxonômica e sistemática (Robbertse *et al.* 1986; von Teichman & Robbertse 1986; von Teichman 1989, 1991, 1992, 1998; von Teichman & van Wyk 1991, 1993, 1994; Carmello-Guerreiro & Paoli 1999a, b, 2000, 2002; Pienaar & von Teichman 1998; Li *et al.* 1999, Wannan & Quinn 1990, 1991, entre outros), se incluindo nesse contexto elementos da flora brasileira como *Anacardium*, *Lithraea*, *Schinus*, *Astronium*, *Myracrodruon* e *Tapirira*. De maneira geral, os autores expressam preocupação com o estabelecimento de comparações apenas entre estruturas homólogas nos diferentes táxons, porém os poucos estudos ontogenéticos realizados não demonstram de forma clara toda a série de transformações dos rudimentos seminais e pericarpo, utilizados nas circunscrições genéricas mais recentes. Se inclui nesse contexto, suposições de autores como von Teichman & Robbertse (1986) sobre a provável série ontogenética que seria apresentada por determinado tecido, suposições estas que foram sistematicamente adaptadas nos trabalhos posteriores. Assim, a premissa para o estabelecimento de homologias na família Anacardiaceae foi comprometida, ou seja, de maneira geral, a origem dos tecidos de carpelos, rudimentos seminais e estratos do pericarpo não são totalmente conhecidos e, em alguns casos, até confuso, senão que o gênero *Schinus* está incluído nesse contexto problemático.

De maneira geral, para a família Anacardiaceae, como pode ser observado pela consulta dos trabalhos acima citados, se observa que existem trabalhos detalhados para uma única espécie (von Teichman & Robbertse 1986, Pienaar & von Teichman 1998) e trabalhos que apresentam amplas generalizações sobre gêneros baseados em apenas uma de suas espécies (Wannan & Quinn 1990,

1991). De acordo com Palser (1975), este tipo de informação acaba causando confusões na caracterização das famílias, entre outros níveis hierárquicos, o que pode ser em parte observado na família Anacardiaceae através da inexistência de uma organização de tribos eficiente.

De acordo com Barroso (1991), no Brasil ocorrem 14 gêneros, onde salientamos o gênero *Schinus*, alvo do presente estudo, além de outros economicamente importantes, como *Anacardium*, *Mangifera* e *Schinopsis*. Os 14 gêneros citados por Barroso (1991) se distribuem em três tribos sendo a tribo Rhoeae a mais representativa, com nove gêneros, incluindo *Schinus*.

De acordo com Lawrence (1951), a importância econômica da família Anacardiaceae reside nas sementes comestíveis de *Anacardium occidentale* (cajuero) e de *Pistacia vera* (pistache), pela polpa comestível dos frutos de *Mangifera indica*, (manga), de *Spondias* (cajazeira) e de *Harpephyllum caffrum* (sem nome popular na língua portuguesa). Resinas, óleos e vernizes são obtidos em espécies de *Toxicodendron* e de *Pistacia lentiscus*, além do ácido tânico, utilizado para o processamento de couro, obtido de *Schinopsis*, gênero comum na América do Sul. Espécies dos gêneros *Lithraea* e *Toxicodendron*, principalmente, causam graves irritações cutâneas no ser humano (Mitchell 1990, Schenkel *et al.* 2003).

Na família Anacardiaceae ocorrem espécies com hábito arbóreo, arbustivo e também lianas (Judd *et al.*, 1999), e ainda espécies onde há presença de taninos, látex branco ou incolor, o qual pode ser cáustico, como por exemplo, o que ocorre no pedúnculo floral hipertrofiado de *Anacardium occidentale*. Ductos resiníferos verticais bem desenvolvidos ocorrem na casca (floema primário e secundário) e na nervura principal das folhas. As folhas são alternas e normalmente compostas, raramente com estípulas. Folhas opostas ocorrem nos gêneros *Bouea* e *Dobinea*. Os folíolos são inteiros ou serrados, com venação pinada. Ocorrem espécies dióicas, como as observadas no Rio Grande do Sul, polígamo-dióicas e monóicas. As flores são pequenas, gamossépalas e dialipétalas e ocorrem em racemos ou panículas terminais ou axilares. O cálice pode ser persistente no fruto. As pétalas são alternas e maiores em relação às peças do cálice. A prefloração é imbricada ou valvar. O androceu é composto por um a dez estames, sendo que as variantes inferiores a dez ocorrem por interrupção do desenvolvimento do órgão. Um disco

intraestaminal inteiro ou sulcado ou em forma de glândula ocorre e acaba envolvendo a base do ovário. O gineceu súpero é composto por um a 13 carpelos com rudimentos seminais que ocorrem solitários nos lóculos, podendo ocorrer um ovário unilocular através de aborto. O estilete é terminal simples ou fendido. O fruto é livre ou parcialmente imerso no receptáculo floral sendo normalmente drupáceo. Nos gêneros *Mauria* e *Parishia*, a redução do endocarpo leva a formação de bagas (Wannan & Quinn 1990). A semente é reta, horizontal ou invertida, com a testa membranácea, eventualmente unida ao endocarpo e hilo ventral. O embrião pode ou não ser albuminado, com cotilédones plano-convexos e radícula curvada.

O Gênero *Schinus* L.

O Gênero *Schinus* pertence à tribo Rhoeae (*sensu* Engler 1892), com aproximadamente 24 espécies neotropicais (Mitchell 1990). No Estado do Rio Grande do Sul ocorrem cinco espécies do gênero *Schinus* (Fleig, 1979), *S. molle*, *S. terebinthifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. pearcei* e *S. polygamus*. De acordo com Barkley (1944, 1957) no Brasil, em sua região Sul ocorrem indivíduos de *S. weinmannifolius*, o qual foi colocado como sinônimo de *S. terebinthifolius* por Fleig (1979). Fleig (1981) descreve *S. pearcei* como citação nova para o Brasil. Ainda segundo Barkley (1944), com exceção de *Schinus molle*, que ocorre desde o México, com ampla distribuição através de toda a América do Sul, o gênero apresenta uma distribuição natural na América do Sul. Algumas espécies do gênero foram introduzidas em outras partes do mundo, principalmente como ornamentais. O gênero compreende árvores e arbustos. Seus ramos apresentam entrenós irregulares, glabros ou pilosos, folhas simples ou compostas, raque freqüentemente alada, com folíolos sésseis ou subsésseis. As espécies são dióicas. As inflorescências se expressam como racemos ou panículas axilares e/ou terminais, geralmente multifloras, pilosas ou glabras. Espécies de folhas simples e inflorescências tipo racemos são agrupadas no subgênero *Duvaua*, enquanto aquelas que possuem folhas compostas e inflorescências tipo panículas são agrupadas no subgênero *Euschinus* (Barkley 1944, 1957). Recentemente, Fleig (1987) considerou supérflua a organização infragenérica para

Schinus, porém, não apresentou discussão consistente sobre o tema. Assim, no presente trabalho os subgêneros são considerados válidos.

As espécies são dióicas por interrupção no desenvolvimento de um dos órgãos reprodutivos. As flores são tetrâmeras a pentâmeras, variando de 2 a 4 mm de comprimento. A prefloração é imbricada sendo o receptáculo cônico e o pedicelo articulado. Sépalas persistentes com margens pilosas, cujos tricomas podem ser tectores e glandulares; as pétalas são predominantemente brancas, levemente esverdeadas, livres, com margens glabras ou pilosas. O androceu apresenta 8 a 10 estames inseridos na base do disco através de filetes subulados. O disco intraestaminal é carnoso nas flores estaminadas, nas pistiladas, se expressa relativamente menos desenvolvido. O gineceu é reduzido nas flores estaminadas. Nas flores pistiladas o gineceu é composto por um único carpelo sendo que os outros dois interrompem muito cedo seu desenvolvimento. O carpelo apresenta apenas um lóculo no qual se desenvolve apenas um rudimento seminal suspenso, próximo ao ápice lateral do carpelo; o estilete é terminal, trifido ou trilobulado, sem superfície estigmática nas flores estaminadas. O fruto é do tipo drupa globosa assimétrica, variando de 4 a 8 mm de diâmetro; o epicarpo é papiráceo podendo ser, quando maduro vermelho, lilás, rosado, púrpura e pardo. O epicarpo é separado do mesocarpo resinoso, o qual é aderente ao endocarpo rígido. A semente é compressa.

Na medicina popular, as espécies do gênero *Schinus* são utilizadas como diuréticas, as folhas sendo utilizadas como infusão em banhos tônicos, loção no tratamento de úlceras e erupções (Decker, 1932). De acordo com Paviani (1965), a casca é depurativa e antitérmica, com propriedades adstringentes sendo, também, utilizada como balsâmica para as vias respiratórias e urinárias. Corrêa (1926) cita que a madeira é empregada para esteios, mourões, lenha e carvão. Segundo Fleig (1987), as flores são melíferas. Atualmente, o efeito analgésico e depressor do sistema nervoso central do diclorometano extraído de folhas de *Schinus molle* foi comprovado cientificamente (Bello *et al.* 1998; Barrachina *et al.* 1997). Diclorometanol extraído de folhas de *S. molle* também foi descrito como redutor da pressão arterial em ratos de laboratório (Bello *et al.* 1996).

As características e as delimitações das espécies de *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul são:

Subgênero *Duvaua*

Schinus polygamus (Cavanilles) Cabrera

Os indivíduos desta espécie possuem hábito arbustivo ou arbóreo. Em relação às demais espécies do gênero *Schinus*, para o Rio Grande do Sul, *S. polygamus* é a única espécie que apresenta folhas simples e ramos espinescentes, tornando-se de fácil reconhecimento no campo. A estrutura foliar não é diagnóstica devido à grande variação na morfologia da lâmina e bordo. As flores ocorrem em racemos pequenos, que comportam poucas flores; as flores apresentam pedicelo tênue com articulação em sua porção mediana. As flores estaminadas apresentam filetes estreitos; nas flores pistiladas, o estigma é trilobado. O fruto, como nas demais espécies do gênero, é uma drupa esférica que, na maturidade, pode ter coloração púrpura intenso ou parda.

Subgênero *Euschinus*

Schinus terebinthifolius Raddi e *Schinus weinmannifolius* Mart. ex Engl.

Schinus terebinthifolius e *Schinus weinmannifolius* apresentam similaridades diversas em relação às folhas e folíolos, no que diz respeito ao indumento, tamanho das alas na ráquis, estrutura do bordo, ápice e base dos folíolos, flores e frutos (Cabrera 1938, Barkley, 1944, Fleig 1979). Segundo Fleig (1979) não é possível separar objetivamente *S. terebinthifolius* de *S. weinmannifolius*, sendo que a autora considera a segunda, no Estado do Rio Grande do Sul-Brasil, como uma forma reduzida da primeira. Mattos (1965) afirma que as espécies, acima referidas, podem ser diferenciadas, pois *S. weinmannifolius* apresenta folhas crassas, panículas pequenas, algumas vezes semelhantes a racemos, brácteas relativamente menores e frutos relativamente maiores.

No ambiente natural *S. terebinthifolius* possui caráter pioneiro e também ocorre na borda de matas onde o solo é úmido e/ou erodido; *S. weinmannifolius*, por outro lado, aparece em campos

sujeitos com solo pedregoso ou arenoso. Com relação ao porte dessas espécies é comum entre os autores considerar *S. weinmannifolius* arbustivo, com aproximadamente 0,50m de altura, podendo atingir até 4 m de altura (Mattos 1965). De acordo com Fleig (1979) indivíduos de *S. terebinthifolius* que sofrem corte raso formam rebrotos com estrutura foliar e inflorescências semelhantes ao descrito para *S. weinmannifolius*. Além disso, Fleig (l.c.) cita que a condição edáfica também seria responsável por induzir modificações em indivíduos de *S. terebinthifolius* que expressariam fenótipo de *S. weinmannifolius*. Assim, Fleig (l.c.) considerou *S. weinmannifolius* como uma forma reduzida de *S. terebinthifolius*, colocando, portanto, a primeira como sinônimo da segunda. No extenso trabalho de Cabrera (1938), sobre as Anacardiaceae austroamericanas, a distinção entre as espécies citadas é difícil e se dá basicamente pela presença de tricomas nas nervuras dos folíolos e leve diferença na morfologia dos mesmos. Barkley (1944, 1957), embora considere a existência de *S. terebinthifolius* e de *S. weinmannifolius*, sugeriu estudos mais aprofundados entre as espécies devido à ocorrência de ampla sobreposição de caracteres morfológicos das flores, dos frutos e das folhas e folíolos.

Assim, de acordo com as informações acima apresentadas existe uma inconsistência na delimitação das espécies, a qual é feita basicamente com caracteres morfológicos de órgãos vegetativos e reprodutivos utilizados para a sua delimitação. Nesse contexto, os autores do presente estudo irão aceitar as conclusões apresentadas por Fleig (1979, 1987), devido a importância de seu trabalho para o extremo sul do Brasil. Portanto, a apresentação dos resultados será feita sempre mencionando se é relativo a sua forma arbórea ou a sua forma reduzida, como citado acima. Um dos objetivos do presente estudo será, portanto, confirmar ou não a interpretação de Fleig (1979) nesse tema, através de uma abordagem anatômica.

Schinus lentiscifolius Marchand

Apresenta hábito arbóreo, com até 6m de altura, arbustivo ou subarbustivo, com tonalidade acinzentada típica de suas folhas. A variação foliar é muito grande quando são analisadas características como forma, tamanho, número e ângulo de inserção. Quando *S. lentiscifolius* sofre

corte raso, os rebrotos expressam estrutura semelhante a *S. terebinthifolius* e *S. weinmannifolius*, formando ramos subterrâneos, os quais afloram na superfície (Fleig, 1979).

Segundo Fleig (1987), estas características levaram muitos autores a confundir as espécies referidas. Quanto às condições edáficas e ecológicas, Fleig (1987) descreveu a espécie ocorrendo em solo pedregoso, geralmente originado de rochas metamórficas, formando capões, em borda de mata ou campos sujos. Nesse contexto, *S. lentiscifolius* além de apresentar semelhanças em algumas características de hábito e estrutura foliar, ocorre no mesmo habitat das espécies citadas no parágrafo acima.

Schinus molle L.

Lineu (1753 *apud* Fleig 1979) descreveu o gênero *Schinus* com *S. molle* e *S. areira*, sendo *S. molle* espécie tipo. Cabrera (1938) citou *S. areira* como variedade de *S. molle* e, posteriormente, Barkley (1944) colocou *S. molle* var. *areira* como sinônimo de *S. molle* var. *molle*, descrevendo ainda outras duas variedades. Lombardo (1964) demonstrou que as variedades haviam sido criadas com base em material em diferentes estádios de desenvolvimento de *S. molle*. Mattos (1965) teve dificuldades em separar as variedades e não obteve elementos para sua conservação, devido, segundo o próprio autor, à sobreposição de características.

De acordo com Fleig (1979, 1987), no material examinado para o Estado do Rio Grande do Sul se confirmou a “impossibilidade” de separação objetiva devido, principalmente, às descrições baseadas em características vegetativas e/ou florais. Fleig (1979) cita que características edáficas produzem a diversidade fenotípica que permitiu a criação equivocada das variedades de *S. molle*. Além disso, no Estado do Rio Grande do Sul, não existe problemas na identificação da referida espécie, ainda que se considere a presença de outras espécies de *Schinus*.

Objetivos

Assim, de acordo com as informações e atual estado de conhecimento sobre aspectos gerais da taxonomia da família Anacardiaceae e do gênero *Schinus*, o presente trabalho tem por objetivos:

- a) Ampliar os conhecimentos embriológicos com potencial taxonômico e sistemático sobre a família Anacardiaceae, com ênfase no gênero *Schinus* L.
- b) Verificar e descrever o processo ontogenético de formação dos rudimentos seminais e do pericarpo, órgãos alvo do presente estudo em uma espécie representativa do gênero *Schinus*, que sirva para o estabelecimento de homologia entre as diferentes espécies do referido gênero;
- c) Verificar e descrever a estrutura anatômica de rudimentos seminais e de frutos maduros das diferentes espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul, verificando o potencial taxonômico dos caracteres apresentados;
- d) Apresentar chaves analíticas baseadas nos caracteres anatômicos e seus respectivos estados de caráter como tentativa de tornar objetiva a circunscrição das espécies de *Schinus*;
- e) Verificar a proposta de Fleig (1979, 1987) em relação à manutenção de *Schinus weinmannifolius* como uma forma reduzida de *Schinus terebinthifolius*.

Referências bibliográficas

- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus*. Brittonia 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. Lilloa 28: 1-110.
- BARRACHINA, M. D.; MARTINEZ-CUESTA, M. A.; YUFERA, E. & ESPLUGES, J. 1997. Analgenic and central depressor effects of the dichloromethanol extract from *Schinus molle* L.. Phytotherapy Research 11: 317-319.
- BARROSO, G. M. 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil. UFV Imprensa Universitária, Viçosa.
- BELLO, R.; BARRACHINA, M. D; MORENO, L.; YUFERA, E. & ESPLUGES, J. 1996. Effects on arterial blood pressure of the methanol and dichloromethanol extracts from *Schinus molle* L. in rats. Phytotherapy Research 10: 634-635.
- BELLO, R.; BELTRAN, B. & MORENO, L. 1998. In vitro pharmacological evaluation of the dichloromethanol extract from *Schinus molle* L.. Phytotherapy Research 12: 523-535.
- CABRERA, A. L. 1938. Revisión de las Anacardiáceas austroamericanas. Revista de lo Museu de La Plata. Buenos Aires, 2: 1-64.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999a. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. Revista Brasileira de Botânica 22: 91-98.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999b. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. – Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. Revista Brasileira de Sementes 21: 222-228.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2000. Estrutura do pericarpo e da semente de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. Revista Brasileira de Botânica 23: 87-96

- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2002. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology 45: 73-79.
- CORRÊA, P. 1926. Dicionário de plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 1: 161-171.
- CRONQUIST, A. 1988. The evolution and Classification of Flowering Plants. Allen Press, Inc., Kansas.
- DECKER, J. S. 1932. Aspectos biológicos da flora brasileira. Rotermund, São Leopoldo.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. In Monographie Phanerogamarum (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- ENGLER, A. 1892. Anacardiaceae. In Die Natürlichen Pflanzenfamilien (A. Engler, & K. Prantl, eds.). Engelmann, Leipzig, v. 3, p.138-178.
- FALCÃO, W. F. A. 1966. Chave para separar as famílias Anacardiaceae, Burseraceae e Simaroubaceae. Rodriguésia 25: 203-217.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLEIG, M. 1981. The Anacardiaceae family in Rio Grande do Sul, Brazil. Iheringia Ser. Bot. 28: 141-155.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. B. Inst. Bioc. Porto Alegre 42: 1-72.
- GADEK, P. A.; FERNANDO, E. S.; QUINN, C. J.; HOOT, S. B.; TERRAZAS, T.; SHEAHAN, M. C & CHASE M. W. (1996) Sapindales: Molecular delimitations and infraordinal groups. American Journal of Botany. 83: 802-811.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A. & STEVENS, P. F. 1999. Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. Sinauer Association.
- LAWRENCE, G. H. M. 1951. Taxonomy of Vascular Plants. Macmillan Company, New York.

- LI, X., J., BASKIN, J. M. & BASKIN, C. C. 1999. Pericarp ontogeny and anatomy in *Rhus aromatica* Ait. And *R. glabra* L. (Anacardiaceae). Journal of the Torrey Botanical Society 126: 279-288.
- LINEU, C. 1753. *Species plantarum*. Holmiae, Laurentii Salvii. In FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. B. Inst. Bioc. Porto Alegre 42: 1-72.
- LOMBARDO, A. 1964. Flora arbórea y arborescente del Uruguay. Montevideo, Bouzout p. 82-86.
- MATTOS, J. R. 1965. Anacardiaceae: Flora do Rio Grande do Sul. 7: 5-25.
- MITCHELL, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. Advances in Economic Botany 8: 103-129.
- MITCHELL, J. D. & MORI, S. A. 1987. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). Memoirs of the New York Botanical Garden 42: 1-76.
- PALSER, B. F. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: embryology. Annals of the Missouri Botanical Garden 62: 621-646.
- PAVIANI, T. I. 1965. Contribuição ao conhecimento do gênero *Schinus* L.. Anatomia de quatro espécies e uma variedade. Tese apresentada para a obtenção de Livre Docência apresentada na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PELL, S. K. & URBATSCH, L. 2001. Evaluation of evolutionary relationships in Anacardiaceae using *matK* sequence data. Botany, Plants and People. Abstract 142.
- PIENAAR, M. E. & VON TEICHMAN, I. 1998. The generic position of *Lithraea brasiliensis* Marchand (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. Botanical Journal of Linnean Society 126: 327-337.
- ROBBERTSE, P. J., VON TEICHMAN, I. & VAN RENSBURG, H. J. 1986. A re-evaluation of the structure of the mango ovule in comparison with those of a few other Anacardiaceae species. South African Journal of Botany 52: 17-24.
- SANTIN, D. A. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Botânica 14: 133-145.

SCHENKEL, E. P., ZANNIN, M., MENTZ, L. A., BORDIGNON, S. A. L. & IRGANG, B. 2003.

Plantas Tóxicas. *In* Farmacognosia: Da planta ao medicamento (C.M.O. Simões, E.P. Shenkel, G. Gosmann, J.C.P. de Mello, L.A. Mentz & P. R. Petrovick eds.). Ed. UFSC/Ed. UFRGS, Porto Alegre, 5ª ed., p.959-994.

TERRAZASA, T. & CHASE, M. W. 1996. A phylogenetic analysis of Anacardiaceae based on morphology, anatomy and *rbcL* sequence data. *American Journal of Botany* 83: 197-198.

THORNE, R. F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. *The Botanical Review* 58: 225-348.

VON TEICHMAN, I. 1989. Reinterpretation of the pericarp of *Rhus lancea* (Anacardiaceae). *South African Journal of Botany* 55: 383-384.

VON TEICHMAN, I. 1991. The pachychalazal seed of *Protorhus longifolia* (Bernh.) Engl. (Anacardiaceae) and its taxonomic significance. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 32: 145-152.

VON TEICHMAN, I. 1992. Notes on the ovule and partially pachychalazal seed of *Operculicarya decaryi* H. Perrier (Anacardiaceae) from Madagascar. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 33: 289-293.

VON TEICHMAN, I. 1998. Micromorphological structure of the fruit and seed of *Smodingium argutum* (Anacardiaceae), as an adaptation to its natural habitat. *South African Journal of Botany* 64: 121-127.

VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. *Botanical Journal of Linnean Society* 93: 291-306.

VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. *South African Journal of Botany* 57: 29-33.

VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 111: 253-263.

- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. *Annals of Botany* 73: 175-184.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. *Botanical Journal of Linnean Society* 102: 225-252.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1991. Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 107: 349-385.

Capítulo 2

MATERIAL E MÉTODOS

Material Botânico:

Botões florais, flores em pré-antese, flores em antese, frutos em diferentes fases de desenvolvimento e frutos maduros de *Schinus molle* L. (ICN 128965), *Schinus lentiscifolius* March. (ICN 128961), *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr. (ICN 128958) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (ICN 128956, 128959, 128960) foram coletadas em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul (figura 1). O material botânico foi incorporado ao Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN). Cabe salientar que *Schinus pearcei* Engl., espécie citada como nova ocorrência para o Estado do Rio Grande do Sul por Fleig (1979, 1987) não foi encontrado nas expedições de coleta realizadas, embora exista uma coleta de Fleig de 1977 (ICN 043854) para a região central do Estado do Rio Grande do Sul (figura 1 – local 3).

Schinus molle L.

Os indivíduos ocorrem como árvores ou arbustos, variando de 3 a 10 m de altura. Seus ramos são flexíveis e pendentes, a semelhança das folhas o que justifica alguns nomes populares como aroeira-folha-de-salso ou aroeira-mole. As folhas são paripenadas ou imparipenadas com quatro a 12 folíolos. As inflorescências são panículas que ocorrem em posições terminais e axilares, as flores são pentâmeras, raramente tetrâmeras. Os frutos são tipo drupa com quatro a seis milímetros de diâmetro e com exocarpo, tipicamente, pardo. Na América Central e América do Norte é comum a ocorrência de frutos vermelhos, similares aos frutos de *Schinus terebinthifolius*. É comum encontrar indivíduos em encostas, borda de matas ou isolado em campos de regiões de pouca altitude, sendo também ruderal. É bastante utilizada em arborização urbana. Foi descrita como ocorrendo por todas as regiões fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul (Fleig 1979, 1987), porém sua ocorrência é rara ou nula em regiões de altitude acima de 500m acima do nível do mar. Usualmente floresce em setembro e outubro e frutifica de novembro a janeiro. Além do Estado do Rio Grande Sul, indivíduos de *S. molle* ocorrem no sudeste do Brasil, Bolívia, Argentina, Paraguai, Uruguai, América Central e México.



Figura 1. Mapa da América Latina com o Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) em destaque. Os números assinalados no território do Estado do Rio Grande do Sul indicam pontos de coleta de espécies do gênero *Schimus*. 1- Porto Alegre, 2- Cambará do Sul, 3- Santa Maria, 4- Caçapava do Sul, 5- Encruzilhada do Sul, 6- Pelotas, 7- Bagé, 8- Aceguá, 9- Mostardas, 10- Formigueiro, 11- Alegrete, 12, Santiago.

Os indivíduos possuem porte arbustivo ou arbóreo com até oito metros de altura aproximadamente, ocorrendo também indivíduos rasteiros de acordo com Fleig (1979, 1987). É comum que se desenvolvam ramos subterrâneos. As folhas são compostas e imparipenadas, glabras ou com pilosidade de densidade variada. Folíolos podem ser membranáceos, sub-coriáceos ou até coriáceos, de morfologia variável, inclusive em um mesmo indivíduo, principalmente quando ocorrem em rebrotos ou quando os indivíduos ocorrem em solos alterados, como áreas de aterros. As inflorescências são do tipo panícula, onde pode ocorrer um número variável de flores. As flores são pentâmeras. Os frutos são drupas com quatro a cinco milímetros de diâmetro, levemente comprimidas lateralmente, a semelhança do que se observa no carpelo. A coloração do exocarpo varia de vermelho intenso a um tom rosado. Os indivíduos são popularmente conhecidos como aroeiras-mansas, ocorrem em bordas de matas naturais, bordas de cursos de água e encostas de morros com ampla distribuição pelo Estado do Rio Grande do Sul. No referido Estado, ocorrem como um elemento predominante em formações secundárias, onde é observado seu rápido crescimento e alta taxa de germinação. Floresce do novembro a março, e no município de Porto Alegre foram observados indivíduos florescendo até quatro vezes em um ano. Frutificam de dezembro até início de maio. A espécie possui ampla distribuição no Brasil, ocorrendo ainda no Paraguai, Uruguai e Argentina. Foi recentemente introduzida na América do Norte-E.U.A. (Mitchell 1990).

A circunscrição da espécie, baseada em caracteres vegetativos e morfológicos das flores possui grande sobreposição com a descrição de *Schinus weinmannifolius*, apresentada por Engler (1876) e de *Schinus lentiscifolius*, apresentada por Marchand (1869). Barkley (1942, 1957), sugeriu estudos mais aprofundados para tais espécies devido a dificuldades em se estabelecer uma circunscrição objetiva. Fleig (1979, 1987) agrupou *Schinus terebinthifolius* e *Schinus weinmannifolius* sob o primeiro epíteto (Fleig 1979, 1987). Assim, *S. weinmannifolius* (Martius ex Engler) será considerado e citado nos resultados, do presente estudo, como a forma reduzida de *S. terebinthifolius* de acordo com o trabalho de Fleig (1979, 1987).

Schinus lentiscifolius Marchand

Os indivíduos podem ocorrer como árvores de pequeno porte, com até três ou quatro metros de altura, e arbustos. Relatos de moradores da região interiorana de municípios como Encruzilhada do Sul e Caçapava do Sul, indicam que ocorriam indivíduos com porte em torno de dez metros de altura, que se extinguíram devido à ampla exploração de sua madeira. Atualmente, os indivíduos ocorrem em borda de matas nativas, campos e, mais raramente, no interior de matas baixas. As folhas são tipicamente cinzentas ou glaucas, o que torna fácil a identificação dos indivíduos em locais onde sua ocorrência é espontânea. As folhas são compostas, paripenadas ou imparipenadas e glabras; os folíolos são coriáceos. As inflorescências são do tipo panícula, as flores são pentâmeras ou tetrâmeras, podendo ocorrer flores dos dois tipos da mesma inflorescência. Os frutos são drupas esféricas com quatro a cinco milímetros de diâmetro, com exocarpo pardo ou em tom violáceo muito escuro. Os indivíduos possuem distribuição pouco ampla no Estado do Rio Grande do Sul, sendo identificadas popularmente como aroeiras-do-campo. Em um contexto de distribuição brasileira, ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul até o Estado de São Paulo. Foram descritos para o Paraguai, Uruguai (Engler 1883) e para a Argentina (Cabrera 1939). No Estado do Rio Grande do Sul os indivíduos florescem em novembro e dezembro e frutificam em janeiro e fevereiro. Problemas de separação dos indivíduos desta espécie daqueles de *Schinus terebinthifolius* ocorrem principalmente quando os indivíduos são jovens, uma vez que o bordo dos folíolos e sua consistência, além da coloração dos ramos, são muito similares.

Schinus polygamus (Cavanilles) Cabrera

Os indivíduos ocorrem como árvores de pequeno porte ou arbustos. Os ramos podem ser espinescerentes ou não, podem também variar desde glabros até densamente pilosos a semelhança das folhas. As folhas são simples, com formas variadas de consistência de membranosa até coriácea. É comum nesta espécie o desenvolvimento de galhas nas folhas e nos ramos, induzidas por até quatro diferentes tipos de insetos (Cabrera 1938), que gerou nomes populares como coquinho, ou

assobieira ou assobiadeira, este último devido ao ruído produzido pela passagem do vento nas câmaras formadas pelos insetos. As inflorescências são racemos com um a quatro centímetros de comprimento. As flores são pentâmeras. Os frutos são drupas esféricas de coloração parda ou com uma tonalidade violácea muito escura na maturidade. No Estado do Rio Grande do Sul, os indivíduos desta espécie possuem ampla distribuição; no Brasil ocorrem desde o sul até Minas Gerais. Sua distribuição é ampla na América Latina. Sua floração varia no Estado do Rio Grande do Sul, ocorrendo no final do verão em locais com até 400m de altitude e no início da primavera em locais de maior altitude, frutificando logo a seguir em cada uma das duas condições. No Estado do Rio Grande do Sul sua identificação não é problemática devido a ser a única espécie de folhas simples, o que não ocorre nos demais países da América Latina (Barkley 1942, 1957).

Metodologia:

As coletas foram planejadas de acordo com os regimes fenológicos de floração e frutificação de cada espécie já citada (quadros 1 e 2), com informações foram obtidas na literatura (Fleig 1979, 1987) e análise de material de Herbários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN) e da Universidade Federal de Santa Maria (SMDB). Os quadros 1 e 2 indicam os períodos de floração e frutificação das espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul, respectivamente.

Tabela 1. Fenologia de florescimento das espécies da família Anacardiaceae que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul, de acordo com Fleig (1987).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Schinus molle</i>									X	X		
<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	X	X						X ^b	X ^b	X	X
<i>Schinus lentiscifolius</i>											X	X
<i>Schinus polygamus</i>	X ^a	X ^a	X ^a						X	X ^b	X ^b	X ^b

X^a = florescimento em regiões litorâneas/ X^b = florescimento em regiões de altitude (serra).

Tabela 2. Fenologia de frutificação das espécies da família Anacardiaceae que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul, de acordo com Fleig (1987).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Schinus molle</i>	X										X	X
<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	X	X							X ^b	X ^b	X ^b
<i>Schinus lentiscifolius</i>	X	X										
<i>Schinus polygamus</i>	X ^b		X ^a	X ^a	X ^a						X ^b	X ^b

X^a = frutificação em regiões litorâneas/ X^b = frutificação em regiões de altitude (serra).

