

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Estudos de Órgãos Reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae)

Maringá
2018

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Estudos de Órgãos Reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Káthia Socorro Mathias Mourão
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marcela Thadeo

Maringá
2018

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

G146e Galan, Adrielle Tayrine Oliveira Froemming
Estudos de órgãos reprodutivos do grupo *Plinia*
(*Myrtaceae*) / Adrielle Tayrine Oliveira Froemming
Galan. -- Maringá, PR, 2018.
90 f.: il. color.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Káthia Socorro Mathias
Mourão.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Marcela Thadeo.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de
Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2018.

1. *Myrtaceae*. 2. Anatomia vegetal. 3. *Algrizea*.
4. *Myrciaria*. 5. *Neomitranthes*. 6. *Plinia*. 7.
Siphoneugena. I. Mourão, Káthia Socorro Mathias,
orient. II. Thadeo, Marcela, orient. III.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Comparada. IV. Título.

CDD 23.ed. 581.98

Márcia Regina Paiva de Brito - CRB-9/1267

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADRIELLE TAYRINE OLIVEIRA FROEMMING GALAN

Estudos de Órgãos Reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof^a. Dr^a. Káthia Socorro Mathias Mourão
Universidade Estadual de Maringá (UEM-Presidente)

Prof^a. Dr^a. Fiorella Fernanda Mazine Capelo
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof^a. Dr^a. Juliana Marzinek
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Prof^a. Dr^a. Mariza Barion Romagnolo
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof. Dr. Celso João Rubin Filho
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2018.

Local de defesa: Sala 121, Bloco G80, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

*Dedico àqueles que estiveram
ao meu lado em todos os
momentos: meu esposo
Guilherme, pais Emerson e
Evanilde, irmãos Ana
Caroline e Matheus.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está e sempre estará em primeiro lugar na minha vida, sendo meu porto seguro, amigo fiel e consolador.

A Prof.^a Dr.^a Kátia Socorro Mathias Mourão, que por tantos anos, compartilhou todo seu conhecimento e experiências, pela confiança, orientação, conselhos e muitas risadas.

A Prof.^a Dr.^a Marcela Thadeo pela coorientação, predisposição e auxílio nos momentos críticos.

Ao Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), por fornecer grande parte dos materiais botânicos utilizados neste estudo, em particular ao curador José Tadeu e ao vice-curador Marcelo Brotto e aos demais colaboradores, pela atenção e cuidado cedidos.

A doutoranda Aline Stadnik da Universidade Federal da Bahia (UFBA), por ser extremamente solícita quando mais precisei, contribuindo para a complementação deste trabalho.

A Capes pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao meu extraordinário esposo Guilherme Legnani Galan, que sempre me incentiva, por meio de palavras e gestos, mostrando-me do que sou capaz. Sou grata pela sua compreensão e paciência quando estive ausente.

Aos meus pais que geraram todo o meu alicerce e aos meus irmãos que dividem comigo suas experiências, carinho e amor.

Aos colegas de laboratório Andressa, Caroline, Danielly, Isabela, Polyanna, Rafael, Raísa e Vanessa. Aos que são mais que colegas: Amanda, Luciane, Michelli e Patrícia, por dividirem conhecimentos, alegrias, conquistas, amizade, e por serem verdadeiros incentivadores desta conquista. Em especial, a minha amada amiga Luana Martos, que dividiu momentos inesquecíveis comigo e experiências enriquecedoras, o meu obrigado pela cumplicidade, amizade, parceria, consolo e companheirismo desde o mestrado.

A todos, muito obrigada!

O conhecimento traz orgulho, mas o amor edifica.

(I Coríntios 8.1)

Estudos de órgãos reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae)

RESUMO

(Estudos de órgãos reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae). Com o crescimento das discussões a respeito dos representantes de Myrteae (Myrtaceae), os subsídios utilizados para elucidar conflitos relacionados ao grupo são cada vez mais amplos e consistentes. O estudo da anatomia dos órgãos reprodutivos tem se mostrado promissor para o auxílio das determinações sobre as circunscrições da tribo. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia floral e do fruto de *Algrizea macrochlamys*, *A. minor*, *Myrciaria floribunda*, *M. glomerata*, *Neomitranthes gemballae*, *N. glomerata*, *Plinia brachybotrya*, *P. cauliflora*, *Siphoneugena reitzii* e *S. widgreniana* espécies pertencentes ao Grupo *Plinia* e contribuir com as relações filogenéticas do grupo. O material herborizado coletado passou pelo processo de reversão de herborização e o material fresco coletado foi processado mediante técnicas usuais, ambos analisados em microscópio eletrônico. O ovário das espécies é bicarpelar e bilocado, e pode-se notar uma semelhança em relação ao número de óvulos por ovário em *Plinia* e *Myrciaria*. A distribuição monocíclica dos feixes vasculares no tubo floral encontradas aqui e em outros grupos de Myrteae, não sustenta a afirmação de que esta configuração teria aparecido uma única vez na tribo no ancestral dos Grupos *Eugenia* e *Pimenta*. A presença de esclereídes no pericarpo em *A. minor* é o primeiro registro fora do Grupo *Pimenta* e pode ser considerada uma autapomorfia nesta espécie, assim como a micrópila em zig-zag nos óvulos de *Algrizea* mostra-se como uma condição plesiomórfica encontrada nos clados basais da tribo. A pericalaza presente nas sementes de todas as espécies investigadas é provavelmente uma sinapomorfia para o clado. As análises comparativas demonstram ser úteis para a consolidação do clado nas atuais filogenias.

Palavras-chave: *Anatomia*, *Algrizea*, *Myrciaria*, *Neomitranthes*, *Plinia*, *Siphoneugena*.

Studies of reproductive organs of the *Plinia* Group (Myrtaceae)

ABSTRACT

(Studies of reproductive organs of the *Plinia* Group (Myrtaceae). With the growth of discussions about Myrteae (Myrtaceae), the subsidies used to elucidate conflicts related to the group are increasingly broad and consistent. The study of the anatomy of the reproductive organs has shown promise for the aid of the determinations on the circumscriptions of the tribe. Thus, the objective of this work was to describe the floral and fruit anatomy of *Algrizea macrochlamys*, *A. minor*, *Myrciaria floribunda*, *M. glomerata*, *Neomitranthes gemballae*, *N. glomerata*, *Plinia brachybotrya*, *P. cauliflora*, *Siphoneugena reitzii* and *S. widgreniana* species belonging to the *Plinia* Group and contribute to the phylogenetic relationships of the group. The collected herborized material passed through the herborization reversion process and the collected fresh material was processed by usual techniques, both analyzed with\ electronic microscope. The ovary of the species is bicarpelar and biloculate, and a similarity can be noticed in relation to the number of ovules per ovary in *Plinia* and *Myrciaria*. The monocyclic distribution of vascular bundles in the floral tube found here and in other Myrteae groups does not support the claim that this configuration would have appeared once in the tribe in the ancestor of the *Eugenia* and *Pimenta* Groups. The presence of sclereids in the pericarp in *A. minor* is the first record outside the *Pimenta* Group and may be considered an autapomorphy in this species, just as the zig zag micropyle in the *Algrizea* ovules is shown as a plesiomorphic condition found in the basal clades of Myrteae. The perichalaza present in the seeds of all investigated species is probably a synapomorphy for the clade. The comparative analyzes prove to be useful for the consolidation of the clade in the current phylogenies.

Keywords: *Anatomy, Algrizea, Myrciaria, Neomitranthes, Plinia, Siphoneugena.*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

Estudos de órgãos reprodutivos do Grupo <i>Plinia</i> (Myrtaceae)	9
1. Introdução	10
2. Materiais e Métodos	13
3. Resultados	18
3.1. Aspecto Geral da Flor	18
3.2. Anatomia Floral	18
3.2.1. Pedicelo.....	18
3.2.2. Bractéola	19
3.2.3. Gineceu	19
3.2.4. Parte Livre do Copo Floral	21
3.2.5. Perianto	22
3.2.6. Androceu.....	23
3.3 Anatomia do Fruto	23
3.3.1. Desenvolvimento do Pericarpo	23
3.3.2. Desenvolvimento da Semente	24
4. Discussão	26
4.1. Aspecto da Morfologia Floral.....	26
4.2. Bractéola.....	29
4.3. Gineceu	29
4.4. Parte Livre do Copo Floral	33
4.5. Androceu	34
4.6. Perianto.....	35
4.7. Desenvolvimento do Pericarpo.....	37
4.8. Desenvolvimento da Semente	38
5. Conclusão	41
6. Referências	43
Figuras.....	49
Anexo 1	61
Tabela 2. Caracteres anatômicos de botões, flores e frutos de espécies do Grupo <i>Plinia</i>	61
Tabela 3. Grupos de Myrteae gerados em estudos filogenéticos segundo Vasconcelos et al. (2017), com a combinação de dados anatômicos/estruturais de botões e flores de espécies pertencentes ao grupo	65
Tabela 4. Grupos de Myrteae gerados em estudos filogenéticos segundo Vasconcelos et al. (2017), com a combinação de dados anatômicos/estruturais de pericarpo, óvulos e sementes de espécies pertencentes ao grupo	69
Anexo 2	77
Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Lucas et al. 2007)	77
Anexo 3	78
Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Vasconcelos et al. 2007)	78
Anexo 4	79
Normas para publicação no periódico Plant Systematics and Evolution	79

Estudos de órgãos reprodutivos do Grupo *Plinia* (Myrtaceae)

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Plant Systematics and Evolution*.

1. Introdução

Myrtales, conhecida por apresentar caule escamoso, folhas opostas, ovário semi-ínfero a ínfero e geralmente hipanto nectarífero, é composta por 9 famílias, sendo elas Alzateaceae, Combretaceae, Crypteroniaceae, Heteropyxidaceae, Lythraceae, Melastomataceae (incluindo Memecylaceae), Myrtaceae (incluindo Heteropyxidaceae e Psiloxylaceae), Onagraceae, Penaeaceae (incluindo Oliniaceae e Rhynchocalycaceae) e Vochysiaceae, distribuídas em 380 gêneros e cerca de 13.000 espécies (Stevens 2018).

Ao longo do tempo, a distribuição dos representantes de Myrtaceae, bem como a quantidade de espécies pertencentes à família, vem aumentando. Tornando-se a segunda maior família de Myrtales (Conti et al. 1977), Myrtaceae foi descrita por Judd et al. (1999) composta por 144 gêneros e 3.100 espécies; posteriormente Wilson et al. (2001), menciona 133 gêneros e cerca de 3800 espécies, com distribuição na Austrália, sudeste da Ásia, América tropical e América do Sul, porém, com poucos representantes na África. As atuais discussões sobre a família relatam mais de 6.000 espécies, 144 gêneros e 17 tribos disseminadas pelos hemisférios (Wilson 2011; Govaerts et al. 2018), destacando-se os gêneros *Syzygium* (1.138), *Eugenia* (1.107), *Eucalyptus* (762), *Myrcia* (515) e *Melaleuca* (382) com maior número de espécies (Govaerts et al. 2018). No Brasil, são reconhecidos 23 gêneros e 1025 espécies (*Myrtaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*).

Myrtaceae possui grande importância econômica na produção de madeira, resina, óleos essenciais, fruticultura, especiarias e ornamentação (Barroso et al. 1991; Souza e Lorenzi 2008; Govaerts et al. 2018). Apesar de não ser totalmente endêmica do Brasil, representantes da família são encontrados em diversas regiões do país, com abundância na Mata Atlântica (*Myrtaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*), e atualmente mais de 20 novas espécies de uso potencial na indústria farmacêutica (como diuréticos ou anti-sépticos) foram descobertas nesta região e, por esse ecossistema estar ameaçado, demonstra que estas espécies podem ser significativos indicadores ecológicos (Smith 2015).

As propostas a respeito das relações existentes em Myrtaceae são discutidas há anos, tais como as observações feitas por De Candolle (1828), que permaneceram por muito tempo. O autor caracterizou três tribos: Myrteae (frutos carnosos), Leptospermeae (frutos capsulares) e Chamalaucieae (frutos secos indeiscentes), e ainda subdividiu Myrteae nas subtribos Myrciinae (com embriões com cotilédones foliáceos), Eugeniinae

(com embriões carnosos com cotilédones plano-convexos) e Pimentinae (ou Myrtinae, com embriões curvados e enrolados com pequenos cotilédones). Posteriormente, Niedenzu (1893) incluiu Chamelaucieae em Leptospermeae. Tradicionalmente, a família é dividida em duas subfamílias: Myrtoideae com frutos carnosos e folhas inteiras opostas e Leptospermoideae, com frutos secos, indeiscentes e folhas de arranjo espiralado ou alterno (Wilson et al. 2001).

Por meio de análises moleculares combinadas com características estruturais, tem-se que Myrteae é monofilética (Gadek et al. 1996; Wilson et al. 2001, 2005; Lucas et al. 2005, 2007; Murillo-A et al. 2013; Vasconcelos et al. 2017). O tipo de ovário (súpero ou quase súpero) é plesiomórfico e os frutos carnosos originaram-se mais de uma vez na família (Gadek et al. 1996). Já para Wilson et al. (2001), o fruto deiscente torna-se o estado plesiomórfico e o fruto indeiscente surge em quatro linhagens da família (*Darwinia*, *Kjellbergiodendron*, *Psiloxylon* e clado P). A origem carpelar da placenta é uma condição plesiomórfica em Myrteae, assim como o surgimento da origem caulinar pode ter ocorrido de forma independente em *Blepharocalyx salicifolius*, clado *Eugenia* e no ancestral comum dos cladros *Myrcia* e *Plinia* (Pimentel et al. 2014).

Com as discussões de Lucas et al. (2007), a circunscrição de Myrteae foi organizada considerando as características do embrião, média de número de óvulos por ovário, placentação e elementos de vaso, aliadas a biogeografia e dados moleculares. Estas análises resultaram em sete grupos subtribais informais: *Plinia*, *Eugenia*, *Myrcia*, *Myrceugenia*, *Myrteola*, *Pimenta* e Australasiano. Estudos cladísticos como os de Wilson et al. 2001, 2005; Lucas et al. 2005, 2007; Costa 2009; Biffin et al. 2010; Pimentel 2013, 2014 e Murillo-A et al. 2013, somados a análises de caracteres anatômicos e morfológicos, surgem para elucidar essas discussões acerca da filogenia da família e da tribo Myrteae .

O estudo elaborado por Vasconcelos et al. (2017) é um dos mais atuais a respeito de Myrteae. Neste trabalho, os autores apresentam uma reformulação na organização cladística feita por Lucas et al. (2007) para a tribo, baseada em análises evolutivas (estimativa de idade, padrões biogeográficos e taxa de diversificação), e de acordo com os resultados, o Grupo Australasiano, grupo *Myrtus* e a Linhagem Neotropical Principal apresentam um forte suporte cladístico dentro da tribo, sendo a Linhagem Neotropical Principal formada pelos grupos *Eugenia*, *Pimenta*, *Myrteola*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Plinia*, *Psidium* e *Blepharocalyx*.

Alguns grupos pertencentes à tribo são destacados em trabalhos importantes que objetivam esclarecer possíveis conflitos existentes entre os gêneros e/ou entre as espécies pertencentes a esses gêneros, tais como Proença (1990) com uma vasta revisão do gênero *Siphoneugena*; Merwe et al. (2005) com análises filogenéticas moleculares de *Eugenia*; Lucas et al. (2005, 2007, 2011) com padrões filogenéticos em Myrtaceae, Myrteae e no grupo *Myrcia*; Snow et al. (2011) que analisaram as evidências morfológicas e moleculares da polifilia em *Rhodomyrtus*; Murillo-A et al. (2012, 2013) com as relações filogenéticas em *Myrceugenia* e entre *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* e *Luma*; Mazine et al. (2014, 2016) com contribuições filogenéticas e taxonômicas para o grupo *Eugenia*; Staggemeier et al. (2015) com análises filogenéticas em *Myrcia* seção *Aulomyrcia*.

Devido às controvérsias existentes acerca da família, tribo e até mesmo gêneros, faz-se necessário um número cada vez maior de trabalhos que abranjam grupos específicos para elucidar conflitos entre os clados pertencentes à Myrteae, como por exemplo, o clado *Plinia* que é pouco citado na literatura e as discussões que o envolvem são generalizadas como nos trabalhos de Lucas et al. (2005, 2007) e Vasconcelos et al. (2017).

No estudo de Lucas et al. (2007), o grupo *Plinia* era composto pelos gêneros *Myrciaria*, *Neomitranthes*, *Plinia* e *Siphoneugena*. Em seu estudo, Vasconcelos et al. (2017) incluiu um gênero recém descoberto a este clado: *Algrizea*. Os representantes deste gênero são caracterizados por suas inflorescências em dicásios, flores com longos pedicelos e cálice desenvolvido, é endêmico do Nordeste brasileiro e encontra-se principalmente na Bahia (Stadnik e Proença, *Algrizea* in Flora do Brasil 2020 em construção). Por muitos anos, as espécies deste gênero foram incluídas em outros gêneros como *Myrcia*, *Myrtus* e *Psidium*, e após análises criteriosas, os especialistas notaram que as espécies não poderiam estar incluídas em nenhum destes gêneros, e que seria então, um gênero novo (Proença et al. 2006), composto por duas espécies: *Algrizea macrochlamys* e *A. minor* (Stadnik e Proença, *Algrizea* in Flora do Brasil 2020 em construção).

Os gêneros que constituem o clado *Plinia* são formados por números reduzidos de espécies, quando comparados aos grupos de maior abrangência dentro de Myrtaceae: *Algrizea* com 2, *Myrciaria* com 28, *Neomitranthes* com 15, *Plinia* com 74 e *Siphoneugena* com 11 espécies (Govaerts et al. 2018) e a maioria de seus representantes ocorrem no Brasil (*Myrtaceae* in Flora do Brasil 2020 em construção).

Segundo Vasconcelos et al. (2015) para entender a evolução de Myrteae e os seus relacionamentos, é crucial revisitar os aspectos estruturais, pois uma melhor compreensão dos aspectos evolutivos nesta tribo pode contribuir para estudos ecológicos em biomas Neotropicais em que são mais diversos. Segundo os autores estes aspectos utilizados em conjunto com datação, biogeografia histórica e mudanças nas taxas de diversificação podem fornecer uma visão a respeito da origem dos biomas em que as espécies são encontradas.

A taxonomia de Myrteae é notoriamente difícil, de modo que mais estudos anatômicos dos órgãos reprodutivos no grupo podem acrescentar informações que permitam a interpretação mais segura a respeito da autenticidade das espécies e de como pode ter ocorrido a evolução destes caracteres durante a radiação adaptativa das mesmas. Entretanto, considerando a representatividade de Myrtaceae na flora mundial e de Myrteae na América do Sul e no Brasil, estes estudos são raros como destacaram Galan et al. (2016), Martos et al. (2017) e Vasconcelos et al. (2018).

Ainda, nos resultados de Vasconcelos et al. (2017), os grupos *Eugenia*, *Pimenta*, *Myrteola*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Plinia*, *Blepharocalyx* e *Psidium*, foram bem suportados no conjunto de dados combinados (cpDNA + dados nucleares - região ITS), porém as análises dos conjuntos nucleares feitas, não foram capazes de sustentar as relações mais específicas entre e dentro dos clados e o no Grupo *Plinia*, o gênero *Plinia* é parafilético emergente. Diante da necessidade de ampliar o conhecimento a respeito das estruturas reprodutivas em Myrteae, este trabalho teve por objetivo descrever a anatomia floral e do fruto de espécies pertencentes ao Grupo *Plinia* e assim subsidiar as atuais discussões acerca da filogenia do grupo.

2. Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo, foram utilizados botões florais, flores e frutos de espécies do Grupo *Plinia*, procedentes de exsicatas depositadas no acervo do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão (HFC) e Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), devidamente identificadas por especialistas da família.

No total, foram utilizadas 61 amostras que estão disponíveis na Tabela 1, correspondentes às espécies de *Algrizea macrochlamys*, *A. minor*, *Myrciaria floribunda*,

Neomitranthes gemballae, *N. glomerata*, *Plinia brachybotrya*, *Siphoneugena reitzii* e *S. widgreniana*. As espécies *Myrciaria glomerata* e *Plinia cauliflora* foram coletadas e fixadas em solução de formaldeído, ácido acético e etanol 50% (FAA 50) e após curto período, o material foi armazenado em etanol 70% (Johansen 1940). Exemplares dos indivíduos pertencentes a estas duas espécies foram herborizados e depositados no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM).

As espécies herborizadas passaram pelo processo de reversão de herborização (Smith e Smith 1942), e posteriormente foram armazenadas em etanol 70% (Johansen 1940). Para a realização dos estudos anatômicos, todo o material botânico foi incluído em historesina (Guerrits 1991), passando por processo de secção em micrótomo de rotação com 8 µm de espessura, corado com azul de Toluidina em tampão acetato, pH 4,7 (O'Brien 1964 modificado) e montados em resina sintética Entelan®.

As lâminas obtidas foram analisadas com o auxílio de microscópio Leica ICC50 com sistema de captura de imagem e com o uso do software Leica Application Suite versão 1.8. As fotomicrografias obtidas com as devidas escalas foram selecionadas para montagem de pranchas utilizando o programa Corel DRAW X7. Para descrição dos óvulos e sementes foi utilizada a terminologia definida por Corner (1976); para frutos as descrições de Roth (1977); terminologias utilizadas pra sementes estabelecidas por Werker (1997) e Johri (1984) para os aspectos embrionários.

Tabela 1 – Registros dos materiais botânicos utilizados pertencentes ao Grupo *Plinia* (Myrtaceae).

Espécie	Nº de Herbário	Coletores	Herbário			
<i>Algrizea macrochlamys</i> (DC.) Proença & NicLugh.	181744 – Silva C 568 203984 – Harley R M 56844		HUEFS			
<i>Algrizea minor</i> Sobral, Faria & Proença	190385 – Melo E 11767 194262 – Melo E 11897		HUEFS			
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	160035 – Silva J M et al. 1251 241642 – Handro O s. n. 306696 – Ferrari M V T 36		MBM			
	317027 – Silva J M et al. s. n. 337541 – Silva J M e Hatschbach G 6012 33897 – Ferreira C M e Jost T 902 353002 – Queiroz E P 276 371594 – Farney C 4658					
	<i>Myrciaria glomerata</i> O. Berg	11713 – Januzzi A M 99		HUEM		
	<i>Neomitranthes gemballae</i> (D. Legrand) D. Legrand	14245 – Lindeman J C e Haas J H 2144 51252 – Gemballa G s. n. 70320 – Kummrow R 1529 91749 – Sobral M 2343 212936 – Hatschbach G et al. 66528 248402 – Kegler A 433			MBM	
		<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand		210099 – Chagas F et al. 898 32545 – Guerin N et al. 65 370050 – Barbosa E et al. 3109 373751 – Barbieri J A s.n. 385407 – Lima M R 89 385440 – Lima M R 92		HFC
				6548 – Hatschbach G 19279 11796 – Hatschbach G 21700 63697 – Pelanda P s. n. 197861 – Silva J M et al. 1724 290419 – Barbosa E e Silva J M 797 293178 – Lucas E J et al. 133 329973 – Reginato M 488 329974 – Reginato M 506		MBM
<i>Plinia brachybotrya</i> (D. Legrand) Sobral						
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	30277 – Galan A T O F s. n.		HUEM			

	31844 – Galan A T O F s. n.	
	31845 – Galan A T O F s. n.	
	4849 – Hatschbach G 18381	
	6584 – Hatschbach G 17755	
	9211 – Hatschbach G 21179	
	68846 – Kummrow R 1502	
	129208 – Ribas O S e Hatschbach G 56	
	130572 – Cervi A C et al. 2633	
	134183– Roderjan C V e Tramujas A P 807	
	167963 – Roderjan C V 967	
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	257225 – Ribas O S et al. 3452	MBM
	318558 – Silva J M e Barbosa E 4778	
	329128 – Alves E 17	
	346062 – Silva J M et al. 5174	
	348770 – Oliveira S s.n.	
	368708 – Ribas O S et al. 8035	
	391616 – Cordeiro J et al. 5216	
	394326 – Lozano E D 2702	
	394751 – Grizzon M 70	
	47577 – Hatschbach G s. n.	
	59019 – Hatschbach G 39936	
	8992 – Hatschbach G 20033	
	197429 – Uhlmann A et al. 74	
	197418 – Uhlmann A et al. 77	
	116651 – Kuniyoshi Y S e Roderjan C V 5160	
<i>Siphoneugena widgreniana</i> O. Berg	122602 – Sobral M et al. 5590	MBM
	216247 – Hatschbach G et al. 67070	
	261172 – Silva J M et al. 3435	
	227565 – Arbocz G F 1478	
	235742 – Giuliatti A M et al. s.n.	
	235741 – Furlan A et al. 6456	
	235738 – Henrique M C et al. s.n.	

3. Resultados

Um resumo das principais características dos órgãos reprodutivos das espécies descritas no presente estudo, bem como de estudos semelhantes realizados com espécies de Myrteae encontram-se nos anexos como tabelas 2 a 4. As espécies estão organizadas nestas tabelas segundo os clados gerados no estudo de Vasconcelos et al. (2017).

3.1. Aspecto Geral da Flor

As flores são diclamídeas, perfeitas com quatro sépalas e quatro pétalas. O ovário é ínfero e fusionado a parede do copo floral (Fig. 1A–E). *Myrciaria floribunda* apresenta ovário semínfero, comprimento da porção livre do copo floral um pouco maior do que a do ovário e as sépalas e pétalas ficam em posição levemente inclinada (Fig. 1F). Em *Siphoneugena*, *Neomitranthes gemballae* e *Plinia brachybotrya* o comprimento da porção livre do copo floral é cerca de três vezes mais do que o do ovário e as sépalas e pétalas no botão floral encontram-se em posição perpendicular ao eixo longitudinal da flor (Fig. 1A–B). Em *P. cauliflora* é mais curto que em *P. brachybotrya* e nas demais espécies têm metade do comprimento do ovário e as sépalas e pétalas ficam em posição mais inclinada em relação ao maior eixo da flor do que em *M. floribunda*. Em *Siphoneugena* (Fig. 1A) e *Neomitranthes gemballae* os óvulos são em número de quatro por lóculo e presos a placenta no terço basal em duas fileiras longitudinais. Em *N. glomerata* são em número de cinco e a placenta situa-se no terço mediano (Fig. 1C). Em *Plinia* e *Myrciaria* são em número de dois por lóculo e estão ligados às placentas que se situam no terço basal (Fig. 1B, D, F). Em *Algrizea*, os óvulos também em maior número, se posicionam no terço basal (Fig. 1E). O estilete tem comprimento variável e relacionado ao comprimento da porção livre do copo floral, apresentando o seu ápice curvado no botão floral. O androceu está representado por numerosos estames dispostos sobre a porção livre do copo floral, com os filetes encurvados para baixo (no botão floral). Quanto maior o comprimento da porção livre do copo floral, maior é o comprimento dos filetes e o ângulo de curvatura dos mesmos (Fig. 1B, E).

3.2. Anatomia floral

3.2.1. Pedicelo

O pedicelo floral apresenta contorno circular, córtex e medula parenquimáticos e o tecido vascular está organizado em um cilindro de feixes vasculares bicolaterais com parênquima interfascicular estreito de poucas camadas de células (Fig. 2A–B). É revestido por epiderme uniestratificada glabra em *Siphoneugena* (Fig. 2A), *Neomitranthes gemballae* e *Myrciaria floribunda* e apresenta tricomas tectores unicelulares, de extremidades afiladas e paredes espessadas nas demais espécies. A densidade destes tricomas é variável, sendo raros em *N. glomerata*, um pouco mais numerosos em *Plinia cauliflora* e *Algrizea minor*, muitos em *P. brachybotrya* e numerosos e longos em *M. glomerata* e *A. macrochlamys* (Fig. 2C–D).

3.2.2. Bractéola

Na base da flor de quase todas as espécies encontra-se um par de bractéolas de contorno côncavo-convexo em secção transversal, revestidas por epiderme uniestratificada (Fig. 2D–K) e estomatífera. Não foram observadas bractéolas no pedúnculo de *Plinia cauliflora*. Na base da bractéola de *Siphoneugena widgreniana*, *Neomitranthes* e *Algrizea* notam-se coléteres constituídos por várias séries de células de aspecto semelhante que diminuem em número em direção ao ápice (Fig. 2F–G). Tricomas tectores de estrutura semelhante à descrita para o pedúnculo ocorrem em menor quantidade em ambas as faces em *Myrciaria floribunda* e na face abaxial e na margem em *S. reitzii* (Fig. 2H) e *N. glomerata*. Em *P. brachybotrya*, *M. glomerata* (Fig. 2D) e em *A. macrochlamys* são frequentes e só ocorrem na face abaxial; em *A. minor* são raros e ocorrem em ambas as faces (Fig. 2J). O mesofilo parenquimático não possui variação relevante quanto ao formato e tamanho das células, podendo apresentar drusas (*M. glomerata*) e cavidades secretoras que podem ocupar totalmente o mesofilo (Fig. 2E, H–I), sendo raras somente em *M. glomerata* (Fig. 2K). O sifonostelo do pedúnculo fragmenta-se formando duas lacunas, das quais é emitido um traço para cada uma das duas bractéolas opostas (Fig. 2C). A vascularização das bractéolas é feita por um único feixe colateral de maior calibre, do qual partem ramificações em número variado, em geral duas, uma em cada extremidade da bractéola (Fig. 2E, G–K).

3.2.3. Gineceu

O contorno do ovário é circular, em secção transversal, levemente anguloso na maioria das espécies (Fig. 3A) e sulcado em *Algrizea macrochlamys* (Fig. 3B). É revestido por epiderme externa uniestratificada e estomatífera. Tricomas tectores unicelulares, de paredes espessadas e extremidades afiladas são raros em *Plinia cauliflora*, ocorrem em grande densidade e são muito longos em *Myrciaria glomerata* (Fig. 3A) e *Algrizea macrochlamys* (Fig. 3B) e mais curtos em *A. minor* (Fig. 3C). É glabro em *Siphoneugena* (Fig. 3G), *Neomitranthes* (Fig. 3H), *P. brachybotrya* (Fig. 3I) e *M. floribunda*. A epiderme interna também é uniestratificada. O ovário é bicarpelar, biloculado em toda a sua extensão (Fig. 3A–B, E, I), exceto em *Algrizea* em que se apresenta tetraloculado no terço basal dos lóculos (Fig. 3C). Os lóculos se comunicam no septo central por meio de um *compitum* (Fig. 3A–B, D, I), que se caracteriza por interrupção do septo comunicando um lóculo com o outro e revestido por tecido de transmissão contituído de pequenas papilas (Fig. 3D). O *compitum* em direção ao ápice do ovário vai diminuindo, restando pequena fenda revestida por tecido transmissor papiloso (Fig. 3E). Acima do *compitum*, na região central do septo, ocorre cordão de tecido transmissor frouxo no parênquima central; em *Algrizea macrochlamys*, há uma fenda revestida por papilas longas (Fig. 3F). O mesofilo ovariano é parenquimático. Cavidades secretoras são observadas em posição subepidérmica (Fig. 3B–C, G–I). São amplas em relação à espessura da parede ovariana nas espécies de *Siphoneugena* (Fig. 3G), em *N. gemballae* (Fig. 3H) e em *P. brachybotrya* (Fig. 3I). Em *M. glomerata* ainda não estão diferenciadas no ovário da flor em antese (Fig. 3A).

A vascularização do gineceu tem origem nos feixes condutores bicolaterais do sifonostelo do pedúnculo que se separam nas proximidades da base do ovário em feixes anficrivais ou colaterais periféricos de maior calibre (Fig. 4A–B), no total de oito em *Siphoneugena*, *Neomitranthes* (Fig. 4A–B), *Plinia cauliflora* (Fig. 4E) e *Myrciaria*, e oito a dez feixes em *P. brachybotrya* e em *Algrizea* (Fig. 4C, F). Os feixes de maior calibre se dirigem à porção livre do copo floral percorrendo-o até o seu ápice, onde divergem em direção às sépalas, pétalas e estames (Fig. 4D). Feixes anficrivais ou colaterais também têm origem nos feixes pedunculares e se posicionam entre os feixes de maior calibre (Fig. 4E). Dois destes feixes deslocam-se em direção ao centro e irão constituir os feixes carpelares dorsais; três feixes perpendiculares aos dorsais de cada lado originam um feixe ventral e dois laterais (Fig. 4F–G); estes feixes laterais podem se ramificar em outros feixes menores entre o feixe dorsal e o ventral, em *P. cauliflora* (Fig. 4E) e em *Myrciaria* os feixes dorsal e ventral são indistintos entre as muitas

ramificações presentes no septo basal. Dos feixes dorsais, ventrais e laterais saem ramificações que migram para a região central, constituindo um plexo placentário axial, que irrigará centralmente os óvulos (Fig. 4G). A altura em que os feixes receptaculares divergem para originar os feixes carpelares pode ser na base do ovário, como em *Siphoneugena* (Fig. 1A), *Neomitranthes* e em *P. brachybotrya* (Fig. 1B) ou próximo ao início dos lóculos como em *Myrciaria*, *P. cauliflora* (Fig. 1D) e *Algrizea* (Fig. 1E). No septo, acima da região placentária, os traços que se fragmentaram para irrigar os óvulos podem se prolongar em altura variável, até que não reste vascularização axial (Fig. 5A). Em *Algrizea* se prolongam até o estilete (Fig. 5B). Sobre a porção distal dos lóculos, os dois feixes dorsais, os ventrais e quando presentes os feixes laterais dos carpelos, migram abruptamente para a região axial e sobem constituindo os feixes que irrigarão o estilete (Fig. 5C–F). À medida que o estilete se individualiza, metade dos feixes calibrosos da porção livre do copo floral migram externamente para irrigar mais acima as sépalas. A outra metade dos feixes irá vascularizar as pétalas (Fig. 5D). Os feixes calibrosos mais internos ramificam, resultando em feixes menores anficrivais que iniciam sua migração para a superfície interna do copo floral para irrigar os filetes dos numerosos estames que se individualizam centrifugamente, sendo que cada unidade recebe um traço vascular. Seguindo-se à individualização dos estames, delimitam-se as pétalas, que recebem um traço cada correspondente a outra metade dos feixes internos (Fig. 6A–H).

O estilete apresenta epiderme uniestratificada e, no tecido parenquimático, o tecido transmissor ocupa a região central, podendo ser frouxo em *Siphoneugena* (Fig. 7A), *Plinia brachybotrya* (Fig. 7B) e *Myrciaria floribunda* (Fig. 7C), sólido em *Neomitranthes* (Fig. 7D), *P. cauliflora*, *M. glomerata* e *Algrizea minor* (Fig. 7I). Em *A. macrochlamys*, o tecido transmissor apresenta fenda revestida por longas papilas (Fig. 3D, 7E). Em *P. brachybotrya* (Fig. 7B) e em *M. floribunda* (Fig. 7C) foram encontradas raras cavidades secretoras. O número de feixes que vascularizam o estilete é quatro, correspondendo aos dois dorsais e aos dois ventrais (Fig. 7A–C), porém, ainda podem ser observados resquícios de feixes placentários e dos feixes laterais (Fig. 7D–E). São colaterais ou anficrivais, podendo ocorrer os dois tipos na mesma espécie (Fig. 7A–E).

3.2.4. Parte livre do copo floral

A parte livre do copo floral possui epidermes externa e interna uniestratificadas. Estômatos são observados na epiderme externa. A epiderme é glabra em *Siphoneugena* (Fig. 1A), *Neomitranthes gemballae* e em *Plinia brachybotrya*. Tricomas tectores ocorrem na epiderme externa em *P. cauliflora*, *Myrciaria glomerata* e em *Algrizea* (Fig. 7F). Estes tricomas ocorrem apenas na epiderme interna em *N. glomerata* (Fig. 7G–H) e no disco sobre o ápice do ovário em *Myrciaria* (Fig. 1F). Cavidades secretoras com distribuição e tamanhos semelhantes às descritas para o mesofilo ovariano ocorrem nesta região (Fig. 7F–I) e não são observadas em *M. glomerata*. Em *N. glomerata* e em *P. cauliflora*, as cavidades secretoras também estão presentes na porção interna do copo floral (Fig. 7G–H). Imersos no parênquima encontram-se os feixes de maior calibre, provenientes da porção do copo floral fusionada ao gineceu, e que aí se separam indo constituir os feixes principais das sépalas e pétalas. Dos feixes das pétalas ramificam-se outros menores que irão vascularizar os filetes (Fig. 7G–H). Idioblastos cristalíferos contendo drusas dispersas no parênquima são observados em *N. gemballae*, *Plinia cauliflora* e *Myrciaria* (Fig. 7I).

3.2.5. Perianto

As sépalas, assim como as brácteas, possuem formato côncavo convexo em secção transversal, epiderme uniestratificada (nas faces adaxial e abaxial) e estômatos. São observados tricomas tectores unicelulares, de extremidades afiladas e paredes espessadas, na face adaxial de *Siphoneugena reitzii* (Fig. 8A), *Neomitranthes gemballae* e *Myrciaria floribunda* (Fig. 8B), na face abaxial de *M. glomerata* (Fig. 8C) e nas duas faces de *S. widgreniana*, *Plinia brachybotrya* e *Algrizea* (Fig. 8D). Em *P. cauliflora* (Fig. 8E) e *N. glomerata* (Fig. 8F) os tricomas são escassos ou ausentes em ambas as faces. O mesofilo é parenquimático, com pouca variação no formato e tamanho das células, observando-se parênquima esponjoso somente nas espécies de *Algrizea* (Fig. 8D). Drusas podem ser encontradas em *M. glomerata* e cavidades secretoras variam em tamanho e quantidade entre os indivíduos analisados (Fig. 8A–F).

A vascularização das sépalas é formada por feixes colaterais, sendo o central maior e as ramificações diminuem o calibre em direção a margem e são em número variado. Em *Myrciaria floribunda* observa-se somente o feixe colateral central de maior calibre (Fig. 8B); em *Siphoneugena* (Fig. 8A), *M. glomerata* (Fig. 8C), *Plinia* (Fig. 8E)

e *Neomitranthes* (Fig. 8F) há dois feixes menores; e em *Algrizea* (Fig. 8D) de seis a oito.

As pétalas, também de formato côncavo convexo, apresentam epiderme uniestratificada, glabra em *Neomitranthes glomerata* (Fig. 8G–H), *Plinia cauliflora* (Fig. 8I) e *Algrizea* (Fig. 8J). Tricomas tectores, de estrutura semelhante à descrita para as sépalas e demais partes florais são observados neste verticilo. Em *Siphoneugena* e em *P. brachybotrya* são alongados, ocorrem nas superfícies adaxial e abaxial, estando em maior quantidade em *S. widgreniana* (Fig. 8K); em *N. gemballae* estão localizados na superfície adaxial (Fig. 8L); em *Myrciaria* os tricomas são curtos, escassos nas duas faces (Fig. 8M).

O mesofilo das pétalas é parenquimático homogêneo e em *Neomitranthes glomerata* e *Plinia cauliflora* há parênquima esponjoso (Fig. 8G–I). As cavidades secretoras estão presentes na maioria das espécies estudadas (Fig. 8H–M), mas não foram observadas em *Myrciaria glomerata* e *Algrizea minor*. Na nervura central das pétalas ocorre um feixe vascular de maior calibre (Fig. 8G, I–K, M) que pode variar de colateral (Fig. 8G) a anficrival. Feixes de menor calibre ocorrem de cada lado do central: dois a três em *P. cauliflora*, dois em *P. brachybotrya*, *Siphoneugena* (Fig. 8K), *Myrciaria* e quatro ou mais em *Neomitranthes* e *Algrizea* (Fig. 8J).

3.2.6. Androceu

O androceu, formado por vários verticilos de estames, apresenta desenvolvimento centrípeto (Fig. 9A). Os estames possuem filete vascularizado por um feixe anficrival imerso em tecido parenquimático e epiderme uniestratificada (Fig. 9B–C). Nas proximidades da antera, o filete é envolvido pela base do conectivo e ambos se fundem em direção ao ápice, região em que se observa uma cavidade secretora (Fig. 9D), exceto em *Plinia cauliflora* e *Algrizea*. As anteras no botão são tetrasporangiadas, com epiderme de parede contínua formada por células estreitas, endotécio com parede anticlinal alongada com espessamentos lignificados, duas camadas médias que vão se tornando colapsadas e tapete secretor de células volumosas que gradativamente se degradam (Fig. 9E–H).

3.3. Anatomia do fruto

3.3.1. Desenvolvimento do pericarpo

No botão floral em pré-antese e na flor em antese a epiderme externa e interna do ovário das espécies estudadas é uniestratificada, formada por células cubóides, com cutícula delgada e originam o exocarpo e o endocarpo, respectivamente, que se mantêm uniestratificados, e o mesofilo ovariano, parenquimático, se desenvolve no mesocarpo (Fig. 10A–U). Os tricomas tectores observados na epiderme externa do ovário em *Plinia cauliflora*, *Myrciaria glomerata* e *Algrizea* tornam-se ausentes no exocarpo durante o desenvolvimento do fruto (Fig. 10N–U).

As divisões celulares ocorrem em todos os sentidos no mesofilo ovariano e existem duas regiões de coloração distinta, a mais externa com células parenquimáticas mais volumosas e a mais interna com células menores e, em geral, de coloração mais escura, aspecto este menos evidente no ovário na fase de botão floral e que se acentua durante o desenvolvimento do pericarpo. Na região externa encontram-se os feixes vasculares de maior calibre e na interna os feixes carpelares, ambos com suas ramificações. Estes feixes estão mais diferenciados no fruto, tornando-se acentuadamente anficrivais (Fig. 10A–U). As cavidades secretoras ocorrem no mesofilo ovariano, distribuídas em círculo logo abaixo da epiderme apresentando tamanho que varia entre as espécies. São mais amplas em *Siphoneugena*, *Neomitranthes* e *Plinia brachybotrya* e ainda não se diferenciaram em *Myrciaria glomerata* (Fig. 10A, C, E, G, I, K, M, O, Q, R, T).

As camadas de células parenquimáticas do mesocarpo interno, durante o desenvolvimento do fruto, passam a apresentar arranjo mais frouxo (Fig. 10B, D, F, H, J, L, N, P, S, U) e em *Plinia cauliflora* (Fig. 10L) e *Myrciaria floribunda* (Fig. 10N) as camadas mais internas subjacentes ao endocarpo alongam-se em sentido radial. Em *Algrizea minor* as camadas subjacentes ao endocarpo alongam-se em sentido tangencial. Nesta espécie, grupos de esclereídes se diferenciam por todo o mesocarpo (Fig. 10U). Em *M. floribunda*, células amplas de paredes delgadas se diferenciam na região mediana da parede do fruto (Fig. 10N). Nos frutos analisados somente uma semente se desenvolveu.

3.3.2. Desenvolvimento da semente

Os óvulos são campilótrofos, bitegumentados (Fig. 11A–F) e apresentam funículo curto (Fig. 11A, D–F). O tegumento externo na região mediana do óvulo apresenta variação no número de camadas celulares: duas em *Siphoneugena* (Fig. 11A), *Myrciaria floribunda* (Fig. 11B) e *P. brachybotrya*, três em *M. glomerata* e *P. cauliflora*, e de três a quatro em *Neomitranthes* (Fig. 11C–D) e *Algrizea* (Fig. 11E–F). Em secção longitudinal, o contorno das células deste tegumento é, em sua maioria, quadrangular. O tegumento interno apresenta duas camadas de células de contorno retangular e alongadas em sentido longitudinal (Fig. 11A–F). Em *Algrizea* o tegumento externo se desenvolve mais rápido que o interno (Fig. 11E) e o óvulo diferenciado apresenta micrópila em zig-zag (Fig. 11F). Nas demais espécies o tegumento interno se desenvolve mais rapidamente que o externo e no ápice do nucelo constituirá a micrópila (Fig. 11A–B, D, I). Em *Siphoneugena* (Fig. 11A), *Neomitranthes* (Fig. 11D) e *Algrizea* (Fig. 11F) o número de camadas de células nos dois tegumentos na região micropilar mantém-se igual à região mediana do óvulo, porém as células se tornam mais volumosas. Em *Myrciaria* (Fig. 11B) e *Plinia* as células, além de mais volumosas, aumentam em número de camadas. Em *N. glomerata* os tegumentos não se fecham e o nucelo está em contato com o obturador de origem funicular-placentária (Fig. 11D).

Após a fecundação, as divisões anticlinais nas células do(s) tegumento(s) na região antirafeal vão aumentando gradativamente a curvatura campilótropa do óvulo e em *Neomitranthes glomerata*, o saco embrionário adquire forma de ferradura, caracterizando-se a semente como anfítropa (Fig. 11G). Divisões aumentam o número de camadas de células do nucelo na região da pré-rafe, do funículo e da rafe em direção ao saco embrionário e na base do nucelo, observa-se a diferenciação de uma hipóstase, cujas células apresentam conteúdo fenólico (Fig. 11H).

A calaza sofre grande expansão, recobre toda a base do nucelo e na região mediana da semente restringe-se a antirafe constituindo a pericalaza. Em todas as espécies, na medida em que o embrião completa o seu desenvolvimento, o nucelo colapsa, exceto onde ocorreu a sua proliferação; o endosperma é nuclear. O número de camadas de células da testa, da paquicalaza e da pericalaza aumenta em todas as espécies, mantendo-se em duas no tégmen. A expansão da calaza na base do nucelo e a pericalaza tornam-se mais evidentes pela presença de células com conteúdo fenólico e pelos feixes vasculares; a testa e o tégmen colapsado ficam restritos as proximidades da micrópila (Fig. 12A–F).

As sementes vão se tornando exalbuminosas. O embrião globular apresenta o eixo embrionário curto, dobrado sobre os cotilédones plano-convexos espessos e livres (Fig. 12A, C–F). Em *Algrizea* os cotilédones são mais finos, alongados e de tamanhos desiguais, sendo que o mais externo é mais longo e envolve o mais curto, ambos enrolados (Fig. 12G–H). A protoderme é constituída por células de contorno quadrangular e no meristema fundamental são observados feixes procambiais que se ramificam em direção aos cotilédones. Nestes as células são volumosas, de contorno variado e observam-se cavidades secretoras em posição subepidérmica (Fig. 12D–H).

À medida que a semente torna-se mais desenvolvida os tegumentos seminiais vão completando a sua diferenciação, destacando-se: o maior número de camadas na calaza expandida e na pericalaza (Fig. 12I). As células da exotesta e as primeiras camadas da mesotesta são alongadas em sentido longitudinal em secção transversal (Fig. 12I) e cubóides em secção longitudinal (Fig. 12J). Em *Myrciaria floribunda* (Fig. 12K) e *Algrizea* (Fig. L–M), as células da exotesta sofrem alongamento radial e se diferenciam em macroesclereídes; as primeiras camadas de células isodiamétricas da mesotesta também apresentam paredes espessadas e em *M. floribunda* se lignificam. Em *Siphoneugena*, a exotesta e as primeiras camadas da mesotesta de contorno isodiamétrico e levemente achatadas em sentido tangencial, lignificam-se completamente (Fig. 10B). Com o término do crescimento da semente, o embrião preenche completamente a cavidade seminal e as camadas mais internas do tegumento ficam completamente amassadas (Fig. 12K, M).

4. Discussão

4.1. Aspectos da morfologia floral

Os aspectos da morfologia floral descritos no presente trabalho estão, em sua maioria, de acordo com as descrições na literatura para os gêneros e para as espécies estudadas. A presença de ovário ínfero nas espécies estudadas é característica da maioria das Myrtaceae, tendo sido encontrado ovário semínfero somente em *Myrciaria floribunda*, característica já descrita para esta espécie por Pimentel et al. (2014). Wilson et al. (2005) descreveram na família grupos com espécies de ovário semínfero (Lophostemoneae, Kanieae, Metrosidereae, Tristanieae, Eucalypteae e Leptospermeae) e súpero (Psiloxylloideae e Xanthostemoneae). Em Myrteae ovário semínfero também

foi descrito em *Luma apiculata* (Belsham e Orlovich 2003) e em *Myrcia rosangelae* (Lughadha et al. 2012). Martos (dados não publicados, 2014) e Martos et al. (2017) destacaram que a presença de ovário ínfero em *Myrciaria cuspidata* e em *Myrcia multiflora* indicam variação na posição do ovário dentro dos gêneros de Myrteae, de modo que novos estudos de anatomia floral nos grupos “*Myrcia*” e “*Plinia*” podem ser usados em estudos filogenéticos e indicarem padrões evolutivos quanto a este caráter nestes clados.