O material recém coletado foi imediatamente armazenado em câmara fria e, posteriormente seccionado transversalmente sob microscópio estereoscópio Wild M7A. O material foi fixado em uma solução de glutaraldeído 1% e formaldeído 4%, em tampão fosfato de sódio 0,1M, com pH 7,4 (McDowell & Trump 1976). O material fixado foi desidratado em série etílica até etanol absoluto e, a seguir, transferido para soluções de etanol absoluto e clorofórmio, nas proporções de 3:1, 1:1, 1:3, 1:1 e 3:1, com a finalidade de extrair ceras epicuticulares que dificultam a adesão do material à resina acrílica. Como meio de inclusão, foi utilizado hidroxietilmetacrilato (Gerrits & Smid 1983). Secções foram realizadas nas espessuras de 5 µm e coradas em azul de toluidina O na concentração de 0,05%, em tampão benzoato, pH 4,4, (Feder & O'Brien, 1968). A polarização de cristais foi obtida em microscópio Leitz DMR.

Preparação do Material para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Parte do material botânico coletado foi desidratado em acetona e, posteriormente, transferido para dimetoximetano (Gersterberger & Leins, 1978), por 12 horas. O material desidratado foi submetido à secagem através do método de ponto crítico, com auxílio de um aparelho Balzers CPD 030. O material foi aderido a suportes de alumínio, com auxílio de fita metálica adesiva, e,

posteriormente, recoberto com ouro, na espessura de 15 nm, com auxílio de um aparelho metalizador tipo “sputtering” Balzers SCD 050. As eletromicrografias foram realizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Jeol JMS 5800, sob 20 kV, e registradas em película NEOPAN SS 120 marca FUJI.

Referências Bibliográficas

- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus*. Brittonia 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. Lilloa 28: 1-110.
- CABRERA, A. L. 1939. Sinopsis de las anacardiaceas argentinas. Revista Argentina de Agronomia 6: 85-113.
- ENGLER, A. 1876. Anacardiaceae. In Martius, C. F. P. Flora Brasiliensis. Monachii, Frid. Fleicher 12.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. In Monographie Phanerogamarum (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- FEDER, N & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. American Journal of Botany. 55: 123-142.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. Boletim do Instituto de Biociências. Porto Alegre 42: 1-72.
- GAHAN, P. B. 1984. Plant Histochemistry and Cytochemistry: An Introduction. Academic Press, London.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. Journal of Microscopy 132: 81-85.

- GERSTERBERGER, P. & LEINS, P. 1978. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae) anwendung einer neuen präparationsmethode. Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft 91: 381-387.
- McDOWELL, E.M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. Archives of Pathology & Laboratory Medicine 100: 405-414.
- MITCHELL, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. Advances in Economic Botany 8: 103-129.

Comentário Geral sobre os capítulos 3 a 6

De acordo com padrões atuais de apresentação de Dissertações e Teses junto ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPG-Botânica, UFRGS), os resultados de pesquisa do pós-graduando podem ser apresentados em formato de artigo(s) científico(s). Assim, os capítulos 3, 4, 5 e 6, que contém os resultados referentes ao projeto de Tese do aluno João Marcelo Santos de Oliveira, estão apresentados no formato de artigo científico de acordo com as normas da Revista Brasileira de Botânica, da Sociedade Botânica de São Paulo. Após a apreciação dos capítulos/artigos pela banca examinadora do presente trabalho, os mesmos serão, então, retificados e enviados para o referido periódico científico. Os capítulos 1, 2 e 7, referentes a Introdução, Material e Métodos e Considerações Finais, respectivamente, foram confeccionados na forma tradicional de um capítulo de Dissertação ou Tese. As normas da Revista Brasileira de Botânica encontram-se na íntegra como anexo 2, ao final deste volume.

Capítulo 3

**ONTOGENIA DO RUDIMENTO SEMINAL
EM *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* RADDI
E *SCHINUS POLYGAMUS* (CAV.) CABR.
(ANACARDIACEAE)
COM NOTAS TAXONÔMICAS**

ONTOGENIA DO RUDIMENTO SEMINAL EM *Schinus terebinthifolius* RADDI E *Schinus polygamus* (CAV.) CABR. (ANACARDIACEAE) COM NOTAS TAXONÔMICAS¹

JOÃO MARCELO SANTOS DE OLIVEIRA², DANIELE MUNARETO RODRIGUES³

E JORGE ERNESTO DE ARAUJO MARIATH⁴

Título resumido: Ontogenia do rudimento seminal em *Schinus*

¹ Parte da tese de doutoramento do primeiro autor.

² Autor para correspondência: linneau@yahoo.com.br.

³ Aluna de Iniciação Científica.

⁴ Pesquisador CNPq, Professor Titular do Laboratório de Anatomia Vegetal. Depto. de Botânica - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. Tel.: +55 51-33137655.

ABSTRACT: (Ovule ontogeny in *Schinus terebinthifolius* Raddi and *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae) with taxonomic notes). The ontogeny of the ovules of *Schinus terebinthifolius* and *Schinus polygamus* was studied through light and scanning electron microscopy. The ovule primordium, in this species, appears by the mitotic activity of the layers two and three of the placental tissue. The next developmental step of the primordium has differences in both species: *S. terebinthifolius* initially the ovule primordium bend and fulfills the basis of the locular cavity, although in *S. polygamus* the primordium initially grows towards to the opposite locular wall. O ovule primordium curvature occurs after a brief period o time. Posteriorly, in both species, there is a sequential formation of the archesporial and parietal cells, of the inner tegument, of the funicular obturator and of the outer tegument. The inner tegument is annular and the outer tegument is semi-annular. The ontogeny analysis of the ovules in *Schinus* species showed differences and similarities that can have a taxonomic value for the circumscription of the genus *Schinus* and, also, infrageneric delimitations.

Key words: Anacardiaceae, anatomy, locular cavity, obturator, teguments.

RESUMO: (Ontogenia do rudimento seminal em *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Schinus polygamus* (Cav.) Cabr. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas). A ontogenia dos rudimentos seminais de *Schinus terebinthifolius* e *Schinus polygamus* foi estudada através de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. O primórdio do rudimento seminal, nessas espécies, surge pela atividade mitótica das camadas dois e três do tecido placentário. A formação inicial do primórdio em ambas as espécies possui diferenças; em *S. terebinthifolius* o primórdio em formação se curva e preenche a base da cavidade locular, enquanto em *S. polygamus* o primórdio cresce, inicialmente, em direção à parede locular oposta. Posteriormente, em ambas as espécies estudadas, ocorre a formação das células arquesporial e parietal, seguido do tegumento interno, obturador funicular e tegumento externo, nesta ordem. O processo de formação das estruturas listadas acima é idêntico em ambas as espécies estudadas. O tegumento interno é anular enquanto o tegumento externo é semi-anular. A análise da ontogenia dos rudimentos seminais em espécies de *Schinus* mostrou diferenças e semelhanças que se acredita possuírem valor taxonômico para a circunscrição do gênero *Schinus* e, ainda, para delimitações infragenéricas.

Palavras chave: Anacardiaceae, anatomia, cavidade locular, obturador, tegumentos.

Introdução

A definição dos tecidos de um rudimento seminal ocorre no início do seu processo morfogênético em relação a todo o processo de desenvolvimento, ou seja, desde as primeiras divisões no tecido placentário até a fecundação. Nesse contexto, o estudo dos eventos ontogenéticos é fundamental para a compreensão de quais são os tipos de tecidos e seu modo de origem, onde tais resultados podem ser utilizados em estudos taxonômicos, sistemáticos e evolutivos (Palser 1975, Bouman 1984, Johri *et al.* 1992). Entre os diferentes modos de interpretar a biologia, a ontogenia permite acesso indireto, porém, muito consistente para a compreensão das diferentes relações dos diferentes grupos e níveis taxonômicos, pois permite que sejam estabelecidos graus de similaridade entre os diferentes grupos em estudo, ou seja, homologias (Fink 1982, Pinna 1991, Amorin 2002).

Na família Anacardiaceae foram produzidos estudos importantes onde considerações taxonômicas, sistemáticas e tendências evolutivas foram discutidas, além da apresentação de propostas para reformulação da organização das tribos até então aceitas (Wannan & Quinn 1990, 1991). Os estudos apresentados por Wannan & Quinn (*l.c.*) levaram em consideração a estrutura anatômica de frutos maduros e morfologia de flores em antese de um grande número de gêneros, incluindo o gênero *Schinus*. Vários autores (von Teichman & Robbertse 1986, von Teichman 1989, entre outros) destacaram a importância do correto estabelecimento de homologias entre os táxons para que os objetivos, nos seus respectivos trabalhos, fossem atingidos. Porém, estudos ontogenéticos na família são raros para qualquer órgão (vegetativo, principalmente, ou reprodutivo), se destacando o breve estudo apresentado por Robbertse *et al.* (1986), para o rudimento seminal de *Mangifera indica* e outro apresentado por Grundwag (1976) para o carpelo e rudimento seminal em espécies de *Pistacia*, e estudos sobre o desenvolvimento do androceu e anteras em *Anacardium occidentale* (Oliveira & Mariath 2001, Oliveira *et al.* 2001) e em *Spondias mombin* (Oliveira 2001).

Assim, considerando a importância da evidência ontogenética para a compreensão de fenômenos biológicos, os autores do presente estudo têm por meta analisar e descrever o processo ontogenético de formação dos rudimentos seminais de espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil, e avaliar sua importância taxonômica ao nível infra-genérico.

Material e métodos

Botões florais de *Schinus terebinthifolius* Raddi e *S. polygamus* (Cav.) Cabr. foram coletados em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul. O material recém coletado foi imediatamente armazenado em câmara fria e, posteriormente, dissecado e medido com auxílio de microscópio estereoscópio Wild M7A. O material foi fixado em uma solução de glutaraldeído 1% e formaldeído 4%, em tampão fosfato de sódio 0,1M, com pH 7,4 (McDowell & Trump 1976). O material fixado foi desidratado em série etílica até etanol absoluto e, a seguir, transferido para soluções de etanol absoluto e clorofórmio, nas proporções de 3:1, 1:1, 1:3, 1:1 e 3:1, com a finalidade de extrair ceras epicuticulares que dificultam a adesão do material à resina acrílica utilizada como meio de inclusão (Gerrits & Smid 1983). As secções foram realizadas na espessura de 2 a 4µm e coradas em azul de toluidina O na concentração de 0,05%, em tampão benzoato, pH 4,4, (Feder & O'Brien 1968).

A figura 1 apresenta uma linha tracejada, através do primórdio carpelar, que mostra o plano de corte adequado para a realização do estudo. Esta demonstração foi adotada para facilitar a compreensão das informações anatômicas apresentadas neste estudo.

Preparação do Material para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Parte do material botânico coletado foi desidratado em acetona e, posteriormente, transferido para dimetoximetano (Gersterberger & Leins, 1978), por 12 horas. O material desidratado foi submetido à secagem através do método de ponto crítico, com auxílio de um aparelho Balzers CPD 030. O material foi aderido a suportes de alumínio, com auxílio de fita metálica adesiva, e, posteriormente, recoberto com ouro, na espessura de 15 nm, com auxílio de um aparelho metalizador tipo “sputtering” Balzers SCD 050. As eletromicrografias foram realizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Jeol JMS 5800, sob 20 kV.

Resultados

O gineceu em *Schinus terebinthifolius* e *S. polygamus* inicia-se como uma estrutura tricarpelar (figuras 1 e 2), porém, dois carpelos sempre interrompem seu desenvolvimento muito cedo e nem formam cavidade locular. Além disso, os carpelos abortivos se formam, aparentemente, posteriormente à iniciação do carpelo funcional. No carpelo funcional, em ambas as espécies estudadas, o rudimento seminal se forma por meio de divisões periclinais das duas camadas adjacentes à protoderme da cavidade locular, em posição ventral (figuras 3 e 4). Nessa fase do desenvolvimento o botão floral de *S. terebinthifolius* possui entre 0,58 e 0,65 mm de comprimento e o seu carpelo 190 a 210µm de comprimento, aproximadamente. Em *S. polygamus* o botão floral possui entre 0,45 e 0,53 mm de comprimento, e o seu carpelo 170 a 190µm de comprimento, aproximadamente.

Em *S. terebinthifolius*, a invasão da cavidade locular pelo primórdio do rudimento seminal difere do observado em *S. polygamus*. Na primeira espécie, células da região dorsal do primórdio, próximas da sua região de inserção no carpelo, são maiores, com vacúolo grande comparativamente às demais células equivalentes de posição ventral (figura 5). Logo a seguir, ocorre a divisão periclinal de uma célula subdérmica no ápice do primórdio (figura 6), resultando na formação de uma célula arquesporial e uma célula parietal (figura 6). A célula parietal, juntamente com a demais células adjacentes, no ápice do primórdio, por divisões periclinais consecutivas, originam o tecido crassinucelar. A seguir é observada a ampliação da cavidade locular e formação do tegumento interno, o qual surge a partir de divisões periclinais de células epidérmicas em torno do ápice do primórdio, com uma largura de duas, raro três, células. Nessa fase, portanto, é definida a região nucelar, sendo possível identificar, também claramente o funículo e o tecido provascular se diferenciando em seu interior (figura 7). Nessa fase do desenvolvimento o botão floral de *S. terebinthifolius* possui entre 0,78 e 0,93 mm de comprimento e o seu carpelo entre 400 e 450µm de comprimento, aproximadamente.

Durante a invasão da cavidade locular pelo primórdio carpelar, em *S. polygamus*, não é observada vacuolação de células dorsais próximas a região de inserção deste primórdio e o mesmo

não se curva inicialmente em direção a base da cavidade locular. Assim, o primórdio acaba crescendo em direção a parede locular oposta, onde parte de sua porção apical e dorsal fica comprimida junto a parede carpelar (figura 8). Posteriormente, é observada a formação da célula arquesporial e da célula parietal, seguido de divisões periclinais em células epidérmicas, para a formação do tegumento interno, a semelhança do que ocorre em *S. terebinthifolius*. Porém, parte da porção dorsal do tegumento interno, mesmo ocorrendo as divisões periclinais, não invade o espaço locular, aparentemente, devido a falta de espaço (figura 9). Na porção ventral o tegumento interno se eleva do primórdio, tornando-se evidente; além disso, a cavidade locular não apresenta uma ampliação expressiva, similar àquela observada em *S. terebinthifolius* (figura 9). Nessa fase do desenvolvimento o botão floral de *S. polygamus* possui entre 0,62 e 0,78 mm de comprimento e o seu carpelo entre 280 a 340 µm de comprimento, aproximadamente.

Em ambas as espécies estudadas, a diferenciação da célula arquesporial e crescimento do tecido crassinucelar é similar. O crescimento do tegumento interno é mediado por divisões periclinais e oblíquas de células derivadas da protoderme do primórdio do rudimento seminal; o crescimento proliferativo do tecido crassinucelar ocorre através de divisões periclinais, predominantemente (figuras 10 e 11).

Ainda durante essa fase de crescimento inicial, ocorre ampliação da cavidade locular em *S. polygamus*, associado ao aumento de curvatura de seu primórdio, em direção a uma estrutura anátropa. Aparentemente, essa combinação de fatores permite que a porção dorsal do tegumento interno, a seguir, se projete do primórdio do rudimento seminal (figura 12), ocupando espaço na cavidade locular. Durante esse período de desenvolvimento, se observa o início da formação do obturador funicular, onde, então, células da protoderme e duas a três camadas celulares subjacentes iniciam divisões periclinais. Esse processo se instala na porção ventral do primórdio do rudimento seminal, entre a região de placentação e o tegumento interno (figura 12). O mesmo processo ocorre em *S. terebinthifolius*.

O tegumento externo em ambas as espécies de *Schinus*, estudadas, se desenvolve da mesma forma. O processo inicia com divisões periclinais nas células epidérmicas apenas da região dorsal,

do primórdio, com uma distância de duas a três células em relação ao tegumento interno (figuras 13 e 14). Nessa fase do desenvolvimento o botão floral de *S. polygamus* possui entre 0,78 e 0,85 mm de comprimento e o seu carpelo entre 430 a 500µm de comprimento, aproximadamente.

O botão floral de *S. terebinthifolius* possui entre 0,9 e 1,0 mm de comprimento e o seu carpelo entre 620 e 680µm de comprimento, aproximadamente. Em fases posteriores do desenvolvimento formam-se rudimentos seminais anátropos em *S. terebinthifolius* e hemianátropos em *S. polygamus*, onde o nucelo, obturador funicular, tegumento interno e externo são evidentes, além disso, fica evidente o não desenvolvimento do tegumento externo na região ventral do rudimento seminal (figuras 15 e 16).

Discussão

A ontogenia do primórdio dos rudimentos seminais é muito similar entre *S. terebinthifolius* e *S. polygamus*, embora, nessas espécies, algumas diferenças tenham sido observadas. A origem do processo de formação do primórdio do rudimento seminal revela a ação da protoderme carpelar e as duas camadas subjacentes, onde a protoderme se divide anticlinalmente e as duas camadas subjacentes se dividem periclinamente. O processo ontogenético posterior revela a invasão do lóculo, formação da célula arquesporial e célula parietal, formação do tegumento interno, formação do obturador funicular e, posteriormente, a formação do tegumento externo.

Com relação às divisões iniciais para a formação do primórdio do rudimento seminal, não existem informações sobre o evento na família Anacardiaceae, embora, existam descrições da morfologia do primórdio já incluso na cavidade locular, como por exemplo, em *S. molle* (Copeland 1959), onde o primórdio é comparado a um domo vegetativo, em função de sua morfologia. Processo similar, na família Anacardiaceae, foi descrito por Oliveira (2001) para a iniciação de primórdios de estames em *Spondias mombin*, onde, ocorrem divisões periclinais das duas camadas subdérmicas e apenas divisões anticlinais da camada protodérmica do meristema floral. Umeda *et al.* (1994) descreveram para *Magnolia grandiflora* a participação da epiderme e das duas camadas subjacentes na construção do primórdio do rudimento seminal, semelhante ao que foi descrito no

presente estudo. Embora, comparações com espécies consideradas primitivas incitem especulações evolutivas, em função da não existência de outras informações na família, não podemos inferir sobre a ancestralidade do caráter ou sua convergência neste grupo vegetal. Em sua proposta de classificação de rudimentos seminais, em função do processo ontogenético, Bouman (1984), define que rudimentos bizonados são originados de crescimento proliferativo da segunda camada placentário, enquanto rudimentos trizonados são oriundos de crescimento proliferativo da terceira camada placentária. Rudimentos classificados como trizonados, usualmente se transformam em sementes com funículo, rafe e nucelo bem desenvolvidos (Bouman 1984), como ocorre na família Anacardiaceae (Corner 1976) e no gênero *Schinus* (Carmello-Guerreiro & Paoli 1999). Atualmente, entretanto, não existe uma classificação para os rudimentos seminais na família Anacardiaceae, embora estes se pareçam com rudimentos trizonados, resultam de divisões periclinais das segunda e terceira camadas placentárias. Além disso, se tal estado de caráter é intermediário aos tipos acima descritos (Bouman *l.c.*), ou se esta é uma condição apomórfica, em relação ao que foi exposto para *M. grandiflora* (Umeda *et al.* 1994), ainda não possuímos informações seguras para o grupo. Estudos em espécies da tribo Spondieae, considerada aquela que acumula o maior número de caracteres plesiomórficos entre as cinco tribos da família Anacardiaceae (Wannan & Quinn 1990, 1991), e na família Burseraceae, considerada a família mais próxima de Anacardiaceae na Ordem Sapindales (Cronquist 1988, Gadek *et al.* 1996), seriam elucidativos para o contexto acima abordado.

De maneira geral, nas angiospermas, o tegumento interno tem origem dérmica, se desenvolve em torno do ápice do primórdio e possui duas a três células de altura (Bouman 1984). Assim, o tegumento interno se desenvolve em torno do nucelo, como também foi observado no presente estudo. Em *Toxicodendron diversiloba*, Copeland & Doyel (1940) descreveram que a formação dos tegumentos ocorre após a formação do saco embrionário, embora as representações esquemáticas apresentadas mostrem que a formação dos tegumentos ocorreu em fases mais iniciais. Um período de formação de tegumentos, similar ao que observamos, foi descrito para *S. molle* (Copeland 1959). Em *Mangifera indica*, Robbertse *et al.* (1986) descreveram que os tegumentos

possuem origem dérmica, a semelhança, então, de *S. terebinthifolius* e *S. polygamus*; além disso, na primeira espécie, os tegumentos surgem simultaneamente e após a diferenciação da célula arquesporial. Como processo ontogenético, Robbertse *et al.* (1986) descreveram que o tegumento externo em *M. indica* surge através de um processo definido por Bouman & Calis (1977), para *Eranthis hyemalis*, como “integumentary shifting”. Cabe salientar que os autores (Robbertse *et al.* 1986) não apresentaram detalhamento ontogenético suficiente para tal conclusão.

Em *Anacardium occidentale* (Copeland 1962) e em algumas espécies de *Pistacia* (Copeland 1955, Grundwag & Fahn 1969, Grundwag 1976) foi descrita uma condição tegumentar que difere daquela com dois tegumentos evidentes. Nessa condição o único tegumento maduro possui um ápice bífido e, através da análise das imagens apresentadas se observa que a porção externa do tegumento, chamado de tegumento parcial por Grundwag (1976), surge tardiamente e em tecidos dérmicos do tegumento interno. Copeland (1962), por sua vez, acredita que ocorra fusão de tegumentos. Bouman (1984) cita que para a família Anacardiaceae, e também Balsaminaceae, a fusão de tegumentos ocorre e o processo irá se desenvolver quando os tegumentos possuírem o mesmo padrão de desenvolvimento. Porém, esse processo de unitegumentação descrito por Bouman (l.c.) é extremamente especulativo, pois não existem informações ontogenéticas suficientes sobre o desenvolvimento de tegumentos para a família Anacardiaceae, ao contrário do que ocorre na família Balsaminaceae (Boesewinkel & Bouman 1991).

Em diferentes espécies na família Anacardiaceae é observado certo grau de confusão entre o tegumento externo e o obturador funicular, ou seja, se descreve a presença da porção ventral do tegumento externo, o qual poderia ser descrito como simétrico ou anular (Umeda *et al.* 1994, Imaichi *et al.* 1995). No presente estudo foi demonstrado que o obturador funicular possui origem em camadas dérmica e subdérmicas, junto a base do funículo em diferenciação, e o início de seu crescimento proliferativo ocorre antes do observado para a formação do tegumento externo. Assim, existem parâmetros ontogenéticos para a diferenciação do tecido do tegumento externo. Dentre as diversas interpretações controversas sobre o tema na família Anacardiaceae se destaca a apresentada por Copeland (1959), para *Schinus molle*, onde é citado que “for future study the possibility that the

obturator, the outgrowth at the base of the funiculus which occurs in various genera but not in *Schinus*, may be morphologically a part of the outer integument”. Embora, existam descrições em diferentes famílias onde ocorre tegumento externo anular, ou seja, presente na região ventral e dorsal do rudimento seminal (Igersheim & Endress 1998, Endress & Igersheim 1999), a análise das imagens de diferentes trabalhos na família Anacardiaceae não corrobora tal anatomia como, por exemplo, em *Lannea discolor* (von Teichman 1988), *Protorhus longifolia* (von Teichman 1991), *Operculicarya decaryi* (von Teichman 1992), *Protorhus namaquensis* (von Teichman & van Wyk 1994), e *Smodingium argutum* (von Teichman 1998). Porém, conclusões precisas serão obtidas apenas através de futuros estudos ontogenéticos na família.

Assim, pelo que foi exposto, o estudo comparado de duas espécies de *Schinus*, através da ontogenia dos rudimentos seminais é inédito para a família Anacardiaceae. Algumas informações sobre a estrutura geral dos rudimentos seminais adultos são bem conhecidas e, de maneira geral, é sabido que tais estruturas na família são, usualmente, anátropos, bitegumentados e crassinucelares (Johri *et al.* 1992). Espécies com rudimentos apresentando redução tegumentar também são conhecidas. Bouman (1984) descreve variações de processo ontogenéticos através dos quais ocorre a redução de dois para um único tegumento, porém, na família Anacardiaceae foram descritas variações ontogenéticas relativas à formação de tegumentos, ainda não descritos na literatura e, também, não completamente estudados e compreendidos, os quais, aparentemente, são na família únicos e, portanto, alvos importantes para futuras investigações tanto num contexto de desenvolvimento, quanto taxonômico e evolutivo. De maneira ampla, cabe a generalização de que na família Anacardiaceae, os estudos morfológicos florais realizados limitaram suas observações aos carpelos, entre outros órgãos florais, e os estudos embriológicos ao primórdio dos rudimentos seminais já iniciados e aos eventos de esporogênese e gametogênese. Nas poucas publicações em que alguma descrição ontogenética é estabelecida, o primórdio do rudimento seminal é descrito como um domo de células, e pouco detalhamento é fornecido sobre os tegumentos, além de informações imprecisas e que necessitam de confirmação.

Embora existam similaridades entre *S. terebinthifolius* e *S. polygamus* com relação ao modo de iniciação do primórdio do rudimento seminal, também existem diferenças constantes e interessantes entre as duas espécies. Tais diferenças, como descrito no presente estudo estão relacionadas com o modo de entrada do rudimento seminal na cavidade locular, a expressão morfológica inicial do tegumento interno e o desenvolvimento relativo da cavidade locular e do próprio rudimento seminal. Acreditamos que tais diferenças possuem valor taxonômico em função exclusivamente da não sobreposição de eventos do processo entre as espécies e, também, por se tratar do processo ontogenético.

Em relação ao desenvolvimento do tegumento interno, Imaichi *et al.* (1995) demonstraram que em espécies de *Goniiothalamus* e *Stelechocharpus burahol* ocorre o retardo do desenvolvimento do tegumento interno na região dorsal do primórdio do rudimento seminal, porém a análise, além de ser apenas morfológica, não levou em consideração a relação do primórdio com a parede carpelar.

A discussão taxonômica que se pretende estabelecer, com base nas diferenças ontogenéticas entre as espécies aqui analisadas, diz respeito a duas possibilidades de abordar o assunto em termos taxonômicos. A primeira abordagem diz respeito a utilização direta das diferenças ontogenéticas para a caracterização das espécies. A outra abordagem taxonômica necessita mais atenção, e diz respeito a subdivisão do gênero *Schinus*, proposta, inicialmente por Marchand (1869). Marchand (l.c.) utilizou tipo de folha e inflorescência para a delimitação das seções *Euschinus* e *Duvaua*. Posteriormente, ainda baseado nos mesmos caracteres morfológicos, Engler (1883) considerou *Euschinus* e *Duvaua* como subgêneros de *Schinus*, os quais foram reconhecidos por Barkley (1944, 1957). Usualmente, o subgênero *Euschinus* é definido como possuindo folhas compostas e inflorescências compostas, tipo panículas, enquanto o subgênero *Duvaua* possui folhas simples e inflorescências simples, tipo racemos (Barkley 1944, 1957). Porém, algumas espécies como *Schinus pearcei* possuem ramos com folhas simples e compostas, além de inflorescências tipo panículas, e *S. sinuatus*, que possui folhas simples e inflorescências tipo panículas (Barkley l.c.). Assim, de acordo com Fleig (1979, 1987) faltam caracteres robustos para validar ou manter os subgêneros, sendo que a autora considerou supérflua a subdivisão do gênero. Contudo, caso venha a ser

confirmada a característica ontogenética de *S. polygamus*, descrita no presente estudo, para outras espécies de folhas simples, e de forma similar para as espécies de folhas compostas em relação ao que foi descrito para *S. terebinthifolius*, acreditamos que se estabelece uma base morfogenética robusta para a delimitação dos subgêneros em *Schinus*.

Os resultados obtidos no presente estudo, baseados no processo ontogenético, revelam a importância do tema para discussões taxonômicas e, também, sistemáticas para o gênero *Schinus*, entre outros da família Anacardiaceae. Assim, concordamos com outros autores em relação à importância do processo ontogenético para o estabelecimento de homologias entre estruturas a serem comparadas, as quais são fundamentais em considerações taxonômicas, sistemáticas e evolutivas (Fink 1982, Pinna 1991, Amorin 2002). A família Anacardiaceae, foi alvo de estudos consecutivos envolvendo flores em antese, frutos maduros e sementes (von Teichman 1988, 1991, 1992, 1998, von Teichman & van Wyk 1994, Wannan & Quinn 1990, 1991), porém raros são os trabalhos que envolvem estudos ontogenéticos, ou aqueles que são realizados são pouco criteriosos, além disso, muitas informações são adaptadas de outras espécies ou gêneros considerados próximos, onde o processo ontogenético é considerado arbitrariamente similar. Assim, embora diversos trabalhos na família Anacardiaceae tenham um objetivo taxonômico e/ou sistemático, algumas de suas considerações devem ser revisadas e ampliadas com base em estudos ontogenéticos.

Agradecimentos: Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial às técnicas Miriam Souza Santos e Francis Farret Darsie. Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências bibliográficas:

- AMORIN, D. S. 2002. Fundamentos de Sistemática Filogenética. Editora Holos, Ribeirão Preto.
- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus* L.. Brittonia 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. Lilloa 28: 1-110.

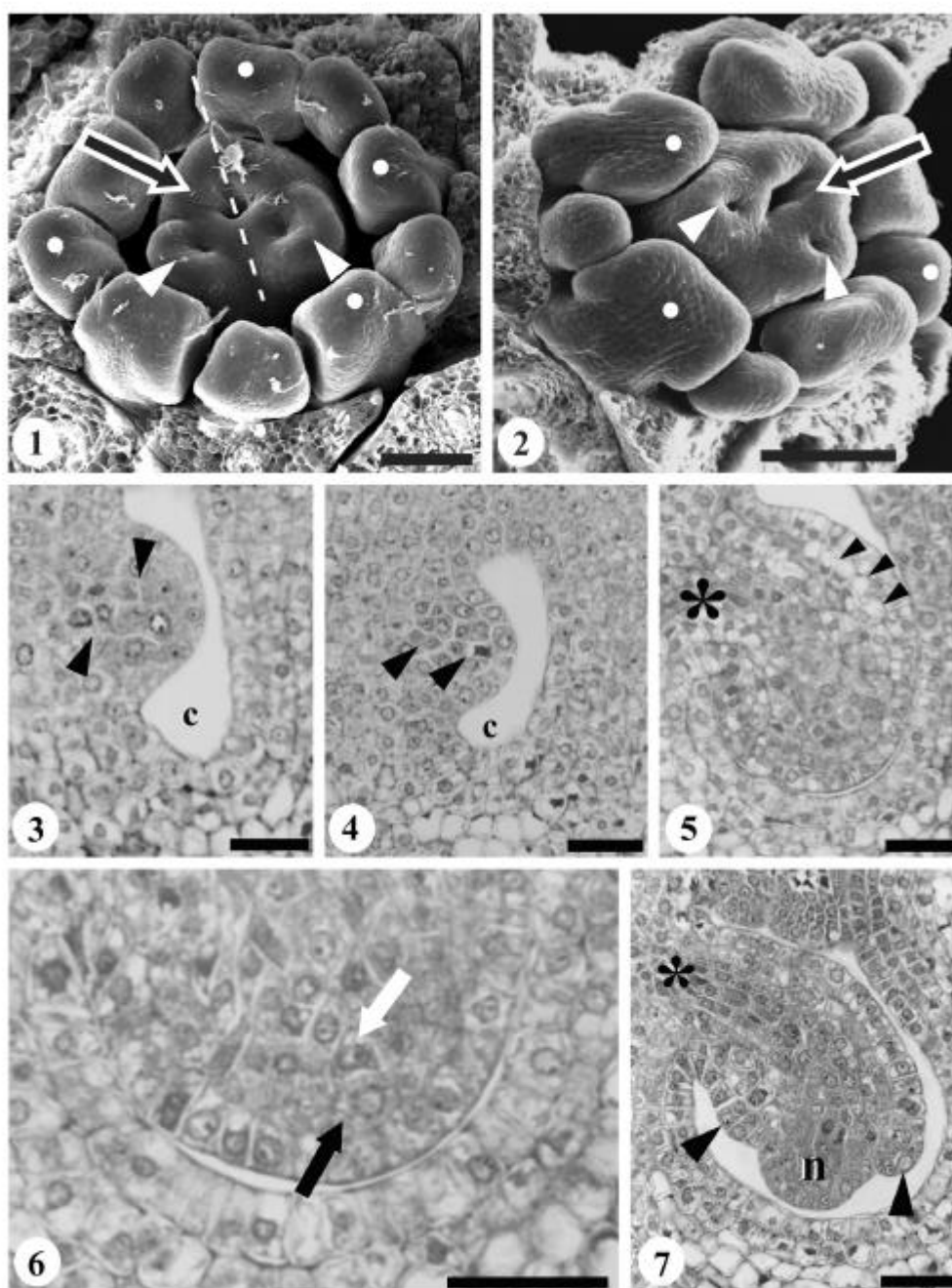
- BOESEWINKEL, F. D. & BOUMAN, F. 1991. The development of bi- and unitegmic ovules and seeds in *Impatiens* (Balsaminaceae). *Botanische Jahrbücher* 113: 87-104.
- BOUMAN, F. 1984. The Ovule. *In* *Embryology of Angiosperms* (B. M. Johri, ed.). Springer-Verlag, New York, p.123-158.
- BOUMAN, F. & CALIS, J. I. M. 1977. Integumentary shifting – a third way to unitegmy. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft* 90: 15-28
- CARMELLO-GUERREIRO, S. A. & PAOLI, A. A. S. 1999. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 91-98.
- COPELAND, H. F. 1955. The reproductive structures of *Pistacia chinensis* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 5: 440-449.
- COPELAND, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). *Madroño* 15:14-25.
- COPELAND, H. F. 1962. Observations on the reproductive structures of *Anacardium occidentale*. *Phytomorphology* 11: 315-325.
- COPELAND, H. F. & DOYEL, B. E. 1940. Some features of the *Toxicodendron divesiloba*. *American Journal of Botany* 27: 932-939.
- CORNER, E. J. H. 1976. *The Seeds of Dicotyledons*. Cambridge University Press, Cambridge.
- CRONQUIST, A. 1988. *The evolution and Classification of Flowering Plants*. Allen Press, Inc., Kansas.
- ENDRESS, P. K. & IGERSEIM, A. 1999. Gynoecium diversity and systematics of the basal eudicots. *Botanical Journal of Linnean Society* 130: 305-393.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. *In* *Monographie Phanerogamarum* (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- FEDER, N & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant Microtechnique: some principles and new methods. *American Journal of Botany* 55: 123-142.