Quanto ao número de óvulos no ovário, nas espécies de *Siphoneugena* foram observados em todos os ovários analisados 4 óvulos por lóculo, semelhante ao número de 3-6 óvulos por lóculo encontrado no ovário destas espécies por Proença (1990) em sua revisão para *Siphoneugena* e diferindo do total de 9 óvulos por ovário descrito por Lucas et al. (2007) neste mesmo gênero. Estes últimos autores afirmaram que o número médio de 4 a 9 óvulos por ovário no Grupo *Plinia* é um arranjo que se assemelha mais ao do Grupo *Myrcia* (média de 4 a 5 óvulos por ovário) do que ao do Grupo *Eugenia* com o qual era associado anteriormente. Neste estudo de Lucas et al. (2007) não foi suportada a hipótese de que o número de óvulos por ovário teria mais significância taxonômica do que o número de lóculos, exceto para a associação *Campomanesia* – *Psidium* – *Acca*, o que tornava este caráter de uso limitado na forma como vinha sendo empregado. Esta afirmação também é reforçada no presente estudo entre os gêneros do Grupo *Plinia*, pois os únicos gêneros em que há similaridade quanto ao caráter número de óvulos por ovário são *Plinia* e *Myrciaria*, enquanto que o caráter ovário bicarpelar e bilocado foi constante em todos os indivíduos amostrados no presente estudo.

Os óvulos em *Plinia*, *Myrciaria* e *Algrizea* emergem no terço basal do septo. Em *Siphoneugena* e *Neomitranthes* no terço basal ou mediano, em duas fileiras longitudinais por lóculo. As variações quanto ao local em que emergem os óvulos nas espécies aqui estudadas estão de acordo com as descrições de Lucas et al. (2007) para este caráter. Estes autores afirmaram que os seus resultados indicam que os óvulos no ancestral de Myrteae estavam ligados em uma ou mais séries em volta de uma placenta saliente ou ao longo de uma placenta não peltada e que teriam se originado de forma independente no Grupo Australasiano, nos Grupos *Myrteola* e *Pimenta* e em *Myrcianthes*. Os autores afirmaram também que a subsequente transição para o arranjo em que os óvulos surgem em um único ponto no septo ocorreu independentemente em *Eugenia* e no Grupo *Plinia* + *Algrizea* + Grupo *Myrcia*, com uma inversão pelo menos

parcial ao estado plesiomórfico aparente em *Neomitranthes* e *Siphoneugena*. Para Lucas et al. (2007) era tentador hipotetizar uma ligação entre a placentação no Grupo *Myrcia*, *Algrizea* e nos gêneros do Grupo *Plinia* em que os óvulos surgem em um único ponto, particularmente pelo fato de que os óvulos surgem abaixo do ponto médio do septo. Para estes autores este link não era claro quando se considerava os gêneros *Neomitranthes* e *Siphoneugena* com óvulos dispostos em fileiras ao longo de pelo menos parte do septo. Para Lucas et al. (2007) esta placentação abaixo do ponto médio do septo poderia ser considerada uma sinapomorfia para o Grupo *Plinia* que se diferenciaria do Grupo *Eugenia* pelo fato de neste clado o grupo de óvulos emergirem no meio do septo ou acima do ponto médio. Lucas et al. (2007) consideraram a natureza da placentação de uso limitado como um carácter para definir grupos dentro Myrteae e que somente se poderia indicar estas possíveis sinapomorfias se um número alto e improvável de reversões e paralelismos fossem assumidos como tendo ocorrido. Concordamos com os autores da necessidade de investigação quanto ao desenvolvimento do gineceu para maiores considerações sobre este carácter, mas é interessante destacar que na filogenia de Vasconcelos et al. (2017) *Algrizea* agora aparece dentro do Grupo *Plinia* e apresenta os óvulos posicionados no terço basal do lóculo. Considerando-se só a posição da placenta nos gêneros dos Grupos *Myrcia* e *Plinia*, a posição do ponto médio para baixo pode talvez reforçar a possível sinapomorfia apontada por Lucas et al. (2007), diferenciando-os do Grupo *Eugenia*, em que os óvulos posicionam-se no lóculo do ponto médio para cima.

O estilete nas espécies estudadas tem comprimento variável, relacionado ao comprimento da porção livre do copo floral, e ápice curvado no botão floral. Os filetes, por sua vez, têm o seu comprimento e ângulo de curvatura relacionados à altura da porção livre do copo floral. Para Vasconcelos et al. (2018) em espécies de *Eugenia* Sect. *Umbellatae* há um hiper alongamento do estilete que cria uma lacuna espacial entre o estigma e as anteras após a antese (hercogamia) e que esta característica que aumenta os níveis de polinização cruzada é uma inovação que pode ser associada às taxas de diversificação aceleradas encontradas em *Eugenia* Sect. *Umbellatae*, uma das mais altas de Myrteae de acordo como Vasconcelos et al. (2017). A relação comprimento da porção livre do copo floral, associada ao comprimento dos filetes e do estile nas espécies do Grupo *Plinia*, acrescidos a estudos de biologia floral, talvez possam também ser relacionados ao grau de diversidade de espécies neste grupo.

A posição dos estames dobrados no botão em Myrtaceae, e que foi observada em maior ou menor ângulo em todas as espécies aqui descritas, encontra explicação na discussão de Vasconcelos et al. (2018). Segundo estes autores, o desenvolvimento restrito do primórdio de estames à borda do hipanto durante a ontogênese deixa um espaço aberto abaixo do anel estaminal mais jovem quando o hipanto se expande, fazendo com que ele tenha o formato de um copo, e que isso explica a posição dos estames como um fenômeno físico em que a gravitropia dobra os estames para baixo quando há espaço disponível. Os autores também destacaram que em espécies de *Eugenia* e gêneros relacionados estudados por outros autores, todo o tecido do hipanto é coberto por primórdios de estames no botão, não havendo espaço para dobrar e os estames então se desenvolvem em uma postura reta.

4.2. Bractéola

Os coléteres encontrados na base da bractéola de *Siphoneugena widgreniana*, *Neomitranthes* e *Algrizea* foram descritos em *Plinia grandifolia*, *P. edulis*, *Myrceugenia myrcioides*, *Ugni molinae*, *Psidium cattleianum*, *P. guineense*, *Myrrhinium atropurpureum*, *Eugenia puniceifolia*, *E. sulcata* e *E. selloi* por Pimentel et al. (2014). Estes autores também encontraram estas estruturas secretoras na base das pétalas em *Myrceugenia myrcioides* e entre as pétalas e o androceu em *Myrrhinium atropurpureum* e as descrevem e discutem detalhadamente. No estudo de Pimentel et al. (2014) os autores observaram que os coléteres secretam. Para eles, do ponto de vista evolutivo, os coléteres parecem ter emergido pelo menos duas vezes nos clados sulamericanos da tribo indicando uma sinapomorfia mais fortemente associada aos gêneros do que aos clados supragenéricos. O registro no presente estudo da ocorrência de coléteres em mais três gêneros do Grupo *Plinia* não reforça esta afirmação, pois se sobrepusermos este caráter sobre as filogenias de Myrteae haverá registro em praticamente todos os gêneros, exceto no Grupo *Myrcia* e em *Myrciaria* do Grupo *Plinia*.

4.3. Gineceu

As espécies analisadas mantêm o padrão do gineceu bicarpelar, bilocado registrado pelos vários autores para o Grupo *Plinia*. De acordo com Pimentel et al. (2014) considerando-se a condição de três carpelos como plesiomórfica e a filogenia de Lucas et al. (2007) para Myrteae, um carpelo teria sido perdido em *Blepharocalyx salicifolius*, no Grupo *Eugenia* e no ancestral dos Grupos *Myrcia* e *Plinia*, inferência que também pode ser estendida a filogenia de Vasconcelos et al. (2017). Martos et al. (2017) concordaram em seu estudo com a conclusão de Pimentel et al. (2014) de que na evolução dos clados sulamericanos houve um decréscimo no número de carpelos, apesar dos registros por estes autores e por Bünger et al. (2012) da ocorrência de três carpelos em *Myrceugenia myrcioides*, *Ugni molinae*, dois a seis em *Psidium*, quatro em *Myrceugenia alpigena* e de seis a sete em *Campomanesia*. No Grupo *Myrcia*, irmão do Grupo *Plinia* nas duas filogenias, também há registros de três carpelos em espécies de *Myrcia*, *Calyptranthes* e de três a cinco carpelos em *Myrcia venulosa* (Bünger et al. 2012; Carneiro, dados não publicados 2016). O não registro de mais do que dois carpelos em espécies do Grupo *Plinia* parece reforçar a afirmação de Pimentel et al. (2014) com as espécies do Grupo *Myrcia*, em sua maioria bicarpelares, e no Grupo *Plinia* não havendo registro de mais do que dois carpelos.

O padrão de distribuição dos feixes vasculares de maior calibre no tubo floral de todas as espécies aqui estudadas enquadra-se no tipo monocíclico definido por Schmid (1972a) para Myrtaceae. Neste padrão há um único anel de feixes calibrosos, na região mediana do ovário, sendo que exceto em *Plinia brachybotrya* e em *Algrizea*, que apresentaram 8-10 feixes no monociclo, as demais espécies apresentaram oito feixes. Martos (dados não publicados, 2014) também descreveu este mesmo padrão monocíclico nas cinco espécies que descreveu, com *Eugenia pitanga*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrciaria cuspidata* apresentando oito feixes e *Campomanesia adamantium* e *Myrcia multiflora* com 10. Os outros padrões definidos pelo Schmid (1972a) foram o zonocíclico – muitos feixes dispersos em faixa anelar sem fileiras definidas –, e policíclico – com dois ou mais anéis concêntricos dispostos em raios definidos ou não. Em *Eugenia uniflora*, Lopes (dados não publicados, 2008) descreveu arranjo zonocíclico. Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011) descreveu arranjo monocíclico para as sete espécies de Myrteae que estudou sem, entretanto, mencionar o número de feixes mais calibrosos do anel. Pimentel et al. (2014) referiu-se ao arranjo dos feixes calibrosos com número definido de oito feixes apenas para as espécies de *Eugenia* e *Psidium*, dentre a 14 espécies que estudaram. Estes autores descreveram, para

as espécies dos outros gêneros, número indefinido, e apesar disso não mencionou o tipo de arranjo *sensu* Schmid (1972a). Nas inferências filogenéticas sobre a árvore de Lucas et al. (2007), estes mesmos autores afirmaram que o arranjo com número definido de oito feixes nestes dois gêneros apareceu apenas uma vez na tribo, no ancestral dos grupos “*Eugenia*” e “*Pimenta*” e que desta forma constitui uma sinapomorfia morfológica para o estabelecimento destes clados como clados irmãos. Os resultados quanto a este caráter descritos por Martos (dados não publicados, 2014) em *Eugenia pitanga*, *Myrceugenia alpigena* e *Myrciaria cuspidata*, por Carneiro (dados não publicados, 2016) em espécies de *Myrcia* e os do presente estudo, não corroboram esta afirmação.

Martos (dados não publicados, 2014) discutiu bem a questão da distribuição dos feixes no tubo floral e destacou a afirmação de Schmid (1972a) de que os termos monocíclico, zonocíclico e policíclico seriam melhores aplicados para as regiões da flor nas imediações do lóculo, uma vez que todas as flores zonocíclicas são monocíclicas em sua região mais basal, antes que os feixes se ramifiquem. Deste modo, a autora afirmou que haveria necessidade de padronização para a classificação dos tipos de arranjo dos feixes calibrosos *sensu* Schmid (1972a) como a que havia realizado e que isso explicava o fato de Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011) também ter descrito para todas as espécies que estudou o padrão monocíclico. Entretanto, no estudo de Pimentel et al. (2014) os autores não se referem qual o nível da secção realizada no ovário utilizada para fazer a sua classificação. Lopes (2008) e Harthman (2016), por sua vez, também consideraram os feixes menores entre os feixes de maior calibre e as ramificações em direção aos lóculos, e classificaram as espécies que estudaram como tendo também o padrão zonocíclico e policíclico. Novamente aqui, convém destacar a necessidade de se uniformizar o local em que se define esta distribuição como enfatizou Schmid (1972a).

O tipo de vascularização placentária encontrada nas espécies do Grupo *Plinia* neste e nos estudos de Martos (dados não publicados, 2014), Pimentel et al. (2014) e Harthman (dados não publicados, 2016) é a axial, em que os feixes alcançam o septo ovariano pela base, sobem até a placenta, divergindo daí para os óvulos. Os estudos de Schmid (1972a, b, c), Volgin e Stepanova (2001, 2002a, b, 2004), Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011), Martos (dados não publicados, 2014), Pimentel et al. (2014) e Harthman (2016) reforçam os dois tipos de vascularização floral encontrados nas flores de Myrteae, a vascularização axial relacionada por alguns autores ao ovário

ínfero de natureza apendicular e a vascularização transeptal relacionada ao ovário ínfero de natureza receptacular, e apontam para o ovário de natureza apendicular ocorrendo nos clados mais derivados da tribo. Martos (dados não publicados, 2014) também chama atenção para a diversidade de critérios considerados pelos autores na interpretação da natureza do ovário ínfero em Myrtaceae e da necessidade de padronização no entendimento deste caráter para que o mesmo seja de uso seguro nas filogenias. Diante disto, há necessidade de estudos de vascularização floral em número representativo de espécies da família que reconstruam a partir de cortes seriados o caminho percorrido pelo tecido vascular ao longo dos vários verticilos florais para que se possa inferir com segurança a natureza do ovário ínfero na família.

A comunicação dos lóculos no septo central por meio de um *compitum* nas espécies estudadas é registrada há muito em Myrtaceae, sendo, segundo Lughadha e Proença (1996), uma característica de espécies da família com placentação axial. Como apontado por Martos et al. (2017), o *compitum* é uma conexão entre os carpelos que direciona o tubo polínico do estigma para fecundar os óvulos pertencentes a mais do que um carpelo conforme definição de Carr e Carr (1961). Martos et al. (2017) chamaram atenção também para a afirmação de Armbruster et al. (2002) que encontraram variação no grau de desenvolvimento do *compitum* nas espécies de Myrtaceae que descreveram. Apesar de Harthman (dados não publicados, 2016) ter definido quatro tipos de *compitum* no gineceu das espécies de Myrteae que descreveu, de acordo com os graus de desenvolvimento (com fenda relativamente ampla, reduzida, com interrupção do septo ocupado pelo tecido transmissor e desprovido de fenda), nas espécies do Grupo *Plinia* aqui analisadas, os quatro tipos podem ser observados na medida em que se sobe pelo eixo central do ovário em direção ao estilete, com variação ocorrendo quanto ao arranjo do tecido de transmissão após o fim do *compitum*, que varia de sólido, frouxo ou com uma fenda como em *Algrizea macrochlamys*.

Os feixes vasculares que constituirão o plexo placentário axial nas espécies analisadas no presente estudo originam-se de ramificações dos feixes dorsais, ventrais e laterais que migram para a região central. Este padrão mostrou-se variável nas espécies com vascularização axial descritas por Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011). A autora encontrou que em *Blepharocalyx salicifolius* o plexo placentário se origina do restante dos feixes menores que divergem dos feixes calibrosos que não originaram os dois feixes ventrais e os dois dorsais; em *Myrcia bella* os traços menores originam o plexo e dois feixes laterais, sendo os feixes dorsais indistintos; em *Myrcia*

laruotteana os dois feixes ventrais se ramificam e originam o plexo placentário. Vale novamente ressaltar que estudos que reconstruam a vascularização do gineceu em Myrtaceae se fazem necessários para que discuta melhor estes padrões.

Os feixes do estilete nas espécies estudadas originam-se dos dois feixes dorsais, dos dois ventrais e, quando presentes, dos feixes laterais dos carpelos, irrigação semelhante à encontrada por Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011) em *Blepharocalyx salicifolius*, diferindo, porém, do padrão descrito para *Myrcia bella* e *M. laruotteana*, em que os feixes laterais aproximam-se dos dorsais e vários feixes vascularizam o estilete. Os resquícios de feixes placentários que sobem pelo eixo central do ovário observado no presente trabalho não foram descritos nas espécies descritas por Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011). Este parece ser um caráter promissor e o presente estudo aponta para quatro feixes provenientes dos feixes dorsais e ventrais em todas as espécies estudadas, mas os feixes laterais e placentários observados em alturas variáveis desde o septo do ovário e a sua redução gradativa ao longo septo-estilete, parece ocorrer nos gêneros mais derivados na filogenia, com *Algrizea* o mais basal, ainda apresentando estes feixes em regiões mais altas do estilete.

O tecido transmissor na região central do estilete apresentou-se frouxo (*Siphoneugena*, *Plinia brachybotrya* e *Myrciaria floribunda*), sólido (*Neomitranthes*, *P. cauliflora*, *M. glomerata* e *Algrizea minor*) ou em fenda revestida por longas papilas (*A. macrochlamys*). Martos et al. (2017) encontraram tecido transmissor sólido em quatro das cinco espécies que descreveram, com *Myrcia multiflora* apresentando um canal reduzido. Endress (1991) relaciona o número de camadas no tecido de transmissão com a quantidade de óvulos no ovário e Martos et al. (2017) fazem menção a este aspecto em sua discussão ao apontarem o reduzido canal estilar de *M. multiflora* (dois óvulos por lóculo) e o canal estilar mais amplo em *Campomanesia adamantium* (muitos óvulos por lóculo). Este aspecto talvez possa explicar a fenda desenvolvida com papilas longas em *A. macrochlamys*, espécie com número maior de óvulos. Em *P. brachybotrya* e em *M. floribunda* foram encontradas raras cavidades secretoras no parênquima subepidérmico do estilete, aspecto também relatado por Martos et al. (2017).

4.4. Parte livre do copo floral

O termo hipanto tem sido utilizado para denominar a porção livre do copo ou tubo floral na descrição morfológica e anatômica das flores de Myrtaceae. Para Dahlgren e Thorne (1984) em Myrtales, o hipanto verdadeiro é uma extensão em forma de taça com origem no tubo floral ou no receptáculo independentemente da posição do ovário. Conceito aplicado em vários estudos na família e também por Vasconcelos et al. (2018). Pimentel et al. (2014) consideraram que nesta interpretação hipanto e ovário ínfero são estruturas independentes, podendo ocorrer ovário ínfero sem a presença do hipanto e o hipanto pode estar presente em flores com ovário súpero. Para ele, esta abordagem permite mais clareza nas definições, melhora as descrições, e parece refletir com mais fidelidade o que ocorre na natureza quando se trata de variabilidade. No presente estudo, utilizamos o termo porção livre do copo floral como sinônimo de hipanto conforme explicitado acima e entendemos que uma denominação mais acurada desta estrutura ainda carece de estudos mais conclusivos de ontogênese e anatomia floral com ênfase na vascularização.

A estrutura da parte livre do copo floral é semelhante a das espécies de Myrteae descritas por Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011) e por Martos et al. (2017). Com relação ao indumento há grande variação quando se considera as diferentes categorias taxonômicas e não se observa nenhum padrão neste e nos trabalhos realizados até o momento que defina tendências evolutivas em Myrteae ou em seus cladados. As dimensões e a distribuição das cavidades secretoras nesta região, como no mesófilo ovariano externo, mostram-se promissoras e merecem análise mais detalhada, ampliando-se o número de espécies investigadas. O registro de cavidades secretoras também na porção interna do copo floral em *N. glomerata* e em *P. cauliflora* precisa ser melhor investigado em Myrteae, e talvez possa representar uma marca que se manteve durante o encurvamento do receptáculo floral para originar o copo floral, tendo desaparecido nas porções adnatas ao carpelo. A vascularização desta região, bem como das ramificações que divergem para as sépalas e pétalas segue o padrão descrito por outros autores em espécies de Myrteae e do Grupo *Plinia* (Moreira-Coneglian, dados não publicados, 2011; Martos, dados não publicados, 2014), ou seja, metade dos feixes calibrosos da porção livre do copo floral migram externamente para irrigar mais acima as sépalas, a outra metade divide-se resultando primeiramente nos feixes dos filetes dos numerosos estames que se diferenciam centripetamente e depois seguem para as pétalas.

4.5. Androceu

A estrutura dos estames mostrou-se similar em todas as espécies estudadas e similar ao descrito para outras espécies de Myrteae (Lopes, dados não publicados 2008; Pimentel, dados não publicados 2010; Pires e Souza, 2011 e Martos et al., 2017). Apesar da afirmação de Stevens (2001) de que a cavidade secretora encontrada na região apical do conectivo, constitui uma sinapomorfia para Myrtaceae, Martos et al. (2017) não encontraram esta estrutura em *Eugenia pitanga* (Grupo *Eugenia*), e quando presente, o número variava nas espécies do Grupo *Pimenta*. Os autores fizeram esta afirmação comparando *Campomanesia adamantium* e as espécies de Myrtinae estudadas por Landrum e Bonilla (1996), afirmando que a combinação dos resultados do seu trabalho com o destes autores, sugeria uma tendência na manutenção de cavidades secretoras na antera nos clados mais derivados de Myrteae *sensu* Lucas et al. (2007). Analisando-se ainda o estudo de Landrum e Bonilla (1996), e o estudo de Martos et al. (2017), percebe-se que este caráter também parece reforçar a separação dos clados *Pimenta* (> nº de spp – 0 a 1 cavidades no conectivo) e *Psidium* (> nº de spp - 1 a 10 ou mais cavidades no conectivo) como observado na filogenia de Vasconcelos et al. (2017).

4.6. Perianto

A anatomia do perianto em Myrteae foi discutida por Martos et al. (2017) e o padrão de mesófilo homogêneo nas sépalas descrita nas espécies estudadas por estes autores também foi observado no presente estudo, sendo que em *Algrizea*, é esponjoso. O registro de ocorrência das espécies deste gênero é o cerrado e a caatinga dos Estados de Pernambuco e Bahia (*Algrizea* in Flora do Brasil 2020 em construção), não havendo menção de que habitem ambientes muito úmidos, locais em que este caráter poderia representar vantagem ao estabelecimento das espécies.

Quanto ao indumento das sépalas, não se observou um padrão nos gêneros do Grupo *Plinia* estudados, pois há variação nos locais de ocorrência de tricomas tectores, apesar de que a presença em ambas as faces foi a configuração mais frequente. Para reforçar esta afirmação, Martos et al. (2017) descreveram tricomas glandulares

bicelulares em *Myrciaria cuspidata*, havendo necessidade de uma análise mais ampla sobre o indumento nas flores de Myrtae e do Grupo *Plinia* para que se possa ter conclusões quanto a este caráter.

Há variação quanto ao número de feixes vasculares nas sépalas de Myrteae descritas por Martos (dados não publicados, 2014) e, no Grupo *Plinia*, este caráter mostrou-se relativamente uniforme, com o predomínio de um feixe central de maior calibre e dois menores. A despeito da afirmação de Martos (dados não publicados, 2014), de que a comparação da vascularização das sépalas das espécies que descreveu com a das espécies descritas por outros autores mostra uma redução a apenas um feixe vascular nos cladós mais derivados, segundo a filogenia de Lucas et al. (2007), observou-se que este aspecto não encontra força nos resultados do presente estudo no Grupo *Plinia*, em que somente *M. floribunda* apresenta um feixe na sépala e *Algrizea* de seis a oito.

Como as sépalas, também nas pétalas parece não haver um padrão no indumento comparando-se as espécies, com variação presente até entre espécies do mesmo gênero. Entretanto em *Siphoneugena* são uniformes quanto à estrutura, ocorrem nas superfícies adaxial e abaxial, mas são mais abundantes em *S. widgreniana*; em *Myrciaria* os tricomas são curtos, escassos nas duas faces e em *Algrizea* as pétalas são glabras. Martos et al. (2017) relataram epiderme glabra nas pétalas das cinco espécies de Myrteae que descreveu, incluindo *M. cuspidata*.

Em relação ao mesófilo das pétalas, este se apresentou parenquimático homogêneo na maioria das espécies, com diferenciação de parênquima esponjoso em *Neomitranthes glomerata* e *Plinia cauliflora*. Martos et al. (2017) descreveram mesófilo esponjoso na pétala de todas as espécies que analisou. Como as análises neste estudo foram realizadas em sua maioria nos estágios que foram encontrados nos herbários visitados, apesar da tentativa de uniformizar as análises, talvez este resultado se deva ao estágio de diferenciação em que a pétala se encontrava.

As cavidades secretoras estão presentes no perianto da maioria das espécies estudadas, mas não foram observadas nas pétalas de *Myrciaria glomerata* e *Algrizea minor* no estágio analisado. Martos et al. (2017) também referem-se a esta ocorrência nas flores de Myrteae que estudaram.

Todas as espécies aqui estudadas apresentaram um feixe vascular de maior calibre na nervura central das pétalas, com feixes menores, em sua maioria dois,

também presentes. Martos et al. (2017) descreveram apenas um nas espécies que estudaram e referem-se a presença de 11 feixes na pétala de *Eugenia uniflora* estudada por Lopes (dados não publicados, 2008). Em *Neomitranthes* e *Algrizea*, o número de feixes foi grande. Estas variações precisam ser mais bem analisadas em número expressivo de espécies e as análises padronizadas, inclusive com a utilização de diafanização neste verticilo. Da forma como se apresenta a vascularização do perianto é insuficiente para que se formulem hipóteses filogenéticas, como destacaram Martos et al. (2017).

4.7. Desenvolvimento do pericarpo

Os resultados encontrados quanto a estrutura do pericarpo no Grupo *Plinia* reforçam a afirmação de Moreira-Coneglian (dados não publicados 2007, dados não publicados, 2011) e de Galan et al. (2016) de que este caráter é bastante promissor no estabelecimento de tendências evolutivas em Myrtaceae, principalmente no que diz respeito as transformações ocorridas nos tecidos pericárpicos até a maturidade do fruto. A caracterização destes, associada a análises químicas, podem ser relacionados às síndromes de dispersão das espécies, aspecto importante em estudos ecológicos.

As espécies analisadas, nos primeiros estágios de desenvolvimento do fruto, apresentam pericarpo de células parenquimáticas, com um mesocarpo externo de coloração mais clara, constituído de células mais amplas, e o interno de células menores e coloração mais escura. Posteriormente, no mesocarpo interno passam a apresentar arranjo mais frouxo. Percebe-se uma similaridade entre as espécies analisadas e *Myrciaria cuspidata* descrita por Galan et al. (2016) quanto a delimitação de duas regiões mesocárpicas, o que pode indicar ser esta uma sinapomorfia para o Grupo *Plinia*. Os estudos realizados até o momento com desenvolvimento do fruto em Myrteae ainda são insuficientes para confirmar esta hipótese. Em *Plinia cauliflora* e *Myrciaria floribunda* as camadas mais internas subjacentes ao endocarpo alongam-se em sentido radial, resultado também descrito em *Myrciaria cuspidata* por Galan et al. (2016), o que pode indicar uma sinapomorfia para estes dois gêneros, apesar da afirmação de Vasconcelos et al. (2017) de *Plinia* ser um gênero parafilético emergente. Vale lembrar também, que estes dois gêneros mostram-se bem uniformes quanto a vários caracteres florais encontrados no presente estudo como, por exemplo, os dois óvulos por lóculo em

uma placenta no terço inferior do lóculo, bem como as numerosas ramificações dos feixes carpelares que se dirigem para a base do septo ovariano para constituir o plexo placentário.

Quanto a distribuição das cavidades secretoras no mesocarpo, parece haver uniformidade quanto a posição subepidérmica em todas as espécies aqui descritas e em *Myrciaria cuspidata* descrita por Galan et al. (2016). *Myrciaria glomerata* foge deste padrão, uma vez que as cavidades não estão presentes no mesofilo ovariano e diferenciam-se mais tardiamente na parede do fruto muito jovem, ocupando posição quase mediana no pericarpo. *Siphoneugena*, *Neomitranthes* e *Plinia brachybotrya* apresentam um padrão bastante similar quanto ao fato destas cavidades serem amplas já no mesofilo ovariano, quando comparadas as encontradas nas demais espécies. Não há diferenças quanto a estas dimensões ao completarem a sua diferenciação. Exceto em *M. glomerata*, que é nítida a sequência de diferenciação das cavidades a partir da epiderme. Esta diferenciação faz com que se observem dois círculos de cavidades, um mais externo com cavidades de menor diâmetro e outro mais interno com cavidades mais amplas, aspecto bem evidenciado em *P. brachybotrya*.

A presença de esclereídes no mesocarpo de *Algrizea minor* foi descrita no mesocarpo de *Acca sellowiana* (Esemann-Quadros et al. 2008), *Campomanesia pubescens*, *Psidium australe* var. *argenteum*, *P. guineense* (Moreira-Coneglian, dados não publicados 2007, dados não publicados 2011) e *Campomanesia adamantium* (Galan et al. 2016). Pimentel et al. (2014) afirmaram que as esclereídes presentes nas flores de *Syzygium*, mantiveram-se em *Rhodomyrtus tomentosa* (grupo Australasiano), e reapareceram no Grupo *Pimenta*, com a função de protegerem os óvulos e as sementes. A presença destas esclereídes em *A. minor* é o primeiro registro fora do Grupo *Pimenta sensu* Lucas et al. (2007) e pode representar uma autapomorfia nesta espécie.

4.8. Desenvolvimento da semente

Os óvulos das espécies são campilótopos e já demonstram esta curvatura no óvulo em desenvolvimento como observado em *Algrizea minor*. Os estudos que descrevem a curvatura dos óvulos em Myrtaceae (Corner 1976; Schmid 1980; Van Wyk e Botha 1984; Tobe e Raven 1987, 1990; Ciccarelli et al. 2005; Wilson et al. 2005; Lopes, dados não publicados 2008; Pescador et al. 2009; Moreira-Coneglian, dados não publicados 2011; Machado, dados não publicados 2014; Sbais, dados não publicados

2016), com certas ressalvas em algumas destas classificações quanto a fase de desenvolvimento dos óvulos em que os autores realizaram suas descrições, permitem-nos fazermos algumas considerações a respeito deste caráter sobre as filogenias: o óvulo hemítropo descrito em Psiloxylodeae e anátropo nos clados mais basais da família parece ser a condição plesiomórfica em Myrteaceae, apesar do registro da campilotropia em alguns gêneros pertencentes a estes grupos mais basais. O óvulo campilótropo configura-se como a sinapomorfia para Myrteae e o registro de óvulos anátropos em *Psidium* (Moreira-Coneglian, dados não publicados 2011), *Acca* (Pescador et al. 2009) e *Myrcianthes* (Sbais, dados não publicados 2016) podem ser consideradas autapomorfias nestes gêneros, assim como o óvulo anfítropo de *Blepharocalyx salicifolius* (Moreira-Coneglian, dados não publicados 2011). Curvatura mais acentuada de um óvulo campilótropo origina a curvatura hemítropa observada na semente de todas as espécies analisadas no presente trabalho nas fases finais do desenvolvimento. Em *Neomitranthes glomerata* esta condição foi observada no início de desenvolvimento da semente.

Os óvulos bitegumentados como os registrados neste estudo e por Machado (dados não publicados, 2014) em *Myrciaria cuspidata* são os tipos mais frequentes em Myrteae, e Pimentel et al. (2014) afirmaram que o ancestral das Myrteae sulamericanas e australasianas tinham óvulos bitégmicos e este caráter permaneceu em todas as espécies sendo uma sinapomorfia para o grupo. Sbais (dados não publicados, 2016) discutiu este aspecto e afirmou que os óvulos unitegumentados encontrados em *Eugenia uniflora* e *E. subterminalis* configuram-se como prováveis autapomorfias.

Outro aspecto comum aos óvulos de Myrteae, assim como nas espécies do Grupo *Plinia*, é o número reduzido de camadas do tegumento interno que se mantém na semente em desenvolvimento por período curto de tempo. O tegumento externo também mostra certa uniformidade com pequena variação no número de camadas na região mediana da antirafe, mas é multiplicativo em graus variados na tribo como observado no presente estudo e nas descrições de Moreira-Coneglian (dados não publicados 2007, dados não publicados 2011), Machado (dados não publicados, 2014) e Sbais (dados não publicados, 2016) e colapsa na semente madura com o preenchimento da cavidade da semente pelo embrião. Estes autores observaram variações quanto à estrutura tecidual da testa nas espécies que descreveram, destacando ser este um caráter promissor, o que foi confirmado por Sbais (dados não publicados, 2016) que encontrou diferentes graus de lignificação nas camadas da testa em espécies do Grupo *Eugenia*, aspecto que se configurou como ocorrendo gradativamente em direção aos clados mais derivados. No

presente estudo, a lignificação de camadas da testa foi observada nas sementes de *Siphoneugena*, *Myrciaria floribunda*, *Algrizea*, entretanto, como o material analisado foi de herbário, não podemos garantir que as sementes analisadas já haviam completado o seu crescimento, o que torna qualquer inferência prematura.

Com relação à micrópila, apenas em *Algrizea* é constituída pelos dois tegumentos. Nas demais espécies a micrópila é formada pelo tegumento interno e, em *Neomitranthes glomerata* encontra-se em contato com o obturador de origem funicular placentária. Esta configuração da micrópila não foi descrita em espécies de outros clados por Moreira-Coneglian (dados não publicados 2007, dados não publicados 2011), Machado (dados não publicados, 2014) e Sbais (dados não publicados, 2016). Endress (2011) afirmou que em óvulos campilótopos a região antirafeal desenvolve-se rápido e assim o tegumento externo desenvolve-se mais rápido, tornando-se mais longo e se sobrepondo ao interno, originando a micrópila em zig-zag descrita nos óvulos dos outros grupos de Myrteae, e neste estudo em *Algrizea*. Nas demais espécies aqui estudadas, o tegumento interno desenvolveu-se mais rapidamente e a conformação da micrópila endostomal mostra-se bastante promissora como provável sinapomorfia, e a condição encontrada em *Algrizea* como plesiomorfismo, registrada nas espécies dos clados basais da tribo.

A pericalaza presentes nas sementes do Grupo *Plinia* parece configurar-se como sinapomorfia neste clado e foi registrada em outros clados de Myrteae por Moreira-Coneglian (dados não publicados 2007, dados não publicados 2011) em *Myrcia* (Grupo *Myrcia*) e *Blepharocalyx salicifolixus* (Grupo *Blepharocalyx sensu* Vasconcelos et al. 2017) e por Sbais (dados não publicados, 2016) em *Myrcianthes pungens* (Grupo *Eugenia*).

A presença do obturador em *Neomitranthes glomerata* é o segundo registro em Myrteae e está presente em *Myrceugenia alpigena* (Grupo *Myrceugenia*) descrita por Machado (dados não publicados, 2014). A hipóstase observada nas sementes das espécies estudadas, também é registrada nos estudos de Moreira-Coneglian (dados não publicados 2007, dados não publicados 2011), Machado (dados não publicados, 2014) e Sbais (dados não publicados, 2016), a qual participa da expansão da calaza que poderá se desenvolver em uma paquicalaza ou em uma pericalaza.

A estrutura do embrião está de acordo com o descrito para os gêneros estudados desde as primeiras descrições e foi um aspecto bem discutido por Lucas et al. (2007), configurando-se como do tipo eugenióide, exceto em *Algrizea*, enquadrado no tipo

mirtóide. Segundo Lucas et al. (2007), o embrião eugenióide originou-se independentemente nos Grupos *Plinia* e *Eugenia*. Estes autores afirmaram que o embrião mircióide foliáceo ocorre nos Grupos *Myrcia* e *Myrceugenia* sugerindo a sua repetida perda no Grupo *Plinia*, em *Algrizea* (não aninhada a este grupo em sua proposta filogenética), em *Luma* e em *Blepharocalyx cruckshanksii* ou sua evolução independente nos Grupos *Myrcia* e *Myrceugenia*. Estes mesmos autores destacam a necessidade de estudos de desenvolvimento para que reversões ou paralelismos possam ser confirmados. Estes estudos de desenvolvimento são difíceis de serem realizados em materiais de herbário, pela incerteza na reversão da herborização para a anatomia e nem sempre se encontram todos os estádios do desenvolvimento embrionário, havendo necessidade de coletas periódicas preferencialmente de material vivo.

5. Conclusão

As espécies do Grupo *Plinia* descritas no presente estudo mostraram uma série de caracteres anatômicos nos órgãos reprodutivos que reforcem o estabelecimento deste clado nas filogenias, destacando-se:

- 1) Ovário bicarpelar e bilocado.
- 2) Similaridade quanto ao caráter número de óvulos por ovário em *Plinia* e *Myrciaria*.
- 3) Considerando-se só a localização da placenta nos gêneros dos Grupos *Myrcia* e *Plinia*, a posição do ponto médio para baixo pode talvez reforçar a possível sinapomorfia para estes dois clados apontada por Lucas et al. (2007), diferenciando-os do Grupo *Eugenia*, em que os óvulos posicionam-se no lóculo do ponto médio para cima.
- 4) A distribuição monocíclica dos feixes vasculares no tubo floral encontradas no Grupo *Plinia* e em outros grupos de Myrteae, observadas conforme orientação de Schmid (1972a), não corrobora a afirmação de que esta configuração teria aparecido uma única vez na tribo no ancestral dos Grupos *Eugenia* e *Pimenta* e que constitui uma sinapomorfia morfológica para o estabelecimento destes clados como clados irmãos.
- 5) As ramificações dos feixes carpelares originam a vascularização axial que se dirige a placenta pela base do septo e se mostrou uniforme nas espécies investigadas, com muitas ramificações laterais em *Plinia* e *Myrciaria* em comparação com os outros

gêneros. Este padrão diferiu do descrito para outras espécies de Myrteae e um estudo na tribo pode indicar padrões evolutivos na tribo e em seus clados.

6) O caráter configuração vascular do estilete parece promissor e aponta para quatro feixes provenientes dos feixes dorsais e ventrais em todas as espécies estudadas, mas os feixes laterais e placentários também são observados em alturas variáveis desde o septo do ovário, e a redução gradativa ao longo septo-estilete parece ocorrer nos gêneros mais derivados na filogenia, com *Algrizea* o mais basal, ainda apresentando este feixes em regiões mais altas do estilete.

7) O registro de cavidades secretoras também na porção interna do copo floral em *N. glomerata* e em *P. cauliflora* precisa ser melhor investigado em Myrteae, e talvez possa representar uma marca que se manteve durante o encurvamento do receptáculo floral para originar o copo floral, tendo desaparecido nas porções adnatas ao carpelo.

8) Duas regiões mesocárpicas bem delimitadas parece indicar ser esta uma sinapomorfia para o Grupo *Plinia*, mas há necessidade de se ampliar este tipo de estudo para Myrteae para que esta hipótese possa ser confirmada. Em *Plinia* e *Myrciaria* as camadas internas subjacentes ao endocarpo, alongadas em sentido radial, também podem indicar sinapomorfia para estes dois gêneros.

9) A presença de esclereídes no pericarpo em *A. minor* é o primeiro registro fora do Grupo *Pimenta sensu* Lucas et al. (2007) e pode ser considerada uma autapomorfia nesta espécie.

10) A conformação endostomal da micrópila na maioria das espécies do Grupo *Plinia* configura-se como provável sinapomorfia, e a micrópila em zig-zag nos óvulos de *Algrizea* a manutenção da condição plesiomórfica registrada nas espécies dos clados basais da tribo.

11) A pericalaza presente nas sementes de todas as espécies investigadas é provavelmente uma sinapomorfia para o clado.

6. Referências

- Armbruster WS, Debevec EM, Willson MF (2002) Evolution of syncarpy in angiosperms: theoretical and phylogenetic analyses of the effects of carpel fusion on offspring quantity and quality. *J. Evol. Biol.* 15: 657-672.
- Barroso GM, Peixoto AL, Ichaso CLF, Costa CG, Guimarães EF (1991) Sistemática de angiospermas do Brasil. v.2. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa.
- Belsham SR, Orlovich DA (2002) Development of the hypanthium and androecium in New Zealand Myrtoideae (Myrtaceae). *N. Z. J. Bot.* 40: 687-695.
- Belsham SR, Orlovich DA (2003a) Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). *N. Z. J. Bot.* 41: 161-169.
- Belsham SR, Orlovich DA (2003b) Development of the hypanthium and androecium in *Acmena smithii* and *Syzygium austral* (*Acmena* alliance, Myrtaceae). *Austral. Syst. Bot.* 16: 621-628.
- Biffin E, Lucas EJ, Craven LA, Costa IR, Harrington MG, Crisp M.D (2010) Evolution of exceptional species richness among lineages of flesh-fruited Myrtaceae. *Ann. Botany* 106: 79-93.
- Bünger MO, Scaloni VR, Sobral M, Stehmann JR (2012) Myrtaceae no Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 63(4): 857-881.
- Carneiro IP (2016) Anatomia floral de espécies do Grupo “Myrcia” (Myrtaceae). Trabalho de Conclusão de Curso, Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá.
- Carr SGM, Carr DJ (1961) The functional significance of syncarpy. *Phytomorphology* 11: 249-256.
- Ciccarelli D, Andreucci AC, Pagni AM, Garbari, F (2005) Structure and development of the elaiosome in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) seeds. *Flora* 200: 326-33.
- Conti E, Litt A, Wilson PG, Graham SA, Briggs BG, Johnson LAS, Sytsma KJ (1977) Interfamilial relationships in Myrtales: molecular phylogeny and patterns of morphological evolution. *Syst. Botany* 22(4): 629-647.
- Corner EJH (1976) The seeds of Dicotyledons. Cambridge: Cambridge University Press.
- Costa IR (2009) Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados. Tese, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 234 p.
- Dahlgren R, Thorne RF (1984) The Order Myrtales: Circumscription, Variation, and Relationships. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 71(3): 633-699.

- De Candolle AP (1828) *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*, 3: 207-296.
- Endress PK (1991) *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Endress PK (2011) Evolutionary Diversification of the flowers in angiosperms. *Am. J. Bot.* 98(3): 370-396.
- Esemann-Quadros K, Mota AP, Kerbauy GB, Guerra MP, Ducroquet JPHJ, Pescador R (2008) Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. *Rev. Bras. Fruticultura* 30(2): 296-302.
- Gadek PA, Wilson PG, Quinn CJ (1996) Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. *Austral. Syst. Bot.* (9): 283-290.
- Galan ATOF, Martos L, Machado NC, Mourão KSM. (2016) A survey of ontogeny pericarp features as contribution to the infratribal characterization of Myrteae (Myrtaceae). *Nord. J. Bot.* (34) 596-604.
- Govaerts R, Sobral M, Ashton P, Barrie F, Holst BK, Landrum LL, Matsumoto K, Mazine FF, Nic Lughadha E, Proença C, Soares-Silva LH, Wilson PG, Lucas E. *World Checklist of Myrtaceae*. Royal Botanical Gardens, Kew. 2018. Disponível em: <<http://apps.kew.org/wcsp/>>. Acesso em: 22/01/2018.
- Guerrits PO (1991) The application of glycolmethacrylate in histiotechnology: some fundamental principles. Gröningen, Netherlands: Department of Anatomy and Embriology, pp 80.
- Harthman VC (2016) Ovário ífero de Myrtaceae e sua implicação na taxonomia e filogenia da família. Tese, Universidade Estadual de Maringá.
- Johansen DA (1940) *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1940.
- Johri BM (1984) *Embryology of angiosperms*. Berlin: Springer.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens P (1999) *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Massachusetts: Sinauer Associates. 464p.
- Landrum LR, Bonilla J (1996) Anther glandularity in the American Myrtinae (Myrtaceae). *Madrono*, 43: 58-68.
- Lopes BC (2008) Anatomia, desenvolvimento da flor e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae). Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lucas EJ, Belsham SR, Nic Lughadha EM, Orlovich DA, Sakuragui CM, Chase MW, Wilson PG (2005) Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae – preliminary molecular evidence. *Plant Syst. Evol.* 251: 35-51.

Lucas EJ, Harris SA, Mazine FF, Belsham SR, Nic Lughadha EM, Telford A, Gasson PE, Chase MW (2007) Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). *Taxon* 56(4): 1105-1128.

Lucas EJ, Matsumoto K, Harris SA, Nic Lughadha EM, Benerdini B, Chase MW (2011) Phylogenetics, morphology, and evolution of the large genus *Myrcia* s.l. (Myrtaceae). *Int. J. Plant Sci.* 172(7): 915-934.

Lughadha EMN, Proença C (1996) A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Ann. Mo. Bot. Gard.* 83: 480-503.

Lughadha EMN, Lucas EJ, Sobral M, Woodgyer EM (2012) A new species and a replacement name in *Myrcia* (*Gomidesia*; Myrtaceae) from north-eastern Brazil. *Kew Bulletin* 67: 19-24.

Machado, NC (2014) A anatomia da semente corrobora as análises moleculares em Myrteae (Myrtaceae)? Dissertação, Universidade Estadual de Maringá.

Martos L (2014) Anatomia floral de Myrteae como contribuição à filogenia do grupo. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá.

Martos L, Galan ATOF, Souza LA, Mourão KSM (2017) The flower anatomy of five species of Myrteae and its contribution to the taxonomy of Myrtaceae. *Acta Bot. Bras.* 31(1): 42-50.

Mazine FF, Souza VC, Sobral M, Forest F, Lucas E (2014) A preliminary phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. *Kew Bulletin*. 69: 9497, 1-14.

Mazine FF, Bünger MO, Faria JEQ, Lucas E, Souza VC (2016) Sections in *Eugenia* (Myrteae, Myrtaceae): nomenclatural notes and a key. *Phytotaxa* 289(3): 225-236.

Merwe MM, Wyk AE, Botha AM (2005) Molecular phylogenetic analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with emphasis on Southern African taxa. *Plant Syst. Evol.* (251): 21-34.

Moreira-Coneglian IR (2011) Morfoanatomia de ovário, pericarpo e semente de sete espécies de Myrteae DC. (Myrtaceae). Tese, Universidade Estadual Paulista.

Moreira-Coneglian IRM (2007) Morfologia e Ontogênese do Pericarpo de Semente de *Eugenia puniceifolia* (H. B. e K.) DC., *Myrcia bella* Camb. e *Campomanesia pubescens* (DC.) Berg (Myrtaceae). Dissertação, Universidade Estadual de Campinas.

Murillo-A J, Ruiz-P E, Landrum LR, Stuessy TF, Barfuss MHJ (2012) Phylogenetic relationships in *Myrceugenia* (Myrtaceae) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Mol. Phylogenet Evol.* 62: 764-776.

Murillo-A J, Stuessy TF, Ruiz E (2013) Phylogenetic relationships among *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* and *Luma* (Myrtaceae) based on paired-sites models and the secondary structures of ITS and ETS sequences. *Plant. Syst. Evol.* 299: 713-729.

Myrtaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB171>. Acesso em: 22/01/2018.

Niendenzu F (1893) Myrtaceae. Pp. 57-105. In: Engler, A. & Prantl, K. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 3ª ed. Leipzig. Verlag von Wilhelm Engelmann.

O'Brien TP, Feder N, McCully ME (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 59: 368-373.

Pescador R, Kerbauy GB, Strassburg RC, Kraus JE (2009) Structural aspects of the zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). *Acta Bot. Bras.* 23: 136-144.

Pimentel RR (2010) Anatomia e Desenvolvimento da Flor de *Eugenia neonitida* Sobral (Myrtaceae). Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Pimentel RR (2013) Prospecção da diversidade do gineceu e das estruturas secretoras associadas em Myrteae (Myrtaceae): inferências sobre a evolução dos caracteres. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 140 p.

Pimentel RR, Barreira NP, Diego P, Spala DP, Cardim NB, Souza MC, Sá-Haiad B, Machado SR, Rocha JF, Lygia DR, Santiago-Fernandes (2014) Development and evolution of the gynoeceum in Myrteae (Myrtaceae). *Aust. J. Bot.* 62: 335-346.

Pires MMY, Souza LA (2011) Morfoanatomia e aspectos da biologia floral de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. e de *Myrcia laruooteana* Camb. (Myrtaceae). *Acta Sci.* 33: 325-331.

Proença CEB (1990) A revision of *Siphoneugena* Berg. *Edinburgh J. Bot.* 47(3): 239-271.

Proença CEB, Nic Lughadha EM, Lucas EJ, Woodgyer E M (2006) *Algrizea* (Myrteae, Myrtaceae): A New Genus from the Highlands of Brasil. *Syst. Bot.* 31(2): 320-326.

Roth I (1977) Fruits of Angiosperms. Gebruder Borntraeger, Berlim.

Schmid R (1972a) A resolution of the *Eugenia* – *Syzygium* controversy (Myrtaceae). *Am. J. Bot.* 59(4): 423-436.

Schmid R (1972b) Floral anatomy of Myrtaceae. I. *Syzygium*. *Bot. Jahrb. Syst.* 92: 433-489.

Schmid R (1972c) Floral anatomy of Myrtaceae. II. *Eugenia*. *J. Arnold Arbor* 53: 336-363.

Schmid R (1980) Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. *Taxon* 29: 559-595.

Staggemeier VG, Diniz-Filho JAF, Forest F, Lucas E (2015) Phylogenetic analysis in *Myrcia* section *Aulomyrcia* and inferences on plant diversity in the Atlantic rainforest. *Ann. Bot.* 115: 747-761.

Smith FH, Smith EC (1942) Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. *Am. J. Bot.* 29: 464-471.

Smith L (2015) Why this year's bumper harvest of new plant species has exciting implications - More than 140 species new to science were uncovered by researchers at Kew Gardens in 2015. Independent. Disponível em: <http://www.independent.co.uk/news/science/why-this-years-bumper-harvest-of-new-plant-species-has-exciting-implications-a6787091.html>. Acesso em: 22/01/2018.

Snow N, McFadden J, Evans TM, Salywon AM, Wojciechowski MF, Wilson PG (2011) Morphological and molecular evidence of polyphyly in *Rhodomyrtus* (Myrtaceae: Myrteae). *Syst. Bot.* 36: 390-404.