- FINK, W. L. 1982. The conceptual relationship between ontogeny and phylogeny. *Paleobiology* 8: 254-264.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Biociências*. Porto Alegre 42: 1-72.
- GADEK, P. A., FERNANDO, E. S., QUINN, C. J., HOOT, S. B., TERRAZAS, T., SHEAHAN, M. C & CHASE, M. W. 1996. Sapindales: Molecular delimitations and infraordinal groups. *American Journal of Botany* 83: 802-811.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. *Journal of Microscopy* 132: 81-85.
- GERSTERBERGER, P. & LEINS, P. 1978. Rasterelektronenmikroskopische untersuchungen an blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae) anwendung einer neuen präparationsmethode. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft* 91: 381-387.
- GOULD, S. J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press, Cambridge.
- GRUNDWAG, M. 1976. Embryology and fruit development in four species of *Pistacia* L. (Anacardiaceae). *Botanical Journal of Linnean Society* 73: 355-370.
- GRUNDWAG, M. & FAHN, A. 1969. The relation of embryology to the low seed set in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 19: 225-235.
- IMAICHI, R., KATO, M. & OKADA, H. 1995. Morphology of the outer integument in three primitive angiosperm families. *Canadian Journal of Botany* 73: 1242-1249.
- IGERSHEIM, A. & ENDRESS, P. K. 1998. Gynoecium diversity and systematics of the paleoherbs. *Botanical Journal of Linnean Society* 127: 289-370.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- JOHRI, B. M., AMBEGAOKAR, K. B. & SRIVASTAVA, P. S. 1992. *Comparative Embryology of Angiosperms*. Springer-Verlag, Berlin.

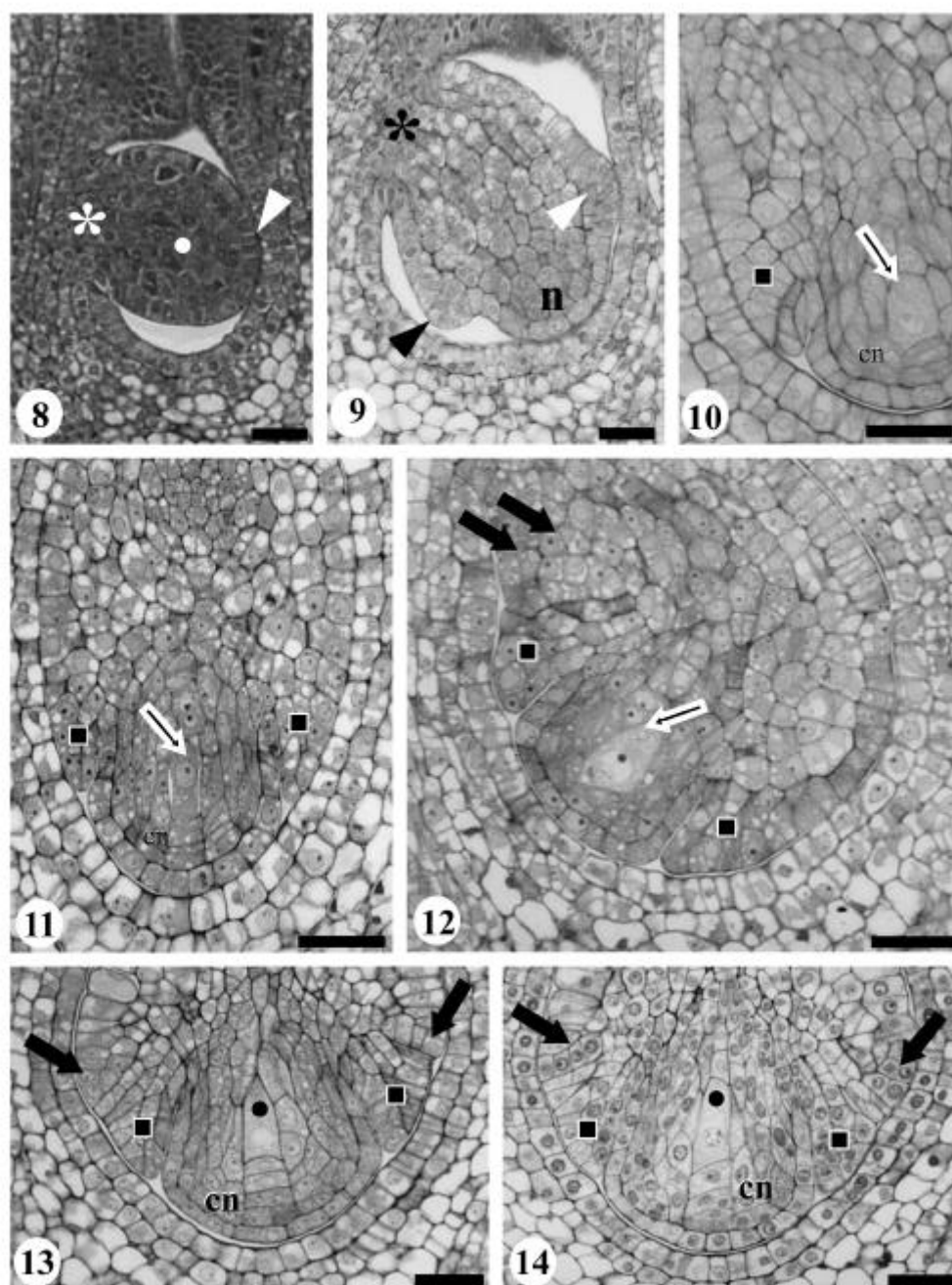
- MARCHAND, L. 1869. Révision du groupe des Anacardiacees. J.B. Baillié et Fils, Paris.
- McDOWELL, E. M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 100: 405-414.
- MITCHELL, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. *Advances in Economic Botany* 8: 103-129.
- OLIVEIRA, J. M. S. 2001. Androsporogênese e Androgametogênese em *Spondias mombin* L. (cajazeira – Anacardiaceae). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Dissertação de Mestrado.
- OLIVEIRA, J. M. S. & MARIATH, J. E. A. (2001). Development of anther and pollen grain in *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 51: 91-100.
- OLIVEIRA, J. M. S.; MARIATH, J. E. A. & BUENO, D. M. (2001) Desenvolvimento floral e estaminal no clone CP76 de *Anacardium occidentale* L. – cajueiro-anão precoce (Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Botânica*: 24: 377-388.
- PALSER, B. F. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: embryology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62: 621-646.
- PINNA, M. C. C. 1991. Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm. *Cladistics* 7: 367-394.
- ROBBERTSE, P. J., VON TEICHMAN, I. & VAN RENSBURG, H. J. 1986. A re-evaluation of the structure of the mango ovule in comparison with those of a few other Anacardiaceae species. *South African Journal of Botany* 52: 17-24.
- VON TEICHMAN, I. 1988. Development and structure of the seed-coat of *Lannea discolor* (Sonder) Engl. (Anacardiaceae). *Botanical Journal of Linnean Society* 98: 105-117.
- VON TEICHMAN, I. 1989. Reinterpretation of the pericarp of *Rhus lancea* (Anacardiaceae). *South African Journal of Botany* 55: 383-384.
- VON TEICHMAN, I. 1991. The pachychalazal seed of *Protorhus longifolia* (Bernh.) Engl. (Anacardiaceae) and its taxonomic significance. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 32: 145-152.

- VON TEICHMAN, I. 1992. Notes on the ovule and partially pachychalazal seed of *Operculicarya decaryi* H. Perrier (Anacardiaceae) from Madagascar. Botanical Bulletin of Academia Sinica 33: 289-293.
- VON TEICHMAN, I. 1998. Micromorphological structure of the fruit and seed of *Smodingium argutum* (Anacardiaceae), as an adaptation to its natural habitat. South African Journal of Botany 64: 121-127.
- VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 93: 291-306.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. South African Journal of Botany 57: 29-33.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 111: 253-263.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. Annals of Botany 73: 175-184.
- UMEDA, A., IMAICHI, R. & KATO, M. 1994. Ovular development and morphology of the outer integument of *Magnolia grandiflora* (Magnoliaceae). American Journal of Botany 81: 361-367.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. Botanical Journal of Linnean Society 102: 225-252.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1991. Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 107: 349-385.

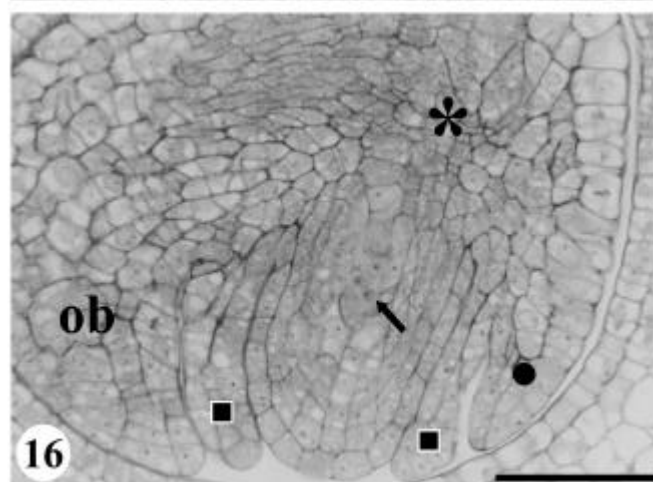
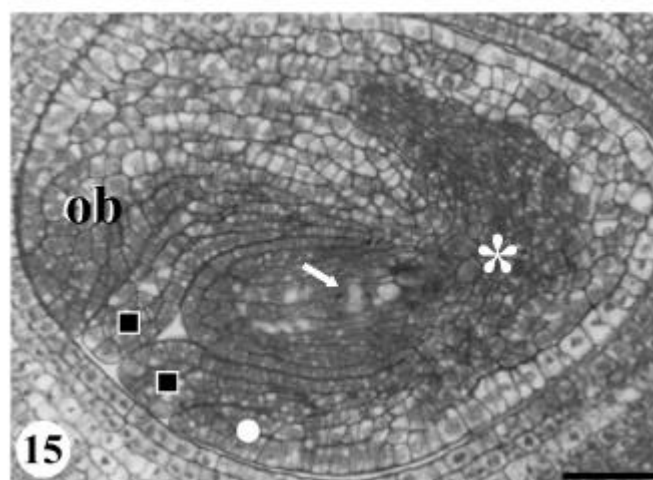
Figuras 1 a 7. 1 e 2. Microscopia eletrônica de varredura. 1. Botão floral de *Schinus terebinthifolius*. Seta indica carpelo funcional, cabeças de setas indicam primórdios carpelares abortivos. Círculos brancos indicam primórdios estaminais. Linha tracejada indica plano de corte que separa carpelo e rudimento seminal bilateralmente. Barra = 300µm. 2. Botão floral de *S. polygamus*. Seta indica carpelo funcional, cabeças de setas indicam primórdios carpelares abortivos. Círculos brancos indicam primórdios estaminais. Barra = 190µm. 3 a 7. Secções longitudinais orientadas pela linha tracejada indicada na figura 1. 3. Primórdio de rudimento seminal de *S. terebinthifolius*; cabeças de setas indicam células da segunda e da terceira camada placentar em divisão; cavidade locular = c. Barra = 20µm. 4. Primórdio de rudimento seminal de *S. polygamus*, cabeças de setas indicam células da segunda e da terceira camada placentar em divisão; cavidade locular = c. Barra = 20µm. 5. Primórdio de rudimento seminal de *S. terebinthifolius* preenchendo a cavidade locular. Asterisco indica região placentar, cabeças de setas indicam células volumosas que provocam curvatura do primórdio. Barra = 20µm. 6. Detalhe do ápice do primórdio após a formação da célula arquesporial (seta branca) e da célula parietal (seta preta). Barra = 25µm. 7. Formação do tegumento interno em *S. terebinthifolius* (cabeças de setas), a partir da protoderme; nucelo = n, asterisco indica tecido provascular. Barra = 20µm.



Figuras 8 a 14. 8. Primórdio de rudimento seminal de *Schinus polygamus* (círculo) preenchendo a cavidade locular. Cabeça de seta indica região dorsal do primórdio comprimida contra a parede locular; asterisco indica região placentar. 9. Formação do tegumento interno em *S. polygamus* (cabeças de setas), a partir da protoderme; seta branca indica tegumento comprimido, nucelo = n, asterisco indica região placentar. 10. Secção longitudinal de *S. terebinthifolius* perpendicular a linha tracejada mostrada na figura 1. Quadrado preto indica o tegumento interno em desenvolvimento, seta indica célula arquesporial. 11. *S. polygamus*, orientação de corte e legenda idem figura 10. 12. *S. polygamus*, secção longitudinal orientada pela linha tracejada indicada na figura 1. Setas pretas indicam formação do obturador funicular, quadrado indica tegumento interno, seta branca indica célula arquesporial. 13. *S. terebinthifolius*. Formação do tegumento externo a partir da epiderme (setas), quadrados indicam tegumento interno, círculo indica célula arquesporial, nucelo crassinucelar = cn. 14. *S. polygamus*. Orientação de corte e legenda idem figura 13. Barra de escala das figuras 8 a 11 = 20µm. Barra de escala das figuras 12 a 14 = 25µm.



Figuras 15 e 16. Gametogênese inicial. 15. *Schinus terebinthifolius*, secção longitudinal orientada pela linha tracejada indicada na figura 1. Quadrados pretos indicam tegumento interno, círculo branco indica tegumento externo, obturador funicular = ob; seta branca indica ginófito, asterisco indica região calazal. 16. *Schinus polygamus*. Orientação de corte e legenda idem figura 15. Barra de escala das figuras 15 e 16 = 25µm.



Capítulo 4

ANATOMIA DO RUDIMENTO SEMINAL EM *SCHINUS* L. (ANACARDIACEAE) COM NOTAS TAXONÔMICAS

**ANATOMIA DO RUDIMENTO SEMINAL EM *Schinus* L. (ANACARDIACEAE) COM
NOTAS TAXONÔMICAS¹**

JOÃO MARCELO SANTOS DE OLIVEIRA² E JORGE DE ARAUJO MARIATH³

Título resumido: Anatomia do rudimento seminal em *Schinus* - Anacardiaceae

¹ Parte integrante da tese de Doutorado do primeiro autor.

² Autor para correspondência: linneau@yahoo.com.br.

³ Pesquisador CNPq, Professor Titular do Laboratório de Anatomia Vegetal, Depto. de Botânica - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. Tel.: +55 51-33167655.

ABSTRACT – (Ovule anatomy of *Schinus* L. (Anacardiaceae) with taxonomic notes). Four species of genus *Schinus* that occur in Rio Grande do Sul State - Brazil, were compared through their ovule anatomy. In a general manner the studied species (*S. terebinthifolius*, *S. molle*, *S. lentiscifolius*, *S. polygamus*) have a unilocular ovary where only one ovule develops. The ovules are anatropous and crassinucellate. The species of *Schinus* are bitegmic with an symmetric inner tegument and an asymmetric outer tegument. All the species observed have linear tetrad of megaspores and an embryo sac of *Polygomun* type with an evident filiform apparatus. For sexual reproduction was observed chalazogamy and double fertilization. Qualitative differences with taxonomic significance were observed in the following structures the seminal rudiments: a) the tegument structure, b) the funicular obturator structure and c) type of placentation among species studied. These characters of the ovules, when evaluated simultaneously allow the determination of species from *Schinus* that occur in Rio Grande do Sul State.

Key words: Anacardiaceae, ovule, *Schinus*, taxonomy, integuments

RESUMO – (Anatomia do rudimento seminal de *Schinus* L. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas). Quatro espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil foram comparadas através da anatomia de seus rudimentos seminais. De maneira geral as espécies estudadas (*S. terebinthifolius*, *S. molle*, *S. lentiscifolius*, *S. polygamus*) apresentam um ovário unilocular que abriga apenas um rudimento seminal. Os rudimentos seminais são anátropos e crassinucelados. As espécies de *Schinus* são bitegumentadas com tegumento interno simétrico e o tegumento externo assimétrico. Todas as espécies estudadas possuem uma tétrade linear de ginósporos e um saco embrionário tipo *Polygonum* com um aparelho fibrilar evidente. Para a reprodução sexual foi observada calazogamia e dupla fecundação. Foram observadas diferenças qualitativas nas seguintes estruturas que compõem os rudimentos seminais: a) estrutura dos tegumentos, b) estrutura do obturador funicular e c) tipo de placentação. Estes caracteres do rudimento seminal, quando avaliados conjuntamente, permitem a determinação das espécies de aroeiras que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul.

Palavras chave: Anacardiaceae, rudimento seminal, *Schinus*, taxonomia, tegumentos

Introdução

A contribuição da embriologia para a taxonomia e sistemática é notoria, além de ser uma disciplina fundamental para se compreender os diferentes mecanismos de perpetuação de espécies vegetais (Maheshwari 1950, Davis 1966, Palser 1975, Bhojwani & Bhatnagar 1983, Johri 1984, Johri *et al.* 1992). Contudo, para o gênero *Schinus*, a semelhança do que ocorre na família Anacardiaceae, não existem informações embriológicas suficientes que revelem claramente o grau de afinidade taxonômica e sistemática dos elementos da família entre si e com as demais famílias e, conseqüentemente, também não é conhecida toda a diversidade estrutural ligada aos órgãos reprodutivos nos táxons da referida família. Alguns trabalhos muito importantes para a compreensão taxonômica, sistemática e estrutural na família Anacardiaceae foram realizados, baseados, principalmente, na anatomia de sementes e frutos e morfologia das flores (von Teichman 1989, Wannan & Quinn 1990, 1991, von Teichman 1988a,b, von Teichman 1991, Santin & Leitão Filho 1991, von Teichman 1992, von Teichman & van Wyk 1996, von Teichman 1998). Contudo, pode-se observar, nesse contexto, um fato já descrito por Palser (1975) e Herr (1984), onde, embora por uma lado são estabelecidos estudos e conhecimentos comparativos amplos, por outro lado tais estudos carecem de profundidade e, ainda acabam gerando um grande número de generalizações.

Atualmente, a família Anacardiaceae é considerada como possuidora de uma fraca circunscrição taxonômica e suas relações de afinidade com outras famílias é pouco clara (Gadek *et al.* 1996). Esse mesmo quadro é conhecido para alguns gêneros na família como *Lithraea* (Barkley 1962), o complexo gênero *Rhus* (von Teichman 1989), *Blepharocarya* (Wannan & Quinn 1990, 1991) e *Schinus* (Barkley 1944, 1957, Fleig 1979, 1987), objeto do presente estudo, entre outros.

Em relação ao gênero *Schinus*, é conhecida a ocorrência de confusões na delimitação de suas espécies (Engler 1883, Arechavaleta 1901, Barkley 1944, 1957, Fleig 1979, 1987) devido, basicamente, a sobreposição dos caracteres morfológicos utilizados relativos às folhas, às inflorescências e aos frutos. De acordo com as descrições de Barkley (1944, 1957) no Estado do Rio Grande do Sul --Brasil, podem ser reconhecidas seis espécies do gênero *Schinus*: *S. terebinthifolius*, *S. weinmannifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. molle*, *S. paerci*, todas com folhas compostas (subgênero

Euschinus), e *S. polygamus*, com folhas simples (subgênero *Duvaua*). Nesse grupo *S. paerci* é uma espécie muito rara. Fleig (1979, 1987) cita, quando compara *S. terebinthifolius* e *S. weinmannifolius* que “não é possível separar objetivamente as variedades de *Sch. terebinthifolius*, nem as de *Sch. weinmannifolius*, apresentando-se estas na natureza como formas reduzidas da primeira”. *S. lentiscifolius* também possui certa similaridade, à campo, com as espécies citadas, o que torna sua identificação, às vezes difícil. *S. molle* por sua vez, devido aos seus ramos pendentes e folíolos típicos, possui fácil identificação a campo e também por material material de herbário. *S. polygamus* é de fácil identificação devido às suas folhas simples, sendo comum também a ocorrência de ramos espinescentes e o desenvolvimentos de galhas nesses ramos.

O presente trabalho se propõem analisar a estrutura anatômica dos rudimentos seminais das espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul –Brasil, com o objetivo de a) ampliar o conhecimento embriológico na família Anacardiaceae e no gênero *Schinus*, b) fornecer novos caracteres para estudos taxonômicos no referido gênero, c) avaliar a proposta de Fleig (1979, 1987) de inclusão de *S. weinmannifolius* em *S. terebinthifolius* e d) apresentar uma chave de identificação para as espécies do referido gênero.

Material e métodos

Flores pistiladas em pré-antese e em antese de *Schinus molle* L., *S. lentiscifolius* Marchand, *S. polygamus* (Cav.) Cab. foram coletadas em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul – extremo sul do Brasil. Flores pistiladas de *S. terebinthifolius* Raddi e de sua forma reduzida (Fleig 1979) também foram coletadas. O material foi fixado em solução de glutaraldeído 1% e formaldeído 4% em tampão fosfato 0,1M, com pH 7,4 (McDowell & Trump 1976), posteriormente, o material foi desidratado em série etílica. Como meio de inclusão, foi utilizada resina acrílica a base de hidroxietilmetacrilato (Gerrits & Smid 1983). O material incluído foi seccionado e corado com Azul de toluidina O 0,05%, em tampão benzoato, pH 4,4, (Feder & O'Brien 1968). As observações foram realizadas em microscópio de luz, Olympus BX41 e Leica DMR.

Parte do material botânico coletado foi desidratado em acetona e, posteriormente, transferido para dimetoximetano (Gersterberger & Leins, 1978), por 12 horas. O material desidratado foi submetido à secagem através do método de ponto crítico, com auxílio de um aparelho Balzers CPD 030. O material foi aderido a suportes de alumínio, com auxílio de fita metálica adesiva, e, posteriormente, recoberto com ouro, na espessura de 15 nm, com auxílio de um aparelho metalizador tipo “sputtering” Balzers SCD 050. As eletromicrografias foram realizadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) Jeol JMS 5800, sob 20 kV.

Cabe salientar que *S. pearcei* Engl. não foi encontrado em expedições de coleta realizadas, embora exista uma coleta de Fleig de 1977 (ICN 043854) para a região central do Estado do Rio Grande do Sul.

S. terebinthifolius possui indivíduos de porte rasteiro e com folíolos coriáceos, considerados por Barkley (1944, 1957), para a América do Sul, como *S. weinmannifolius* Mart. ex Engl.. De acordo com o trabalho de Fleig (1979, 1987), para o Estado do Rio Grande do Sul, tais indivíduos foram descritos como a forma reduzida de *S. terebinthifolius*. Assim, os autores, no presente estudo, levaram em consideração, para as coletas e apresentação dos resultados, as recomendações de Fleig (1979, 1987) para a delimitação de *S. terebinthifolius*, no referido Estado.

Resultados

Características gerais - As flores pistiladas, das espécies estudadas no Estado do Rio Grande do Sul, apresentam cinco sépalas e cinco pétalas e sua pré-floração é imbricada. Em *S. lentiscifolius* é comum a ocorrência de alguns indivíduos com quase todas as flores com apenas quatro sépalas e quatro pétalas. O androceu nas flores pistiladas é reduzido a estaminódios que apresentam semelhança com o androceu funcional. O ovário é globoso, encimado por três estiletes com estigmas capitados (figura 1). O ovário é unilocular e apresenta apenas um rudimento seminal

anátropo com dois tegumentos (figura 2). O tegumento externo é assimétrico dorso-ventralmente (ou semi-anular), enquanto o tegumento interno varia desde simétrico (ou anular) até ligeiramente assimétrico. O nucelo é sempre do tipo crassinucelar e o ginófito ocorre junto a sua base. O ginófito, em todas as espécies é derivado um ginósporo calazal, o qual ocorre em uma tétrade linear (figura 3). Em todas as espécies foi observado que, no ginófito, o aparelho oosférico possui duas sinérgides e uma oosfera, as quais ocorrem no pólo micropilar (figuras 4 e 5). Junto ao aparelho oosférico o aparelho fibrilar é muito desenvolvido e predominantemente péctico (figuras 4 e 5). No pólo calazal do ginófito ocorrem três antípodas (figura 4). Foi observado, também, que o núcleo da célula média ocorre sempre junto ao aparelho oosférico (figura 4). O obturado funicular, em todas as espécies estudadas, ocorre como um tecido desenvolvido e com estrutura interna parenquimática (figura 2).

Foi observada nas espécies de *Schinus* estudadas que a penetração do tubo polínico ocorre pela região calazal e segue pela lateral do ginófito, em direção micropilar, até atingir o aparelho oosférico (figura 6). O tubo polínico penetra uma das sinérgides e libera seu conteúdo incluindo os gametas. A dupla fecundação foi observada, porém será tratada em detalhe em outro trabalho. Os zigotos xenofítico e esporofítico são facilmente identificáveis e, nessa fase, as antípodas e a sinérgide que não participaram diretamente do processo de fecundação não são mais observáveis (figura 7).

Placentação - O rudimento seminal em *S. terebinthifolius* (figuras 8 e 9), incluindo sua forma reduzida (figuras 10 e 11), e *S. lentiscifolius* (figuras 12 e 13) possui placentação apical-lateral, bastante evidente. Em *S. polygamus* (figuras 14 e 15) a placentação possui variação entre uma posição apical-lateral e lateral. Em *S. molle* (figuras 16 e 17) a inserção do rudimento no carpelo é lateral. A figura 18 mostra de forma esquemática a variação dos pontos de inserção dos rudimentos seminais nas espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul.

Estrutura dos rudimentos - Com relação a estrutura e número de camadas celulares dos tegumentos e estrutura do obturador funicular foram observadas diferenças entre as espécies estudadas. Em *S.*

terebinthifolius o tegumento interno é simétrico e menos longo que o tegumento externo, sendo que o tegumento interno tem seu ápice curvado sobre o nucelo e o tegumento externo é usualmente retilíneo (figura 19). O obturador funicular possui ápice lobado o qual atinge a região basal da cavidade locular (figuras 8 e 9). O tegumento externo, juntamente com o obturador funicular forma a entrada do canal micropilar, enquanto o tegumento interno forma o endostoma (figuras 8, 9 e 19). De maneira geral o canal micropilar é tortuoso. O tegumento interno e o externo possuem três camadas celulares na zona nucelar, raro duas camadas, quando analisados através de uma secção longitudinal mediana (figura 19). Não ocorre a formação de cavidade micropilar. Nos indivíduos considerados como formas reduzidas de *S. terebinthifolius*, apresentaram tegumento interno ligeiramente assimétrico e mais longo que o tegumento externo. Os tegumentos são retilíneos (figura 20). Nesses indivíduos a micrópila é formada pelo tegumento interno apenas, e é observada a presença de uma cavidade micropilar. O obturador funicular é pouco desenvolvido nesses indivíduos (figuras 10 e 11). O tegumento interno possui três a quatro camadas celulares, enquanto o tegumento externo possui de quatro a seis camadas celulares. Em alguns rudimentos seminais foi observada a ocorrência de algumas divisões periclinais na epiderme nucelar, junto a extremidade micropilar.

S. lentiscifolius, a semelhança do que ocorre na forma reduzida de *S. terebinthifolius*, possui a micrópila formada pelo tegumento interno, o qual também é ligeiramente assimétrico. Uma cavidade micropilar muito reduzida pode ocorrer (figura 21). Nessa espécie o tegumento externo é retilíneo, enquanto a porção do tegumento interno junto à rafe é curvado (figuras 12 e 13). Dentre os indivíduos analisados, o tegumento interno possui, na sua porção média, duas a três camadas celulares, enquanto o tegumento externo possui de quatro a cinco camadas celulares. O obturador funicular é desenvolvido e chega a atingir a base da cavidade locular (figuras 12 e 13).

Cabe salientar que o ápice dos tegumentos interno e externo em *S. terebinthifolius*, incluindo sua forma reduzida, e *S. lentiscifolius* é levemente mais dilatado, em relação a sua porção nucelar, e levemente acuminado.

Nos indivíduos analisados de *S. polygamus*, foi observado que o obturador funicular é muito desenvolvido, possui forma de cunha, e atinge a base da cavidade locular (figuras 14 e 15). O obturador funicular também é muito desenvolvido em sua região de inserção no funículo. Aparentemente, o volume de tecido dessa estrutura junto a base do nucelo acaba alterando a curvatura do mesmo em relação ao ponto de inserção do rudimento seminal. Em alguns indivíduos foi observado um rudimento seminal com estrutura hemítropa (figuras 14 e 15) ou quase hemianátropa. Com relação aos tegumentos foi observado que tegumento interno é simétrico e levemente mais curto que o tegumento externo. O tegumento externo é retilíneo, com sua porção apical levemente curvada, a semelhança do que ocorre no tegumento interno. É observada a ocorrência de cavidade micropilar (figura 22). O tegumento externo, devido ao seu grau de desenvolvimento, atinge o ápice do obturador funicular. Nesse caso, a entrada do canal micropilar é formada com a participação do tegumento externo e do obturador funicular, enquanto o restante do canal micropilar é delimitado pelo tegumento interno (figura 22). Nos indivíduos dessa espécie o tegumento externo possui entre três de quatro camadas celulares e seu ápice é truncado, enquanto o tegumento interno é delgado em toda a sua extensão, possui três camadas celulares e seu ápice é agudo.

S. molle possui os tegumentos externo e interno com comprimentos semelhantes. Embora o tegumento interno possua apenas duas a três camadas celulares na zona nucelar, seu ápice se desenvolve muito, apresentando entre sete a dez camadas celulares, e seu ápice se mostra truncado (figura 23). O tegumento externo possui de três a quatro camadas celulares na zona nucelar, e seu ápice se mostra levemente mais volumoso e, em relação a região nucelar, e seu ápice é levemente acuminado. O canal micropilar é formado apenas pelo tegumento interno. É digno de nota a presença, em todos os indivíduos analisados, de duas cavidades tipo secretoras, junto ao final do tecido vascular da rafe. As cavidades são pouco volumosas, possuem contorno elíptico e são delimitadas por células isodiamétricas, com citoplasma denso no qual ocorre um vacúolo (figura 24). Durante a análise do material processado nunca foi observada a presença de qualquer tipo de conteúdo em tais cavidades.

Discussão

Embriologia geral - As flores pistiladas das espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul foram descritas por Lineu (1753), Barkley (1944, 1957), Fleig (1979, 1987), e, mais recentemente, por Wannan & Quinn (1991) Tais descrições foram confirmadas no presente estudo. Assim, de maneira geral as flores possuem um androceu abortivo, representado por estaminódios, um disco intraestaminal pouco desenvolvido e um gineceu globoso, onde ovário, estilete e estigma capitado são evidentes. A morfologia distinta das partes do gineceu no gênero *Schinus*, assim como outros da tribo Rhöeae é considerada uma sinapomorfia, em relação ao que ocorre nas flores pistiladas de gêneros da tribo Spondieae, onde, portanto, não existe diferenciação clara entre ovário, estilete e estigma (Wannan & Quinn 1991). O gineceu é considerado, de maneira geral, como sendo tricarpelar, porém unicarpelar na maturidade devido à interrupção do desenvolvimento de dois carpelos, os quais são percebidos apenas por seus estiletes e estigmas. Oliveira *et al.* (2005) demonstraram o desenvolvimento morfológico inicial do gineceu nas espécies de *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul. Nesse trabalho fica clara a origem tricarpelar e o aborto de dois carpelos. Além disso, a literatura relativa à família Anacardiaceae, usualmente, considera, devido ao breve histórico ontogenético apresentado, que o gineceu, além dos frutos, é pseudomonomérico. Wannan & Quinn (1991), justifica a ocorrência de pseudomonomeria apenas pela confirmação da presença de sistema vascular nos estiletes e estigmas de carpelos adultos, cuja presença, portanto, estaria demonstrando a presença residual dos carpelos abortados. Weberling (1989) salienta que apenas estudos ontogenéticos comparados são capazes de demonstrar se os carpelos abortados participam da construção do ovário funcional, como demonstrado para os gêneros *Rochelia* e *Harpagonella*, da família Boraginaceae (Junell 1938). Assim, como inexistem estudos ontogenéticos sobre o desenvolvimento do ovário na família Anacardiaceae, se torna inadequado à citação de pseudomonomeria apenas pela análise morfológica e anatômica de tecidos maduros.

Com relação às características embriológicas, as espécies do gênero *Schinus*, descritas no presente estudo, não diferem do que é citado para a maioria das espécies da família Anacardiaceae. Entre si as espécies também não diferem. Cabe salientar que as figuras 1 a 7 foram obtidas a partir de indivíduos de *S. terebinthifolius*, e foram utilizadas, em relação as demais espécies apenas pela representatividade e clareza das imagens. O nucelo é tipo crassinucelar o que está diretamente relacionado com o fato dos ginósporos, bem como o ginófito, ocorrerem profundamente no nucelo. Durante a esporogênese ocorre a formação de uma tétrade linear nas espécies estudadas e o ginósporo calazal origina o ginófito com sete células e oito núcleos, portanto, considerado do tipo *Poligonum*. Estas características já haviam sido descritas para *S. molle* (Copeland 1959), e também ocorrem em algumas espécies de *Spondias* (Juliano 1932, Srinivasachar 1940), *Pistacia* (Copeland 1955, Grundwag 1976, Shuraki & Sedgley 1997) e *Rhus mysurensis* (Kelkar 1958). Com relação a *S. molle* Copeland (*l.c.*) cita que ginósporos não calazais também podem originar ginófitos típicos. Além das características citadas, Johri *et al.* (1992) citaram que tétrade em forma de T também ocorre na família Anacardiaceae, porém, não foi registrada a espécie, ou gênero, onde tal estrutura se desenvolve. Em *R. lancea* von Teichman & Robbertse (1986), descreveram que o ginósporo micropilar origina um ginófito com oito núcleos e sete células, o que varia em relação a classificação tradicional (Johri 1984).

O ginófito nas espécies de *Schinus*, do presente estudo, apresenta alguma similaridade em relação ao que é descrito para *Spondias mangifera* e *Semecarpus anacardium* (Srinivasachar 1940), principalmente no que diz respeito ao aparelho oosférico. Nessas espécies o aparelho oosférico possui sinérgides com vacúolos calazais e uma oosfera mais desenvolvida com vacúolo micropilar e antípodas conspícuas na posição calazal. O que difere das espécies de *Schinus* estudadas é a presença, naquelas espécies, de núcleos polares não fusionados a época da antese floral.

A descrição de sinérgides com um aparelho fibrilar desenvolvido foi descrito para *P. atlantica* (Grundwag 1976), pela primeira vez para a família Anacardiaceae. O aparelho fibrilar desenvolvido pode estar intimamente associado à estrutura parenquimática do obturador e a

calazogamia nas espécies de *Schinus*. Embora a demonstração de calazogamia seja inédita para o gênero *Schinus*, tal comportamento reprodutivo era previsível em função da calazogamia ocorrer em outras espécies da família Anacardiaceae (Shuraki & Sedgley 1997).

Em diversas espécies o aparelho fibrilar, entre outras características, revela a atividade secretora de suas células, principalmente de cálcio, o qual é descrito como o elemento responsável pelo crescimento e direcionamento do tubo polínico através dos tecidos ovarianos até o aparelho oosférico (van Went & Willemse 1984, Dumas & Russell 1992, Frankling-Tong 1999). Nas espécies de *Schinus* analisadas, ocorre um obturador funicular parenquimático. Porém, em diversas angiospermas o obturador funicular é do tipo secretor, com células típicas para tal função, contribuindo parte do controle do crescimento do tubo polínico (Peterson *et al.* 1979, Bouman 1984). Assim, aparentemente, nas espécies do gênero *Schinus* ocorreu perda da função secretora do obturador funicular, com a transferência da função de orientação do tubo polínico para as sinérgides e, conseqüentemente, surgimento da calazogamia. Em espécies de *Pistacia* a calazogamia e a ocorrência de obturador funicular parenquimático são conhecidos (Copeland 1955, Grundwag 1976, Shuraki & Sedgley 1997), porém nada é acrescentado para o esclarecimento do seu sistema reprodutivo.

O reconhecimento de um obturador funicular nas espécies da família Anacardiaceae, já estudadas, é, atualmente, um tema controverso. Carmello-Guerreiro & Paoli (1999a) estudando *S. terebinthifolius*, citaram a ocorrência de fusão do tegumento externo com o obturador funicular, porém, este fato não foi observado no presente estudo. Copeland (1959) cita, erroneamente, que para o gênero *Schinus* um obturador funicular não ocorre; neste trabalho, Copeland (*l.c.*) descreve o obturador funicular como a porção ventral do tegumento externo. Em outras espécies esse equívoco morfo-anatômico, aparentemente, tem se repetido como, por exemplo, em *Lannea discolor* (von Teichman 1988a), *Sclerocarya birrea caffra* (von Teichman 1988b), *Protorhus longifolia* (von Teichman 1991), *Operculicarya decaryi* (von Teichman 1992), *Ozoroa paniculosa* (von Teichman 1993), *Protorhus namaquensis* (von Teichman 1994), *Heeria argentea* (von Teichman & van Wyk

1996) e *Smodingium argutum* (von Teichman 1998). Bouman (1984) cita que o obturador funicular é efêmero, porém, nas espécies de *Schinus* estudadas, entre outras acima citadas, o obturador não é efêmero e está relacionado diretamente com a construção da testa da semente. Embora, a discussão apresentada sobre o aparelho fibrilar e obturador funicular seja, em alguma extensão, especulativa, pretendemos, além de revelar a falta de estudos e informações nesse tema, estimular tais estudos na família Anacardiaceae.

Estrutura do rudimento seminal - De maneira geral, os rudimentos seminais na família Anacardiaceae são anátropos, possuem placentação apical, basal e lateral. Dois tegumentos são usuais, porém, tegumentos bífidos também ocorrem (Grundwag 1976, Wannan & Quinn 1990). Dentre esses caracteres, apenas a placentação tem sido explorada taxonomicamente (Marchand 1869, Engler 1892, Santin & Leitão-Filho 1991), onde Santin & Leitão-Filho (1991) citam a utilidade do tipo de placentação, além do tipo de fruto, para delimitações intergenéricas na família Anacardiaceae. Nesse contexto, Santin & Leitão-Filho (l.c.) utilizaram tais caracteres para distinguir *Astronium* de *Myracrodruon*. Copeland (1959) descreveu placentação lateral para *S. molle*, a qual é confirmada no presente estudo. Placentação lateral também pode ser observada em espécies de *Blepharocarya* (Wannan *et al.* 1987), de *Laurophyllus* (Wannan & Quinn 1991), em *Astronium graveolens* (Carmello-Guerreiro & Paoli 2000) e em *Smodingium argutum* (von Teichman 1998). *S. terebinthifolius*, *S. lentiscifolius* e *S. polygamus*, possuem placentação apical-lateral. De acordo com Wannan & Quinn (1991) o tipo de inserção de rudimento seminal mais comum na família Anacardiaceae é a apical com micrópila voltada para o teto da cavidade locular sendo, portanto, a condição plesiomórfica. O decorrer da evolução iria revelar lateralização e, posteriormente, a inserção basal dos rudimentos seminais como apomorfia, como ocorre em gêneros da tribo Rhoeeae, como, por exemplo, *Rhus* (Kelkar 1958, von Teichman & Robbertse 1986), *Protorhus* (von Teichman 1991), *Lithraea* (Pienaar & von Teichman 1998) e *Myracrodruon* (Carmello-Guerreiro & Paoli 1999b), e da tribo Mangiferae como, por exemplo *Mangifera* (von Teichman *et al.* 1988) e *Anacardium* (Copeland 1962).

A placentação, devido a sua sobreposição de estados de caráter, demonstrado no presente estudo, com outros gêneros próximos reduz sua importância em tratamentos intergenéricos, embora, ainda, seja útil em tratamentos inter-específicos. A importância da placentação em discussões sobre a validade de gêneros, na família Anacardiaceae, foi inicialmente apresentada por Engler (1883, 1892) e, mais recentemente, por Santin & Leitão-Filho (1991). Atualmente, a família Anacardiaceae embora possua trabalhos importantes pela sua abrangência, carece de detalhamentos intra-genéricos com nível de compreensão morfológica que se tem na atualidade, acaba sendo reconhecida apenas por generalizações.

No contexto taxonômico, a estrutura geral dos tegumentos possui grande valor para a delimitação das espécies de *Schinus* do presente estudo. É interessante a comparação entre indivíduos de *S. terebinthifolius*, notoriamente, quando são incluídas as formas reduzidas dessa espécie. As formas reduzidas de *S. terebinthifolius*, podem ser classificadas, de acordo com Barkley (1944, 1957) como indivíduos de *S. weinmannifolius*. Porém, Barkley (l.c.) sugeriu a realização de estudos mais aprofundados entre estas espécies devido à existência de variação gradual de caracteres. Esse fato foi comprovado por Fleig (1979, 1987) que propôs, devido a grande sobreposição de caracteres morfológicos, tanto vegetativos quanto florais, a inclusão de *S. weinmannifolius* em indivíduos de *S. terebinthifolius*. Além dos caracteres morfológicos, Fleig (l.c.) cita que questões edáficas, incluindo a ação antrópica, estaria induzindo a expressão de caracteres fenotípicos similares ao que foi descrito por Barkley (l.c.), para *S. weinmannifolius*, em *S. terebinthifolius*. Atualmente, as chaves de identificação para espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no extremo sul do Brasil, não incluem *S. weinmannifolius* (Fleig 1979, 1987, 1989). Na presente análise foi observado que nos rudimentos seminais de *S. terebinthifolius* o tegumento externo é mais longo que o interno, que a micrópila é formada pelo tegumento externo em conjunto com o obturador funicular, que o canal micropilar é tortuoso e que os tegumentos possuem, normalmente, três camadas celulares. É digno de nota que, naqueles indivíduos que Fleig (1979, 1987) considerou como formas reduzidas de *S. terebinthifolius*, os rudimentos seminais sempre

possuem tegumentos internos mais longos que o tegumento externo, que o tegumento interno forma a micrópila, que existe uma cavidade micropilar e que o número de camadas de células no tegumento externo varia de quatro a seis. Assim, embora exista certo grau de sobreposição da estrutura morfológica foliar, foliolar, floral, frutos e de inflorescências entre as espécies, acreditamos que a estrutura anatômica do rudimento seminal é taxonomicamente robusta. Assim, nesse contexto, é sugerido que as formas rasteiras de *S. terebinthifolius*, no extremo sul do Brasil, sejam classificados como indivíduos de *S. weinmannifolius*. Aparentemente, a estrutura anatômica diferencial entre as duas espécies é resultado de algum aspecto do desenvolvimento como a taxa de divisões celulares para construção de tegumentos e obturador funicular e/ou o tempo relativo da formação de tais estruturas. Em *S. weinmannifolius* o menor desenvolvimento do obturador funicular permitiria mais espaço para o crescimento do tegumento interno, por exemplo.

S. lentiscifolius possui características tanto de *S. terebinthifolius* quanto de *S. weinmannifolius*, uma vez que o obturador funicular é desenvolvido, que a micrópila é formada pelo tegumento interno e que ocorre cavidade micropilar. Com relação a micrópila ser formada pelo tegumento interno, juntamente com um obturador funicular desenvolvido, é observado que o tegumento interno acaba sofrendo leve curvatura em direção a base da cavidade locular, devido a pressão lateral desenvolvida pelo obturador funicular. Essa combinação de características, dentre as espécies estudadas, permite a circunscrição da espécie. Engler (1883), após suas análises morfológicas, comenta que *S. weinmannifolius* seria intermediária entre *S. terebinthifolius* e *S. lentiscifolius*, a semelhança do que foi descrito por Arechavaleta (1901). Com os nossos resultados fica claro que as três espécies compartilham, além dos caracteres morfológicos observados por outros autores, caracteres anatômicos do rudimento seminal e, embora, a tentativa de se estabelecer uma proposta filogenética entre estas necessite de mais subsídios, se pode presumir que tais espécies formam um grupo que possuem histórias evolutivas relativamente próximas, principalmente quando são comparadas com *S. polygamus* e *S. molle*.

S. polygamus também possui tegumento interno curvado em direção a base da cavidade locular, porém, esse é mais curto que o tegumento externo, além disso, dentre as espécies de *Schinus* que ocorrem no extremo sul do Brasil, *S. polygamus* é a única com folhas simples, e que, localmente, não apresenta problemas de identificação. Cabe salientar, contudo, que na Argentina, no Uruguai e no Paraguai existe um grande número de espécies de *Schinus* de folhas simples, e que em alguns casos apresentam sobreposição de caracteres morfológicos. Segundo Barkley (1944, 1957) as espécies de folhas simples formam uma subdivisão do gênero *Schinus* de difícil identificação. Futuramente, acreditamos que uma circunscrição mais natural para as espécies de *Schinus* que possuem folhas simples será obtida através da utilização de caracteres anatômicos ligados ao rudimento seminal, os quais são pouco utilizados, e também outros caracteres já sabidamente eficientes como a anatomia do pericarpo (Wannan & Quinn 1990).

S. molle, possui algumas características anatômicas muito interessantes para sua circunscrição. Em relação às demais espécies se destacam, tegumentos de alturas similares e ápice do tegumento interno com muitas camadas celulares e extremidade truncada, além da presença de cavidades similares a cavidades secretoras junto a terminação da vascularização da rafe. Para o gênero *Schinus* podemos destacar a presença de cavidades estruturadas na rafe como uma novidade, uma vez que não foram registradas por Copeland (1959) que analisou esta espécie. Em *Protorhus longifolia*, von Teichman (1991) registrou a ocorrência de dutos secretores junto ao floema funicular, porém a autora não dedica atenção maior para tal estrutura o que impede uma discussão mais detalhada sobre a mesma.

No presente estudo foram apresentadas diversas características estruturais ligadas ao rudimento seminal. As características ligadas a esporogênese, gametogênese, polinização e fecundação são similares, como já descritas, para outras espécies da família. Assim, tais características não possuem valor taxonômico no presente estudo. As características ligadas aos tegumentos, são pouco conhecidas na família Anacardiaceae, e no presente estudo foi demonstrado sua importância para a delimitação das espécies que ocorrem no extremo sul do Brasil (chave

analítica). A placentação é bastante difundida em estudos taxonômicos na família, porém, a falta de conhecimentos mais aprofundados reduz a sua importância em tratamentos intergenéricos. Assim, atualmente a utilização da placentação lateral para a diferenciação de, por exemplo, *Astronium*, entre outros, que possui placentação lateral, de *Schinus* que também possui, pelo menos uma espécie com placentação lateral, se torna falha.

Os autores do presente estudo acreditam que a utilização dos mesmos caracteres anatômicos apresentados neste estudo será útil na circunscrição das demais espécies do gênero *Schinus*, as quais possuem uma difícil circunscrição devido, principalmente, a utilização excessiva de morfologia foliar para o propósito taxonômico.

Chave analítica para a identificação para espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul, baseada na estrutura dos rudimentos seminiais.

1. Micrópila formada pelo tegumento externo e pelo obturador funicular _____ 2
- 1'. Micrópila formada apenas pelo tegumento interno _____ 3
2. Tegumento interno curto, sem formação de cavidade micropilar _____ *Schinus terebinthifolius*
- 2'. Tegumento interno longo, com formação de cavidade micropilar _____ *S. polygamus*
3. Ápice do tegumento interno volumoso e truncado _____ *S. molle*
- 3'. Ápice do tegumento interno sem essas características _____ 4
4. Tegumento interno retilíneo _____ *S. weinmannifolius*
- 4'. Tegumento interno curvo _____ *S. lentiscifolius*

Agradecimentos: Os autores do presente estudo são gratos ao Prof. MSc Adelino Alvares, Prof. Dr. Bruno Edgar Irgang, Profa. Dra. Hilda Maria Longhi-Wagner, Prof. Dr. Carlos Frederico Nalepinski Wideholzer, Prof. Dr. Rivete Silva de Lima e a aluna de graduação Daniele Munareto Rodrigues pela ajuda na realização de expedições de coleta e também na coleta de material. Os autores também agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências bibliográficas:

- ARECHAVALETA, J. 1901. Anacardiáceas. *Annales del Museo Nacional de Montevideo*, 3: 291-301.
- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus* L.. *Brittonia* 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. *Lilloa* 28: 1-110.
- BOUMAN, F. 1984. The Ovule. In *Embryology of Angiosperms* (B. M. Johri, ed.). Springer-Verlag, New York, p.123-158.
- BHOJWANI, S. S. & BHATNAGAR, S. P. 1983. The embryology of angiosperms. Vikas, New Delhi.
- CABRERA, A. L. 1939. Sinopsis de las anacardiáceas argentinas. *Revista Argentina de Agronomía* 6: 85-113.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999a. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 91-98.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999b. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. – Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. *Revista Brasileira de Sementes* 21: 222-228.
- COPELAND, H. F. 1955. The reproductive structures of *Pistacia chinensis* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 5: 440-449.
- COPELAND, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). *Madroño* 15:14-25.
- COPELAND, H. F. 1962. Observations on the reproductive structures of *Anacardium occidentale*. *Phytomorphology* 11: 315-325.
- COPELAND, H. F. & DOYEL, B. E. 1940. Some features of the *Toxicodendron divesiloba*. *American Journal of Botany* 27: 932-939.
- DAVIS, G. L. 1966. Systematic embryology of the angiosperms. John Wiley, New York.

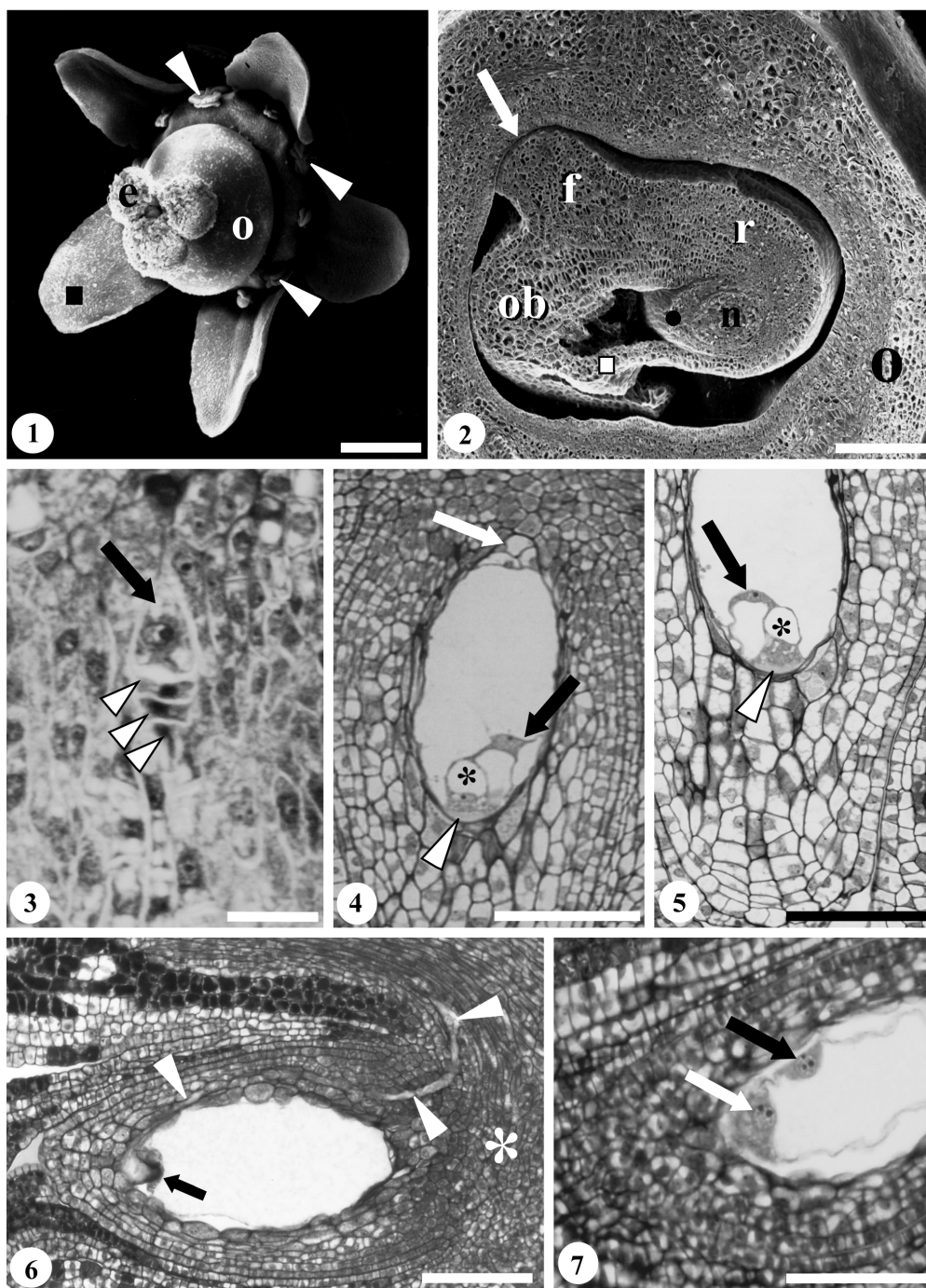
- DUMAS, C. & RUSSELL, S. D. 1992. Plant Reproductive Biology: Trends. *International Review of Cytology* 140: 565-592.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. *In* *Monographie Phanerogamarum* (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- ENGLER, A. 1892. Anacardiaceae. *In* *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (A. Engler, & K. Prantl, eds.). Engelmann, Leipzig, v. 3, p.138-178.
- FEDER, N & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant Microtechnique: some principles and new methods. *American Journal of Botany* 55: 123-142.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Biociências*. Porto Alegre 42: 1-72.
- FLEIG, M. 1989. Anacardiáceas. *Flora Ilustrada Catarinense* I parte, 1-62.
- FRANKLIN-TONG, V. E. 1999. Signaling and the modulation of pollen tube growth. *The Plant Cell* 11: 727-738.
- GADEK, P. A.; FERNANDO, E. S.; QUINN, C. J.; HOOT, S. B.; TERRAZAS, T.; SHEAHAN, M. C & CHASE M. W. (1996) Sapindales: Molecular delimitations and infraordinal groups. *American Journal of Botany*. 83: 802-811.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. *Journal of Microscopy* 132: 81-85.
- GERSTERBERGER, P. & LEINS, P. 1978. Rasterelektronenmikroskopische untersuchungen an blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae) anwendung einer neuen präparationsmethode. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft* 91: 381-387.
- GRUNDWAG, M. 1976. Embryology and fruit development in four species of *Pistacia* L. (Anacardiaceae). *Botanical Journal of Linnean Society* 73: 355-370.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.

- JOHRI, B. M. 1984. Embryology of angiosperms. Springer-Verlag, New York.
- JOHRI, B. M., AMBEGAOKAR, K. B. & SRIVASTAVA, P. S. 1992. Comparative Embryology of Angiosperms. Springer-Verlag, Berlin.
- JULIANO, J. B. 1932. The causes of sterility in *Spondias purpurea* Linn. Philippine Agriculturist 26: 443-472.
- JUNELL, S. 1938. Über den fruchtknotenbau der Borraginazeen mit pseudomonomeren Gynäzeen. Svensk Botanisk Tidsks 32: 361-273.
- KELKAR, S. S. 1958. Embryology of *Rhus mysurensis* Heyne. Journal of the Indian Botanical Society 37 114-122.
- MAHESHWARI, P. 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. MacGraw-Hill, New York
- MARCHAND, L. 1869. Révision du groupe des Anacardiacees. J.B. Bailliére et Fils, Paris.
- McDOWELL, E. M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. Archives of Pathology & Laboratory Medicine 100: 405-414.
- PALSER, B. F. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: embryology. Annals of the Missouri Botanical Garden 62: 621-646.
- PIENAAR, M. E. & VON TEICHMAN, I. 1998. The generic position of *Lithraea brasiliensis* Marchand (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. Botanical Journal of Linnean Society 126: 327-337.
- PETERSON, R. L., SCOTT, M. G. & MILLER, S. L. 1979. Some aspects of carpel structure in *Caltha palustris* L. (Ranunculaceae). American Journal of Botany 66: 334-342.
- SANTIN, D. A. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Botânica 14: 133-145.
- SHURAKI, Y. D. & SEDGLEY, M. 1997. Pollen tube pathway and stimulation of embryo sac development in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). Annals of Botany 79: 361-369.
- VAN WENT, J. L. & WILLEMSE, M. T. M. 1984. Fertilization. In Embryology of Angiosperms (B. M. Johri, ed.). Springer-Verlag, New York. p.273-318.

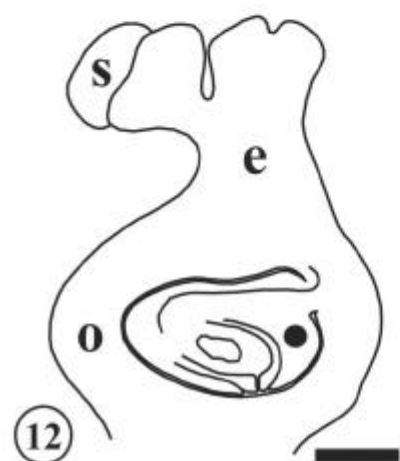
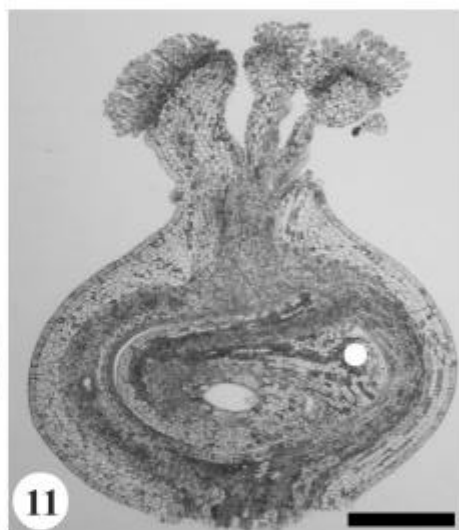
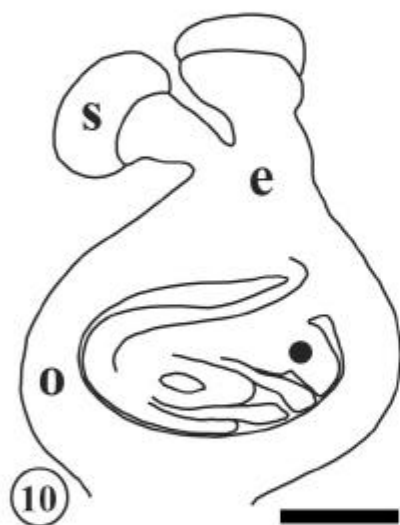
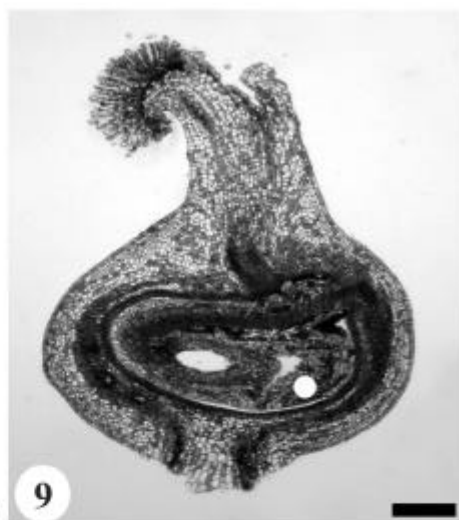
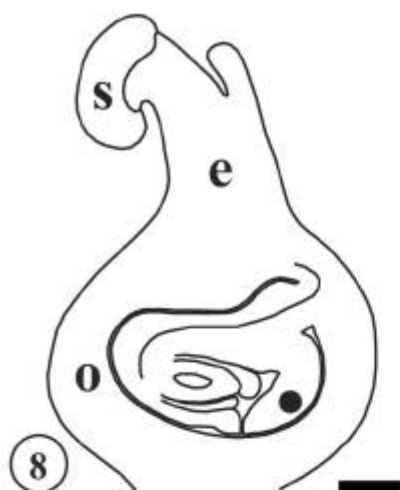
- VON TEICHMAN, I. 1988a. Development and structure of the seed-coat of *Lannea discolor* (Sonder) Engl. (Anacardiaceae). Botanical Journal of Linnean Society 98: 105-117.
- VON TEICHMAN, I. 1988b. Notes on the ontogeny and structure of the seed-coat of *Sclerocarya birrea* (Richard) Hochst. subsp. *caffra* (Sonder) Kokwaro (Anacardiaceae). Botanical Journal of Linnean Society 98: 153-158.
- VON TEICHMAN, I. 1991. The pachychalazal seed of *Protorhus longifolia* (Bernh.) Engl. (Anacardiaceae) and its taxonomic significance. Botanical Bulletin of Academia Sinica 32: 145-152.
- VON TEICHMAN, I. 1992. Notes on the ovule and partially pachychalazal seed of *Operculicarya decaryi* H. Perrier (Anacardiaceae) from Madagascar. Botanical Bulletin of Academia Sinica 33: 289-293.
- VON TEICHMAN, I. 1993. Development and structure of the seed of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae) and taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 111: 463-470.
- VON TEICHMAN, I. 1996. Taxonomic significance of pericarp and seed structure in *Heeria argentea* (Thunb.) Meisn. (Anacardiaceae), including reference to pachychalazy and recalcitrance. Botanical Journal of Linnean Society 12: 335-352.
- VON TEICHMAN, I. 1998. Micromorphological structure of the fruit and seed of *Smodingium argutum* (Anacardiaceae), as an adaptation to its natural habitat. South African Journal of Botany 64: 121-127.
- VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 93: 291-306.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. South African Journal of Botany 57: 29-33.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 111: 253-263.

- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. *Annals of Botany* 73: 175-184.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. *Botanical Journal of Linnean Society* 102: 225-252.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1991. Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 107: 349-385.
- WEBWELING, F. 1989. *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge University Press, Cambridge.