Souza VC, Lorenzi H (2008) *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação de famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2ª edição. Seropédica: Instituto Plantarum.*

Stadnik MAS, Proença CEB *Algrizea in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.* Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB36819>. Acesso em: 22 Jan. 2018.

Stevens PF (2001) Myrtales. Angiosperm Phylogeny Website. Version 12. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 25 fev. 2014.

Stevens PF (2018) Angiosperm Phylogeny Website. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 22/01/2018.

Tobe H, Raven PH (1987) Embryology and Systematic position of *Heteropyxis* (Myrtales). *Am. J. Bot.* 74(2): 197-208.

Tobe H, Raven PH (1990) Embryology and systematic position of *Psiloxylon* (Myrtales). *Bot. Bull. Acad. Sinica* 31: 119-127.

Van Wyk AE, Botha R (1984) The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in southern Africa: ontogeny and taxonomic value of the seed. *S. Afr. J. Bot.* 3: 63-80.

Vasconcelos TNC, Prenner G, Büniger MO, De-Carvalho PS, Wingler A, Lucas EJ (2015) Systematic and evolutionary implications of stamen position in Myrteae (Myrtaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 179: 388-402.

Vasconcelos TNC, Proença CEB, Ahmad B, Aguilar DS, Aguilar R, Amorim BS, Campbell K, Costa IR, De-Carvalho OS, Faria JEQ, Giaretta A, Kooij PW, Lima DF, Mazine FF, Peguero B, Prenner G, Santos MF, Soewarto J, Wingler A, Lucas EJ (2017) Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: Increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae. *Mol. Phylogenet. Evol.* 109: 113-137.

Vasconcelos TNC, Lucas E, Faria JEQ, Prenner G (2018) Floral heterochrony promotes flexibility of reproductive strategies in the morphologically homogeneous genus *Eugenia* (Myrtaceae). *Ann. Bot.* 00: 1-14.

Volgin S, Stepanova A (2001) Morphology and vascular anatomy of the flower in *Myrtus communis* L. and *M. macrophylla* Ehrh. (Myrtaceae). *Visnyk of L'viv University Biological Series* 27: 61-69.

Volgin S, Stepanova A (2002a) Morphology and vascular anatomy of the flower in *Melaleuca Fulgens* R. Br. and *M. nesophila* F. Muell. (Myrtaceae). *Visnyk of L'viv University Biological Series* 28: 70-79.

Volgin S, Stepanova A (2002b) Morphology and vascular anatomy of the flower in *Feijoa sellowiana* Berg and *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae Juss. – Myrtoideae). *Visnyk of L'viv University Biological Series* 31: 66-76.

Volgin S, Stepanova A (2004) Morphology and vascular anatomy of the flower of certain species of *Psidium* L. (Myrtaceae Juss.). *Visnyk of L'viv University Biological Series* 37: 90-99.

Werker E (1997) Seed anatomy. Berlin: Gebrüder Borntraeger, Alemanha.

Wilson PG, O'Brien MM, Heslewood MM, Quinn CJ (2005) Relationships within Myrtaceae sensulato based on a *matK* phylogeny. *Plant Syst. Evol.* 251: 3-19.

Wilson PG, O'brien MM, Gadek PA, Quinn CJ (2001) Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. *Am. J. Bot.* 88(11): 2013-2025.

Wilson PG (2011) Myrtaceae In: Kubitzki, K. *The Families and Genera of Vascular Plants, Flowering Plants Eudicots.* 10: 212-271.

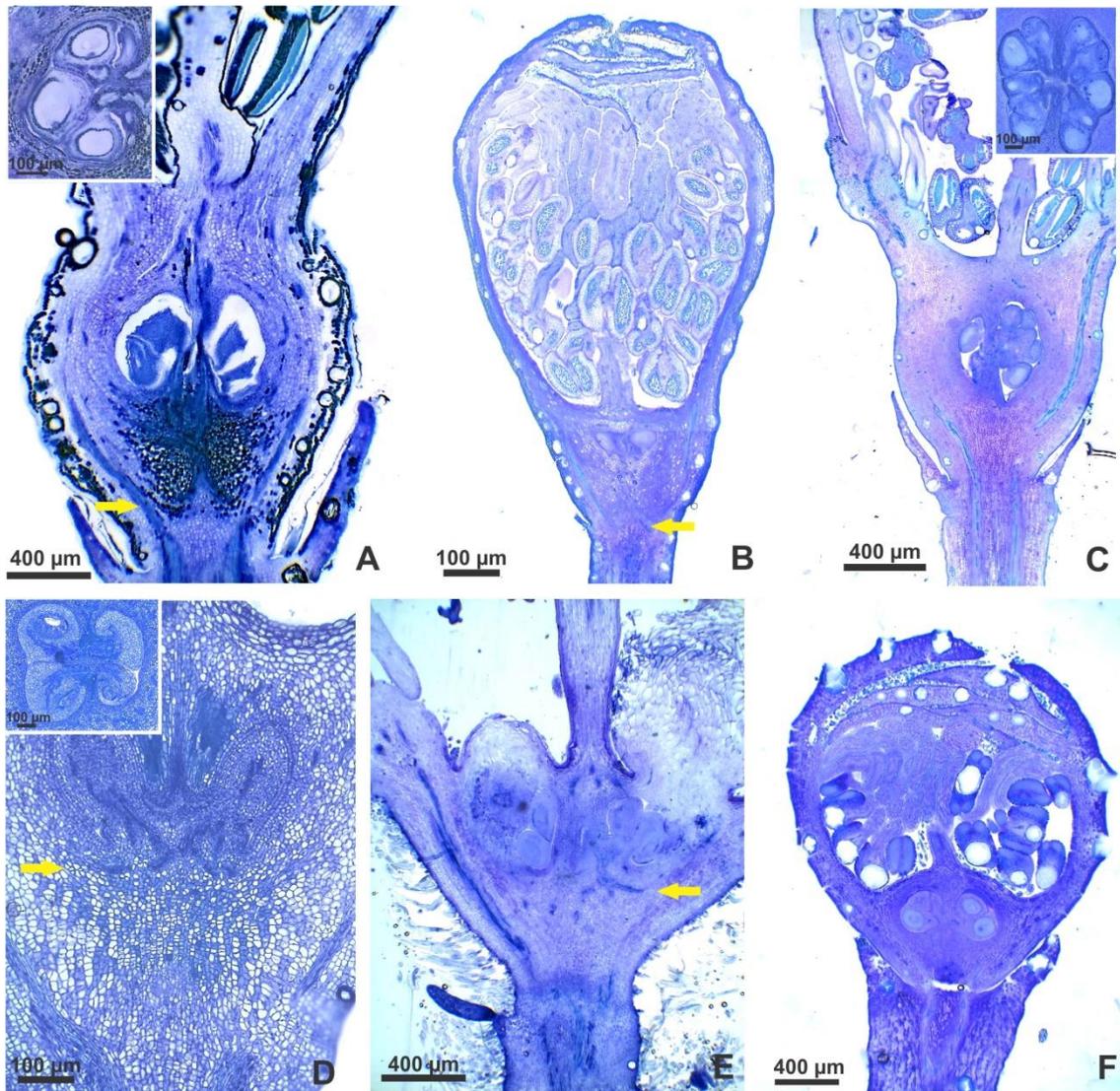


Fig 1 Aspectos gerais de botões (A–D, F) e flor em antese (E) em secções longitudinais. A. *Siphoneugena widgreniana*. Ovário ínfero com óvulos ligados ao terço basal do ovário. Detalhe no canto superior esquerdo evidenciando quatro óvulos por lóculo. B. *Plinia brachybotrya*. Porção livre do copo floral com cerca de três vezes o comprimento do ovário. Ângulo de inclinação das sépalas e pétalas perpendicular ao eixo floral. Grande ângulo de curvatura dos filetes. C. *Neomitranthes glomerata*. Placenta no terço mediano. Detalhe no canto superior direito evidenciando vários óvulos. D. *Plinia cauliflora*. Inserção dos óvulos no terço basal do ovário. Detalhe no canto superior esquerdo evidenciando dois óvulos por lóculo E. *Algrizea macrochlamys*. Óvulos inseridos no terço basal do ovário. F. *Myrciaria floribunda*. Ovário semínfero. Porção livre do copo floral com comprimento um pouco maior do que o comprimento do ovário. Sépalas e pétalas levemente inclinadas em relação ao eixo floral e menor ângulo de curvatura dos filetes (seta amarela: região de divergência dos feixes receptaculares).

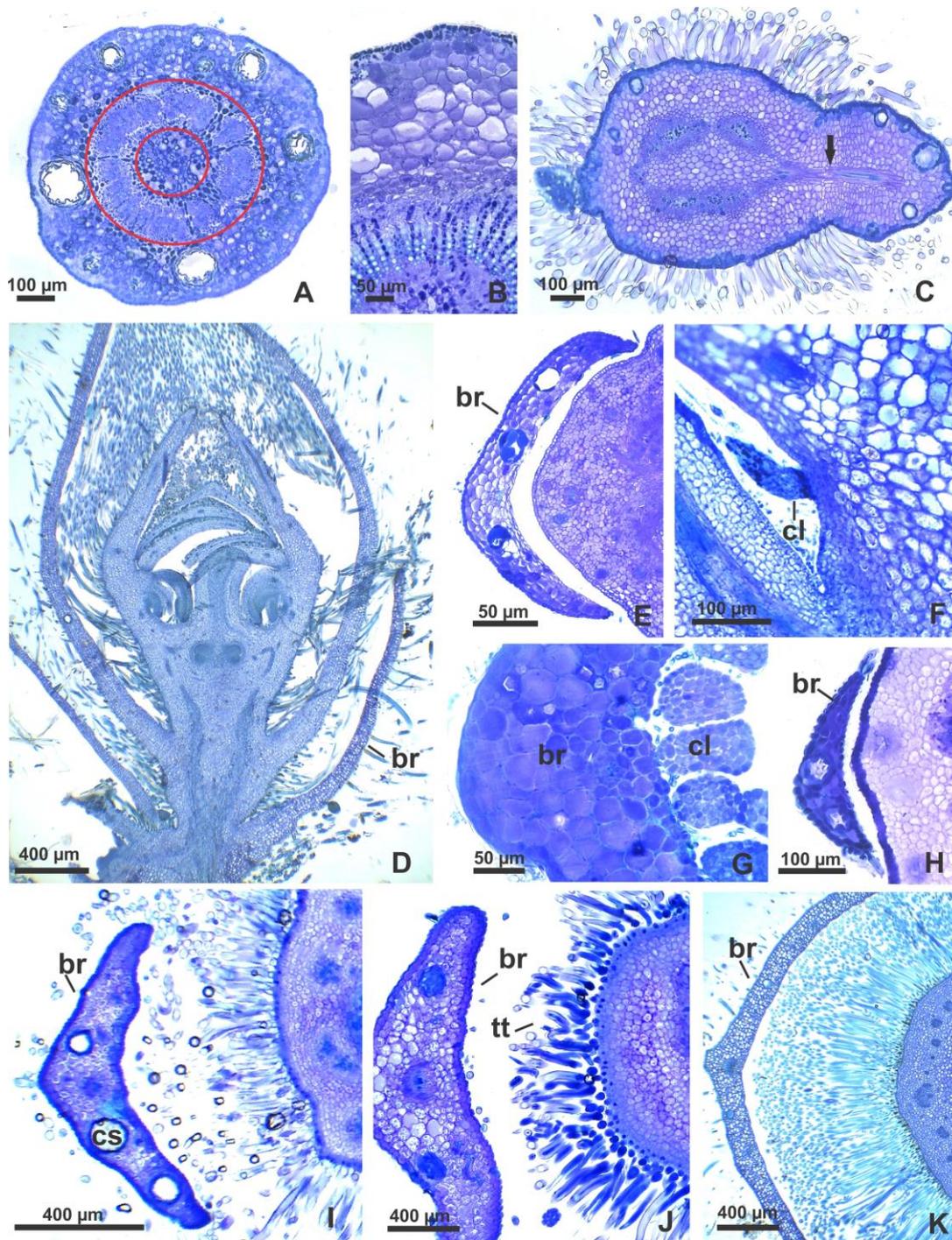


Fig 2 Botões e flores. A–C, E, G–K. Secções transversais. D, F. Secções longitudinais. A–B, K. Pedúnculos e bractéolas de flores. C, E, G–J. Pedúnculos e bractéolas de botões. D, F. Botões. A. *Siphoneugena widgreniana*. Sifonostelo de feixes vasculares bicolaterais. B. *Plinia brachybotrya*. Pormenor do sifonostelo evidenciando os feixes vasculares e o parênquima interfascicular estreito. C. *Algrizea macrochlamys*. Individualização dos feixes do sifonostelo e traço vascular da bractéola. D. *Myrciaria glomerata*. Grande quantidade de tricomas tectores unicelulares longos de extremidades afiladas. E–F. *M. floribunda*. Aspecto côncavo da bractéola. Coléter no início da base do ovário em secção longitudinal. G. *Neomitranthes gemballae*. Coléteres em secção transversal. H–K. Bractéolas côncavo-convexas. H. *S. reitzii*. Tricomas nas margens. I. *A. macrochlamys*. Tricomas mais longos do que em *A. minor* (J); K. *M. glomerata*. Tricomas muito longos. Raras cavidades secretoras de diâmetro reduzido (br: bractéolas; cl: coléteres; cs: cavidade secretora; tt: tricoma tector; círculos vermelhos: sifonostelo; seta preta: traço vascular).

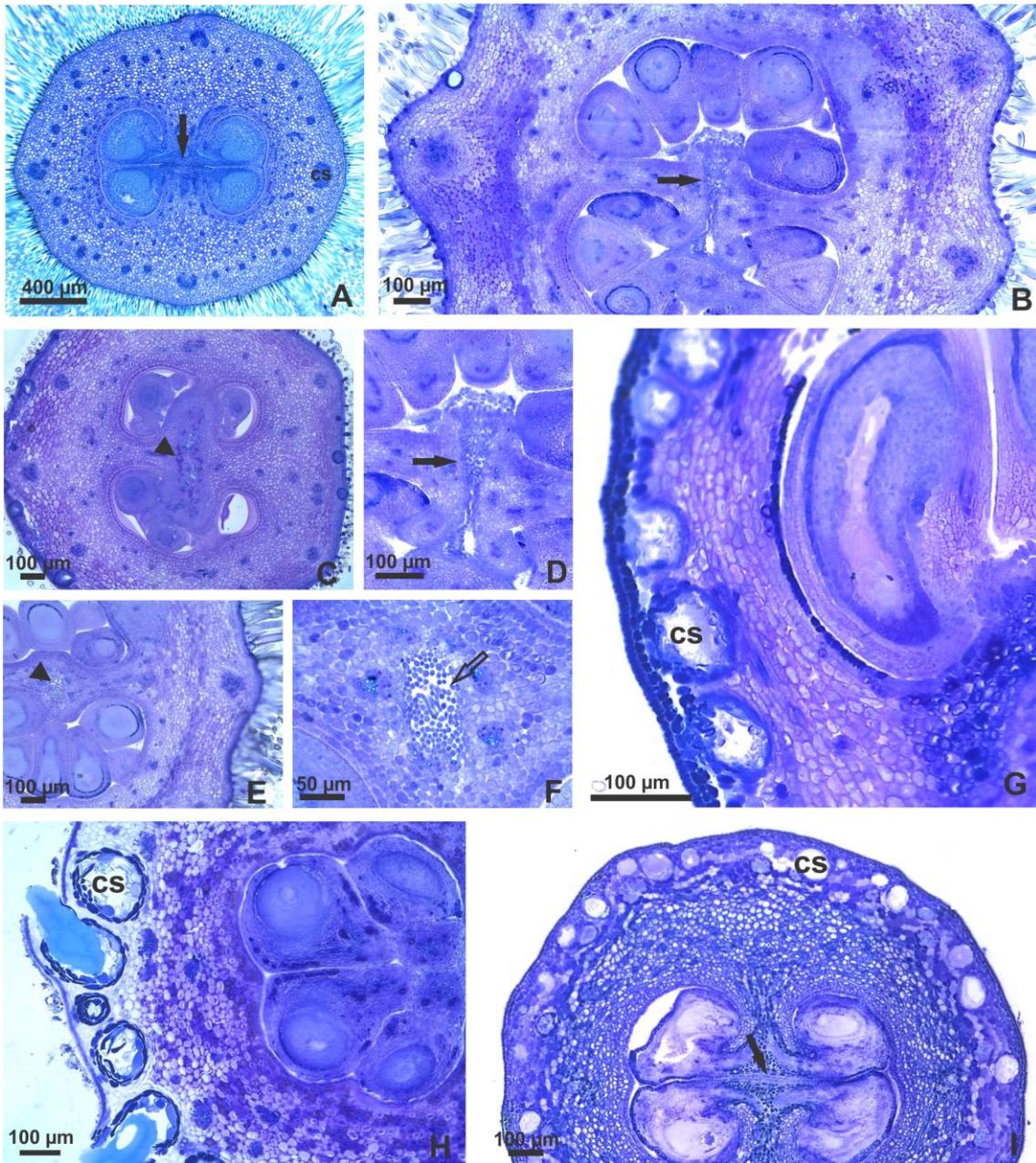


Fig 3 Aspecto geral dos ovários. A–F, H–I. Secções transversais. G. Secção longitudinal. A–B, D–G, I. Flores. C, H. Botões. A. *Myrciaria glomerata*. Contorno circular levemente anguloso. Tricomas tectores longos. Cavidades secretoras não diferenciadas. B. *Algrizea macrochlamys*. Contorno sulcado. Tricomas tectores longos. C. *A. minor*. Tricomas tectores curtos. D–F. *A. macrochlamys*. *Compitum* revestido por tecido de transmissão papiloso (D). Fenda revesida por tecido de transmissão papiloso (E). Região central do septo (acima do *compitum*) com cordão de tecido transmissor frouxo (F). G. *Siphoneugena reitzii*. Ovário glabro. Amplas cavidades secretoras. H–I. Cavidades secretoras amplas em relação à espessura do ovário em *Neomitranthes gemballae* (H) e *Plinia brachybotrya* (I). (cs: cavidade secretora; seta preta: *compitum*; ponta de seta: *compitum* mais acima; seta vazia: septo acima do *compitum*).

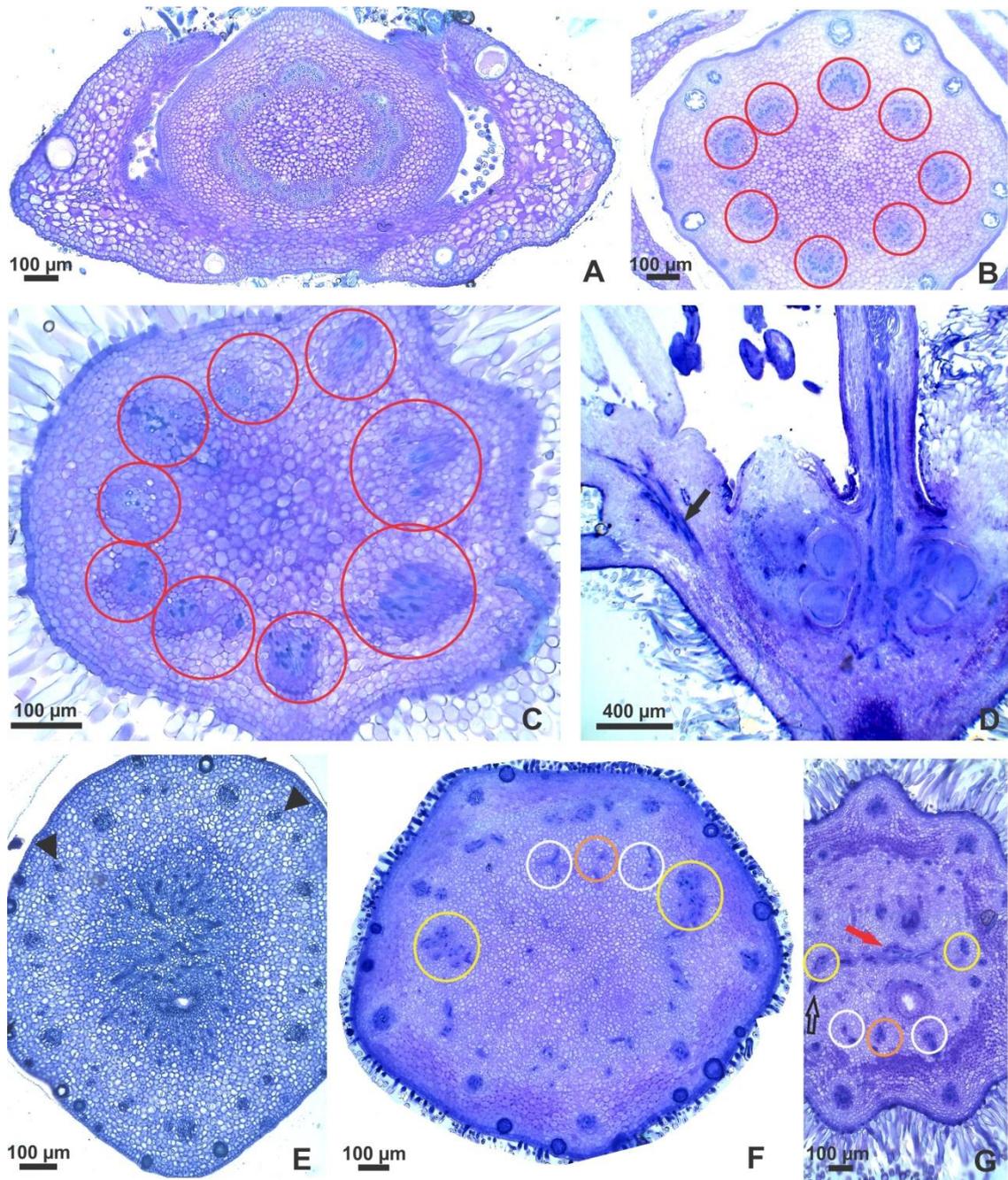


Fig 4 Vascularização do gineceu. A–C, E–G. Secções transversais. D. Secção longitudinal. A, D, G. Flores. B–C, E–F. Botões. A-B. *Neomitranthes glomerata*. Feixes pedunculares se individualizando (A). Oito feixes individualizados na base do ovário (B). C–D. *Algrizea macrochlamys*. Nove feixes condutores migrando para a periferia na base do ovário originando feixes menores entre eles (C). Feixe de maior calibre (seta preta) dirigindo-se à porção livre do copo floral ramificando-se no ápice da porção livre do copo floral para as sépalas, pétalas e estames (D). E. *Plinia cauliflora*. Vascularização na base do lóculo evidenciando feixes menores (ponta de seta) entre os de maior calibre e muitos feixes carpelares ramificados, alguns se dirigindo a região central do ovário para originar o plexo placentário axial. F. *A. minor*. Migração dos feixes que originarão os feixes carpelares G. *A. macrochlamys*. Feixes carpelares ramificando-se (seta vazia) para a região central do ovário para originar o plexo placentário axial (seta vermelha). (círculo vermelho: feixe de maior calibre, círculo amarelo: feixe dorsal; círculo laranja: feixe ventral; círculo branco: feixe lateral).