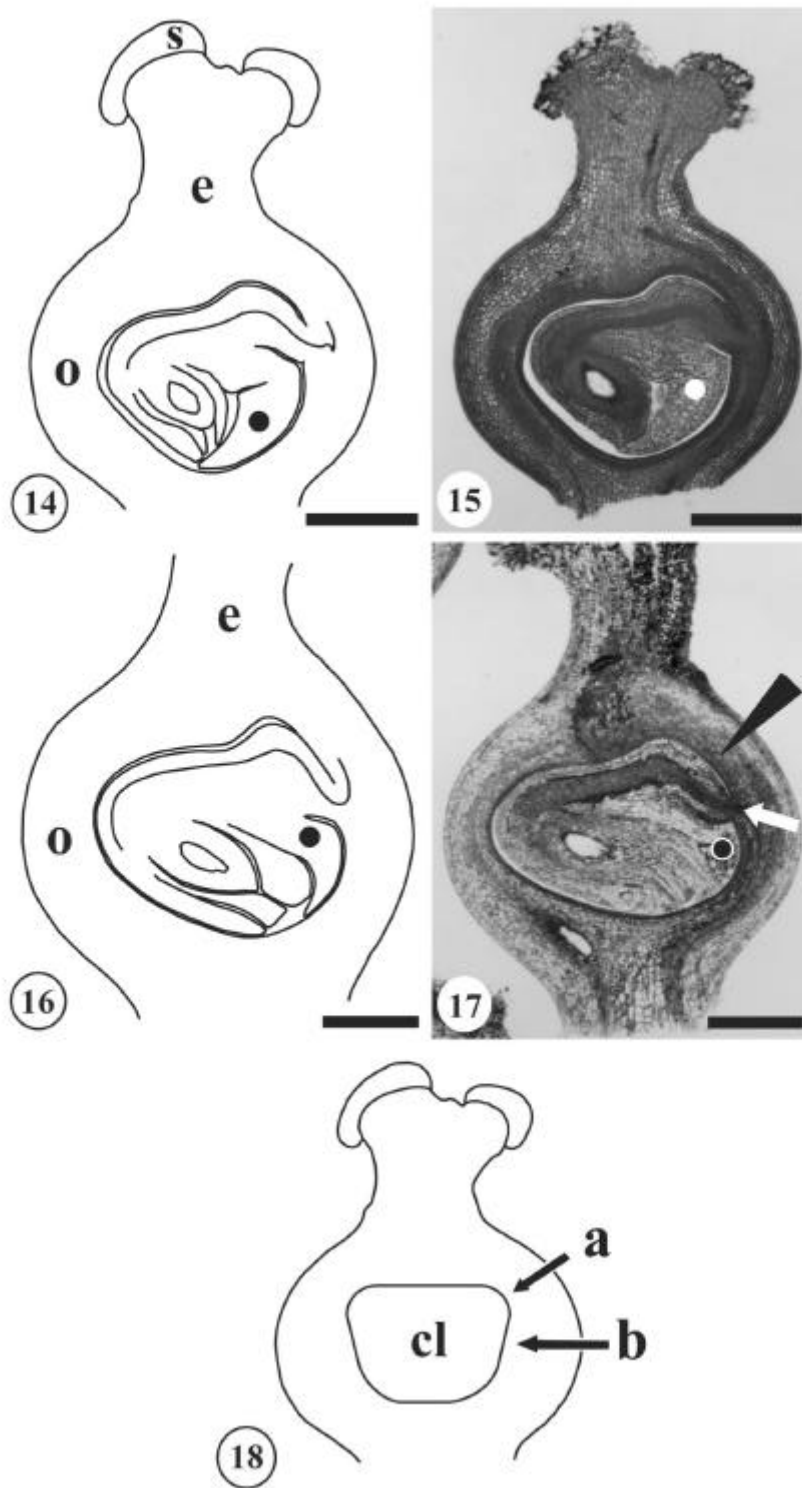
Figuras 1 a 7: Aspectos gerais da flor e embriologia geral de *Schinus terebinthifolius*. 1. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) de uma flor pistilada em antese, com cinco pétalas (quadrado preto), androceu reduzido a estaminódios (cabeças de setas), ovário súpero (o) e três estigmas capitados (e). Barra = 360 μ m. 2. MEV de uma flor pistilada em antese em seção longitudinal mediana. Seta indica a placentação, funículo (f), rafe (r), obturador funicular (ob), nucelo (n), tegumento interno (círculo preto), tegumento externo (quadrado branco), parede do ovário (o). Barra = 60 μ m. 3. Tétrade linear de esporos. Seta indica esporo funcional no pólo calazal, cabeças de setas indicam esporos abortivos. Barra = 20 μ m. 4. Detalhe do ginófito. Antípodas (seta branca), célula média (seta preta), sinérgide (asterisco), aparelho fibrilar (cabeça de seta). 5. detalhe do aparelho oosférico. Oosfera (seta preta), sinérgide (asterisco), aparelho fibrilar (cabeça de seta). 6. Cabeças de seta indicam a penetração do tubo polínico através da calaza (asterisco), seta preta indica ápice do tubo polínico invadindo o ginófito. 7. Detalhe dos zigotos xenofítico (seta preta) e esporofítico (seta branca). Figuras 4 a 7 barra = 50 μ m.



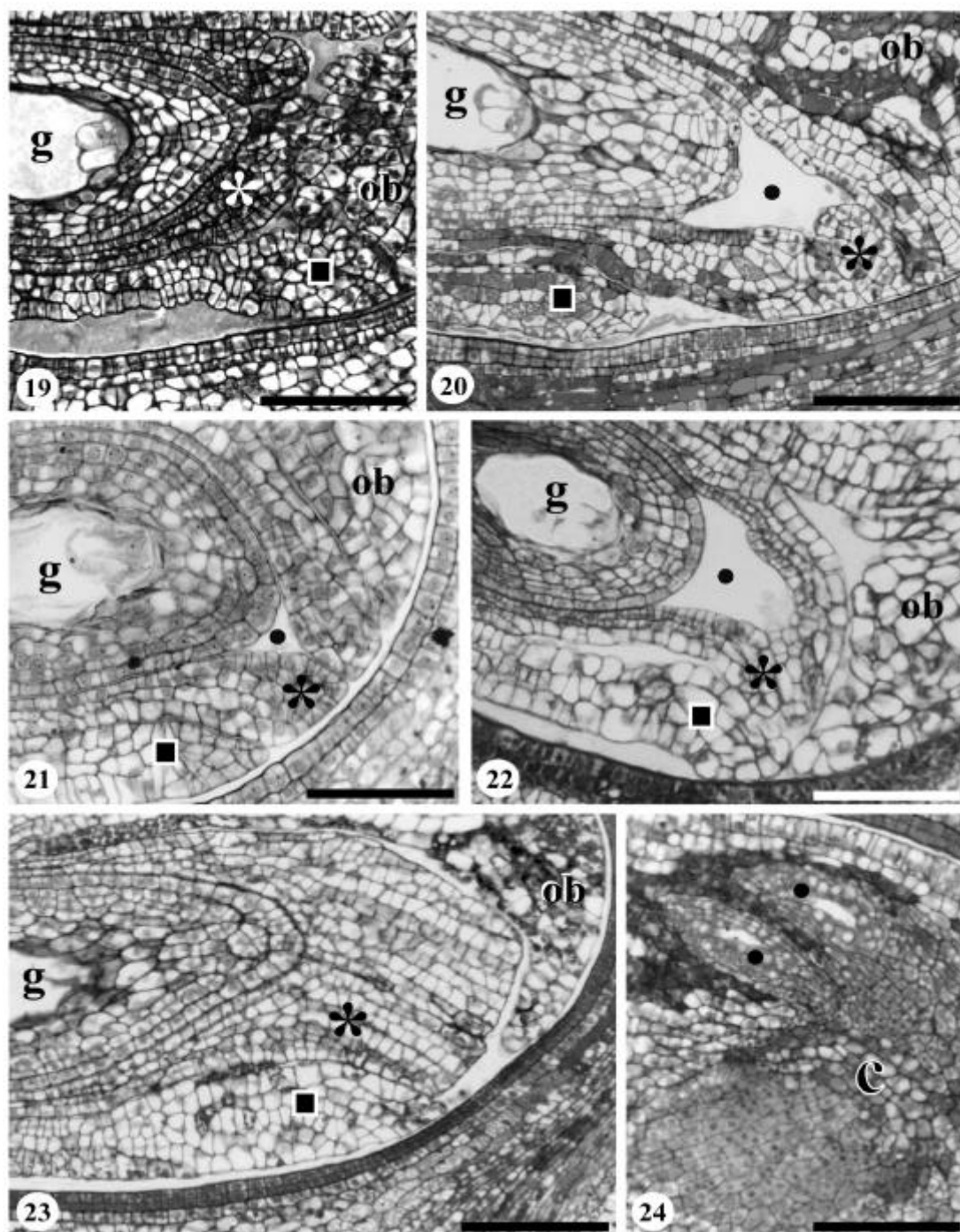
Figuras 8 a 13. Representações esquemáticas e fotomicrografias de carpelos de diferentes espécies do gênero *Schinus*. 8 e 9. *S. terebinthifolius*. Barra = 140µm. 10 e 11. Forma reduzida de *S. terebinthifolius*. Barra = 260µm. 12 e 13. *S. lentiscifolius*. Barra = 170µm. Legenda geral: estigma = s, estilete = e, parede do ovário = o, obturador funicular = círculo.



Figuras 14 a 18. Representações esquemáticas e fotomicrografias de carpelos de diferentes espécies do gênero *Schinus*. 14 e 15. *Schinus polygamus*. Barra = 260µm. 16 e 17. *S. molle*. Barra = 200µm. 18. Representação esquemática de um carpelo do gênero. Seta “a” indica placentação de *S. terebinthifolius*, incluindo sua forma reduzida e *S. lentiscifolius*. Seta “b” indica placentação de *S. molle*. A placentação de *S. polygamus* varia desde a posição indicada na seta “a” até a seta “b”.
Legenda geral: Legenda geral: estigma = s, estilete = e, parede do ovário = p, obturador funicular = círculo.



Figuras 19 a 24. Figuras 19 a 23. Fotomicrografias mostrando o detalhe da porção apical dos tegumentos e nucelo, incluindo parcialmente o obturador funicular. 19. *Schinus terebinthifolius*. 20. Forma reduzida de *S. terebinthifolius*. 21. *S. lentiscifolius*. 22. *S. polygamus*. 23. *S. molle*. Legenda geral: Tegumento externo = quadrado, tegumento interno = asterisco, obturador funicular = ob, cavidade micropilar = círculo preto, ginófito = g. 24. Detalhe da região calazal (c) do rudimento seminal de *S. molle*. Cavidades tipo secretoras = círculo preto. Barras = 50 μm .



Capítulo 5

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO ENDOCARPO EM *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* RADDI (ANACARDIACEAE)

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO ENDOCARPO EM *Schinus terebinthifolius* RADDI
(ANACARDIACEAE)¹**

JOÃO MARCELO SANTOS DE OLIVEIRA² E JORGE ERNESTO DE ARAUJO MARIATH³

Título resumido: Desenvolvimento do endocarpo em *Schinus terebinthifolius*

¹ Parte integrante da tese de Doutorado do primeiro autor.

² Autor para correspondência: linneau@yahoo.com.br.

³ Pesquisador CNPq, Professor Titular do Laboratório de Anatomia Vegetal. Depto. de Botânica - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. Tel.: +55 51-33167655.

ABSTRACT: (Initial development of the endocarp in *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)). In *S. terebinthifolius* the fruits are drupes. In this species, the endocarp originates exclusively from the epidermis of the locular cavity. The periclinal divisions, responsible for the formation of the endocarp, start during the floral anthesis, finishing it until 72 hours after the floral anthesis. During this phase, the inner cellular layers, including the cells from the young mesocarp, show a meristematic structure and great mitotic activity. The crystal layer is typical in the fruits of the Anacardiaceae family. It occurs adjacent to the outer layer of the endocarp formed by brachysclereids. The propitious region for the analysis of the endocarp ontogeny, in *Schinus*, corresponds to the insertion point of the ovule in the carpel, where epidermis of both ovule and locular cavity are observed as continuous tissues, though, they show distinct morphogenetic fates.

Key words: Anacardiaceae, crystal layer, endocarp, ontogeny, *Schinus*

RESUMO: (Desenvolvimento inicial do endocarpo em *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae)). Em *S. terebinthifolius* os frutos são do tipo drupa. Nessa espécie o endocarpo se origina exclusivamente da epiderme da cavidade locular. As divisões periclinais responsáveis pela formação do endocarpo iniciam durante a antese floral, terminando em até 72 horas após a antese floral. Durante esta fase as camadas celulares mais internas, incluindo células do mesocarpo jovem, possuem estrutura meristemática e grande atividade mitótica. A camada cristalífera, típica nos frutos da família Anacardiaceae, possui origem no mesofilo carpelar e ocorre adjacente a camada mais externa do endocarpo formada por braquisclereídes. A região propícia para a análise da ontogenia do endocarpo, em *Schinus*, corresponde ao ponto de inserção do rudimento seminal no carpelo, onde a epiderme do rudimento seminal e da cavidade locular são observadas como tecidos contínuos, porém, apresentam destinos morfogênicos distintos.

Palavras-chave: Anacardiaceae, camada cristalífera, endocarpo, ontogenia, *Schinus*

Introdução

A família Anacardiaceae apresenta, predominantemente, frutos tipo drupa (Engler 1892). A estrutura das drupas é muito variável, ocorrendo inclusive gêneros com estruturas de transição entre drupas e bagas (Wannan & Quinn 1990). Alguns gêneros que ocorrem na tribo Rhoeeae (*sensu* Engler 1892), incluindo nesse grupo o gênero *Schinus*, apresentam endocarpo organizado em camadas de esclereides (Wannan & Quinn 1990).

O estudo da estrutura do pericarpo na família recebeu grande atenção nas duas últimas décadas, uma vez que a estrutura, principalmente, do endocarpo apresenta grande valor taxonômico e sistemático (Von Teichman 1989, Wannan & Quinn 1990). Dentre os diversos trabalhos sobre a anatomia do pericarpo, alguns se dedicaram ao processo de desenvolvimento dos seus principais sítios histológicos, ou seja, o exocarpo, o mesocarpo e o endocarpo. Dentre os trabalhos sobre desenvolvimento na família Anacardiaceae cabe salientar o apresentado para *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986), para *Lannea discolor* (von Teichman 1987), para *R. problematodes* (von Teichman & van Wyk 1991), e para *Schinus terebinthifolius* (Carmello-Guerreiro & Paoli 2002). Considerando a importância taxonômica dos caracteres anatômicos do pericarpo, os estudos sobre seu desenvolvimento tiveram como objetivo definir o grau de homologia entre os sítios histológicos nos diferentes táxons em observação, além de considerações gerais deste caráter para a família Anacardiaceae. Tais considerações dizem respeito a relações intergenéricas dentro da família (Wannan & Quinn 1990).

Contudo, os estudos ainda são insuficientes devido a grande diversidade estrutural associada ao pericarpo para os táxons circunscritos à família Anacardiaceae. Somado a isso, Wannan & Quinn (1990) acreditam que a diversidade estrutural atualmente conhecida é consequência de igual diversidade de processos ontogenéticos. Cabe salientar que, dentro desse contexto, a importância taxonômica, principalmente do endocarpo, é devido ao seu alto grau de conservação estrutural nos gêneros (von Teichman 1989). Atualmente, em alguns gêneros, como por exemplo, *Rhus* e *Schinus* ocorre pequena controvérsia com relação aos resultados já publicados sobre o número de camadas derivadas da epiderme locular, principalmente no que diz respeito à origem da camada cristalífera.

Assim, o presente estudo pretende demonstrar o desenvolvimento inicial do endocarpo em *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha) espontânea na Região Sul do Brasil, a fim de iniciar uma série de estudos para melhorar a compreensão estrutural, taxonômica e sistemática do gênero *Schinus* e da família Anacardiaceae.

Material e Métodos

Botões florais, flores em diferentes fases do desenvolvimento e frutos jovens de *Schinus terebinthifolius* Raddi, foram coletados em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul e fixadas em diferentes soluções (glutaraldeído 1% e formaldeído 4% em tampão fosfato 0,1M, com pH 7,4 (McDowell & Trump, 1976) e FAA (Johansen 1940)). Posteriormente, o material foi desidratado em série alcoólica, incluído em hidroxietilmetacrilato (Gerrits & Smid, 1983), e seccionado em micrótomo de deslize (Leitz 1400) e em ultramicrotomo (Leica Ultracut UCT, equipado com navalha de vidro). Azul de toluidina O (Feder & O'Brien, 1968) foi utilizado como corante padrão. As observações e fotomicrografias foram realizadas em microscópios de campo claro Leitz Dialux 20EB, Leica DMR e Olympus BX41.

Resultados

Considerações gerais sobre os frutos maduros - Os frutos em *Schinus terebinthifolius* são do tipo drupa. As drupas se desenvolvem a partir de flores pistiladas, hipóginas, unicarpelares e com uma única cavidade locular. Apenas um rudimento seminal anátropo se desenvolve na cavidade locular. Os frutos maduros são assimétricos dorsoventralmente e levemente compressos lateralmente.

Considerações ontogenéticas - Durante a fase inicial de diferenciação da cavidade locular a sua epiderme é observada como um estrato regular de células que apresentam estrutura meristemática. Nas fases ontogenéticas iniciais, principalmente, é notória a continuidade da epiderme da cavidade locular e da protoderme que cobre o rudimento seminal (figuras 1 e 2), ambas oriundas de um

mesmo processo morfogênético e que participam da construção de estruturas distintas. Nessas fases iniciais apenas divisões anticlinais ocorrem em tal tecido, e irão ocorrer durante todo o processo de maturação da cavidade locular. Cabe salientar que as descrições que seguem serão restritas à diferenciação da epiderme locular em preparação para a diferenciação do endocarpo, a descrição da morfogênese do rudimento seminal será tratada em outro trabalho.

As primeiras divisões periclinais observadas na epiderme locular, que marcam o desenvolvimento inicial do endocarpo, ocorrem durante a antese floral; até então a epiderme locular ocorria como um estrato celular único, facilmente identificável, na região de placentação como já demonstrado (figuras 1 e 2). Na região de placentação (figura 3) podem ser observadas diferenças nas células epidérmicas da cavidade locular e do rudimento seminal, no que diz respeito ao seu volume e regularidade na forma, onde as células da cavidade locular ocorrem como um estrato regular de células (figura 4). Momentos antes da antese floral, as células da epiderme locular sofrem leve crescimento radial, além de, aparentemente, ocorrer um aumento na taxa de divisões anticlinais nesse tecido. As divisões celulares periclinais que definem o número total de três camadas para o endocarpo ocorrem em um período de até 72 horas após a antese floral. O processo usualmente inicia na base da cavidade locular, e irradia em direção ao teto da cavidade. Sem alterar o padrão celular da epiderme que cobre o rudimento seminal que permanece uniestratificada (figuras 5 a 7).

Logo após ter iniciado o primeiro ciclo de divisões periclinais, as células derivadas mais internas, ou seja, aquelas adjacentes à cavidade locular iniciam processo de crescimento no sentido radial e não se dividem mais periclinamente; tais células irão originar esclereídes, usualmente, denominados macrosclereídes. Durante as fases iniciais do seu desenvolvimento tais esclereídes serão definidos como proto-macrosclereídes (figuras 5 a 7). O segundo ciclo de divisões periclinais, que ocorre nas derivadas externas aos macrosclereídes, origina proto-osteosclereídes e proto-braquisclereídes; os proto-osteosclereídes formam a camada celular intermediária na estrutura de três camadas (figuras 6 e 7). Assim, uma parte do processo ontogenético para a formação do endocarpo se expressa através de apenas dois ciclos de divisões periclinais nas células da epiderme

locular. Estruturalmente, o jovem endocarpo apresenta três camadas concêntricas (figura 7) que irão se diferenciar no endocarpo maduro com três camadas concêntricas.

A diferenciação posterior revela um crescimento radial como tendência, o qual é menos intenso nos proto-osteosclereídes. Além das divisões periclinais típicas, ocorrem divisões anticlinais nas células das três camadas, num período de até quatro semanas. Após a antese as células do endocarpo, em desenvolvimento, sofrem apenas crescimento. Normalmente, a partir da sexta semana de maturação inicia o depósito das paredes secundárias nas células do endocarpo (não mostrado). A análise de seções transversais do pericarpo em desenvolvimento, nas espécie analisada, pode induzir conclusões errôneas com relação ao número de estratos do endocarpo. É observado que três a quatro camadas mais internas do mesocarpo apresentam uma estrutura e contorno das células muito similares em relação às derivadas da epiderme locular (figura 8). Além disso, as células mais internas do mesocarpo, principalmente a camada cristalífera, ocorrem mais ou menos alinhadas com os proto-braquisclereídes nas fases iniciais do desenvolvimento.

Durante a terceira, ou quarta, semana de maturação dos frutos, quando o endocarpo já apresenta células volumosas, um dos seus estratos está ausente, sempre em regiões adjacentes as cavidades secretoras. Em tais regiões normalmente não ocorre a formação da camada de proto-braquiesclereídes (figuras 9 e 10). Esta estrutura é o resultado da não ocorrência do segundo ciclo mitótico nas células derivadas, mais externas da epiderme locular, assim, o conjunto de células se diferencia diretamente em proto-osteosclereídes. Contudo, a camada mais interna do mesocarpo, que acumula cristais, a camada cristalífera, usualmente se diferencia nessas regiões. Normalmente, o acúmulo de cristais na camada mais interna do mesocarpo, aparentemente de oxalato de cálcio, inicia na terceira semana de maturação dos frutos (figura 7).

Discussão

O processo de desenvolvimento inicial do endocarpo descrito e demonstrado para *Schinus terebinthifolius* mostra similaridades e diferenças com outras espécies da família Anacardiaceae. O desenvolvimento dos frutos apresenta um período inicial de divisões celulares nos tecidos

carpelares de maneira geral, mais ou menos simultâneos a antese, o qual, posteriormente, é seguido por uma fase de crescimento celular. A estrutura celular, tipo meristemática, é predominante tanto em derivadas da epiderme locular quanto nas células do mesofilo. Essas duas fases iniciais estão relacionadas diretamente ao crescimento não apenas do fruto em si, mas também com a ampliação da cavidade locular. Essas características gerais foram demonstradas no presente estudo e também foram documentadas para outras espécies na família Anacardiaceae, como por exemplo, *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986), *Ozoroa paniculosa* (von Teichman & van Wyk 1993) e *Heeria argentea* (von Teichman & van Wyk 1996), entre outras, bem como para outras angiospermas (Roth 1977, Souza *et al.* 2003).

Com relação, especificamente, aos períodos relativos para o desenvolvimento inicial do endocarpo é descrito na literatura que em *Pistacia chinensis* (Copeland 1955) e em *Anacardium occidentale* (Copeland 1962) o processo inicia durante a antese floral, a semelhança do que ocorre em *S. terebinthifolius*. Em *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986) e em *Ozoroa paniculosa* (von Teichman & van Wyk 1993), as primeiras divisões para a formação do endocarpo iniciam antes da antese. Aparentemente, a compreensão do significado biológico do tempo de maturação do endocarpo, nos diferentes táxons, será obtida com a ampliação dos estudos sobre desenvolvimento dos frutos na família. Essa reflexão é válida devido ao conhecimento atual sobre a função do endocarpo, na proteção da semente, em relação à perda dessa função pela testa da semente.

O reconhecimento de padrões gerais de desenvolvimento para os frutos nas angiospermas e similaridade entre tecidos de diferentes espécies é fundamental para o estabelecimento de homologias entre os mesmos. No que diz respeito aos estudos realizados para a família Anacardiaceae, de maneira geral, a similaridade entre a porção interna do mesocarpo e do endocarpo jovens traz dificuldades para a compreensão do processo ontogenético e, portanto, dificuldades para a delimitação das diferentes regiões do pericarpo, como é observado em *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986) em *Ozoroa paniculosa* (von Teichman & van Wyk 1993) e em *Protorhus namaquensis* (von Teichman & van Wyk 1994), além do que foi demonstrado no presente estudo para *S. terebinthifolius*.

Os diferentes trabalhos, na família, que possuem como objetivo apresentar resultados sobre a ontogenia do pericarpo, principalmente do endocarpo, o fazem através de seções, nos frutos, que não permitem uma clara distinção entre o que é derivado da epiderme locular e do mesófilo carpelar. Acreditamos que a falta de referenciais morfológicos para a análise comparada, durante a transformação da epiderme locular, gera problemas para sua interpretação. Como já demonstrado, a presença da epiderme do rudimento seminal é fundamental para a compreensão dos eventos morfogenéticos iniciais relativos ao endocarpo. O reconhecimento da homologia entre a epiderme locular e a epiderme do rudimento seminal, além de ambas apresentarem destinos morfogenéticos distintos, permite maior clareza para a demonstração de que a epiderme locular sofre, em *S. terebinthifolius*, apenas duas divisões periclinais. Em relação a *S. terebinthifolius*, foi demonstrado que a camada cristalífera não pode ser considerada como uma camada do endocarpo como descrito por Carmello-Guerreiro & Paoli (2002). Atualmente, as informações existentes sobre origem da camada cristalífera em outras espécies do gênero *Schinus* é confusa. Em *S. molle*, os dados ontogenéticos apresentados por Copeland (1959), mostram um endocarpo com apenas três estratos. Embora, para *S. areira*, Wannan & Quinn (1990), descrevam a camada cristalífera como parte do endocarpo, nenhuma informação ontogenética foi apresentada. Em *Toxicodendron diversiloba*, (Copeland & Doyel 1940) e *Rhus prolatatodes* (von Teichman & van Wyk 1994), espécies de gêneros muito próximos ao gênero *Schinus*, os dados ontogenéticos mostram um endocarpo com apenas três camadas. Aparentemente, a descrição da camada cristalífera como originária da epiderme locular iniciou com os estudos em *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986), sobre desenvolvimento do pericarpo. Neste trabalho, embora tenha sido aplicado um excelente grau de detalhamento com relação ao desenvolvimento do endocarpo, não foi demonstrada a formação da camada cristalífera por divisão periclinal de células da epiderme locular. A inclusão da camada cristalífera ocorreu em função da similaridade de suas células, no início do desenvolvimento, com as células mais internas do pericarpo. Acreditamos que essa interpretação incorreta ocorreu devido a falta de um referencial morfogenético adequado, como por exemplo, a epiderme do rudimento seminal. Embora não tenha ficado clara a origem da camada cristalífera, acreditamos que o processo

em *R. lancea* seja similar ao descrito para *S. terebinthifolius*. De forma ampla, o trabalho de von Teichman & Robbertse (1986), influenciou os demais trabalhos, na família Anacardiaceae. Assim, atualmente é bem difundida a idéia errônea, em alguns gêneros, de que a camada cristalífera é oriunda da epiderme locular (Wannan & Quinn 1990). A camada cristalífera é utilizada por Wannan & Quinn (1990) como um marcador morfológico para as transformações no endocarpo nas comparações entre diferentes gêneros, uma vez que sua presença é marcante em diversos gêneros, usualmente aqueles que ocorrem na tribo Rhöeeae. Assim, tendências evolutivas, como a redução do endocarpo em seu número de camadas, principalmente, foram citadas. A dúvida sobre a origem da camada cristalífera, a partir da epiderme locular não invalida sua utilização como referencial morfológico e topográfico em estudos comparados, apenas se sugere atenção para o fato da necessidade de estudos ontogenéticos mais detalhados.

Nesse contexto, cabe salientar que o estabelecimento de homologias para o endocarpo, entre espécies da família Anacardiaceae, diz respeito a comparações entre o número de divisões periclinais iniciais que determinam a configuração do endocarpo maduro, assim, devem ser estabelecidas observações durante os processos iniciais de desenvolvimento do endocarpo, incluindo, também, fases anteriores a antese floral, uma vez que existem informações sobre o início da formação de endocarpo ser precoce em relação a antese floral em algumas espécies, como discutido anteriormente.

A zona de placentação serve como referencial morfogenético, pois é óbvia a origem única entre a epiderme que cobre a cavidade locular e a epiderme que cobre o rudimento seminal, ou seja, são tecidos homólogos. Tal origem é facilmente visualizada no início do desenvolvimento, quando ocorre a emergência do primórdio do rudimento seminal, onde sua protoderme é recrutada a partir de células já existentes na cavidade locular em formação. Assim, a essência do princípio de comparação entre estruturas atinge um alto grau de fidelidade, uma vez que existe íntima relação entre o tecido alvo, o endocarpo, e seu marcador morfológico, a epiderme do rudimento seminal, para o estudo comparativo. São muito bem estabelecidas, na literatura botânica, as diferenças funcionais e estruturais do carpelo, que se transforma em pericarpo, e do rudimento seminal que se

transforma em semente (Esau 1977). Nesse contexto, a zona de transição entre ambas as estruturas, ou seja, a região de placentação se torna um local alvo para a observação de processo morfogênicos distintos. Em *S. terebinthifolius* foi demonstrado que a epiderme do rudimento seminal, junto à região de placentação, não sofre divisões celulares e que facilita a observação das divisões periclinais que originam o endocarpo.

As condições metodológicas descritas são fundamentais, pois, como descrito anteriormente a porção interna do pericarpo, que abrange células do endocarpo e do mesocarpo em transformação são muito similares em estrutura e padrões de divisão. No presente estudo foram apresentadas imagens de regiões internas do pericarpo onde a falta de um referencial morfológico para orientar a visualização do desenvolvimento inicial do endocarpo, poderia facilmente levar a considerar mais de quatro camadas. Situação similar pode ser observada em *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986), *Ozoroa paniculosa* (von Teichman & van Wyk 1993) e em *S. terebinthifolius* (Carmello-Guerreiro & Paoli 2002), onde a porção interna do pericarpo, que inclui o mesocarpo, apresenta, de maneira geral, células com estrutura meristemática e mitoticamente ativas muito semelhantes no início do desenvolvimento.

Como considerações finais, destacamos, portanto, a importância da observação do desenvolvimento inicial do endocarpo através de seções que contenham a região de placentação. Com essa metodologia de observação foi possível descrever a formação de um endocarpo *sensu stricto* com apenas três camadas de esclerênquima para *S. terebinthifolius*. Assim, no que diz respeito ao estabelecimento de homologias para o endocarpo em futuros trabalhos no gênero *Schinus*, a camada cristalífera deve ser desconsiderada, exceto se demonstrada sua origem da epiderme locular. Além disso, levando em consideração a noção geral de que a estrutura do endocarpo é conservada nos gêneros da família Anacardiaceae (von Teichman 1989), acreditamos que todas as espécies do gênero *Schinus* possuem processo ontogenético e, portanto, endocarpo maduro similares ao descrito no presente estudo.

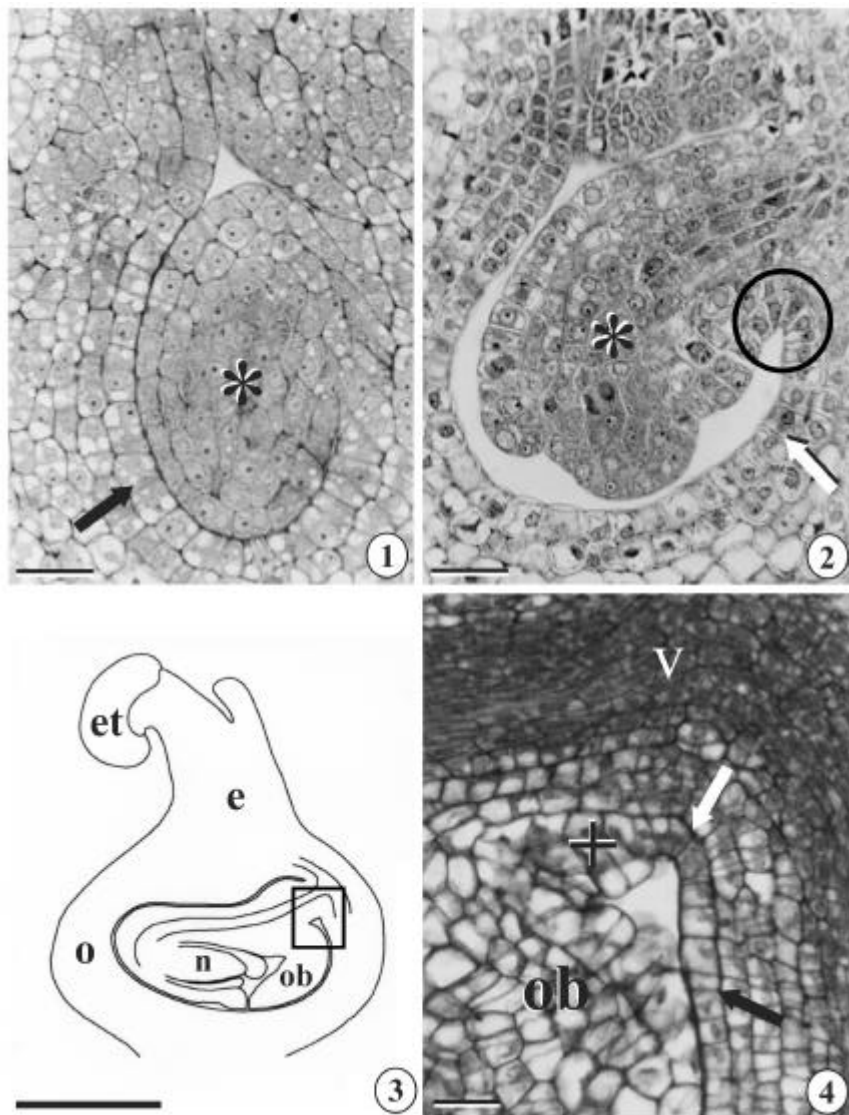
Agradecimentos: Os autores agradem aos professores Carlos Frederico Widholzer e Rivete Silva de Lima e a aluna de iniciação científica Daniele Munareto Rodrigues pela colaboração com a coleta do material botânico.

Referências bibliográficas

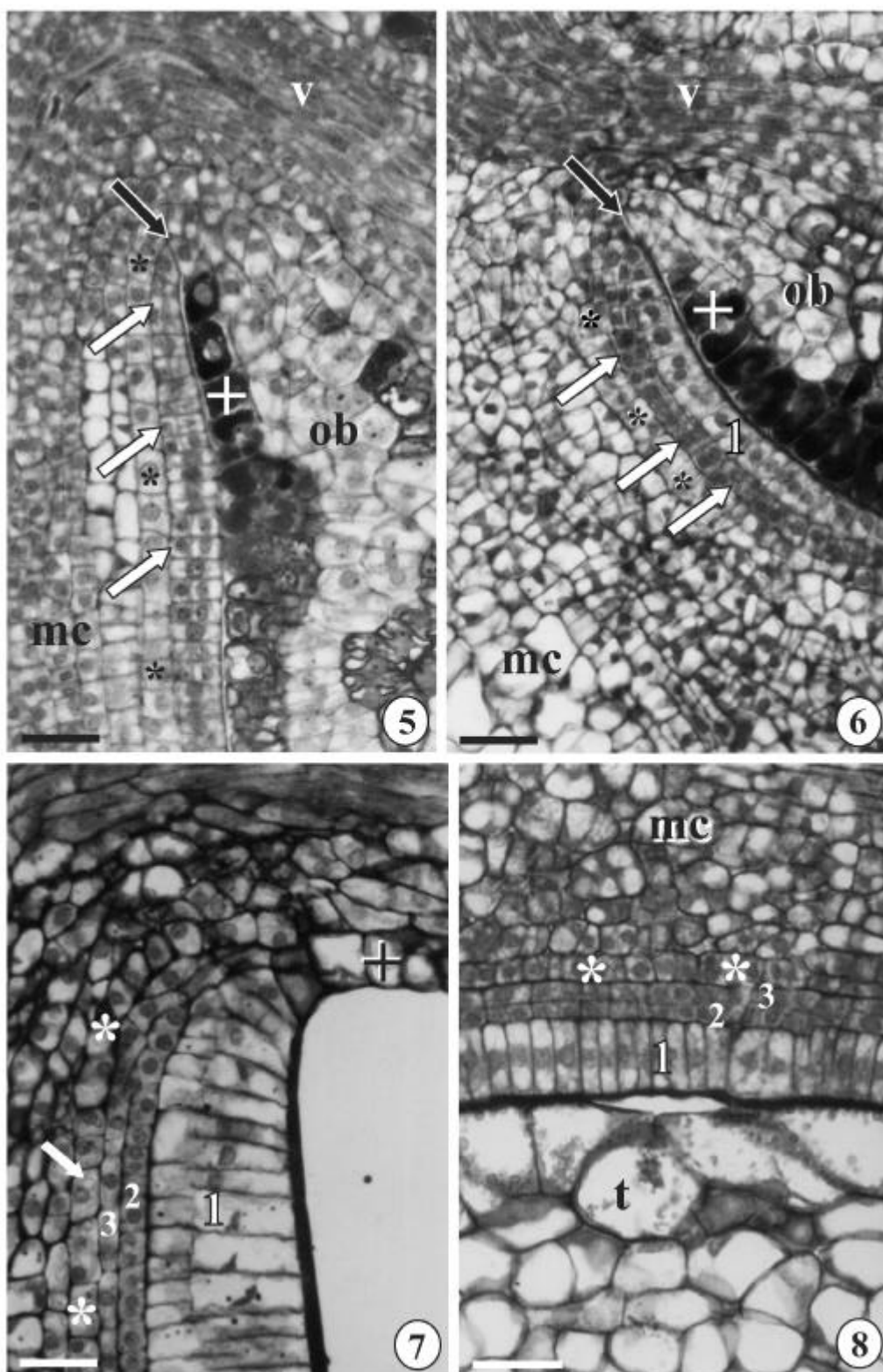
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2002. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology 45: 73-79.
- COPELAND, H. F. 1955. The reproductive structures of *Pistacia chinensis* (Anacardiaceae). Phytomorphology 5:440-449.
- COPELAND, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). Madroño 15:14-25.
- COPELAND, H. F. 1962. Observations on the reproductive structures of *Anacardium occidentale*. Phytomorphology 11:315-325.
- COPELAND, H. F. & DOYEL, B. E. 1940. Some features of the structure of *Toxicodendron diversiloba*. American Journal of Botany 27: 932-939.
- ENGLER, A. 1892. Anacardiaceae. In Die Naturlichen Pflanzenfamilien (A. Engler, & K. Prantl, eds.). Engelmann, Leipzig, v. 3, p.138-178.
- ESAU, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. John Wiley & Sons, New York.
- FEDER, N. & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. American Journal of Botany 55: 123-142.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. Journal of Microscopy 132: 81-85.
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York.

- McDOWELL, E. M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 100: 405-414.
- ROTH, I. 1977. Fruits of angiosperms. In *Encyclopedia of Plant Anatomy* (W. Zimmermann, S. Carlquist, P. Ozenda & H. D. Wulf, eds.), Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SANTIN, D. A. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 14: 133-145.
- SOUZA, L. A., MOSCHETA, I. S. & MOURÃO, K. S. M. 2003. Fruto. In *Anatomia Vegetal* (B. Appezzato-da-Glória & S. A. Carmello-Guerreiro, eds.), Editora UFV, Viçosa, p. 375-398.
- VON TEICHMAN, I. 1987. Development and structure of the pericarp of *Lannea discolor* (Sonder) Engl. (Anacardaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 95: 125-155.
- VON TEICHMAN, I. 1989. Reinterpretation of the pericarp of *Rhus lancea* (Anacardiaceae). *South African Journal of Botany* 55: 383-384.
- VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. *Botanical Journal of Linnean Society* 93: 291-306.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. *South African Journal of Botany* 57: 29-33.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 111: 253-263.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. *Annals of Botany* 73: 175-184.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1996. Taxonomic significance of pericarp and seed structure in *Heeria argentea* (Thunb.) Meisn. (Anacardiaceae), including referente to pachychalazy and recalcitrante. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 335-352.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. *Botanical Journal of Linnean Society* 102: 225-252.

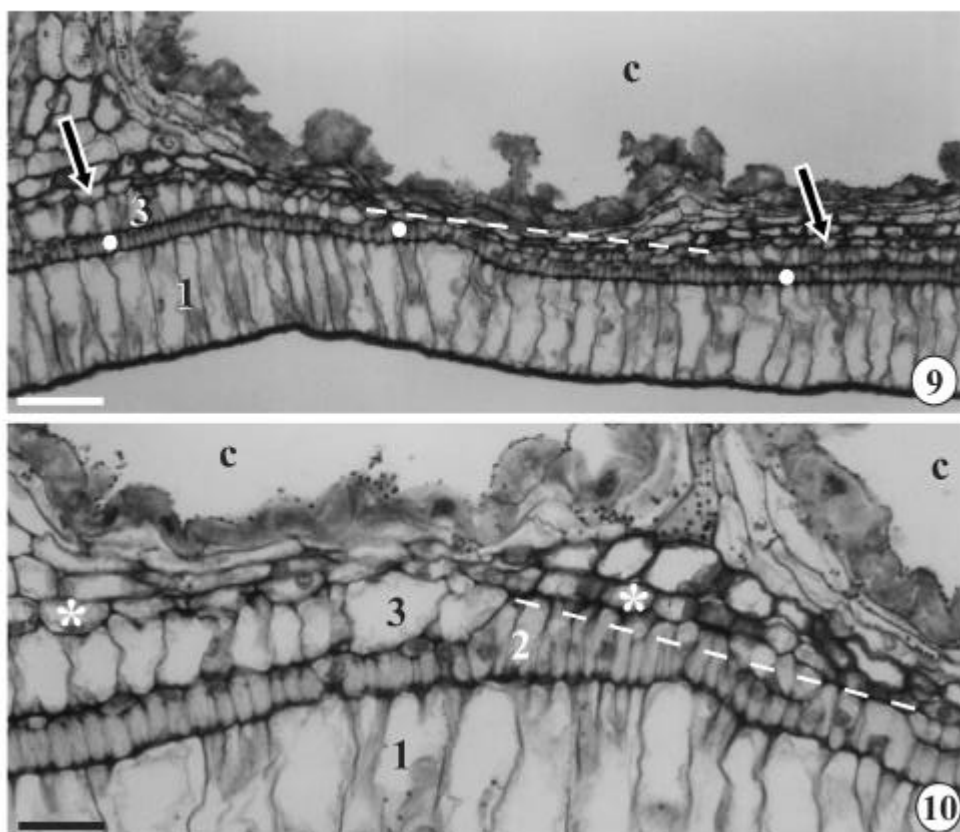
Figuras 1 – 4. Seções longitudinais de carpelos de *Schinus terebinthifolius* em diferentes fases de desenvolvimento. 1. Detalhe do rudimento seminal (asterisco) preenchendo a cavidade locular. Seta indica protoderme locular. Barra = 25µm. 2. Detalhe do rudimento seminal mais desenvolvido em relação à figura 1 (asterisco) e epiderme locular (seta). Círculo preto indica limite entre a protoderme da cavidade locular e da protoderme do rudimento seminal. Barra = 25µm. 3. Aspecto geral de um carpelo durante a antese floral. Quadrado indica detalhe da região de placentação. o = parede do ovário, e = estilete, et = estigma, ob = obturador funicular, n = nucelo do rudimento seminal. Barra = 300µm. 4. Imagem corresponde ao quadrado preto indicado na figura 3. Seta branca indica limite entre a epiderme da cavidade locular (seta preta) e a epiderme (+) do obturador funicular (ob). v = tecido vascular. Barra = 25µm.



Figuras 5 – 8. Figuras 5 a 7 apresentam seções longitudinais de frutos de *Schinus terebinthifolius* em diferentes fases do desenvolvimento. 5. Setas brancas indicam primeiras divisões periclinais da epiderme da cavidade locular (proto-endocarpo). Sinal + indica epiderme uniseriada do rudimento seminal. Notar continuidade entre ambos os tecidos indicados. Seta preta indica limite entre proto-endocarpo e epiderme da semente jovem. Asteriscos indicam camada cristalífera jovem, mesocarpo = mc, obturador funicular = ob, tecido vascular = v. Barra = 25µm. 6. Setas brancas indicam segundo ciclo de divisões periclinais durante a formação do endocarpo. Número 1 indica camada de proto-macrosclereídes em diferenciação. Seta preta indica limite entre proto-endocarpo e epiderme da semente jovem. Asteriscos indicam camada cristalífera jovem, mesocarpo = mc, obturador funicular = ob, tecido vascular = v. Barra = 25µm. 7. Detalhe do endocarpo em fruto com 3 semanas. Seta indica continuidade entre células derivadas do mesofilo carpelar com camada cristalífera (*). 1 = proto-macrosclereídes, 2 = proto-osteosclereídes, 3 = proto-braquisclereídes. Sinal + indica epiderme do obturador funicular. Asteriscos indicam camada cristalífera, seta indica um cristal. Barra = 25µm. 8. Secção transversal do fruto jovem. Asteriscos indicam camada cristalífera, 1 = proto-macrosclereídes, 2 = proto-osteosclereídes, 3 = proto-braquisclereídes. Notar similaridade entre a camada cristalífera com as camadas 2 e 3 do endocarpo. t = testa da semente, mc = mesocarpo. Barra = 25µm.



Figuras 9 e 10. Secções transversais de frutos jovens de *Schinus terebinthifolius*. 9. Aspecto geral do endocarpo. Linha tracejada indica área do endocarpo onde não ocorre diferenciação de braquisclereides, setas indicam a camada cristalífera. 1 = macrosclereides, 3 = braquisclereides, círculo indica camada de osteosclereídes, c = cavidade secretora. Barra = 50µm. 10. Detalhe do endocarpo. Linha tracejada indica local onde a camada de braquisclereides (3) não se diferencia, osteosclereides = 2, macrosclereides = 1. Asteriscos indicam camada cristalífera, c = cavidade secretora. Barra = 25µm.



Capítulo 6

ANATOMIA DO PERICARPO EM ESPÉCIES DE *SCHINUS* L. (ANACARDIACEAE) COM NOTAS TAXONÔMICAS

ANATOMIA DO PERICARPO EM ESPÉCIES DE *Schinus* L. (ANACARDIACEAE)**COM NOTAS TAXONÔMICAS¹**

JOÃO MARCELO SANTOS DE OLIVEIRA² E JORGE ERNESTO DE ARAUJO MARIATH³

Título resumido: Anatomia do pericarpo em *Schinus*

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

² Autor para correspondência: linneau@yahoo.com.br.

³ Pesquisador CNPq, Professor Titular do Laboratório de Anatomia Vegetal. Depto. de Botânica - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. Tel.: +55 51-33167655.

ABSTRACT: (Pericarp anatomy in species of *Schinus* L. (Anacardiaceae) with taxonomic notes).

The pericarp structure of species of genus *Schinus* that occur in Rio Grande do Sul State was studied. Anatomic characteristics as the number of exocarp layers, arrangement of the secretory cavities, and presence of sclerenchyma in the inner mesocarp, endocarp structure and outline of the locular cavity are useful to circumscribe the studied species (*Schinus terebinthifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. molle* and *S. polygamus*). Some species have a large superposition of morphologic characters that are usually used for their identification. Using the anatomic characters observed in the pericarp of the different species of *Schinus* studied, an identification key was proposed and schematic representations which are considered useful for the species identification.

Key words: Anacardiaceae, endocarp, pericarp, *Schinus*, taxonomy

RESUMO: (Anatomia do pericarpo em espécies de *Schinus* L. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas). A estrutura do pericarpo de espécies do gênero *Schinus*, que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul, foi estudada. Características anatômicas como número de camadas do exocarpo, arranjo das cavidades secretoras, presença de esclerênquima no mesocarpo interno, estrutura do endocarpo e contorno da cavidade locular são úteis para circunscrever as espécies estudadas (*Schinus terebinthifolius*, *S. lentiscifolius*, *S. molle* e *S. polygamus*). Algumas espécies possuem grande sobreposição de caracteres morfológicos que são usualmente utilizados para a sua identificação. Com o auxílio dos caracteres anatômicos observados no pericarpo das diferentes espécies de *Schinus* estudadas foi proposta uma chave de identificação e representações esquemáticas, as quais serão úteis para a identificação das espécies.

Palavras-chave: Anacardiaceae, endocarpo, pericarpo, *Schinus*, taxonomia

Introdução

O gênero *Schinus* L., pertence à família Anacardiaceae, está circunscrito a tribo Rhoeeae (Engler 1892). O gênero possui, aproximadamente, 24 espécies que podem ocorrer em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Mitchell 1990). Atualmente, através do trabalho de Wannan & Quinn (1990) o gênero *Schinus*, entre outros, é colocado em um grupo particular dentro da família Anacardiaceae, caracterizada por possuir um endocarpo composto por camadas regulares de células esclerenquimáticas derivadas da epiderme locular.

O extremo sul do Brasil possui alguns representantes do gênero *Schinus*. De acordo com descrições de Barkley (1944, 1957), podem ser reconhecidas seis espécies, *Schinus terebinthifolius*, *S. weinmannifolius*, *S. molle*, *S. lentiscifolius*, *S. pearcei* e *S. polygamus*. *S. polygamus* pertence ao subgênero Duvaua (Engler 1883, Barkley 1944) por possuir folhas simples e inflorescências tipo racemos pouco desenvolvidos. As demais espécies, citadas para o extremo sul do Brasil, pertencem à tribo Euschinus (Engler 1883, Barkley 1944), por possuírem folhas compostas e inflorescências tipo panículas. Dentre as espécies citadas Barkley (1944, 1957) sugere estudos mais aprofundados nas espécies de *S. weinmannifolius* e *S. terebinthifolius* “since morphologically the two varieties show a remarkable series of intermediate characters”. *S. terebinthifolius* e *S. weinmannifolius* apresentam similaridades em relação às folhas e folíolos, tamanho da ráquis, estrutura do bordo, ápice e base dos folíolos. Esses caracteres da morfologia foliar, além da morfologia floral, ainda menos diagnóstica, foram intensamente estudados por Fleig (1979, 1987), que considerou *S. weinmannifolius* uma forma reduzida de *S. terebinthifolius*.

Entre *S. lentiscifolius*, *S. terebinthifolius* e *S. weinmannifolius* também é observada sobreposição de caracteres foliares, principalmente em indivíduos jovens. Além disso, rebrotos de *S. lentiscifolius* apresentam muita similaridade com *S. terebinthifolius* e *S. weimannifolius*, em diversos caracteres foliares, além de grande similaridade da morfologia externa das flores.

Limites genéricos dentro da família Anacardiaceae são estabelecidos utilizando-se o tipo de fruto (Santin & Leitão-Filho 1991) e sua estrutura anatômica (Wannan & Quinn 1990, von

Teichman & van Wyk 1993, 1996), a qual também pode ser aplicada para o reconhecimento de espécies dentro de gêneros (von Teichman & van Wyk 1991, Li *et al.* 1999). Assim, o objetivo do presente estudo é descrever a anatomia dos frutos de espécies do gênero *Schinus* que ocorrem na Região Sul do Brasil, na tentativa de circunscrever de forma objetiva tais espécies e apresentar uma chave dicotômica baseada na estrutura interna dos frutos.

Material e métodos

Frutos maduros de *Schinus lentiscifolius* March, *S. molle* L., *S. polygamus* (Cav.) Cabr. e *S. terebinthifolius* Raddi foram coletadas em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul (figura 1). Cabe salientar que *S. pearcei* Engl. não foi encontrado em expedições de coleta realizadas, embora exista uma coleta de Fleig de 1977 (ICN 043854) para a região central do Estado do Rio Grande do Sul (figura 1 – local 5). O material recém coletado foi imediatamente armazenado em câmara fria e, posteriormente, seccionado transversalmente sob microscópio estereoscópio. O material foi fixado em uma solução de glutaraldeído 1% e formaldeído 4%, em tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 7,4 (McDowell & Trump 1976). O material fixado foi desidratado em série etílica até etanol absoluto e, a seguir, transferido para soluções de etanol absoluto e clorofórmio, nas proporções de 3:1, 1:1, 1:3, 1:1 e 3:1, com a finalidade de extrair ceras epicuticulares que dificultam a adesão do material à resina acrílica. Como meio de inclusão, foi utilizado hidroxietilmetacrilato, (Gerrits & Smid 1983). Secções foram realizadas nas espessuras de 5 µm e coradas em azul de toluidina O na concentração de 0,05%, em tampão benzoato, pH 4,4, (Feder & O'Brien, 1968). Cristais observados sob luz polarizada em microscópio Leitz DMR.

S. weinmannifolius Mart. ex Engler será considerado e citado nos resultados como a forma reduzida de *S. terebinthifolius* de acordo com o trabalho de Fleig (1979, 1987), para o Estado do Rio Grande do Sul, sobre o gênero *Schinus*.

Resultados

Características gerais - Os frutos de *S. terebinthifolius*, *S. polygamus*, *S. lentiscifolius* e *S. molle* são derivados de flores pistiladas, unicarpelares e uniloculares. Os frutos se desenvolvem como drupas pequenas, globosas e levemente assimétricas (figuras 2 a 6). A estrutura interna dos frutos revela um exocarpo papiráceo que se destaca do mesocarpo. O mesocarpo é resinoso e pouco desenvolvido e fica aderido ao endocarpo. No mesocarpo ocorrem feixes vasculares e cavidades secretoras. O endocarpo é levemente rígido e composto por três camadas de células esclerenquimáticas. Em seção, exocarpo, mesocarpo e endocarpo ocorrem como regiões distintas (figura 7).

Exocarpo - O exocarpo nas espécies de *Schinus* possui células originadas da epiderme carpelar e células originadas do mesofilo carpelar. As células maduras da epiderme apresentam uma cutícula (*sensu lato*) com, normalmente, 5µm de espessura (figuras 8 a 12). Compostos fenólicos e pigmentos ocorrem em vacúolos que ocupam grande parte do volume citoplasmático. Estômatos são raros e tricomas, de qualquer tipo, não foram observados.

O exocarpo é composto por duas células de espessura em *S. terebinthifolius*, *S. polygamus*, *S. lentiscifolius* e *S. molle* (figuras 8 a 11), porém, o exocarpo na forma reduzida de *S. terebinthifolius* apresenta regiões com espessura de usualmente três, raro quatro, células, que alternam com regiões com apenas duas células (figura 12).

O espessamento parietal das células da epiderme é normalmente homogêneo, ou levemente acentuado nas paredes periclinais internas, já nas células subjacentes o espessamento parietal é usualmente homogêneo. As células epidérmicas, quando os frutos são observados em seção transversal, possuem alongamento radial evidente na forma reduzida de *S. terebinthifolius*, são alongadas no sentido tangencial em *S. mole* e *S. polygamus* e isodiamétricas em *S. lentiscifolius* e *S. terebinthifolius*. Nas espécies estudadas é usual que as células subdérmicas sejam maiores que as células epidérmicas. Na forma reduzida de *S. terebinthifolius*, ao contrário das demais espécies

analisadas no presente estudo, o exocarpo possui uma estrutura celular irregular devido, aparentemente, a ocorrência de células de tamanhos diversos.

Abaixo do exocarpo ocorre a formação de uma linha de abscisão onde células relativamente pequenas se separam através de suas lamelas médias (figuras 8 a 12). O processo de abscisão inicia na quinta semana após a antese e culmina ao final da oitava e nona semanas, quando, então, o exocarpo se separa do mesocarpo. Nessa fase do desenvolvimento a coloração típica do fruto se apresenta muito evidente. Os frutos em *S. terebinthifolius*, incluindo sua forma reduzida, apresentam coloração vermelha ou, às vezes, púrpura. A coloração dos frutos em *S. molle* é, usualmente, parda ou castanho escuro. Em *S. polygamus* os frutos apresentam coloração castanha. Em *S. lentiscifolius* os frutos são castanhos ou púrpura muito intenso, facilmente confundido com preto. É usual que após quatro meses aderidos a planta-mãe os frutos apresentem coloração castanha.

Mesocarpo - De maneira geral a anatomia do mesocarpo revela a presença de duas regiões distintas (figura 13). A região externa apresenta células parenquimáticas muito volumosas que podem acumular compostos fenólicos e drusas. Na região interna ocorrem cavidades secretoras e feixes vasculares, células pétreas, grupos de células esclerenquimáticas e um grande número de células que acumulam compostos fenólicos. A camada mais interna do mesocarpo, a camada cristalífera, apresenta cristais prismáticos.

Em seção transversal os frutos de *S. terebinthifolius* apresentam sempre cavidades secretoras muito volumosas alternando com cavidades secretoras pouco volumosas e, sem penetração da região externa de mesocarpo entre as cavidades secretoras (figura 14). A forma reduzida de *S. terebinthifolius* possui cavidades secretoras sempre de mesmo volume, também sem a penetração de parênquima da camada externa do mesocarpo (figura 15). A camada cristalífera nessas espécies acumula cristais prismáticos em quase toda a sua extensão e suas células possuem paredes delgadas (figura 14 – detalhe no canto superior direito). *S. polygamus* possui um menor número de cavidades secretoras, as quais são de dimensões variáveis. Nessa espécie o parênquima da região externa do mesocarpo ocorre entre cavidades secretoras (figura 16). A camada cristalífera acumula cristais

prismáticos quase continuamente, sendo interrompida apenas em regiões onde ocorrem cavidades secretoras muito volumosas, as quais comprimem as células da camada cristalífera localmente. *S. lentiscifolius* possui o mesocarpo muito semelhante ao descrito para *S. polygamus*, exceto pelo fato das cavidades secretoras ocorrerem em menor número e raramente formarem grupos. Além disso, na camada cristalífera poucas células acumulam cristais.

Em *S. molle* as cavidades secretoras possuem organização semelhante ao que é observado na forma reduzida de *S. terebinthifolius* (figura 13). Porém, quatro a cinco camadas mais internas, incluindo a camada cristalífera, desenvolvem espessamentos parietais secundários (figura 17).

Endocarpo - O endocarpo possui uma estrutura anatômica muito conservada entre as espécies estudadas (figuras 18 a 22). A camada mais externa, a camada de braquisclereídes, possui morfologia irregular, principalmente na sua porção mais externa, em função do contato com as células do mesocarpo. Além disso, o tamanho das células dessa camada sofre grande redução devido a presença das cavidades secretoras. Apenas em *S. terebinthifolius* (figura 18), não incluindo sua forma reduzida, a camada de braquisclereídes não se desenvolve onde ocorrem cavidades secretoras muito volumosas. Assim, a camada é freqüentemente interrompida ao longo de sua extensão. A camada intermediária, de osteosclereídes, não sofre alteração em função da presença de cavidades secretoras. Suas células possuem pregas parietais e uma região capitada onde o núcleo se aloja. Uma *linnea lúcida* é evidente abaixo da região capitada (figuras 20 e 21). A camada mais interna, de macrosclereídes (figuras 18 a 22), é representada por células muito alongadas no sentido radial e paredes muito espessadas, onde se desenvolvem pontoações conspícuas e usualmente ramificadas.

Contorno do endocarpo - O contorno do endocarpo, quando observado através de uma seção transversal mediana revela algumas diferenças importantes entre as espécies estudadas. Em *S. terebinthifolius* o contorno do endocarpo é sinuoso e curvo, ou falciforme, às vezes, de forma muito acentuada (figura 23). Essa condição nunca foi observada em sua forma reduzida, onde o contorno do endocarpo é aproximadamente elíptico (figura 24). *S. molle* também apresenta contorno elíptico para o endocarpo (figura 25). *S. polygamus* e *S. lentiscifolius* apresentam contorno de endocarpo

muito similar, com costelas e depressões muito evidentes (figuras 26 e 27). Essas características são facilmente observáveis a campo, com uma lente de mão, em frutos com seis a 12 semanas, recém seccionados. Posteriormente, ocorre um processo de redução do mesocarpo o qual acaba descaracterizando as cavidades secretoras e o endocarpo. Isso é acentuado quando não ocorre desenvolvimento da semente ou a mesma é degradada por fungos.

Discussão

Os frutos das espécies do gênero *Schinus* possuem estrutura interna bastante característica e sítios histológicos evidentes. O exocarpo possui origem dupla, podendo ser considerado, portanto, *sensu lato* de acordo com Roth (1977). O mesocarpo é originado a partir dos tecidos que compõem o mesofilo carpelar, possuindo tecidos com estrutura e/ou grau de desenvolvimento marcantes como, parênquima externo muito desenvolvido, estruturas secretoras, feixes vasculares e células cristalíferas. De maneira geral, essa organização do mesocarpo já havia sido descrita para outras espécies da família Anacardiaceae e, também, para o gênero *Schinus* (Wannan & Quinn 1990). Contudo, algumas considerações são pertinentes como a citação incorreta da presença de ductos secretores nos frutos de *S. terebinthifolius* (Souza *et al* 2002), e *S. molle* (Copeland 1959). Com relação à camada cristalífera, sua origem é mesocárpica (Oliveira & Mariath 2004b), embora um grande número de trabalhos (von Teichman & Robbertse 1986, Wannan & Quinn 1990, Carmello-Guerreiro & Paoli 2002), descreva sua origem na epiderme carpelar interna, caracterizada, portanto, equivocadamente como um estrato do endocarpo.

O endocarpo possui três camadas de células esclerenquimáticas com estrutura muito conservada entre as espécies apresentadas neste estudo. No gênero *Schinus*, o endocarpo é muito similar ao que é descrito para *Lithraea* (Pienaar & Teichman 1998), *Rhus* (Teichman & Robbertse 1986), entre outras espécies da tribo Rhoeeae (Wannan & Quinn 1990), exceto *Mauria*, *Parishia* (Wannan & Quinn 1990) e *Astronium* (Santin & Leitão-Filho 1991, Carmello-Guerreiro & Paoli 2000) que possuem o tecido carpelar interno não-esclerenquimático, similar ao observado em

alguns frutos tipo baga (Roth 1977). Em *S. molle* a porção interna do mesocarpo, incluindo a camada cristalífera, desenvolve espessamentos parietais secundários com depósitos de lignina. A participação do mesocarpo na formação de uma estrutura interna rígida, ou seja, um endocarpo *sensu lato* (Roth 1977) é típico de espécies da tribo Spondieae, e também pode ser considerado como um caráter plesiomórfico na família Anacardiaceae (Wannan & Quinn 1990, 1991). Assim, embora a tribo Rhoeae, seja caracterizada por espécies com endocarpo *sensu stricto*, *S. molle* estabelece uma exceção.

Através dos resultados obtidos fica evidente que caracteres anatômicos do pericarpo são úteis para a circunscrição das espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no extremo sul do Brasil.

Em *S. terebinthifolius* foram descritos um grupo de caracteres ligados a diferentes regiões do pericarpo, como exocarpo, mesocarpo e endocarpo e ainda o arranjo descrito pelo contorno do endocarpo em secção. Dentre esses caracteres se destacam as cavidades secretoras do mesocarpo com volumes muito desiguais e ocorrendo alternadamente, o endocarpo com a camada de braquisclereídes descontínua e o contorno do endocarpo com contorno falciforme quando em secção transversal. Esses caracteres foram observados exclusivamente em indivíduos arbóreos, nunca em indivíduos rasteiros, reconhecidos originalmente como *S. weinmannifolius*, baseando-se em Barkley (1944, 1957) para a sua descrição. O exocarpo com regiões apresentando três a quatro camadas celulares, mesocarpo com cavidades secretoras de volumes similares e arranjadas de forma compacta, e contorno elíptico do endocarpo, quando observado em secção transversal, ocorreram exclusivamente nos indivíduos descritos por Fleig (1979, 1987) como sendo a forma reduzida de *S. terebinthifolius*.

Fleig (1979, 1987), considera que no extremo Sul do Brasil a forma reduzida de *S. terebinthifolius*, apresenta caracteres de *S. weinmannifolius* como uma resposta a condições edáficas, que promovem estresse, ou antrópicas, como a poda ou corte raso. Assim, o porte reduzido dos indivíduos, redução do número de folíolos, folíolos coriáceos, ausência de pilosidade, inflorescências reduzidas e frutos relativamente maiores de alguns indivíduos não seriam, portanto, o resultado de processo evolutivo. Porém, acreditamos que os caracteres anatômicos relacionados

ao pericarpo para alguns indivíduos de *S. terebinthifolius* (*sensu* Fleig 1979, 1987) e, principalmente, a não ocorrência de sobreposição destes caracteres entre as formas reduzidas (chave analítica), revelam que a forma reduzida de *S. terebinthifolius*, não existe e que seus indivíduos pertencem à espécie *S. weinmannifolius sensu* Barkley (1944, 1957). Além disso, os indivíduos de pequeno porte, reconhecidos por Fleig (1979, 1987), como formas reduzidas de *S. terebinthifolius* possuem particularidades com relação ao seu ambiente. É observado que esses indivíduos ocorrem em solos arenosos ou rochosos, muito drenados, incluindo nesse contexto campos em morros, além da distribuição restrita em poucos locais do extremo sul do Brasil. Indivíduos de *S. terebinthifolius*, por outro lado, ocorrem em diversas condições edáficas e altitudinais e, portanto, climáticas, não ocorrem em campos abertos de solo raso, rochoso ou arenoso, ocorre em bordas de matas ou em suas fases sucessionais iniciais, quando a mata sofreu corte raso. Assim, além de um conjunto de caracteres anatômicos, existe um contexto ecológico que justifica a circunscrição de indivíduos do gênero *Schinus* sob o epíteto *S. weinmannifolius*. Ao final desta discussão os autores apresentam uma chave dicotômica, baseada na anatomia do pericarpo onde *S. weinmannifolius* é reconhecido como ocorrendo no extremo Sul do Brasil.