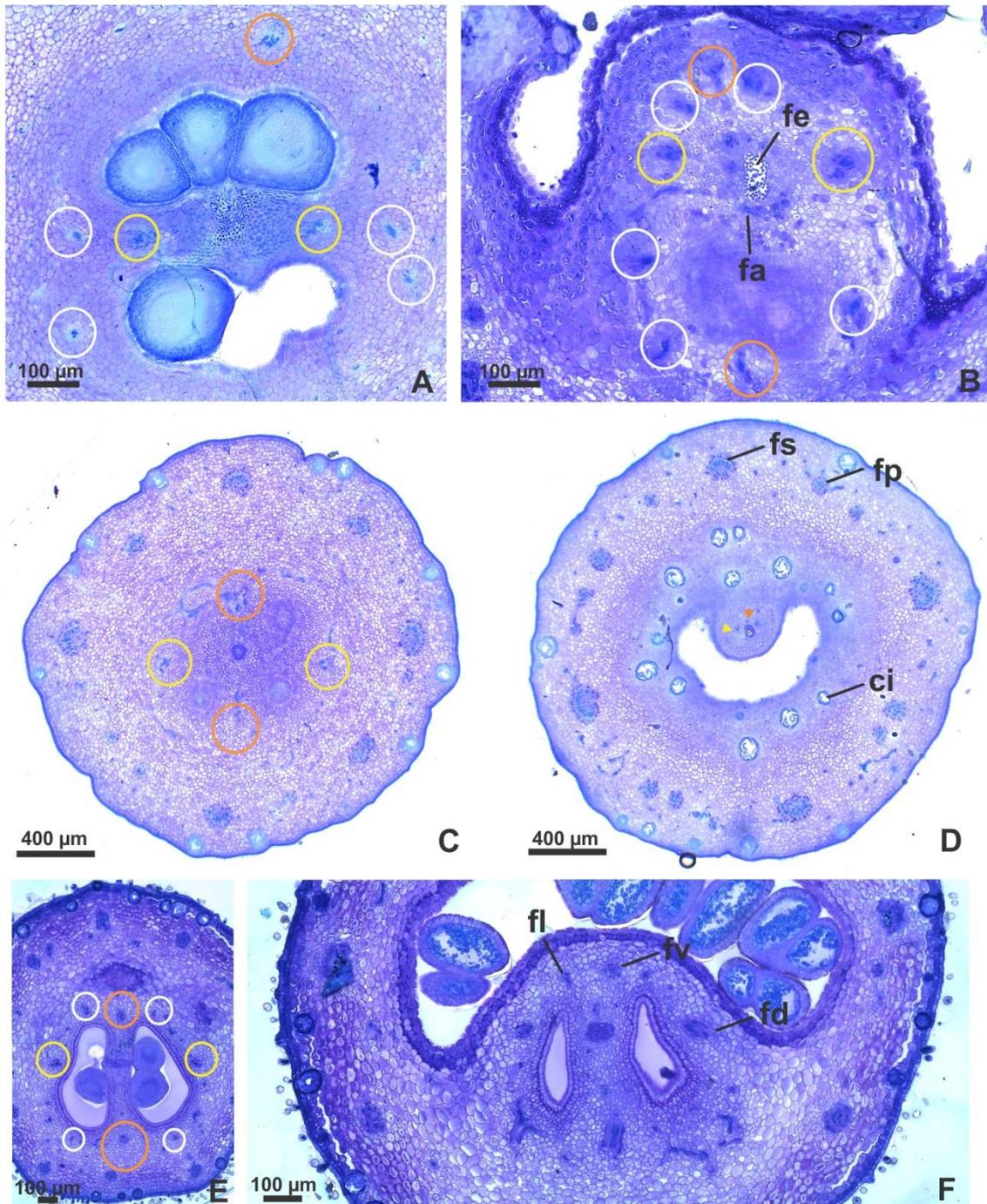


Fig 5 Vascularização do gineceu em secções transversais. A–D. Flores. E–F. Botões. A. *Neomitranthes glomerata*. Septo acima da região placentária evidenciando ausência de feixes placentários. B. *Algrizea macrochlamys*. Início da porção livre do copo floral, evidenciando os feixes placentários que se prolongaram em torno da fenda central do estilete se individualizando. C–D. *N. glomerata*. Porção distal do ovário evidenciando a migração dos feixes dorsais e ventrais para o estilete. E–F. *A. minor*. Porção distal do lóculo (E) e início de individualização da porção livre do copo floral (F) evidenciando os feixes carpelares em início de migração para o etilete. (ci: cavidade secretora interna; fa: feixe placentário; fd, círculo e ponta de seta amarelos: feixe dorsal; fe: fenda estilar; fl e círculo branco: feixe lateral; fp: feixe da pétala; fs: feixe da sépala; fv, círculo e ponta de seta laranjas: feixe ventral).

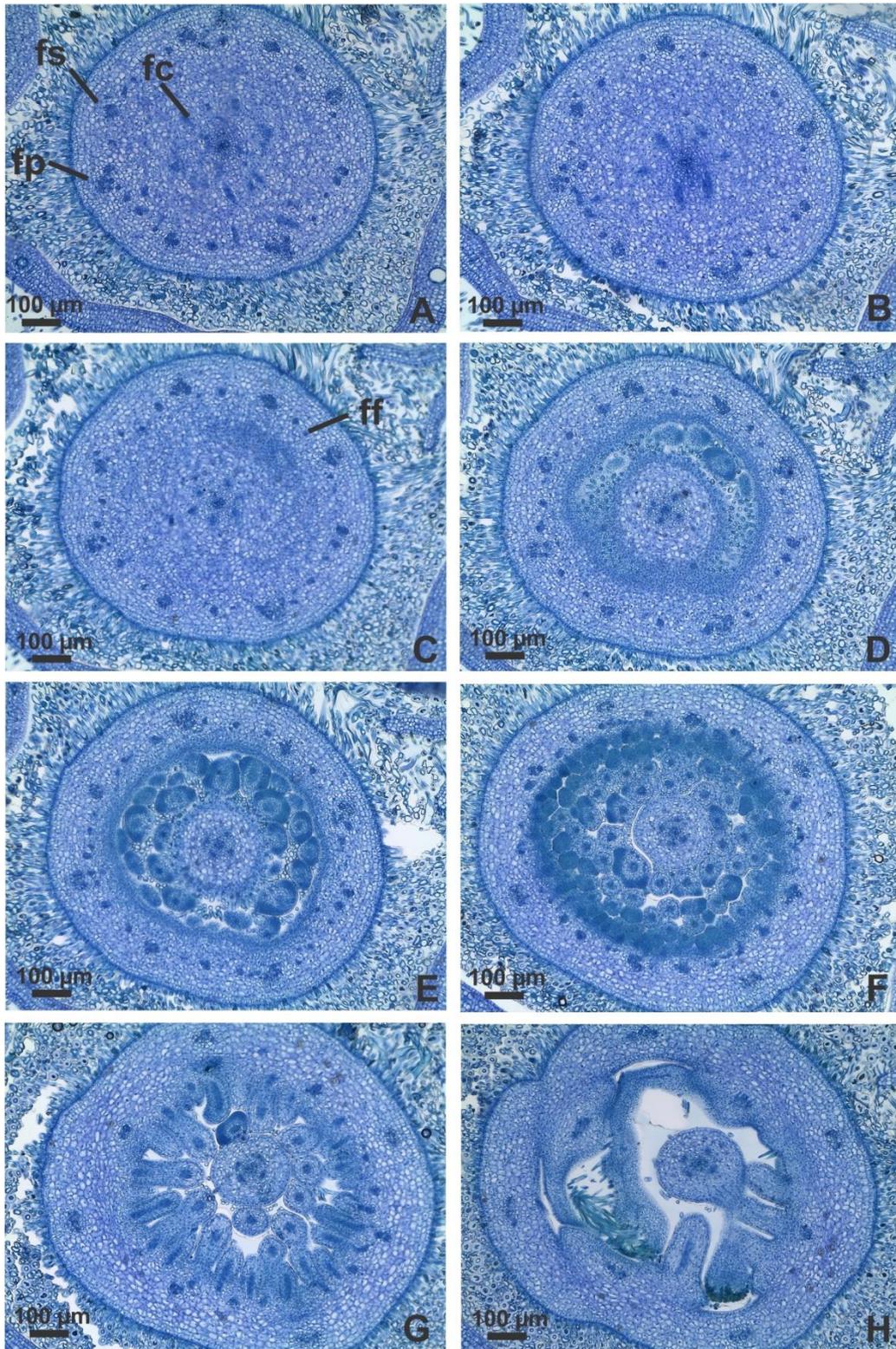


Fig 6 Botão floral de *Myrciaria glomerata*. Secções transversais a partir da porção distal do ovário em direção ao ápice da porção livre do copo floral. A–E. Migração dos feixes carpelares para irrigar o estilete. Note na periferia da porção fusionada do copo floral os feixes calibrosos migrando externa e internamente para diferenciar os feixes centrais das sépalas e pétalas. F–G. Feixes vasculares migrando para os filetes que estão se individualizando centrifugamente na borda da porção livre do copo floral. Estilete individualizado em F com seis feixes carpelares e em G apenas com os feixes dorsais (2) e ventrais (2). H. Região apical evidenciando a individualização das sépalas e das pétalas (fc: feixe carpelar; ff: feixe do filete; fp: feixe da pétala; fs: feixe da sépala).

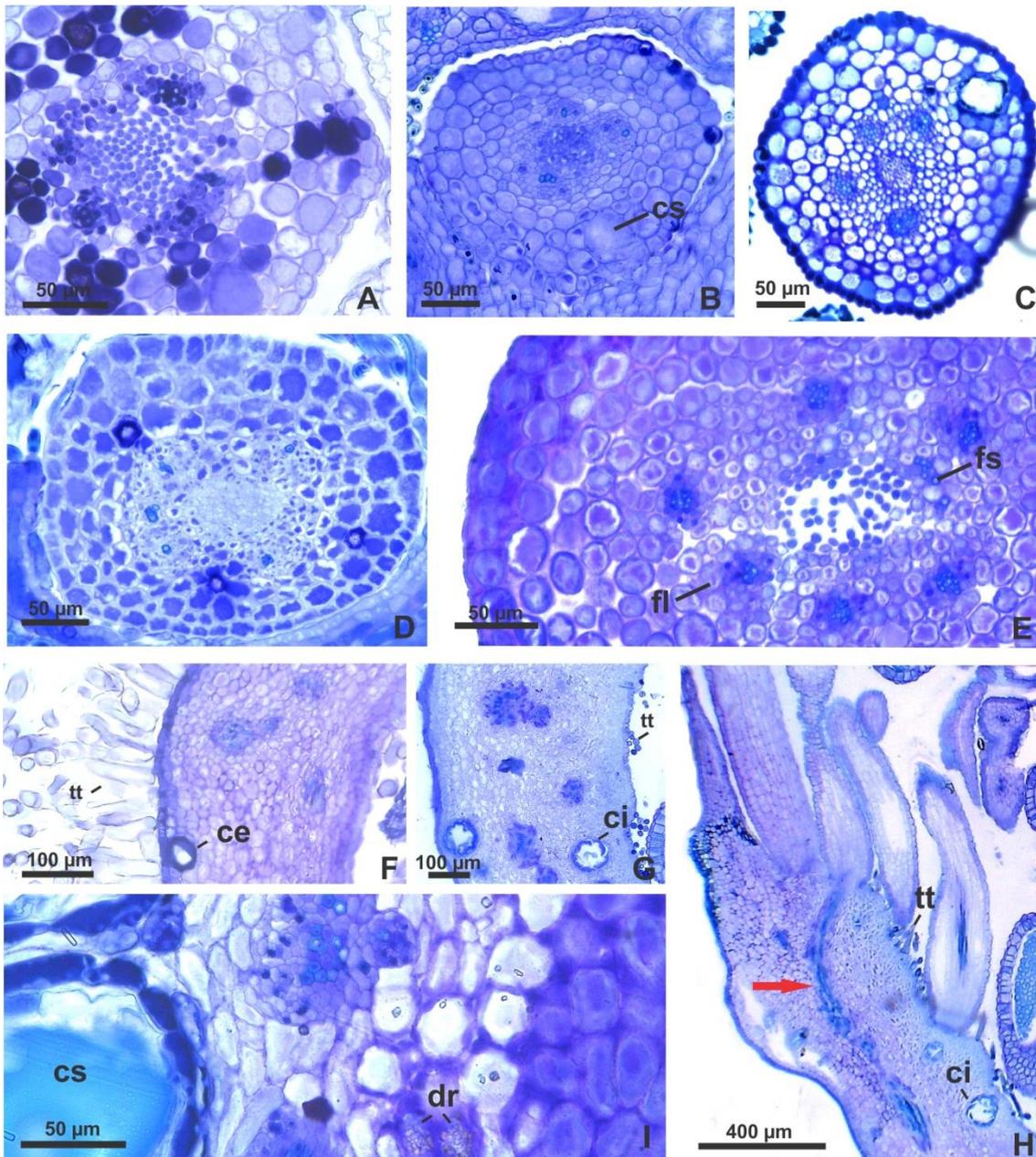


Fig 7 Características do estilete e porção livre do copo floral. A–I. Secções transversais. H. Secção longitudinal. A–B, D, F, H–I. Botões. C, E, G. Flores. A. *Siphoneugena reitzii*. B. *Plinia brachybotrya*. C. *Myrciaria floribunda*. A–C. Tecido transmissor frouxo ocupando a região central do estilete e quatro feixes que o vasculariza. D. *Neomitranthes glomerata*. Tecido transmissor sólido. E–F. *Algrizea macrochlamys*. E. Tecido transmissor revestido por longas papilas, dois feixes dorsais e dois ventrais e requíscios de feixes laterais e palcentários. F. Tricomas tectores na epiderme externa do hipanto. G–H. *N. glomerata*. Cavidades secretoras na parte interna. Epiderme interna com tricomas tectores. Feixes que se ramificam para vascularizar os filetes. I. *N. gemballae*. Feixe do filete se ramificando de um feixe maior (ce: cavidade secretora externa; ci: cavidade secretora interna; cs: cavidade secretora; dr: drusa; fl: feixe lateral; fs: feixe placentário; tt: tricoma tector; seta vermelha: ramificação se dirigindo para o filete).

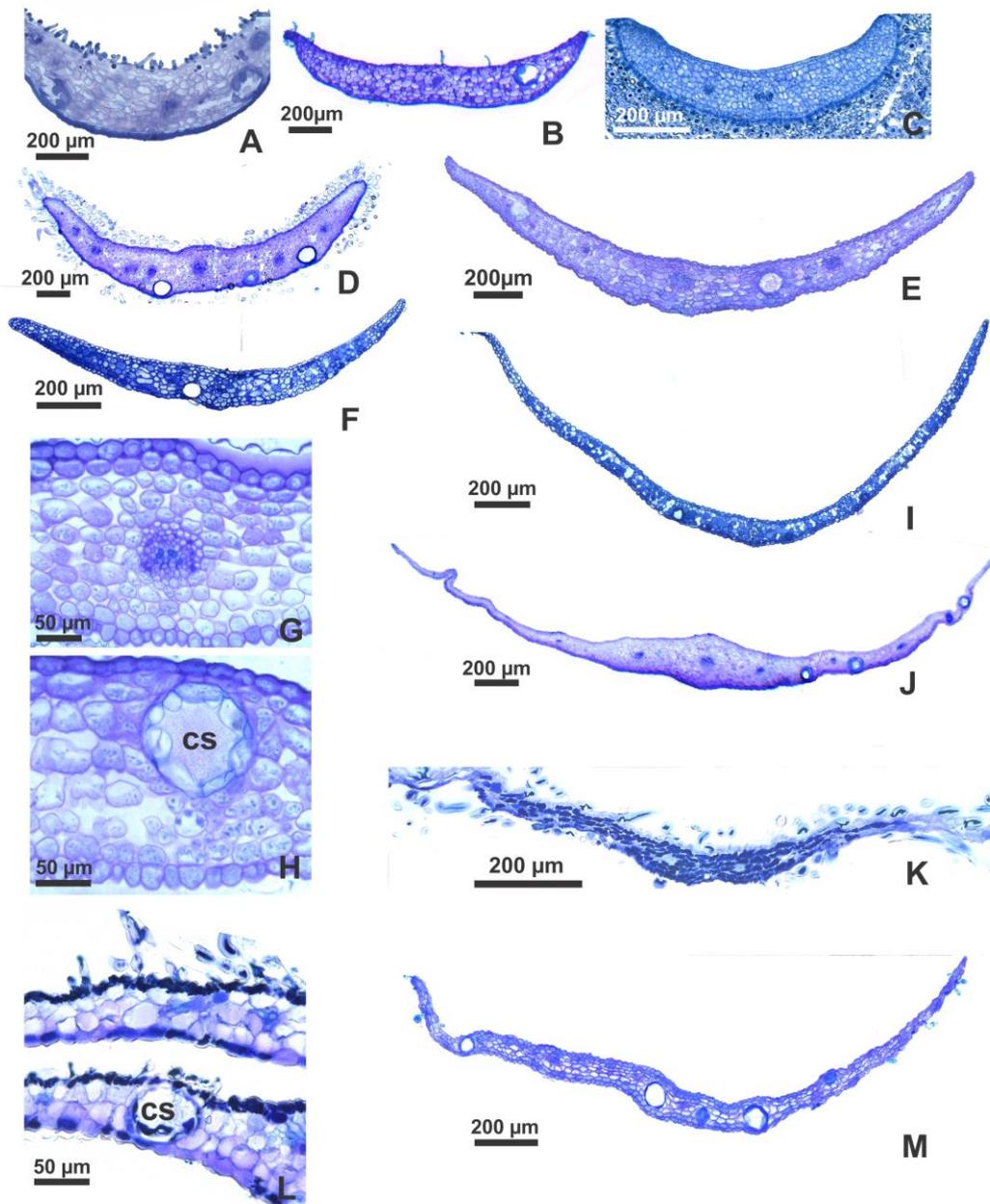


Fig 8 Características do perianto em seções transversais. A–F. Sépalas. F–M. Pétalas. A. *Siphoneugena reitzii*. B. *Myrciaria floribunda*. A–B. Tricomas tectores na face adaxial. B. Presença de somente um feixe colateral central. C. *M. glomerata*. Tricomas tectores na face abaxial. A–C. Presença de um feixe colateral central de maior calibre e dois menores na margem. D. *Algrizea macrochlamys*. Tricomas tectores unicelulares em ambas as faces. Feixe central de maior calibre e oito feixes de menor calibre. E. *Neomitranthes glomerata*. F. *Plinia cauliflora*. E–F. Ausência de tricomas. Feixe colateral central de maior calibre e dois menores na margem. G–H. *N. glomerata*. I. *P. cauliflora*. J. *A. macrochlamys*. G–J. Epiderme glabra. K. *S. widgreniana*. Grande quantidade de tricomas tectores nas superfícies adaxial e abaxial. L. *N. gemballae*. Tricomas tectores presentes na superfície adaxial. M. *M. floribunda*. Tricomas curtos e escassos nas superfícies adaxial e abaxial. (cs: cavidade secretora).

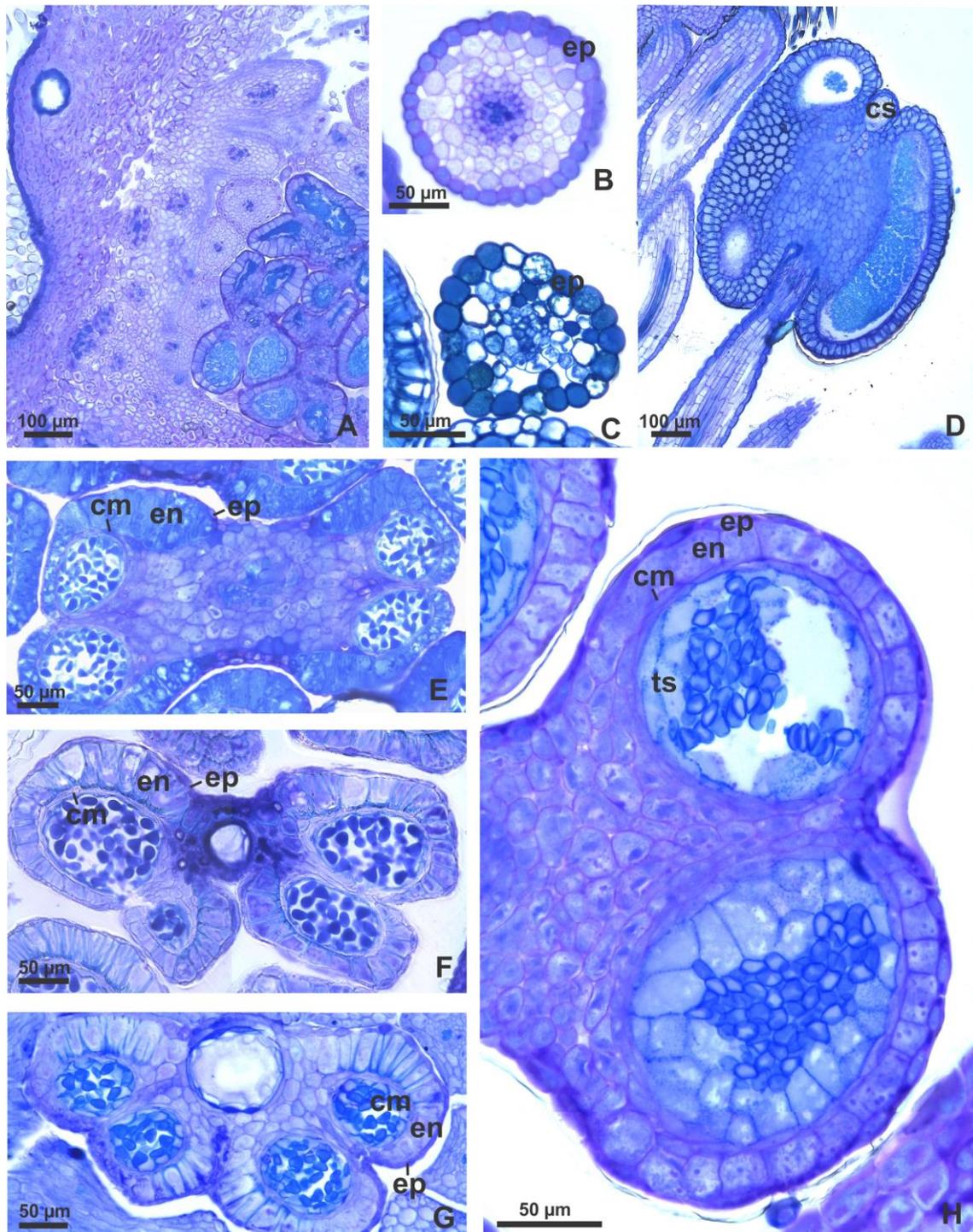


Fig 9 Secções dos estames com anteras tetrasporangiadas. A–C, E–H: Secções transversais. B–D: Secções longitudinais. A: Flor. B–H: Botões. A: *Algrizea macrochlamys*. Desenvolvimento centrípeto do androceu. B–C: Filete *Neomitranthes glomerata* e *Plinia cauliflora*, respectivamente. Note o feixe anficriaval central. D: *N. glomerata*. Estame evidenciando cavidade secretora apical. E–G. Ápice da antera evidenciando cavidade secretora em *Myrciaria floribunda* (E), *Siphoneugena reitzii* (F) e *P. brachybotrya* (G). H: *A. macrochlamys*. Pormenor da parede do saco polínico. (cs: cavidade secretora; ep: epiderme; en: endotécio; cm: camada média; ts: tapete secretor).

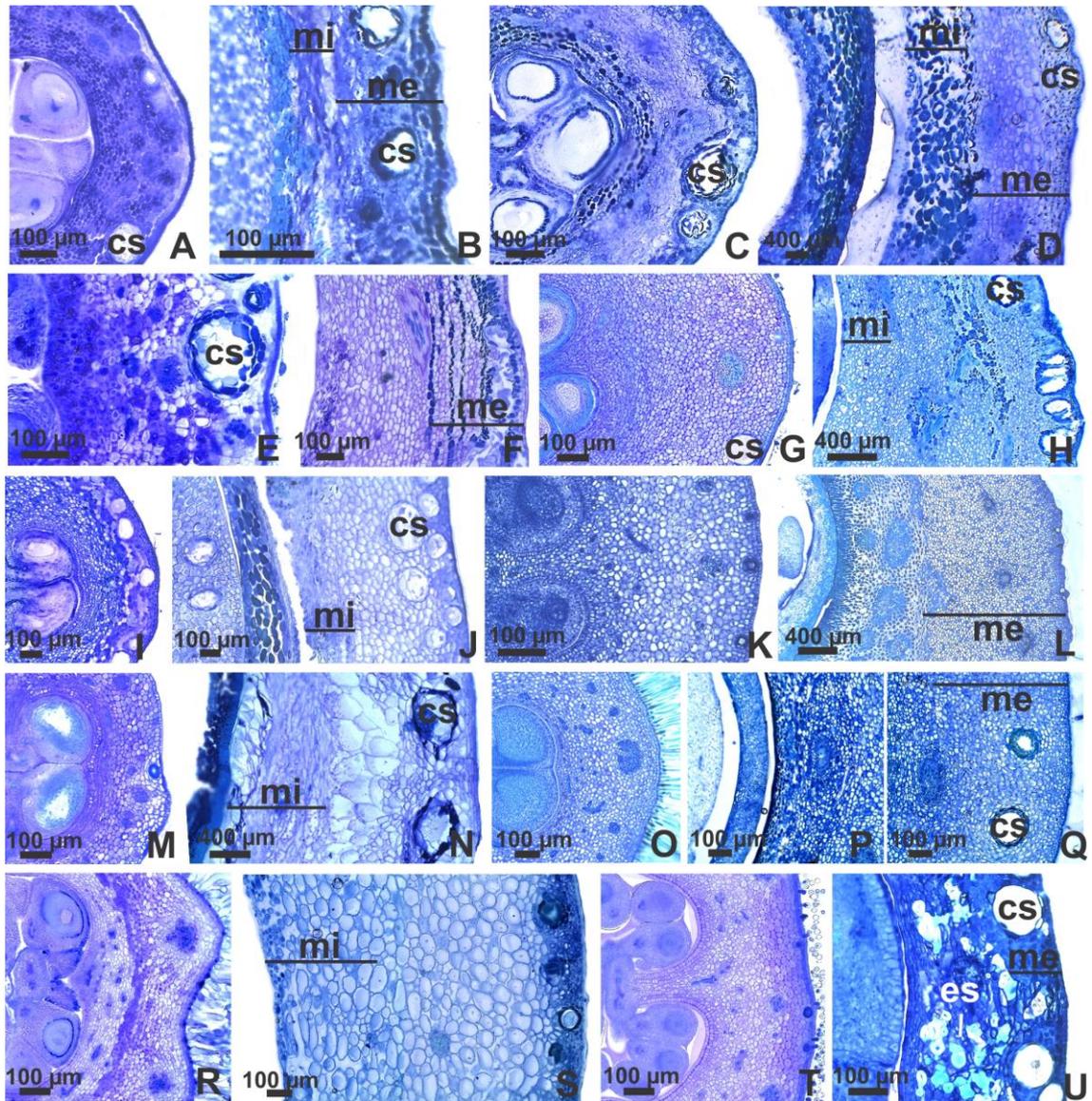


Fig 10 Desenvolvimento do pericarpo em secções transversais. A–B. *Siphoneugena reitzii*. C–D. *S. widgreniana*. E–F. *Neomitranthes gemballae*. G–H. *N. glomerata*. I–J. *Plinia brachybotrya*. K–L. *P. cauliflora*. M–N. *Myrciaria floribunda*. O–Q. *M. glomerata*. R–S. *Algrizea macrochlamys*. T–U. *A. minor*. A, C, E, G, I, K, M, O, R, T: Parede do ovário. B, D, F, H, J, L, N, P–Q, S, U. Pericarpo A–U. Epiderme externa do ovário originou o exocarpo, a epiderme interna originou o endocarpo e o mesofilo ovariano diferenciou o mesocarpo. Note a delimitação de duas regiões no mesofilo ovariano, que se acentua no pericarpo, e os feixes anficrivais bem diferenciados por todo o mesocarpo. (cs: cavidade secretora; es: esclereídes; me: mesocarpo externo; mi: mesocarpo interno).