S. molle possui morfologia vegetativa típica muito diagnóstica, tanto em relação aos ramos pendentes e flexíveis, quanto em relação às folhas e folíolos membranáceos e lanceolados. Assim, para o Estado do Rio Grande do Sul, não existe dificuldades em sua identificação entre as demais espécies. Porém, na Argentina (Cabrera 1939) e Uruguai (Lombardo 1964, Maffei *et al.* 1973), a referida espécie apresenta problemas de identificação quando comparado com *S. areira*. de Candolle (1825), além de Cabrera (1939), Barkley (1957), entre outros, consideram *S. areira* como variedade de *S. molle*, enquanto Martínez-Crovetto (1963) e Maffei *et al.* (1973), consideram espécies distintas. Lombardo (1964) salienta que *S. molle* L. foi descrito através de uma planta jovem e *S. molle* var. *areira* (L.) DC., através de plantas adultas. Fleig (1979, 1987) considerou supérflua a variedade para *S. molle*, em função da existência de variação entre os caracteres vegetativos e reprodutivos utilizados pelos autores acima citados. Aparentemente, a discussão ainda necessita mais estudos para que um consenso seja obtido. No presente trabalho, os autores, entre

outros, afirmam a importância da anatomia do fruto para a identificação de espécies (chave analítica). A anatomia do pericarpo de *S. molle* apresenta similaridades com *S. weinmannifolius*, no que diz respeito ao arranjo das cavidades secretoras e ao contorno da cavidade locular, quando observada através de uma secção transversal mediana. Contudo, a ocorrência de células esclerenquimáticas na porção interna do mesocarpo aparece como um estado de caráter único entre as espécies que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul. Além de *S. molle*, um mesocarpo interno discretamente esclerificado foi registrado para *Rhus lancea* (von Teichman & Robbertse 1986) e espécies de *Bonetiella*, *Pseudosmodium* e *Smodium* (Aguilar-Ortigoza et al. 2004). A descrição da anatomia do fruto de *S. molle* por Copeland (1959) mostra apenas um endocarpo com três camadas e o autor não faz qualquer citação sobre os demais grupos de tecidos de pericarpo. Wannan & Quinn (1990) descrevem a anatomia do pericarpo de *S. areira*, porém não mencionam o desenvolvimento de esclerênquima no mesocarpo interno. Assim, a descrição do desenvolvimento de esclerênquima na porção interna do mesocarpo se caracteriza como uma novidade para o gênero *Schinus*.

S. lentiscifolius, possui indivíduos adultos facilmente reconhecíveis, nas matas do extremo Sul do Brasil, devido a coloração acinzentada típica de seus folíolos. Porém, indivíduos jovens, ou rebrotos de indivíduos que sofreram corte raso não apresentam tal característica. Além disso, nesses indivíduos a estrutura das folhas e folíolos é similar ao observado em *S. terebinthifolius* e *S. weinmannifolius*. Tais observações de similaridade entre as espécies são comuns na literatura relativa ao gênero *Schinus* (Engler 1883, Arechavaleta 1901, Cabrera 1938).

Com relação à anatomia dos frutos em *S. lentiscifolius*, também foi observada a ocorrência de caracteres robustos para a descrição da espécie, os quais diferem dos caracteres observados em *S. weinmannifolius* e *S. terebinthifolius*. Cabe salientar que, os caracteres anatômicos dos frutos de *S. lentiscifolius* são muito similares aos observados em *S. polygamus*, principalmente a estrutura do exocarpo e o contorno do endocarpo, quando observado em secção transversal mediana. Nessas espécies foi observado que o exocarpo possui duas camadas de células e o endocarpo possui contorno sinuoso devido, aparentemente, a ocorrência de cavidades secretoras esparsas. Embora,

existe notória similaridade entre a anatomia dos frutos destas espécies, *S. polygamus*, possui folhas simples, enquanto *S. lentiscifolius* possui folhas compostas. Nesse contexto, salienta-se que *S. polygamus* é o único representante do subgênero Duvaua (*sensu* Marchand 1869) que ocorre no extremo sul do Brasil. As demais espécies, que possuem folhas compostas, pertencem ao subgênero Euschinus. Fleig (1987) considera supérfluas as categorias infragenéricas do gênero *Schinus*, e baseando-se apenas na estrutura do pericarpo tal consideração, em função do que foi demonstrado no presente trabalho, pode apresentar grande valor devido à similaridade estrutural entre as espécies dos dois subgêneros. Porém, nas considerações de Marchand (1869), Engler (1883) e Barkley (1944) a estrutura foliar e das inflorescências, com sobreposição de caracteres apenas em *S. sinuatus*, mostra que o gênero possui dois grupos distintos. Além desses caracteres morfológicos, Oliveira *et al.* (2005), demonstraram que a ontogenia dos rudimentos seminais em *S. polygamus* difere de *S. terebinthifolius*, resultado importante e que deve gerar questionamentos sobre sua ocorrência nas demais espécies do gênero. A ampliação do conhecimento sobre processos ontogenéticos diferenciais entre espécies dos dois subgêneros de *Schinus*, além de espécies próximas, como *Mauria* e *Lithraea* (Barkley 1944, 1957), permitiria, além de uma discussão taxonômica, discussões sobre as relações filogenéticas entre os gêneros. Em *Rhus aromatica* e em *R. glabra*, pertencentes a diferentes subgêneros, Li *et al.* (1999), demonstraram que a ontogenia e anatomia do pericarpo apresentava grande similaridade entre as espécies, o que permitiu aos autores importantes conclusões taxonômicas, como a não elevação do subgênero *Lobadium* ao nível de gênero, entre outras.

A semelhança do que é descrito para o gênero *Rhus* (Li *et al.* 1999), no gênero *Schinus* as informações sobre a estrutura do pericarpo são fragmentárias, principalmente no que diz respeito às espécies de folha simples, pertencentes ao subgênero Duvaua. Além disso, como descrito por Oliveira & Mariath. (2005 – nesta Tese), existe muita controvérsia em relação ao modo de origem do endocarpo na família Anacardiaceae. De maneira geral, portanto, é necessária a ampliação dos estudos anatômicos, em frutos e flores, nas diferentes espécies do gênero *Schinus* para que uma conclusão clara sobre sua estrutura seja obtida. Embora, essa seja uma conclusão óbvia, incluindo-

se todas as Angiospermae, ela depende, sem dúvida nenhuma, de uma unificação da metodologia de estudo e observações. Nesse contexto, cabe salientar o trabalho de Oliveira *et al.* (2005 – nesta Tese) demonstraram a importância da análise detalhada da ontogenia dos rudimentos seminais e sua aplicação taxonômica. Oliveira & Mariath (2005 – nesta Tese) que demonstraram a importância da região de placentação como marcador morfológico de referência para a compreensão da diferenciação do endocarpo. No presente estudo foi demonstrado a importância do contorno da cavidade locular através de secções transversais medianas, para a diferenciação de espécies notoriamente muito similares. Assim, embora seja bem conhecida a importância da estrutura das flores, principalmente das flores pistiladas, e dos frutos em estudos taxonômicos e sistemáticos na família Anacardiaceae, os autores sugerem que determinados quesitos metodológicos sejam respeitados a fim de se obter maior agilidade em amplas comparações, entre espécies e gêneros.

Chave analítica para a identificação de espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul - Brasil, baseada em caracteres vegetativos e anatômicos relativos ao pericarpo.

1 Drupas presentes em indivíduos com folhas simples _____ *Schinus polygamus*

1' Drupas presentes em indivíduos com folhas compostas _____ 2

2 Cavidade locular com contorno sinuoso/falciforme (quando a drupa é observada através de uma secção transversal mediana) _____ 3

2' Cavidade locular com contorno não sinuoso/elíptico (quando a drupa é observada através de uma secção transversal mediana) _____ 4

3 Drupa com endocarpo *sensu stricto*, descontínuo e cavidades secretoras (do mesocarpo) volumosas e em arranjo denso _____ *S. terebinthifolius*

3' Drupa com endocarpo *sensu stricto*, contínuo e cavidades secretoras (do mesocarpo) relativamente pouco volumosas e em arranjo esparso _____ *S. lentiscifolius*

4. Drupa se desenvolvendo em planta rasteira (até 40 cm de altura), com folíolos coriáceos, com endocarpo *sensu stricto* _____ *S. weinmannifolius*

4' Drupa se desenvolvendo em planta não rasteira (acima de 100cm de altura), com folíolos membranáceos, com endocarpo *sensu lato* _____ *S. molle*

Agradecimentos: Os autores do presente estudo são gratos ao Prof. MSc Adelino, Prof. Dr. Bruno Edgar Irgang, Profa. Dra. Hilda Maria Longhi-Wagner, Prof. Dr. Carlos Frederico Nalepinski Wideholzer, Prof. Dr. Rivete Silva de Lima e a aluna de graduação Daniele Munareto Rodrigues pela ajuda na realização de expedições de coleta e também na coleta de material. Os autores também agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências bibliográficas:

- AGUILA-ORTIGOZA, C., SOSA, V. & ANGELES, G. 2004. Phylogenetic relationships of three genera in Anacardiaceae: *Bonetiella*, *Pseudomodingium*, and *Smodingium*. *Brittonia* 56: 169-184.
- ARECHAVALETA, J. 1901. Anacardiáceas. *Annales del Museo Nacional de Montevideo*, 3: 291-301.
- ARRILLAGA-MAFFEI, B. R., ZILIANI, G. E REN, J. 1973. Anacardiaceas de Uruguay. *Bol Fac Acad Licei*, Montevideo, 126: 1-35.
- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus* L.. *Brittonia* 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. *Lilloa* 28: 1-110.
- DE CANDOLLE, A. L. P. P. 1825. *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. V. Masson, Paris, v.2, p.61-74.
- CABRERA, A. L. 1939. Sinopsis de las anacardiaceas argentinas. *Revista Argentina de Agronomía* 6: 85-113.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2000. Estrutura do pericarpo e da semente de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 87-96
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2002. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45: 73-79.
- COPELAND, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). *Madroño* 15:14-25.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. In *Monographie Phanerogamarum* (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- ENGLER, A. 1892. Anacardiaceae. In *Die Naturlichen Pflanzenfamilien* (A. Engler, & K. Prantl, eds.). Engelmann, Leipzig, v. 3, p.138-178.

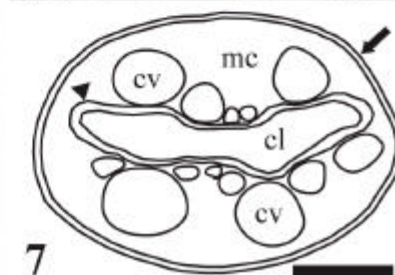
- FEDER, N & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. *American Journal of Botany* 55: 123-142.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Biociências*. Porto Alegre 42: 1-72.
- GAHAN, P. B. 1984. *Plant Histochemistry and Cytochemistry: An Introduction*. Academic Press, London.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. *Journal of Microscopy* 132: 81-85.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- LI, X. J., BASKIN, J. M. & BASKIN, C. C. 1999. Pericarp ontogeny and anatomy in *Rhus aromatica* Ait. And *R. glabra* L. (Anacardiaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 126: 279-288.
- LOMBARDO, A. 1964. Flora arborea y arborescente del Uruguay. *Bouzaout* :82-86.
- MARCHAND, L. 1869. Révision du groupe des Anacardiacees. J.B. Bailliére et Fils, Paris.
- MARTÍNEZ-CROVETTO, R. M. 1963. Estudo taxonômico-biométrico de *Schinus molle* L. e *Schinus areira* L. (Anacardiaceae). *Bonplandia* 1: 225-244.
- McDOWELL, E. M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 100: 405-414.
- MITCHELL, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. *Advances in Economic Botany* 8: 103-129.
- PIENAAR, M. E. & VON TEICHMAN, I. 1998. The generic position of *Lithraea brasiliensis* Marchand (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. *Botanical Journal of Linnean Society* 126: 327-337.

- ROTH, I. 1977. Fruits of angiosperms. In Encyclopedia of Plant Anatomy (W. Zimmermann, S. Carlquist, P. Ozenda & H. D. Wulf, eds.), Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SANTIN, D. A. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Botânica 14: 133-145.
- SOUZA, L. A., MOSCHETA, I. S. & MOURÃO, K. S. M. 2003. Fruto. In Anatomia Vegetal (B. Appezzato-da-Glória & S. A. Carmello-Guerreiro, eds.). Editora UFV, Viçosa, p. 375-398.
- VON TEICHMAN, I. 1989. Reinterpretation of the pericarp of *Rhus lancea* (Anacardiaceae). South African Journal of Botany 55: 383-384.
- VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 93: 291-306.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. South African Journal of Botany 57: 29-33.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 111: 253-263.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. Annals of Botany 73: 175-184.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. Botanical Journal of Linnean Society 102: 225-252.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1991. Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 107: 349-385.

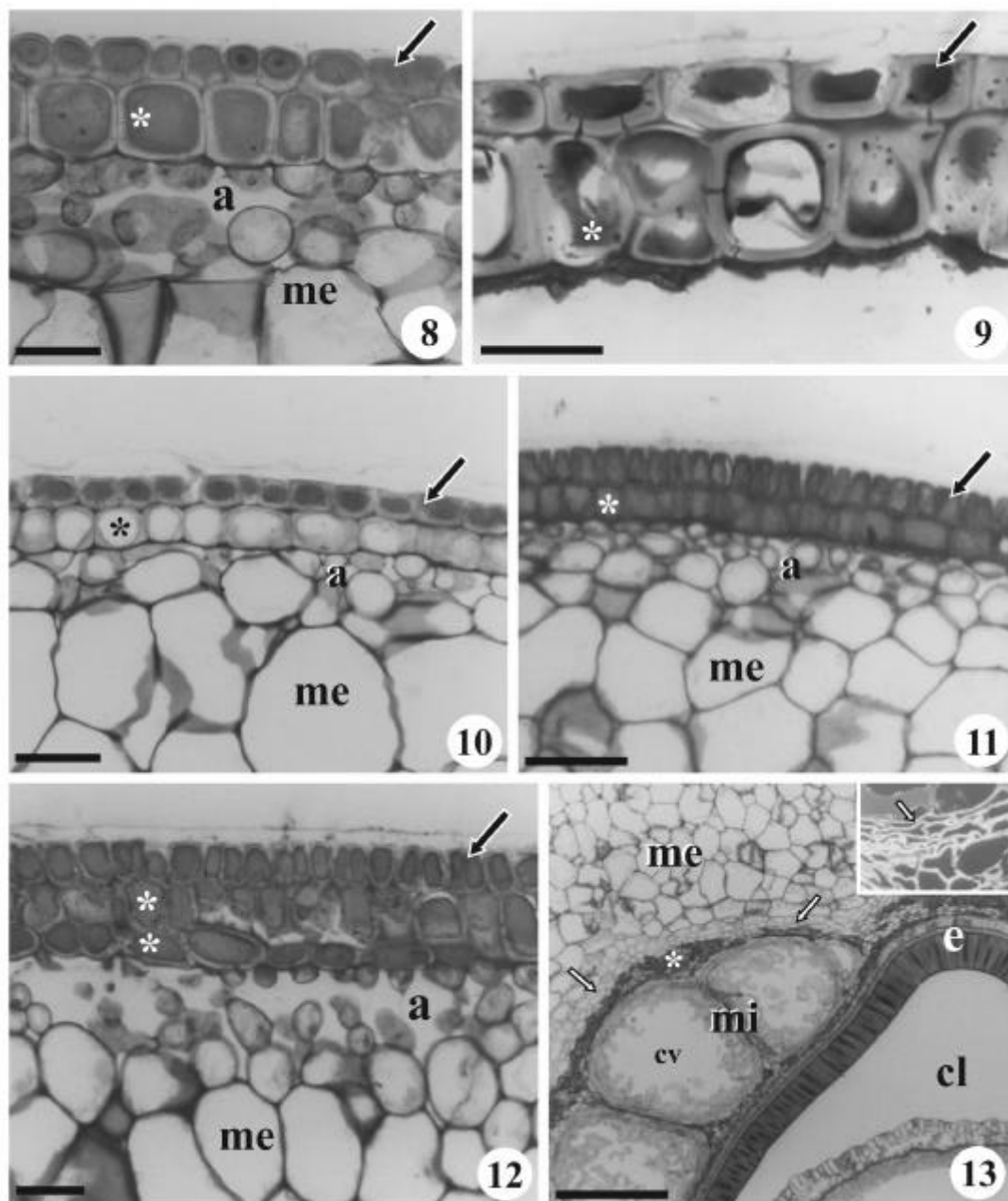


Figura 1. Mapa da América Latina com o Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) em destaque. Os números assinalados no território do Estado do Rio Grande do Sul indicam pontos de coleta de espécies do gênero *Schinus*. 1- Porto Alegre, 2- Cambará do Sul, 3- Santa Maria, 4- Caçapava do Sul, 5- Encruzilhada do Sul, 6- Pelotas, 7- Bagé, 8- Aceguá, 9- Mostardas, 10- Formigueiro, 11- Alegrete, 12, Santiago.

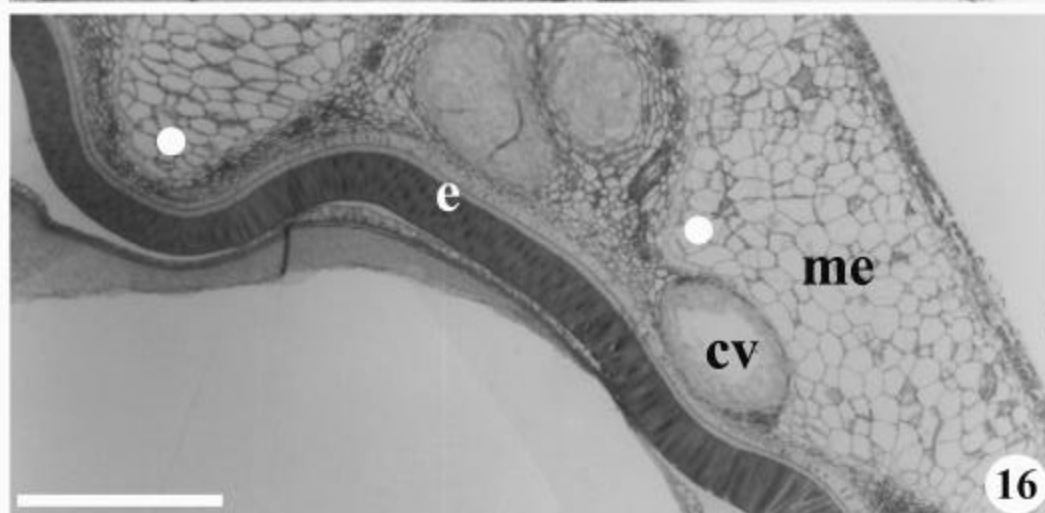
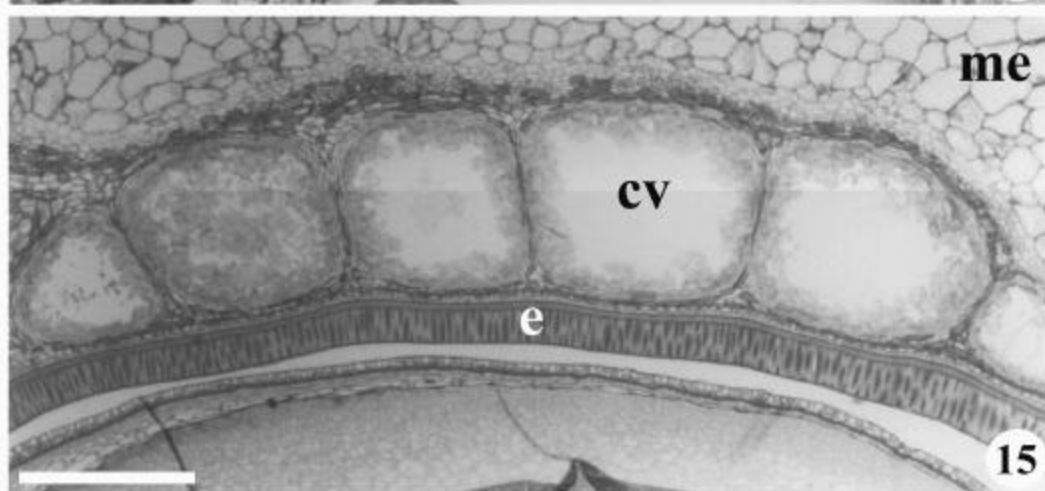
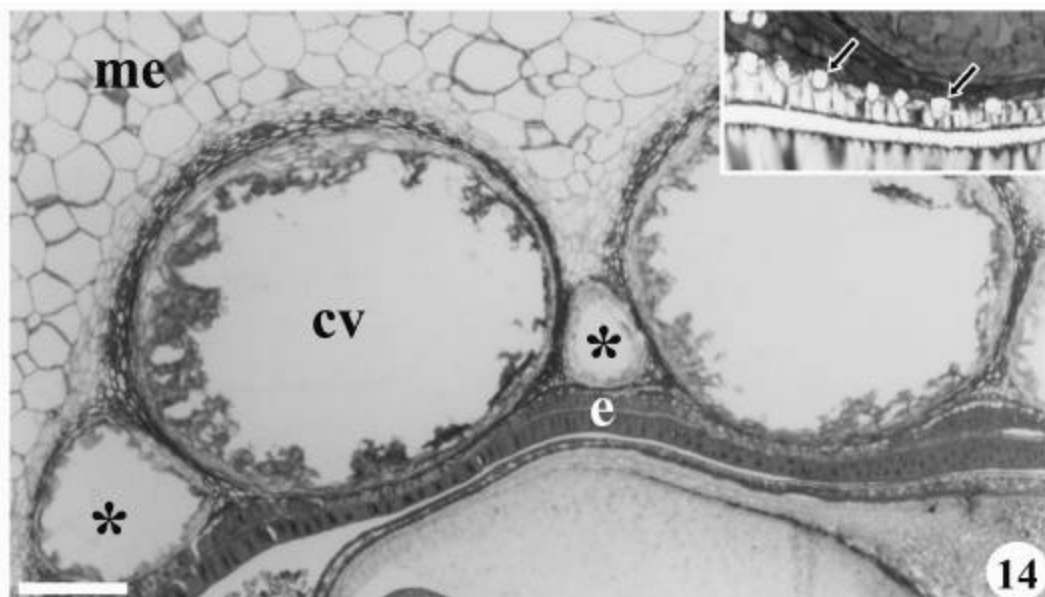
Figuras 2 a 7. 2 a 6. Fotografias de frutos de diferentes espécies de *Schinus*. 2. *S. lentiscifolius*. 3. *S. polygamus*. 4. *S. molle*. 5. forma reduzida de *S. terebinthifolius*. 6. *S. terebinthifolius*. 7. Representação esquemática de um fruto em secção transversal mediana. Exocarpo = seta, mesocarpo = mc, endocarpo = cabeça de seta, cavidade locular = cl. Barras de escala das figuras 2 a 6 = 40 mm. Barra de escala da figura 7 = 2mm.



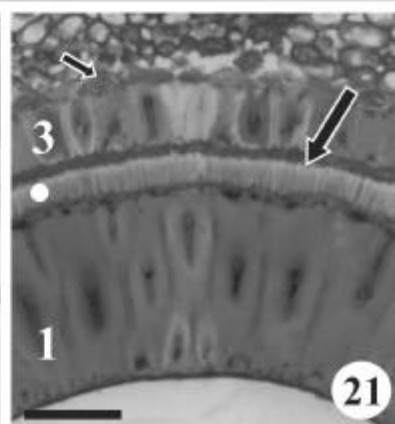
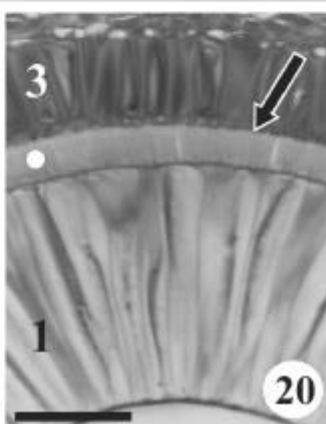
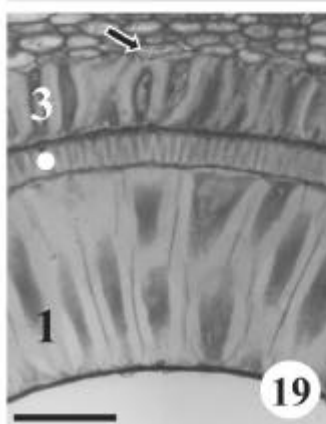
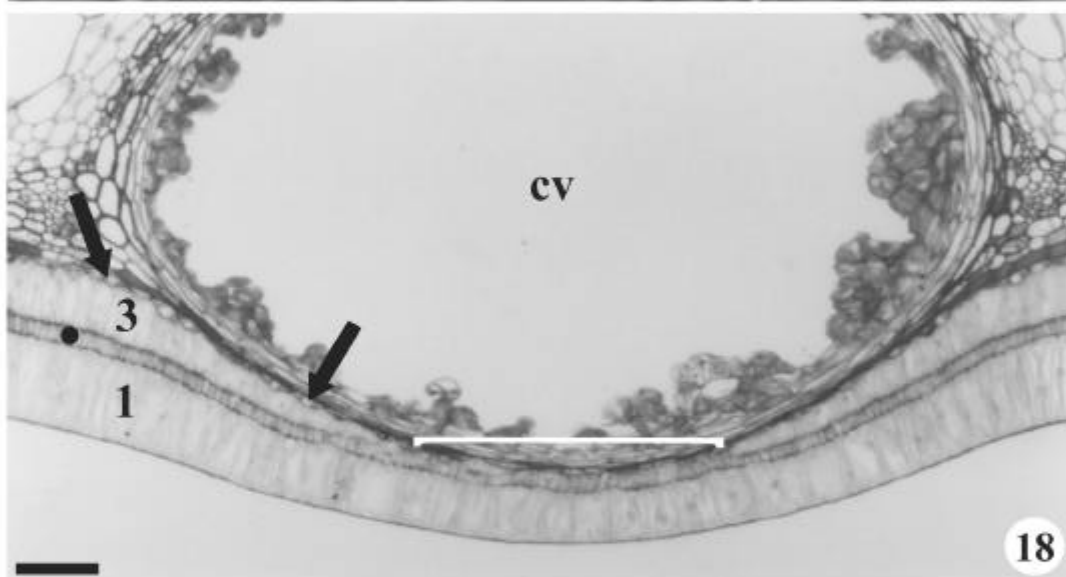
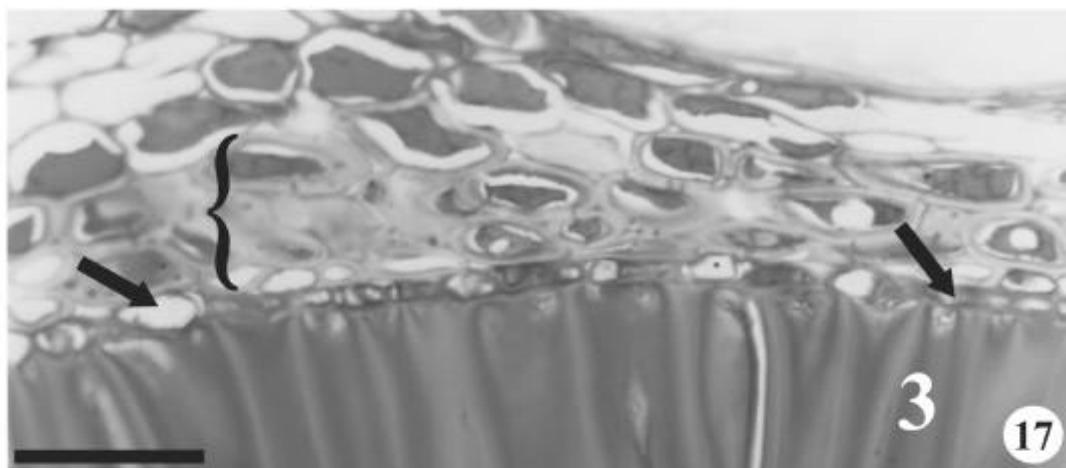
Figuras 8 a 13. Detalhes anatômicos de frutos de *Schinus*. 8 a 12. *Schinus lentiscifolius*. 9. *S. molle*. 10. *S. polygamus*. 11 *S. terebinthifolius*. 12. Forma reduzida de *S. terebinthifolius*. Setas indicam epiderme no exocarpo, asteriscos indicam subderme derivada do mesocarpo, zona de abscisão = a, mesocarpo externo = me. Barras de escala = 25µm. 13. Aspecto geral de uma secção transversal mediana de um fruto de *S. molle*. Mesocarpo externo = me, mesocarpo interno = mi, endocarpo = e, cavidade secretora = cv, setas brancas indicam células suberificadas. Barra de escala = 390µm.



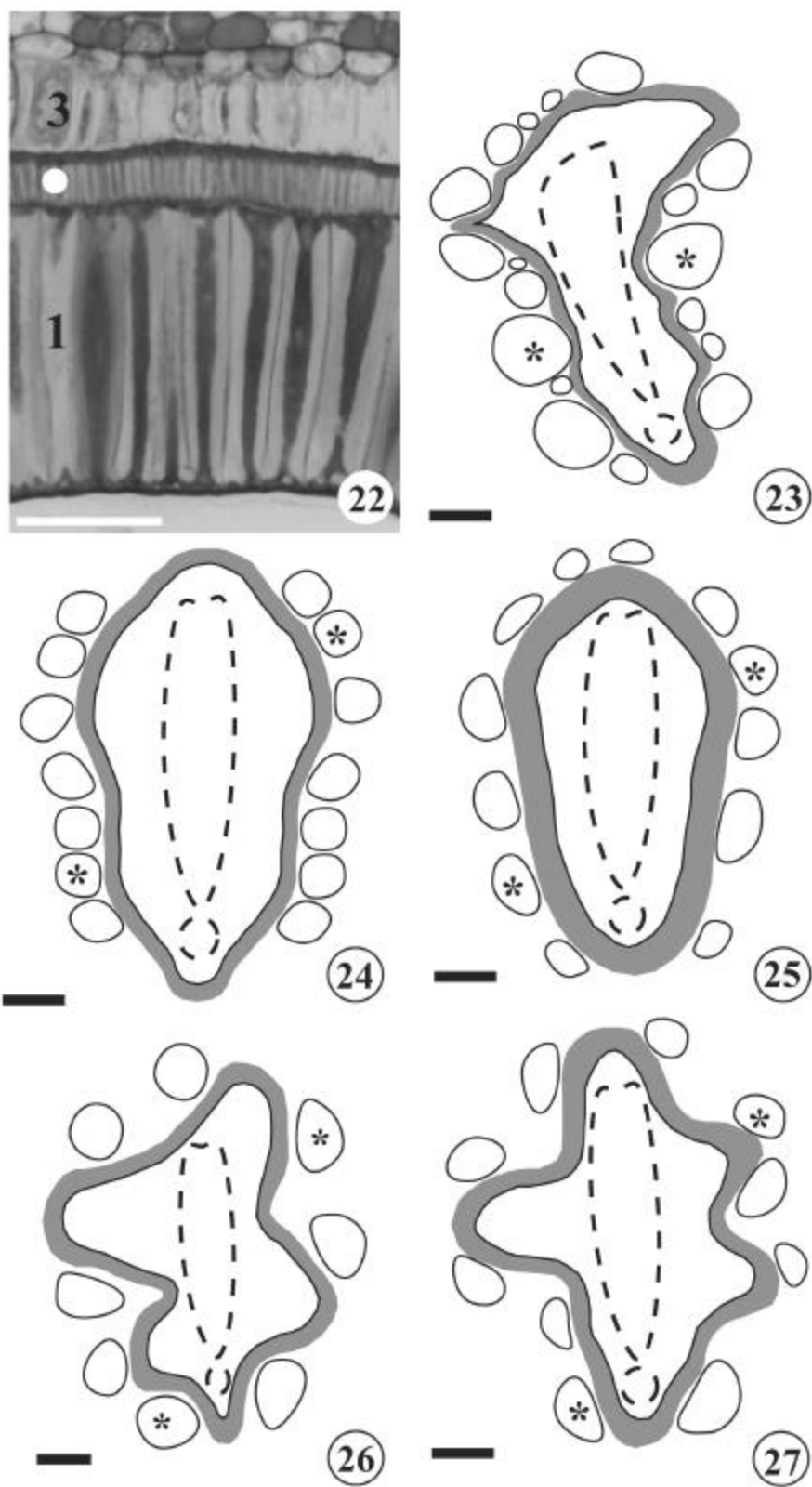
Figuras 14 a 16. 14. Aspecto geral de uma secção transversal mediana de um fruto de *Schinus terebinthifolius*. Notar alternância de cavidades secretoras volumosas (cv) e cavidades secretoras relativamente menores (*). Imagem no canto superior direito indica microscopia sob luz polarizada, setas indicam cristais da camada cristalífera sob luz polarizada. 15. Aspecto geral de uma secção transversal mediana da forma reduzida de *S. terebinthifolius*. 16. Aspecto geral de uma secção transversal mediana de *S. lentiscifolius*. Círculos brancos indicam parênquima do mesocarpo. Mesocarpo externo = me, endocarpo = e, cavidade secretora = cv. Barras de escala = 400µm.



Figuras 17 a 21. 17. Detalhe do mesocarpo interno e endocarpo de *Schinus molle*. Chave indica camada de células do mesocarpo com espessamento parietal secundário. Setas indicam camada cristalífera, camada de macrosclereídes = 3. Barra de escala = 70µm. 18. Detalhe do mesocarpo e endocarpo de *S. terebinthifolius*. Barra branca horizontal indica região do endocarpo onde braquisclereídes não se desenvolvem. Macrosclereídes = 1, osteosclereídes = círculo, braquisclereídes = 3. Setas indicam células da camada cristalífera, cavidade secretora = cv. Barra de escala = 100 µm. 19 a 21. Detalhe do endocarpo. 19. *S. polygamus*. Barra de escala = 70µm. 20. *S. molle*. Barra de escala = 90µm. 21. *S. lentiscifolius*. Barra de escala = 60µm. Setas pequenas indicam camada cristalífera, setas grandes indicam *linea lúcida*, macrosclereídes = 1, osteosclereídes = círculo, braquisclereídes = 3.



Figuras 22 a 27. 22. Detalhe do endocarpo da forma reduzida de *Schinus terebinthifolius*. Braquisclereídes = 3, osteosclereídes = círculo, macrosclereídes = 1. Barra de escala = 60µm. 23 a 27. Representações esquemáticas de secções transversais medianas de frutos de *Schinus*. 23. *S. terebinthifolius*. 24. Forma reduzida de *S. terebinthifolius*. 25. *S. molle*. 26. *S. lentiscifolius*. 27. *S. polygamus*. Faixa larga em cinza representa o contorno do endocarpo, linha tracejada representa o embrião, asteriscos indicam cavidades secretoras. Barras de escala das fguras 23 a 27 = 300 µm.



Capítulo 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho que se encerra neste capítulo não pode ser considerado nem extenso, nem absoluto sobre o tema que foi proposto, ou seja, a utilização de caracteres anatômicos para a caracterização e circuncrição de apenas cinco espécies do gênero *Schinus* que ocorrem no Estado do Rio Grande do Sul-Brasil, dentre as 24 espécies atualmente aceitas para este gênero e de ocorrência Neotropical. Porém, é interessante recapitular alguns resultados e conclusões, os objetivos associados, bem como as propostas para trabalhos futuros.

A proposta de trabalho surgiu a partir de discussões antigas entre pesquisadores no Departamento de Botânica da UFRGS, sobre a delimitação das espécies do gênero *Schinus* no sul do país, principalmente a delimitação de *S. terebinthifolius*, *S. weinmannifolius* e *S. lentiscifolius*. O autor do presente estudo participou de algumas discussões, motivado também pelo fato de já ter estudado outras espécies da família Anacardiaceae (*Anacardium occidentale* e *Spondias mombin*), para fins agrônômicos, juntamente com técnicos da EMBRAPA de Fortaleza-CE. Nesse contexto, o trabalho de Fleig, de 1979, era o fundamento para tais discussões devido a não aceitação de alguns taxonomistas de sua proposta em colocar *S. weinmannifolius* como sinônimo de *S. terebinthifolius*, proposta esta que acabou sendo rejeitada com os resultados apresentados neste volume. Assim, um dos objetivos principais para o presente estudo consistia em verificar a proposta de Fleig, de 1979, sobre o tema.

Outro objetivo importante proposto para o trabalho consistia na análise anatômica, na medida do possível, detalhada do rudimento seminal (óvulo) e do pericarpo em função de uma tendência atual dos estudos realizados na família Anacardiaceae. Essa tendência na literatura surgiu como resultado do acúmulo de conhecimentos sobre os aspectos falhos na circunscrição de espécies, utilizando caracteres morfológicos das folhas, inflorescências, flores e frutos e, também, na caracterização das tribos da referida família, outro objetivo muito perseguido por alguns pesquisadores. No que diz respeito ao gênero *Schinus*, tal situação foi colocada de forma explícita por Barkely, em 1944, onde o autor sugeriu estudos mais aprofundados – citogenéticos – principalmente entre variedades de espécies como *S. weinmannifolius* e *S. terebinthifolius*, além de

estudos entre espécies de folhas simples, do subgênero *Duvaua*, considerado de difícil delimitação devido, principalmente, a grande sobreposição dos caracteres morfológicos já citados.

Os autores recentes, que se dedicaram ao estudo de táxons da família Anacardiaceae compreenderam a relevância da anatomia para o tratamento dos problemas taxonômicos e sistemáticos deixados pela extensa utilização de alguns caracteres pouco robustos. Porém os 40 anos de estudos anatômicos, desde a década de 60 do século passado, originaram um novo problema, o do estabelecimento correto de homologias entre tecidos e órgãos analisados. Essa questão foi intensamente discutida durante a década de 90, do século passado, mas nenhuma metodologia adequada foi utilizada como, por exemplo, para estudos sobre o desenvolvimento dos tecidos e órgãos-alvo. Durante a elaboração do projeto de tese ficou clara a inconsistência de alguns resultados apresentados pela literatura e sua consequência na elaboração de conclusões taxonômicas, entre outras, devido à falhas na observação de processos de desenvolvimento. Assim, foi incorporado ao projeto, como objetivo, o estudo ontogenético daqueles tecidos e órgãos que seriam analisados em sua estrutura madura. Devido ao tempo necessário para a realização de uma avaliação sobre o desenvolvimento do rudimento seminal e pericarpo, foram escolhidas espécies de referência para o estudo como *S. terebinthifolius*, espécie de folha composta e muito comum, inclusive em um contexto de território brasileiro, e *S. polygamus*, única espécie de folha simples até então conhecida para o Brasil. Em relação ao desenvolvimento ontogenético do rudimento seminal foram demonstradas diferenças entre *S. terebinthifolius* e *S. polygamus*, que se configura como uma novidade em estudos deste tipo para a família Anacardiaceae. Com relação ao processo ontogenético do endocarpo, entre *S. terebinthifolius* e *S. polygamus*, foi observado que este é idêntico, contudo tais resultados comparados não foram apresentados neste volume. Neste tema os autores do presente estudo concluem que a ontogenia do rudimento seminal constitui um dos caracteres que justificam a organização infragenérica proposta para *Schinus*. Sobre este tema é apresentado, então, proposta de estudos futuros que venham a demonstrar o processo ontogenético em outras espécies de folhas simples e compostas, para confirmar ou não o que é aqui discutido.

O estudo ontogenético aqui apresentado também demonstrou a importância do estabelecimento de uma metodologia simples como a escolha de um correto plano de corte para que interpretações adequadas sejam feitas após observações sistemáticas. Neste tema alguns autores fracassaram na descrição da formação dos tegumentos e do endocarpo principalmente, temas ainda controversos no que diz respeito a família Anacardiaceae e ao gênero *Schinus*. Assim, um dos resultados importantes apresentados no presente trabalho, que possui íntima ligação com a metodologia, diz respeito a demonstração, então, do desenvolvimento do endocarpo, através de seções longitudinais medianas, tendo como referência a epiderme do rudimento seminal, principalmente de seu funículo, que não se divide e possui a mesma origem do endocarpo, ou seja, a epiderme residual do meristema floral que forma a cavidade locular.

Outro resultado muito importante, acreditam os autores, principalmente do ponto de vista prático, diz respeito a demonstração de que o contorno do endocarpo, em um fruto observado a partir de sua secção transversal mediana, serve para identificar espécies a campo e a olho nu. Espécies que podem ser facilmente identificadas são aquelas como *S. weinmannifolius*, *S. terebinthifolius* e *S. lentiscifolius*, consideradas, no Estado do Rio Grande do Sul, como as mais similares entre si e, portanto, de difícil identificação.

Tais resultados, assim como aqueles obtidos com rudimentos seminais maduros, permitiram a elaboração de chaves analíticas que, acreditam os autores, ser muito importante e prático neste processo crescente de utilização da anatomia como ferramenta de verificação de caracteres diagnósticos para a família Anacardiaceae.

O presente trabalho motiva, além do atual contexto de estudos taxonômicos, a utilização de ferramentas moleculares para se identificar as relações de parentesco entre espécies da família Anacardiaceae, e no que diz respeito ao presente estudo às espécies do gênero *Schinus*, além de propiciar a análise do processo evolutivo que sofreu o referido grupo. Neste tema a biologia molecular, além da biogeografia, geologia e paleobotânica, irão contribuir para responder a perguntas como: qual é a espécie atual mais próxima de *S. weinmannifolius*? Pode ter havido derivação de *S. weinmannifolius* a partir de uma espécie ainda existente? Como e quando surgiu o

hábito arbustivo em *S. weinmannifolius*? Quais caracteres permitem sua ocorrência em campos arenosos e pedregosos e qual a origem desta plasticidade genotípica? Existe relação de sua ocorrência em campos com períodos de glaciação e expansão dos campos sobre as matas?

Além destes aspectos que necessitam ainda de muito amadurecimento nas pesquisas sobre espécies do gênero *Schinus*, existem problemas antigos, não menos complexos, que dizem respeito a delimitação das espécies do subgênero *Duvaua* que, de acordo com Barkley, possuem um difícil diagnóstico.

Outro ponto interessante para estudos futuros, em relação a família Anacardiaceae como um todo, diz respeito ao desenvolvimento inicial do gineceu que, em relação a família, possui certa variação. Neste tema existe controvérsia sobre a interrupção do desenvolvimento de carpelos ainda em estado meristemático. Sobre este tema faltam estudos ontogenéticos envolvendo, portanto, microscopia eletrônica de varredura combinada com anatomia do sistema vascular jovem e a verificação da existência ou não da ocorrência de pseudomonomeria. O termo pseudomonomeria é muito utilizado em estudos na família Anacardiaceae, porém, não existem informações ontogenéticas que fundamentem o uso deste conceito.

A ênfase, de certa forma repetitiva, apresentada neste capítulo sobre rudimentos seminais, carpelos e frutos, embora obviamente pertinentes ao trabalho, está relacionada ao fato da tendência atual dos estudos sobre a família Anacardiaceae estarem voltados para a reorganização de suas tribos e alguns de seus gêneros considerados complexos, como *Rhus*, através de estados destes caracteres. Porém, a atual proposta de reorganização das tribos embora apresente pontos interessantes, pois traz várias considerações evolutivas, no contexto taxonômico continua não explicando, ou não considerando, gêneros de afinidade incerta como o gênero *Buchanania*, a semelhança do que ocorreu com as propostas de Engler, desde 1876 até 1892, em suas diversas tentativas de organizar a referida família. Fica claro, neste contexto, que existe necessidade de ampliar estudos com novas ferramentas e ampliar o número de espécies, principalmente, pois é usual em estudos na família Anacardiaceae que uma espécie de cada gênero seja tida como suficiente para considerações amplas para este gênero. Tais generalizações são perigosas, pois

diversos gêneros na família possuem subdivisões em seções e/ou subgêneros que, portanto, possuem caracteres exclusivos que não são diagnósticos para todo o grupo.

Cabe salientar, como palavras finais, a importância do presente estudo para a minha formação profissional, pois tive a oportunidade de trabalhar na prática com conceitos básicos da Biologia como a observação da variação das formas, tentar compreender sua relevância, sua origem, entre outros aspectos. Este trabalho reforçou minha afinidade pela família Anacardiaceae, pela sua investigação, pela expectativa e possibilidade que os resultados apresentados neste volume sejam testados e utilizados por outros pesquisadores e que sejam considerados adequados.

Anexo 1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas

- AGUILA-ORTIGOZA, C., SOSA, V. & ANGELES, G. 2004. Phylogenetic relationships of three genera in Anacardiaceae: *Bonetiella*, *Pseudomodingium*, and *Smodingium*. *Brittonia* 56: 169-184.
- AMORIN, D. S. 2002. Fundamentos de Sistemática Filogenética. Editora Holos, Ribeirão Preto.
- ARECHAVALETA, J. 1901. Anacardiáceas. *Annales del Museo Nacional de Montevideo*, 3: 291-301.
- ARRILLAGA-MAFFEI, B. R., ZILIANI, G. E. & REN, J. 1973. Anacardiaceas de Uruguay. *Bol Fac Acad Licei*, Montevideo, 126: 1-35.
- BARKLEY, F. A. 1944. *Schinus* L.. *Brittonia* 5: 160-198.
- BARKLEY, F. A. 1957. A study of *Schinus* L.. *Lilloa* 28: 1-110.
- BARRACHINA, M. D.; MARTINEZ-CUESTA, M. A.; YUFERA, E. & ESPLUGES, J. 1997. Analgenic and central depressor effects of the dichloromethanol extract from *Schinus molle* L.. *Phytotherapy Research* 11: 317-319.
- BARROSO, G. M. 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil. UFV Imprensa Universitária, Viçosa.
- BELLO, R.; BARRACHINA, M. D; MORENO, L.; YUFERA, E. & ESPLUGES, J. 1996. Effects on arterial blood pressure of the methanol and dichloromethanol extracts from *Schinus molle* L. in rats. *Phytotherapy Research* 10: 634-635.
- BELLO, R.; BELTRAN, B. & MORENO, L. 1998. In vitro pharmacological evaluation of the dichloromethanol extract from *Schinus molle* L.. *Phytotherapy Research* 12: 523-535.
- BHOJWANI, S. S. & BHATNAGAR, S. P. 1983. The embryology of angiosperms. Vikas, New Delhi.
- BOESEWINKEL, F. D. & BOUMAN, F. 1991. The development of bi- and unitegmic ovules and seeds in *Impatiens* (Balsaminaceae). *Botanische Jahrbücher* 113: 87-104.
- BOUMAN, F. & CALIS, J. I. M. 1977. Integumentary shifting – a third way to unitegmy. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft* 90: 15-28

- BOUMAN, F. 1984. The Ovule. *In* Embryology of Angiosperms (B. M. Johri, ed.). Springer-Verlag, New York, p.123-158.
- CABRERA, A. L. 1938. Revisión de las Anacardiáceas austroamericanas. *Revista de lo Museu de La Plata*. Buenos Aires, 2: 1-64.
- CABRERA, A. L. 1939. Sinopsis de las anacardiaceas argentinas. *Revista Argentina de Agronomía* 6: 85-113.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. A. & PAOLI, A. A. S. 1999. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 91-98.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 91-98.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 1999. Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. – Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. *Revista Brasileira de Sementes* 21: 222-228.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2000. Estrutura do pericarpo e da semente de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) com notas taxonômicas. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 87-96.
- CARMELLO-GUERREIRO, S. M. & PAOLI, A. A. S. 2002. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45: 73-79.
- COPELAND, H. F. & DOYEL, B. E. 1940. Some features of the *Toxicodendron divesiloba*. *American Journal of Botany* 27: 932-939.
- COPELAND, H. F. 1955. The reproductive structures of *Pistacia chinensis* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 5: 440-449.
- COPELAND, H. F. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* (Anacardiaceae). *Madroño* 15:14-25.

- COPELAND, H. F. 1962. Observations on the reproductive structures of *Anacardium occidentale*. *Phytomorphology* 11: 315-325.
- CORNER, E. J. H. 1976. The Seeds of Dicotyledons. Cambridge University Press, Cambridge.
- CORRÊA, P. 1926. Dicionário de plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 1: 161-171.
- DAVIS, G. L. 1966. Systematic embryology of the angiosperms. John Wiley, New York.
- DE CANDOLLE, A. L. P. P. 1825. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. V. Masson, Paris, v.2, p.61-74.
- DECKER, J. S. 1932. Aspectos biológicos da flora brasileira. Rotermund, São Leopoldo.
- DUMAS, C. & RUSSELL, S. D. 1992. Plant Reproductive Biology: Trends. International Review of Cytology 140: 565-592.
- ENDRESS, P. K. & IGERSEIM, A. 1999. Gynoecium diversity and systematics of the basal eudicots. Botanical Journal of Linnean Society 130: 305-393.
- ENGLER, A. 1876. Anacardiaceae. In Martius, C. F. P. Flora Brasiliensis. Monachii, Frid. Fleicher 12.
- ENGLER, A. 1883. Anacardiaceae. In Monographie Phanerogamarum (A.L.P.P. de Candole, & A.C.P. de Candole, eds). G. Masson, Paris, v.4 p.349-459.
- ENGLER, A. 1892. Anacardiaceae. In Die Natürlichen Pflanzenfamilien (A. Engler, & K. Prantl, eds.). Engelmann, Leipzig, v. 3, p.138-178.
- FALCÃO, W. F. A. 1966. Chave para separar as famílias Anacardiaceae, Burseraceae e Simaroubaceae. Rodriguésia 25: 203-217.
- FEDER, N & O'BRIEN, T. P. 1968. Plant microtechnique: some principles and new methods. American Journal of Botany. 55: 123-142.
- FINK, W. L. 1982. The conceptual relationship between ontogeny and phylogeny. Paleobiology 8: 254-264.
- FLEIG, M. 1979. Estudo taxonômico da família Anacardiaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- FLEIG, M. 1981. The Anacardiaceae family in Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia Ser. Bot.* 28: 141-155.
- FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. *B. Inst. Bioc. Porto Alegre* 42: 1-72.
- FLEIG, M. 1989. Anacardiáceas. *Flora Ilustrada Catarinense I parte*, 1-62.
- FRANKLIN-TONG, V. E. 1999. Signaling and the modulation of pollen tube growth. *The Plant Cell* 11: 727-738.
- GADEK, P. A., FERNANDO, E. S., QUINN, C. J., HOOT, S. B., TERRAZAS, T., SHEAHAN, M. C & CHASE, M. W. 1996. Sapindales: Molecular delimitations and infraordinal groups. *American Journal of Botany* 83: 802-811.
- GAHAN, P. B. 1984. *Plant Histochemistry and Cytochemistry: An Introduction*. Academic Press, London.
- GAHAN, P. B. 1984. *Plant Histochemistry and Cytochemistry: An Introduction*. Academic Press, London.
- GERRITS, P. O. & SMID, L. 1983. A new, less toxic polymerisation system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. *Journal of Microscopy* 132: 81-85.
- GERSTERBERGER, P. & LEINS, P. 1978. Rasterelektronenmikroskopische untersuchungen an blütenknospen von *Physalis philadelphica* (Solanaceae) anwendung einer neuen präparationsmethode. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft* 91: 381-387.
- GOULD, S. J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press, Cambridge.
- GRUNDWAG, M. & FAHN, A. 1969. The relation of embryology to the low seed set in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). *Phytomorphology* 19: 225-235.
- GRUNDWAG, M. 1976. Embryology and fruit development in four species of *Pistacia* L. (Anacardiaceae). *Botanical Journal of Linnean Society* 73: 355-370.
- IGERSHEIM, A. & ENDRESS, P. K. 1998. Gynoecium diversity and systematics of the paleoherbs. *Botanical Journal of Linnean Society* 127: 289-370.

- IMAICHI, R., KATO, M. & OKADA, H. 1995. Morphology of the outer integument in three primitive angiosperm families. *Canadian Journal of Botany* 73: 1242-1249.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- JOHRI, B. M. 1984. *Embryology of angiosperms*. Springer-Verlag, New York.
- JOHRI, B. M., AMBEGAOKAR, K. B. & SRIVASTAVA, P. S. 1992. *Comparative Embryology of Angiosperms*. Springer-Verlag, Berlin.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELOOG, E. A. & STEVENS, P. F. 1999. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Association.
- JULIANO, J. B. 1932. The causes of sterility in *Spondias purpurea* Linn. *Philippine Agriculturist* 26: 443-472.
- JUNELL, S. 1938. Über den fruchtknotenbau der Borraginazeen mit pseudomonomeren Gynäzeen. *Svensk Botanisk Tidskrift* 32: 361-273.
- KELKAR, S. S. 1958. Embryology of *Rhus mysurensis* Heyne. *Journal of the Indian Botanical Society* 37 114-122.
- LAWRENCE, G. H. M. 1951. *Taxonomy of Vascular Plants*. Macmillan Company, New York.
- LI, X. J., BASKIN, J. M. & BASKIN, C. C. 1999. Pericarp ontogeny and anatomy in *Rhus aromatica* Ait. And *R. glabra* L. (Anacardiaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 126: 279-288.
- LINEU, C. 1753. *Species plantarum*. Holmiae, Laurentii Salvii. In FLEIG, M. 1987. Anacardiaceae: floral ilustrada do Rio Grande do Sul. *B. Inst. Bioc. Porto Alegre* 42: 1-72.
- LOMBARDO, A. 1964. Flora arborea y arborescente del Uruguay. *Bouzout*: 82-86.
- LOMBARDO, A. 1964. Flora arbórea y arborescente del Uruguay. Montevideo, Bouzout p. 82-86.
- MAHESHWARI, P. 1950. *An introduction to the embryology of angiosperms*. MacGraw-Hill, New York
- MARCHAND, L. 1869. Révision du groupe des Anacardiacees. J.B. Baillié et Fils, Paris.

- MARTÍNEZ-CROVETTO, R. M. 1963. Estudo taxonômico-biométrico de *Schinus molle* L. e *Schinus areira* L. (Anacardiaceae). Bonplandia 1: 225-244.
- MATTOS, J. R. 1965. Anacardiaceae: Flora do Rio Grande do Sul. 7: 5-25.
- McDOWELL, E. M. & TRUMP, B. 1976. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. Archives of Pathology & Laboratory Medicine 100: 405-414.
- MITCHELL, J. D. & MORI, S. A. 1987. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). Memoirs of the New York Botanical Garden 42: 1-76.
- MITCHELL, J. D. 1990. The poisonous Anacardiaceae genera of the world. Advances in Economic Botany 8: 103-129.
- OLIVEIRA, J. M. S. & MARIATH, J. E. A. 2001. Development of anther and pollen grain in *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae). Phytomorphology 51: 91-100.
- OLIVEIRA, J. M. S. 2001. Androsporogênese e Androgametogênese em *Spondias mombin* L. (cajazeira – Anacardiaceae). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Botânica, Dissertação de Mestrado.
- OLIVEIRA, J. M. S.; MARIATH, J. E. A. & BUENO, D. M. (2001) Desenvolvimento floral e estaminal no clone CP76 de *Anacardium occidentale* L. – cajueiro-anão precoce (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Botânica: 24: 377-388.
- PALSER, B. F. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: embryology. Annals of the Missouri Botanical Garden 62: 621-646.
- PAVIANI, T. I. 1965. Contribuição ao conhecimento do gênero *Schinus* L.. Anatomia de quatro espécies e uma variedade. Tese apresentada para a obtenção de Livre Docência apresentada na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PELL, S. K. & URBATSCH, L. 2001. Evaluation of evolutionary relationships in Anacardiaceae using *matK* sequence data. Botany, Plants and People. Abstract 142.
- PETERSON, R. L., SCOTT, M. G. & MILLER, S. L. 1979. Some aspects of carpel structure in *Caltha palustris* L. (Ranunculaceae). American Journal of Botany 66: 334-342.

- PIENAAR, M. E. & VON TEICHMAN, I. 1998. The generic position of *Lithraea brasiliensis* Marchand (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. Botanical Journal of Linnean Society 126: 327-337.
- PINNA, M. C. C. 1991. Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm. Cladistics 7: 367-394.
- ROBBERTSE, P. J., VON TEICHMAN, I. & VAN RENSBURG, H. J. 1986. A re-evaluation of the structure of the mango ovule in comparison with those of a few other Anacardiaceae species. South African Journal of Botany 52: 17-24.
- ROTH, I. 1977. Fruits of angiosperms. In Encyclopedia of Plant Anatomy (W. Zimmermann, S. Carlquist, P. Ozenda & H. D. Wulf, eds.), Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- SANTIN, D. A. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1991. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Botânica 14: 133-145.
- SCHENKEL, E. P., ZANNIN, M., MENTZ, L. A., BORDIGNON, S. A. L. & IRGANG, B. 2003. Plantas Tóxicas. In Farmacognosia: Da planta ao medicamento (C.M.O. Simões, E.P. Shenkel, G. Gosmann, J.C.P. de Mello, L.A. Mentz & P. R. Petrovick eds.). Ed. UFSC/Ed. UFRGS, Porto Alegre, 5ª ed., p.959-994.
- SHURAKI, Y. D. & SEDGLEY, M. 1997. Pollen tube pathway and stimulation of embryo sac development in *Pistacia vera* (Anacardiaceae). Annals of Botany 79: 361-369.
- SOUZA, L. A., MOSCHETA, I. S. & MOURÃO, K. S. M. 2003. Fruto. In Anatomia Vegetal (B. Appezzato-da-Glória & S. A. Carmello-Guerreiro, eds.). Editora UFV, Viçosa, p. 375-398.
- TERRAZASA, T. & CHASE, M. W. 1996. A phylogenetic analysis of Anacardiaceae based on morphology, anatomy and *rbcL* sequence data. American Journal of Botany 83: 197-198.
- THORNE, R. F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. The Botanical Review 58: 225-348.
- UMEDA, A., IMAICHI, R. & KATO, M. 1994. Ovular development and morphology of the outer integument of *Magnolia grandiflora* (Magnoliaceae). American Journal of Botany 81: 361-367.

- VAN WENT, J. L. & WILLEMSE, M. T. M. 1984. Fertilization. In Embryology of Angiosperms (B. M. Johri, ed.), Springer-Verlag, New York. p.273-318.
- VON TEICHMAN, I. & ROBBERTSE, P. J. 1986. Development and structure of the pericarp and seed of *Rhus lancea* L. fil. (Anacardiaceae), with taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 93: 291-306.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1991. Taxonomic position of *Rhus problematodes* (Anacardiaceae): evidence from fruit and seed structure. South African Journal of Botany 57: 29-33.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1993. Ontogeny and structure of the drupe of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 111: 253-263.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1994. The generic position of *Protorhus namaquensis* Sprague (Anacardiaceae): evidence from fruit structure. Annals of Botany 73: 175-184.
- VON TEICHMAN, I. & VAN WYK, A. E. 1996. Taxonomic significance of pericarp and seed structure in *Heeria argentea* (Thunb.) Meisn. (Anacardiaceae), including reference to pachychalazy and recalcitrante. Botanical Journal of the Linnean Society 122: 335-352.
- VON TEICHMAN, I. 1987. Development and structure of the pericarp of *Lannea discolor* (Sonder) Engl. (Anacardaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 95: 125-155.
- VON TEICHMAN, I. 1988. Development and structure of the seed-coat of *Lannea discolor* (Sonder) Engl. (Anacardiaceae). Botanical Journal of Linnean Society 98: 105-117.
- VON TEICHMAN, I. 1988. Notes on the ontogeny and structure of the seed-coat of *Sclerocarya birrea* (Richard) Hochst. subsp. *caffra* (Sonder) Kokwaro (Anacardiaceae). Botanical Journal of Linnean Society 98: 153-158.
- VON TEICHMAN, I. 1989. Reinterpretation of the pericarp of *Rhus lancea* (Anacardiaceae). South African Journal of Botany 55: 383-384.
- VON TEICHMAN, I. 1991. The pachychalazal seed of *Protorhus longifolia* (Bernh.) Engl. (Anacardiaceae) and its taxonomic significance. Botanical Bulletin of Academia Sinica 32: 145-152.

- VON TEICHMAN, I. 1992. Notes on the ovule and partially pachychalazal seed of *Operculicarya decaryi* H. Perrier (Anacardiaceae) from Madagascar. Botanical Bulletin of Academia Sinica 33: 289-293.
- VON TEICHMAN, I. 1993. Development and structure of the seed of *Ozoroa paniculosa* (Anacardiaceae) and taxonomic notes. Botanical Journal of Linnean Society 111: 463-470.
- VON TEICHMAN, I. 1996. Taxonomic significance of pericarp and seed structure in *Heeria argentea* (Thunb.) Meisn. (Anacardiaceae), including reference to pachychalazy and recalcitrance. Botanical Journal of Linnean Society 12: 335-352.
- VON TEICHMAN, I. 1998. Micromorphological structure of the fruit and seed of *Smodingium argutum* (Anacardiaceae), as an adaptation to its natural habitat. South African Journal of Botany 64: 121-127.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1990. Pericarp structure and generic affinities in the Anacardiaceae. Botanical Journal of Linnean Society 102: 225-252.
- WANNAN, B. S. & QUINN, C. J. 1991. Floral structure and evolution in the Anacardiaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 107: 349-385.
- WEBWELING, F. 1989. Morphology of flowers and inflorescences. Cambridge University Press, Cambridge.

Anexo 2

**NORMAS DA
REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA**

A *Revista Brasileira de Botânica* (RBB), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Português, Espanhol ou Inglês, sendo recomendado este último.

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), em quatro cópias, devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileira de Botânica, Caixa Postal 57088, 04089-972 São Paulo, SP, Brasil.

A aceitação inicial dos trabalhos depende de decisão do Corpo Editorial. Os artigos são avaliados por um editor de área e por, pelo menos, dois assessores dentro das respectivas áreas de especialidade. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial. **Fotografias coloridas** poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação** das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Artigos de revisão podem ser publicados, a convite do corpo editorial. Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio-querente da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas no preço de custo.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração sequencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos, palavras e expressões em latim, descrições ou diagnoses de táxons novos e nomes e números de coletores.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), Key words (até 5, em inglês, ordenadas alfabeticamente), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Palavras-chave (até 5, em português, ordenadas alfabeticamente). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando sequencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados / Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas. Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanchez 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: MATO GROSSO: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); MATO, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US). Abreviaturas de nomes de autores de táxons devem seguir Brummit & Powell (1992). Abreviaturas de obras em trabalhos taxonômicos devem seguir o BPH.

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas

- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10.5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).

- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas), utilizar abreviações sempre que possível.

- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg dia⁻¹ ao invés de mg/dia, $\mu\text{mol min}^{-1}$ ao invés de $\mu\text{mol/min}$)

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a página, o(s) capítulo(s) onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. In Monocots: Systematics and evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

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

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.). Actes, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. Plant Science 154:1-11.

PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 1999. Glossary of pollen and spore terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glos-int.htm> (acesso em 10/04/2003).

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinoccephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de massa seca) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar no(s) capítulo(s) seguinte(s) "(cont.)" no início de cada nova página, à esquerda.

Figuras

Submeter um conjunto de figuras originais em preto e branco e três cópias com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos, mapas, esquemas) no tamanho máximo de 23,0 x 17,5 cm, incluindo-se, aí, o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper". Figuras em meio digital devem vir em formato .tif com, pelo menos, 600 dpi de resolução e nunca devem ser coladas no MS Word ou no Power Point.

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto.

Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, sequencialmente, em outra(s) página(s). Nos trabalhos em Português ou Espanhol, devem ser enviadas duas legendas para cada figura e tabela, uma na língua original do artigo e outra em Inglês.

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura, o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)