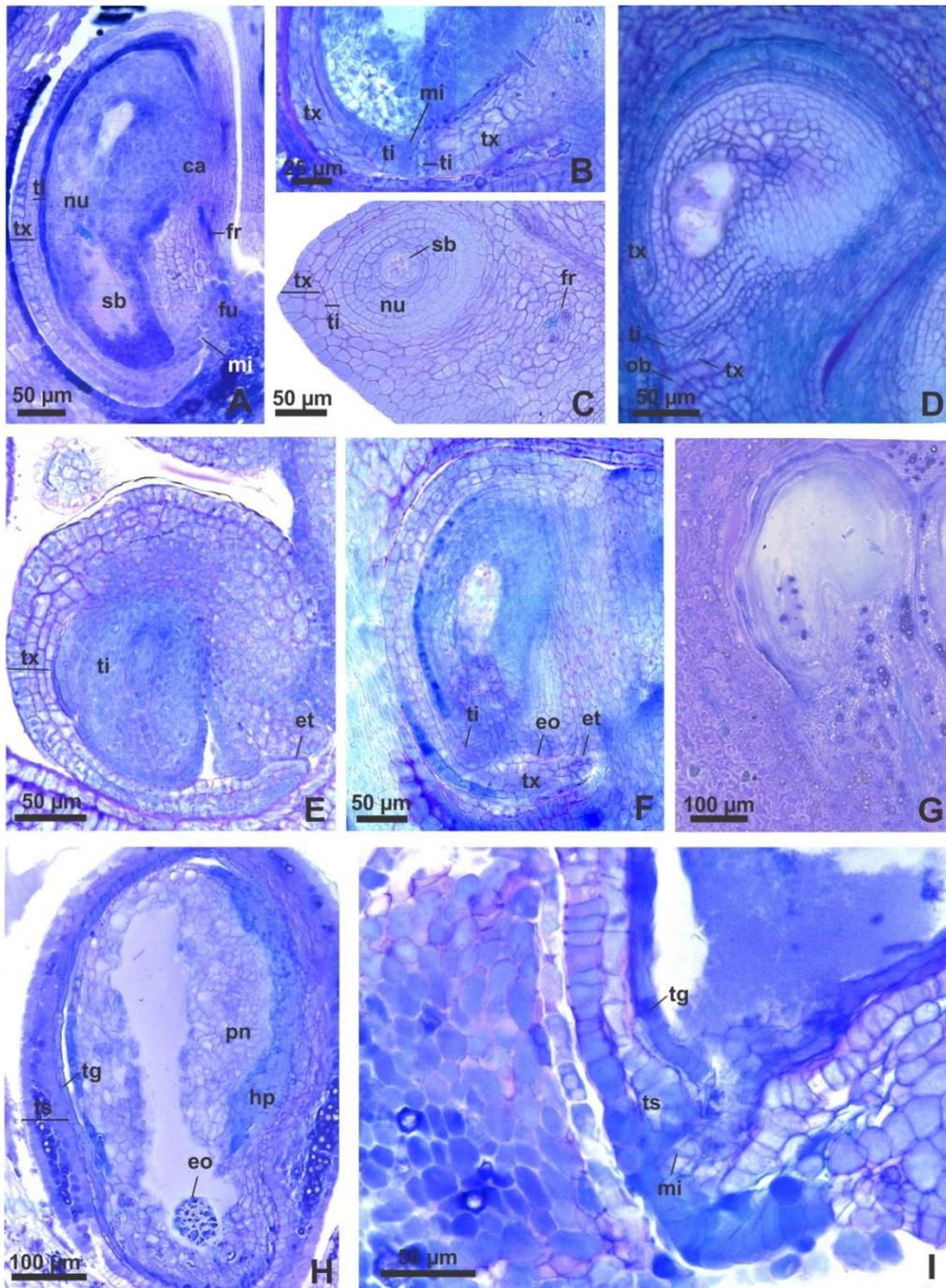


Fig 11 Desenvolvimento da semente. A–B, D–I. Secções longitudinais. C. Secção transversal. A–F. Óvulos. G–I. Sementes. A. *Siphoneugena reitzii*. B. *Myrciaria floribunda*. C–D. *Neomitranthes glomerata*. A–C. Tegumento externo e interno na região mediana do óvulo com 2–3 camadas celulares. D. Ápice do nucelo em contato com o obturador. E. *Algrizea minor*. Note no óvulo em desenvolvimento o tegumento interno diferenciando-se mais lentamente e o externo formando a exóstoma F. *A macrochlamys*. Micrópila em zig-zag. Tegumento externo na região mediana do óvulo com três a quatro camadas celulares e o interno com duas camadas celulares. A, D, F. Número de camadas celulares nos dois tegumentos na região micropilar mantém-se igual à região mediana do óvulo, mas as células são mais volumosas. G. *N. glomerata*. Saco embrionário com forma de ferradura (semente anfitropa). H–I. *N. gemballae*. H. Diferenciação da hipóstase com células de conteúdo fenólico (H) e micrópila formada pela endóstoma (I). (ca: calaza; eo: embrião; et: exóstoma; fr: rafe; fu: funículo; hp: hipóstase; mi: micrópila; nu: nucelo; ob: obturador; pn: proliferação do nucelo; sb: saco embrionário; tg: tégmen; ti: tegumento interno; ts: testa; tx: tegumento externo).

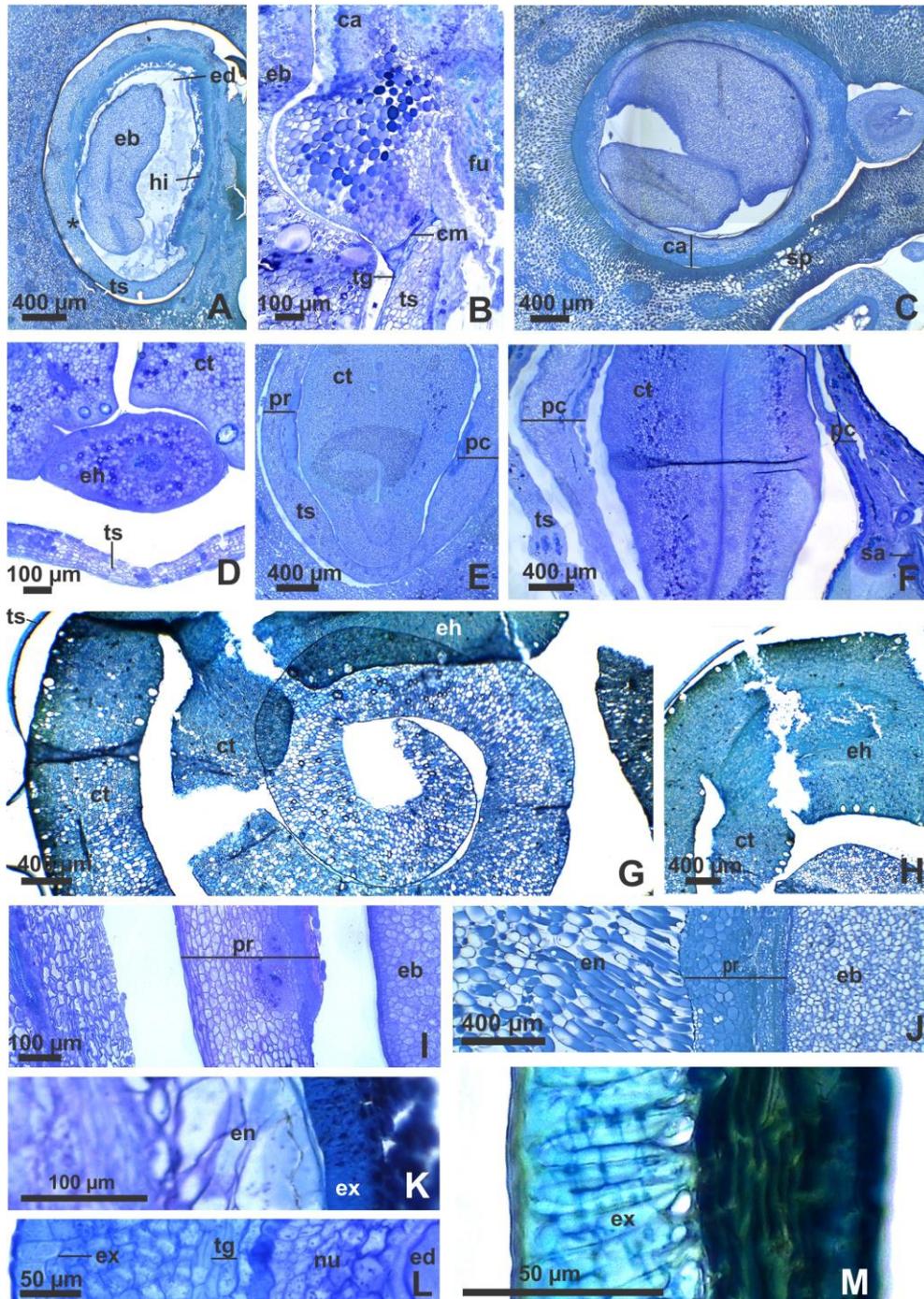


Fig 12 Semente em secções longitudinais (A–B) e transversais (C–M). A. *Myrciaria glomerata*. B. *Plinia brachybotrya*. C. *P. cauliflora*. D. *Siphoneugena reitzii*. E. *Neomitranthes glomerata*. F. *P. brachybotrya*. G–H. *Algrizea macrochlamys*. I. *N. glomerata*. J. *P. cauliflora*. K. *M. floribunda*. L. *A. minor*. M. *A. macrochlamys*. A–F. Note: a) a expansão da calaza na base do nucelo (A, C) e na região mediana da semente se restringindo a prerafe e a antirafe, formando a pericalaza (D–F); b) o endosperma nuclear e o nucelo colapsando (A); c) a micrópila próxima ao funículo-hilo pela acentuada campilotropia da semente (B); d) o tegmen colapsado, a testa multiplicativa evidente nas regiões do tegmento onde não se observa a pericalaza (A–B, D–F) e o maior número de camadas na calaza expandida e na pericalaza (I–J); e) as macroesclereídes na exotesta (K–M) (ca: calaza, cm: canal micropilar; ct: cotilédone; eb: embrião; ed: endosperma; eh: eixo hipocótilo-radicular; en: endocarpo e mesocarpo interno; ex: exotesta; fu: funículo; hi: hilo; nu: nucelo; pc: pericalaza na prerafe; pr: pericalaza na antirafe; sa: semente abortada; sp: septo; tg: tégmen; ts: testa).

ANEXO 1

Tabela 2. Caracteres anatômicos de botões, flores e frutos de espécies do Grupo *Plinia*.

Caracteres		<i>Siphoneugena reitzii</i>	<i>Siphoneugena widgreniana</i>	<i>Neomitranthes gemballae</i>	<i>Neomitranthes glomerata</i>	<i>Plinia brachybotrya</i>	<i>Plinia cauliflora</i>	<i>Myrciaria floribunda</i>	<i>Myrciaria glomerata</i>	<i>Algrizea macrochlamys</i>	<i>Algrizea minor</i>	
PEDICÉLO	Indumento da epiderme	Glabra	Glabra	Glabra	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores unicelulares	Glabra	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores unicelulares	
	BRACTÉOLA											
BRACTÉOLA	Indumento	Tricomas tectores unicelulares	Ausentes	Ausentes	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores (raros)	—	Tricomas tectores unicelulares	Tricomas tectores (raros)	Tricomas tectores (raros)	Tricomas tectores (raros)	
	Cav. secretora	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	—	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	
	Coléter	Ausentes	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	—	Ausentes	Ausentes	Presentes	Presentes	
	Observações	Não	Não	Não	Não	Não	Não possui bractéola	Não	Drusas	Não	Não	
OVÁRIO	Formato	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente anguloso	Circular, levemente sulcado	Circular, levemente anguloso	
	Indumento	Glábro	Glábro	Glábro	Glábro	Glábro	Tricomas tectores (raros)	Glábro	Tricomas tectores (numerosos)	Tricomas tectores longos (numerosos)	Tricomas tectores curtos (numerosos)	
	Carpelos	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado	Bicarpelar/biloculado (tetraloculado na base)	Bicarpelar/biloculado (tetraloculado na base)	
	Feixes vasculares	Oito feixes anficrivais/colaterais periféricos	Dez feixes anficrivais/colaterais periféricos	Oito feixes anficrivais/colaterais periféricos	Dez feixes anficrivais/colaterais periféricos	Dez feixes anficrivais/colaterais periféricos						
	Tecido de transmissão (estilete)	Frouxo	Frouxo	Sólido	Sólido	Frouxo	Sólido	Frouxo	Sólido	Com fenda papilosa	Sólido	

Caracteres		<i>Siphoneugena reitzii</i>	<i>Siphoneugena widgreniana</i>	<i>Neomitranthes gemballae</i>	<i>Neomitranthes glomerata</i>	<i>Plinia brachybotrya</i>	<i>Plinia cauliflora</i>	<i>Myrciaria floribunda</i>	<i>Myrciaria glomerata</i>	<i>Algrizea macrochlamys</i>	<i>Algrizea minor</i>
HIPANTO	Indumento	Glabro	Glabro	Glabro	Tricomas toctores (epiderme interna)	Glabro	Tricomas toctores (epiderme externa)	Tricomas toctores (disco do ápice do ovário)	Tricomas toctores (epiderme externa)	Tricomas toctores (epiderme externa)	Tricomas toctores (epiderme externa)
	Cavidade secretora	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Não diferenciadas (ovário da flor em antese)	Presentes	Presentes
	Cristais	Ausentes	Ausentes	Drusas (parênquima)	Ausentes	Ausentes	Drusas (parênquima)	Drusas (parênquima)	Drusas (parênquima)	Ausentes	Ausentes
SÉPALAS	Indumento	Tricomas toctores unicelulares (adaxial)	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (adaxial)	Tricomas toctores unicelulares raros ou ausentes (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares raros ou ausentes (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (adaxial)	Tricomas toctores unicelulares (abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)
	Parênquima	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo (drusas dispersas)	Esponjoso	Esponjoso
	Feixes vasculares	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre (central e colateral)	Um de maior calibre e dois menores (colaterais)	Um de maior calibre e seis a oito menores (colaterais)
PÉTALAS	Indumento	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares (adaxial)	Glabra	Tricomas toctores unicelulares (ada/abaxial)	Glabra	Tricomas toctores unicelulares curtos e escassos (ada/abaxial)	Tricomas toctores unicelulares curtos e escassos (ada/abaxial)	Glabra	Glabra
	Parênquima	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Esponjoso	Homogêneo	Esponjoso	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo	Homogêneo
	Cavidades secretoras	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Não observadas	Presentes	Não observadas
	Feixes vasculares	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e quatro ou mais laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e quatro ou mais laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois a três laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e dois laterais (colaterais/anficrivais)	Feixe vascular central e quatro ou mais laterais (colaterais/anficrivais)

Caracteres		<i>Siphoneugena reitzii</i>	<i>Siphoneugena widgreniana</i>	<i>Neomitranthes gemballae</i>	<i>Neomitranthes glomerata</i>	<i>Plinia brachybotrya</i>	<i>Plinia cauliflora</i>	<i>Myrciaria floribunda</i>	<i>Myrciaria glomerata</i>	<i>Algrizea macrochlamys</i>	<i>Algrizea minor</i>
ESTAMES	Cavidade secretora (ápice)	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Ausente
PERICARPO (indiferenciado e diferenciado)	Indumento (exocarpo)	Tricomas tectores unicelulares	Ausente	Tricomas tectores unicelulares	Ausente	Ausente	Ausente				
	Cavidades secretoras (mesocarpo diferenciado)	Presentes (subepidérmicas)	Presentes (subepidérmicas)	Presentes (subepidérmicas)	Presentes (não diferenciadas)	Presentes (subepidérmicas)	Presentes (subepidérmicas)				
	Divisões celulares (pericarpo diferenciado)	Divisões simples	Camadas do mesocarpo interno alongam-se radialmente	Camadas do mesocarpo interno alongam-se radialmente. Diferenciam-se células amplas de paredes delgadas (região mediana)	Divisões simples	Divisões simples	Camadas do mesocarpo interno alongam-se tangencialmente e esclereídes diferenciam-se (mesocarpo)				
SEMENTE	Tegumento (externo e interno)	Duas camadas cada	Duas camadas cada	Externo: três a quatro; Interno: duas camadas	Externo: três a quatro; Interno: duas camadas	Duas camadas cada	Externo: três; Interno: duas camadas	Duas camadas cada	Externo: três; Interno: duas camadas	Duas camadas cada (externo se desenvolve mais rápido)	Duas camadas cada (externo se desenvolve mais rápido)
	Nº camadas tegumentos (região da micrópila)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Maior que a região mediana do óvulo (células mais volumosas)	Maior que a região mediana do óvulo (células mais volumosas)	Maior que a região mediana do óvulo (células mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)	Igual à região mediana do óvulo (mais volumosas)
	Cotilédones	Plano-convexos, espessos e livres	Plano-convexos, espessos e livres	Plano-convexos, espessos e livres	Plano-convexos, espessos e livres	Finos, alongados e de tamanhos desiguais	Finos, alongados e de tamanhos desiguais				
	Células lignificadas	Exotesta e primeiras camadas da mesotesta	Exotesta e primeiras camadas da mesotesta	Não observadas	Não observadas	Não observadas	Não observadas	Não observadas	Exotesta e mesotesta	Não observadas	Exotesta

Tabela 3. Grupos de Myrteae gerados em estudo filogenético segundo Vasconcelos et al. (2017) com a combinação de dados anatômicos/estruturais de botões e flores de espécies pertencentes ao grupo.

Grupo	Espécies	Indumento da sépala	Vascularização da sépala	Vascularização da pétala	Vascularização do filete	Nº de carpelos e óvulos	Mesofilo ovariano	Vascularização do ovário	Vascularização do estilete
Eugenia	<i>Eugenia aurata</i> ⁷	—	—	—	—	Dois carpelos com muitos óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes colaterais	—
	<i>Eugenia bimarginata</i> ⁷	—	—	—	—	Dois carpelos com muitos óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes colaterais	—
	<i>Eugenia pitanga</i> ¹	Glabra	Muitos feixes	Três feixes	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com muitos óvulos/ lóculo	Parenquimático/homogêneo	Dois anéis de feixes	Dois feixes colaterais
	<i>Eugenia puniceifolia</i> ^{2, 4}	Glabra	—	Vários feixes colaterais	Um feixe - anficrival	Dois carpelos com muitos óvulos/lóculo	—	—	—
	<i>Eugenia selloi</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Eugenia sulcata</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Eugenia uniflora</i> ³	Tricomas no ápice	Muitos feixes (não especificados)	Muitos feixes (não especificados)	Não foi possível tipificar	Dois carpelos com muitos óvulos/lóculo	Parenquimático	Dois anéis de feixes	Feixes dispostos em torno do tecido transmissor (não especificados)
Pimenta	<i>Acca sellowiana</i> ^{4, 6}	—	—	—	—	Dois carpelos/ três carpelos	—	—	—
	<i>Campomanesia adamantium</i> ¹	Tector (Adaxial)	Três feixes	Um feixe	Um feixe em forma de U	Sete a nove carpelos com muitos óvulos/lóculo	Parenquimático/ três regiões histológicas	Três anéis de feixes	Sete ou nove feixes (colaterais, anficrivals, forma de U)

Grupo	Espécies	Indumento da sépala	Vascularização da sépala	Vascularização da pétala	Vascularização do filete	Nº de carpelos e óvulos	Mesofilo ovariano	Vascularização do ovário	Vascularização do estilete
Myrteola	<i>Lophomyrtus bullata</i> ⁵	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Lophomyrtus obcordata</i> ⁵	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—
	<i>Neomyrthus pedunculata</i> ⁵	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—
	<i>Ugni molinae</i> ^{4, 6}	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—
Myrceugenia	<i>Luma apiculata</i> ⁶	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Myrceugenia alpigena</i> ¹	Tector (Ada e Abaxial)	Vários feixes	Um feixe	Um feixe colateral	Três a quatro carpelos com muitos óvulos/lóculo	Parenquimático e colenquimático	Dois anéis de feixes	Seis ou oito feixes colaterais
	<i>Myrceugenia myrcioides</i> ⁴	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—
Myrcia	<i>Myrcia bella</i> ⁷	—	—	—	—	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes colaterais	—
	<i>Myrcia guianensis</i> ⁸	Tector	—	—	Um feixe (não especificado)	Três carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes	Seis feixes colaterais
	<i>Myrcia laruotheana</i> ^{7, 8}	Glabra	—	—	Um feixe (não especificado)	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes colaterais	Seis feixes colaterais
	<i>Myrcia multiflora</i> ¹	Tector (Adaxial)	Um feixe	Um feixe	Um feixe colateral	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes	Dois feixes colaterais
	<i>Myrcia racemosa</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Myrcia selloi</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—

Grupo	Espécies	Indumento da sépala	Vascularização da sépala	Vascularização da pétala	Vascularização do filete	Nº de carpelos e óvulos	Mesofilo ovariano	Vascularização do ovário	Vascularização do estilete
Plinia	<i>Siphoneugena reitzii</i>	Tector (Adaxial)	Dois feixes colaterais	Três feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com quatro óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Siphoneugena widgreniana</i>	Tector (Ada e Abaxial)	Dois feixes colaterais	Três feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com quatro óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Neomitranthes gemballae</i>	Tector (Adaxial)	Dois feixes colaterais	Cinco ou mais feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com quatro óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Neomitranthes glomerata</i>	Escassos ou ausentes	Dois feixes colaterais	Cinco ou mais feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com cinco óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Neomitranthes obscura</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Plinia brachybotrya</i>	Tector (Ada e Abaxial)	Dois feixes colaterais	Três feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com dez feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Plinia cauliflora</i>	Escassos ou ausentes	Dois feixes colaterais	Três a quatro feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Plinia edulis</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Plinia grandifolia</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Myrciaria cuspidata</i> ¹	Tector (Adaxial)	Um feixe colateral	Um feixe	Um feixe em forma de U	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático/homogêneo	Dois anéis de feixes	Dois feixes colaterais
	<i>Myrciaria floribunda</i>	Tector (Adaxial)	Um feixe colateral	Três feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um Anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
<i>Myrciaria floribunda</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—	

Grupo	Espécies	Indumento da sépala	Vascularização da sépala	Vascularização da pétala	Vascularização do filete	Nº de carpelos e óvulos	Mesofilo ovariano	Vascularização do ovário	Vascularização do estilete
Plinia	<i>Myrciaria glomerata</i>	Tector (Abaxial)	Dois feixes colaterais	Três feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um Anel com oito feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Algrizea macrochlamys</i>	Tector (Ada e Abaxial)	Seis a oito feixes colaterais	Cinco ou mais feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com vários óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com dez feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
	<i>Algrizea minor</i>	Tector (Ada e Abaxial)	Seis a oito feixes colaterais	Cinco ou mais feixes colaterais/anficrivais	Um feixe – anficrival	Dois carpelos com vários óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel com dez feixes colaterais/anficrivais	Quatro feixes colaterais/anficrivais
Psidium	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Psidium australe</i> ⁷	—	—	—	—	Quatro carpelos com vários óvulos/lóculo	Parenquimático	Feixes colaterais dispersos	—
	<i>Psidium cattleianum</i> ⁴	—	—	—	—	Dois carpelos	—	—	—
	<i>Psidium guineense</i> ^{4,7}	—	—	—	—	Três ou quatro carpelos com vários óvulos/lóculo	Parenquimático	Feixes colaterais dispersos	—
Blepharocalyx	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> ^{4,7}	—	—	—	—	Dois carpelos com dois óvulos/lóculo	Parenquimático	Um anel de feixes colaterais	—
Myrtus	<i>Myrtus communis</i> ⁴	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—
Australasian	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ⁴	—	—	—	—	Três carpelos	—	—	—

¹Martos et al. (2017); ²Costa et al. (2010); ³Lopes (dados não publicados, 2008); ⁴Pimentel et al. (2014); ⁵Belsham e Orlovich (2002); ⁶Belsham e Orlovich (2003); ⁷Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011); ⁸Pires e Souza (2011).

Tabela 4. Grupos de Myrteae gerados em estudo filogenético segundo Vasconcelos et al. (2017) com a combinação de dados anatômicos/estruturais de pericarpo, óvulos e sementes de espécies pertencentes ao grupo.

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Eugenia	<i>Eugenia aurata</i> ⁴	Dispersas, região subepidérmica	Nas proximidades dos feixes vasculares e camadas internas do mesocarpo	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Exotesta em paliçada/ tégmen inalterado	Exotesta em paliçada/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia bimarginata</i> ⁴	Dispersas, região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta em paliçada. Meso e endotesta lignificadas/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia hiemalis</i> ²	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta e mesotesta esclerificada/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia longipedunculata</i> ²	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 6 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia paracatuana</i> ²	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas, demais camadas comprimidas, com macroesclereídes/ tégmen comprimido	Paquicalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Eugenia	<i>Eugenia pitanga</i> ¹	Dispersas, região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegmentado	2 interno/ 4 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com esclereídes e mesotesta diferenciada em aerênquima/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia pyriformis</i> ²	—	—	Campilótropo/ bitegmentado	2 interno/ 3 externo	Testa em proliferação/ tégmen multiplicativo	Exotesta com células alongadas. Mesotesta aerênquima diferenciado. Endotesta e tégmen colapsados/ tégmen multiplicativo	Paquicalaza
	<i>Eugenia repanda</i> ²	—	—	Campilótropo	2 interno/ 5 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia subterminalis</i> ²	—	—	Campilótropo/ unitegmentado	2 interno/ 5 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com macrosclereídes. Aerênquima comprimido nas demais camadas/ tégmen comprimido	Paquicalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Eugenia	<i>Eugenia uniflora</i> ²	—	—	Campilótropo/ unitegumentado	2 interno/ 5 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas, mesotesta diferencia-se em aerênquima, posteriormente colapsa junto com a endotesta/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	Grupo X ³	—	—	Hemi-campilótropo, Campilótropo/ bitegumentado	—	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta lignificadas, semente exotestal/ tégmen comprimido	—
	Grupo Y ³	—	—	Hemi-campilótropo, Campilótropo/ bitegumentado	—	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta lignificadas, semente exotestal/ tégmen comprimido	Paquicalaza
	<i>Myrcianthes pungens</i> ²	—	—	Anátropo tendendo a campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 4 externo	Testa em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas. Demais camadas do tegumento diferenciam-se em aerênquima/ tégmen comprimido	Pericalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Pimenta	<i>Campomanesia adamantium</i> ¹	Diversas, dispersas, região subepidérmica	Abundantes no ápice do fruto maduro	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Tegumento seminal delgado formado pela testa/ tégmen comprimido	Paquicalaza
Myrceugenia	<i>Myrceugenia alpigena</i> ¹	Diversas, dispersas no mesocarpo	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Tegumento seminal delgado formado pela testa/ tégmen comprimido	—
Myrcia	<i>Myrcia bella</i> ⁴	Escassas	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Testa e tégmen inalterados	Exotesta em paliçada/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Myrcia laruotteana</i> ⁴	Diversas, região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta em paliçada/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Myrcia multiflora</i> ¹	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exotesta em paliçada/ tégmen comprimido	Paquicalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Plinia	<i>Siphoneugena reitzii</i>	Amplas, dispersas região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas, lignificadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Siphoneugena widgreniana</i>	Amplas, dispersas região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas, lignificadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Neomitranthes gemballae</i>	Amplas, dispersas região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Neomitranthes glomerata</i>	Amplas, dispersas região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Plinia brachybotrya</i>	Amplas, dispersas região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Plinia cauliflora</i>	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Pericalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Plinia	<i>Myrciaria cuspidata</i> ¹	Diversas, internamente no mesofilo externo	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Tegumento seminal delgado formado pela testa/ tégmen inalterado	Paquicalaza
	<i>Myrciaria floribunda</i>	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas diferenciadas em macroesclereídes, mesotesta com células lignificadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Myrciaria glomerata</i>	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta com células alongadas/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Algrizea macrochlamys</i>	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Ausentes	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas diferenciadas em macroesclereídes/ tégmen comprimido	Pericalaza
	<i>Algrizea minor</i>	Diversas, dispersas na região subepidérmica	Em grupos dispersos pelo mesocarpo	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Exotesta com células alongadas diferenciadas em macroesclereídes/ tégmen comprimido	Pericalaza

Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Psidium	<i>Psidium</i> ⁵	—	—	Anátropo/ bitegmentado	2 interno/ 2-5 externo	Exo e mesotesta com células esclerificadas/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta lignificadas/ tégmen comprimido	—
	<i>Psidium australe</i> ⁴	Diversas, região subepidérmica externa	Diversas e mais concentradas, região do mesocarpo	Anátropo/ bitegmentado	2 interno/ 3 externo	Mesotesta com células alongadas com esclereídes/ tégmen inalterado	Mesotesta com células alongadas, camada interna com células lignificadas/ tégmen comprimido	Sarcotesta
	<i>Psidium guineense</i> ⁴	Diversas, região subepidérmica externa	Dispersas, região do mesocarpo	Anátropo/ bitegmentado	2 interno/ 3 externo	Mesotesta com lignificação tardia da parte interna/ tégmen inalterado	Mesotesta com células alongadas, camada interna com células lignificadas/ tégmen comprimido	Sarcotesta
Blepharocalyx	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> ⁴	Dispersas, subjacentes à epiderme externa	Ausentes	Anfítropo	2 interno/ 2 externo	Testa inalterada/ tégmen inalterado	Testa inalterada/ tégmen comprimido	Pericalaza e tegumento sem lignificação
Myrtus	<i>Myrtus communis</i> ⁶	—	—	Anátropo/ bitegmentado	2 interno/ 2-3 externo	Testa multiplicativa/ tégmen inalterado	Testa lignificada/ tégmen comprimido	—

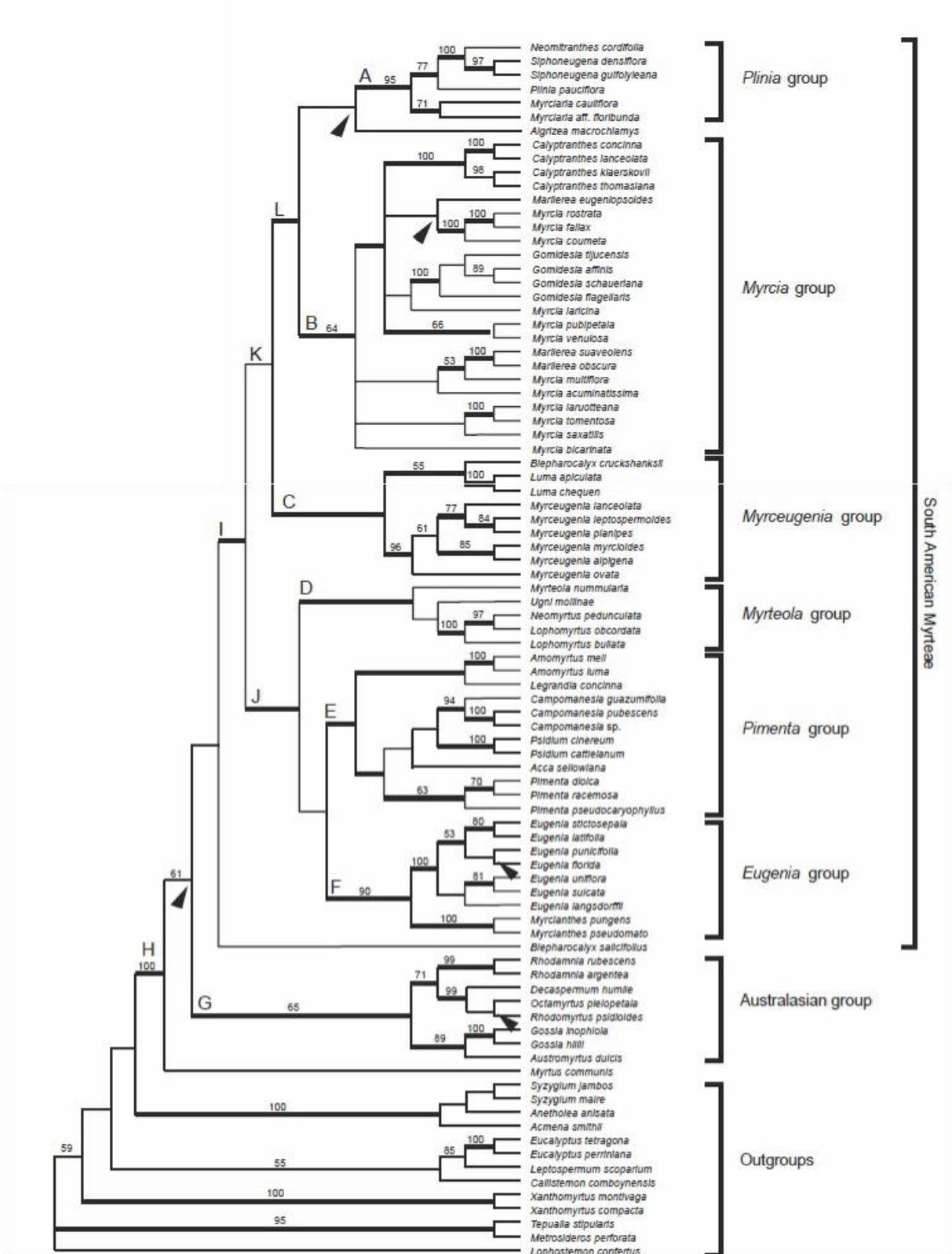
Grupo	Gêneros/ Espécies	Cavidade secretora no pericarpo	Esclereídes no pericarpo	Tipo de óvulo	Nº de camadas tegumento interno/externo	S. desenvol. testa/ tégmen	S. madura testa/tégmen	Observações
Australasian	<i>Rhodomirtus</i> ⁵	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 3-4 externo	Testa multiplicativa, mesotesta com cristais/ tégmen inalterado	Testa lignificada/ tégmen comprimido	—
	<i>Decaspermum fruticosum</i> ⁵	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2 interno/ 2-3 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Exo e mesotesta lignificadas/ tégmen comprimido	—
	<i>Rhodamnia cinerea</i> ⁵	—	—	Campilótropo/ bitegumentado	2-3 interno/ 3-5 externo	Mesotesta em proliferação/ tégmen inalterado	Testa inalterada/ endotégmen	—

¹Machado (dados não publicados, 2014) e Galan et al. (2016) ; ²Sbais (dados não publicados, 2016); ³Van Wyk e Botha (1984); ⁴Moreira-Coneglian (dados não publicados, 2011); ⁵Corner (1976); ⁶Ciccarelli et al. (2005).

Grupo X = *Eugenia capensis*, *E. natalitia*, *E. Simii* e *E. umtamvunensis*

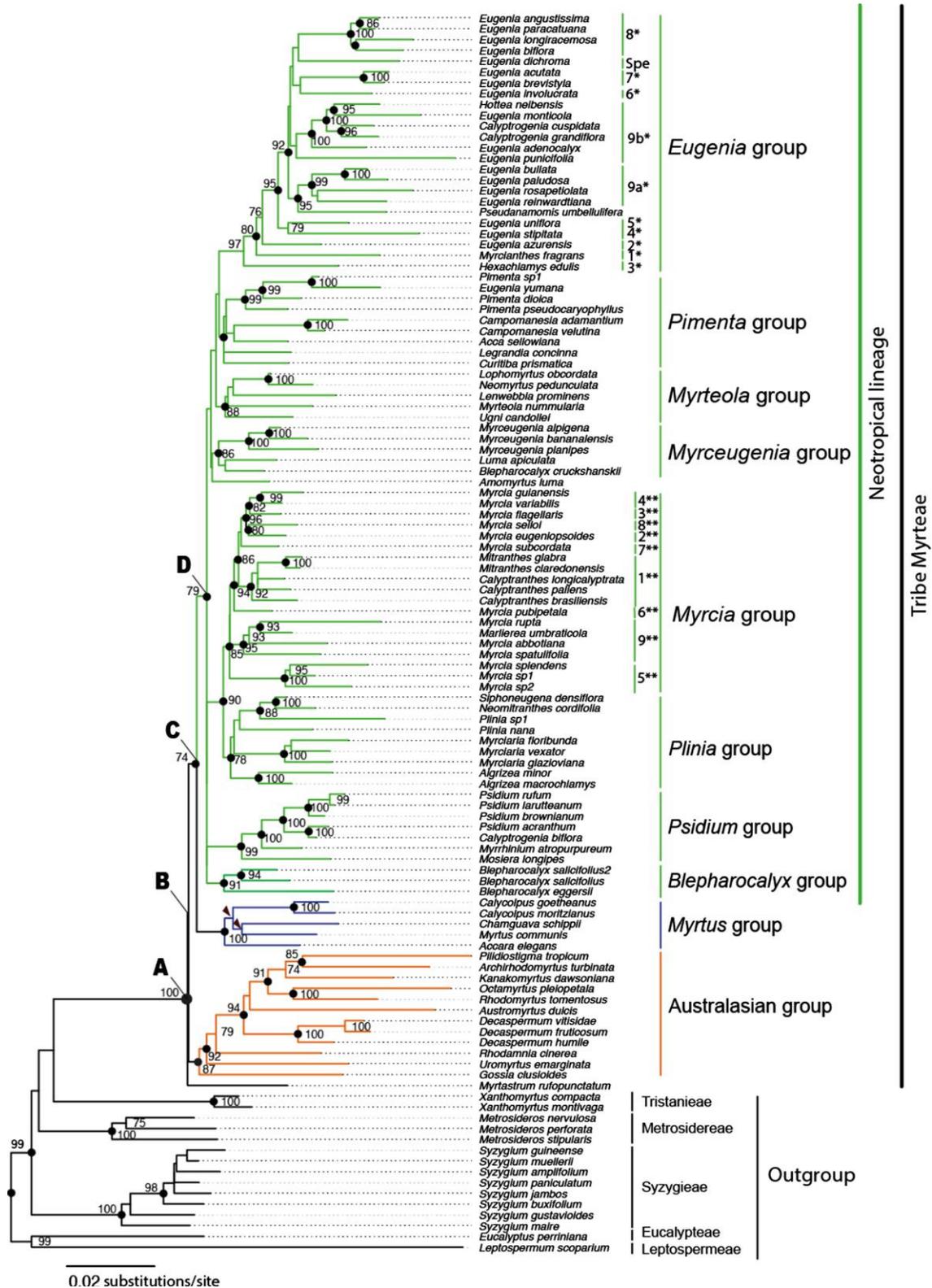
Grupo Y = *E. albenensis*, *E. erythrophylla*, *E. verdooniae*, *E. woodii*, *E. zeyheri*, *E. zuluensis*, *E. sp A.*, *E. sp. B*, *E. sp. C*

ANEXO 2



Anexo 2. Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Lucas et al. 2007).

ANEXO 3



Anexo 3. Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Vasconcelos et al. 2017).

ANEXO 4

Plant Systematics and Evolution

Instructions for Authors

Article types

All papers must focus on timely research which provides new insights into aspects of plant systematics and evolution. The topic should be original and of general interest to our readers.

Original research articles

Present the results of empirical and theoretical investigations, addressing clear questions or hypotheses in plant systematics and evolution.

Review Articles

Survey recent developments and major advances in the field of plant systematics and genome evolution. Reviews should be of interest to a broad audience and they are expected both to summarize existing knowledge and to propose novel ideas and hypotheses for future research. Review Articles will normally be solicited, but authors are welcome to submit proposals to the Editors-in-Chief or to members of the Editorial Board. Manuscripts are subject to the usual review process.

Short communications

These are short papers reporting significant new findings that do not warrant standard full-length treatment with the usual main headings, or that provide corrections, criticisms, or alternative interpretations of results presented in published papers. Short Communications are subject to normal review. Short communication manuscripts should be no longer than 4,000 words.

Editorial Procedure

Important note:

Please follow Instructions for authors carefully. Manuscripts that fail to conform the style of Plant Systematics and Evolution will be returned to authors for completion/correction.

All manuscripts are evaluated by members of the Editorial board (Manager Editors, Editors-in-Chief, and Associate Editors) to determine whether the paper should go forward for peer review. If the paper does not meet the criteria Plant Systematics and Evolution, or the subject of the paper falls beyond the scope of the journal, the submitted manuscript will be returned to the author(s) without further review. We make every effort to do this as quickly as possible to ensure that the authors can take their work forward without unnecessary delays. Papers sent out for review will, typically, be sent to two or three independent referees. Authors are kindly asked to provide a list of reviewers including their scientific relations. Furthermore a short explanation (two sentences) of their findings should be given. The Associate Editors and the Editor-in-Chief then make a decision based on the referees' advice and taking into account the editorial policy of the journal to accept, subject to revision, or reject the paper. The decision to subject a paper to revisions does not imply acceptance. Revised manuscripts must be received within the date stated by the Editor in the decision letter. If resubmitted after this date, the manuscript will be treated as a new submission. All

resubmitted manuscripts will be treated as new submissions and undergo the same review process at the Editors' discretion. The decisions of the Editor-in-Chief are final.

Papers are evaluated for innovations in, significant contributions to, and noteworthy advances in the theoretical or conceptual bases of the subdisciplines of plant biology, and/or novel insights of general relevance to fundamental questions of biology.

We do not encourage purely descriptive submissions of genetic diversity, ultrastructure, reproductive biology or ontogeny. Data gained by such studies should always be put into a broader context with appropriate insights (including meaningful sampling, several related taxa, comparison to other markers etc.) on systematic and evolutionary questions. The same applies for contributions on crop plants, which should have a clear evolutionary/systematic message. We recommend submitting contributions concerning marker development, single species descriptions (unless the importance is justified), or studies of local or regional relevance to more specialized journals. We do not encourage the submission of phylogenetic studies that are based on single markers or rely on outdated techniques.

Papers that contain only previously published data will not be considered.

Manuscript Submission

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Cover Letter / Response to reviewer comments

Include a cover letter that describes the questions addressed or hypotheses tested, the major contribution of your paper to your discipline, and how this contribution is of interest to a broad audience. List any papers on related topics by any of the authors that have been published within the past years or that are in review or in press.

For a revision, include a letter detailing your response to all the review comments.

Title page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Important notes:

Please give also a Running title.

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

Manuscript Structure

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

Introduction

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

Materials and methods

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

Results

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

Discussion

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

Conclusions

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

Taxonomic treatment

Identification key and taxonomic revisions and novelties should be presented in a separate paragraph „Taxonomic treatment“ immediately after „Discussion“ or „Conclusions“. For „Taxonomic treatment“ follow detail instructions given here [PSE tax treatment \(pdf, 97 kB\)](#)

Text

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

[LaTeX macro package \(zip, 181 kB\)](#)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

Please note:

- Contrary to the information given above, please use 12 point Times Roman and simple spacing. A 25 mm margin is preferred for all manuscript pages.
- The use of **footnotes** is discouraged!
- Do not use **line numbering**

Scientific Style

Please always use internationally accepted signs and symbols for units, SI units

Common Latin words (a priori, in vivo, vice versa) and abbreviations (e.g., a.i., vs, s.s., s.l., p.p.) are not italicized.

Generic and infrageneric names should be in italics, higher taxonomic levels in normal text. Use standart abbreviations for taxonomic ranks: cl. (class), ord. (order), fam. (family), tr. (tribe), gen. (genus), subg. (subgenus), sect. (section), ser. (series), sp. (species), subsp. (subspecies), var. (variety), f. (forma) etc. Scientific (Latin) names should conform to the international rules of nomenclature <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>.

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

In principal, voucher specimens documenting all investigated accessions (for population samples at least one specimen per population) are to be deposited in a public herbarium referred to using the acronym given in the “Index Herbariorum” [Thiers B, continuously updated, Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff, New York Botanical Garden, New York, Available at: <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>).

Manuscripts that report data from individual populations must include the GPS coordinates for each of the populations sampled. Geographic names in non-Roman scripts have to be transliterated in accordance with ALA-LC system (<http://www.loc.gov/catdir/cpsd/roman.html>) without diacritics (see “References”). If vouchers or GPS coordinates are unavailable, an explanation must be provided in the cover letter, as well as within the article itself.

PSE requires that supporting data be deposited in an appropriate repository to facilitate reader access prior to final acceptance of the manuscript. Genetic information, such as DNA, RNA, or protein sequences, should be submitted to an appropriate data bank, such as GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) or EMBL (<http://www.ebi.ac.uk/embl/>). Authors are encouraged to archive all sequences generated from next-generation sequencing techniques in a suitable public repository, such as the Sequence Read Archive of NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra>), the Sequence Read Archive of ENA (http://www.ebi.ac.uk/ena/about/sra_submissions), or Dryad. Alignments used to produce phylogenies must be submitted to publicly available site (TreeBase <http://www.treebase.org>, Dryad <http://datadryad.org/>), or to PSE to be published with the paper as Online Appendix.

Generic names of drugs and pesticides are preferred; if trade names are used, the generic name should be given at first mention.

References

Citations:

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

One author: Marhold (1996), (Marhold 1996)

Two authors: Marhold and Lihová (2006), (Marhold and Lihová 2006)

Three and more authors: Španiel et al. (2011), (Španiel et al. 2011)
Same author, multiple citations: Marhold (1994, 1996), (Marhold 1994, 1996)
Same author, same date: Marhold (2013a,b), (Marhold 2013a,b)
Multiple citations: (Frajman and Oxelman 2007; Kolarčík et al. 2010; Hewitt 2011; Španiel et al. 2011a, b; Kučera et al. 2010, 2013)
Manuscripts accepted for publication but not yet published: Smith (in press), (Smith in press)
Unpublished data and manuscripts: P. Mered'a and I. Hodálová (submitted/in prep./unpublished data), (P. Mered'a and I. Hodálová submitted/in prep./unpublished data)
Personal communications: K. Marhold (personal comm./observation), (K. Marhold personal comm./observation)

Reference list:

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Verify all entries against original sources. Double check that all references in the manuscript text are in the References and vice-versa and that they agree in spelling and year. Unpublished data and manuscripts and personal communications are not included in References. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list. Reference list entries should be arranged alphabetically based on the surname of the first or sole author in year order. Where an author has more than one paper in the same year, these should be ordered with single authored papers first followed by two-author papers (ordered first alphabetically based on the second author's surname, then by year) , and then any three-or-more-author papers (in year order only). Italicized letters a, b, c, etc., should be added to the date of papers with the same first authorship and year. Names of all authors should be provided (if given in the original work).

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to B-P-H (Bridson GDR, 2004, BPH-2: Periodicals with Botanical Content. Hunt Institute for Botanical Documentation, Pittsburgh, available at: <http://fmhibd.library.cmu.edu/HIBD-DB/bpho/findrecords.php>). Titles and standard abbreviations of journals can be checked at <http://www.ipni.org/> as well.

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

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

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

Provide publishers for all books or omit them for books published before 1930. Please provide doi if available.

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

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

Book: Fischer MA, Oswald K, Adler W (2008) *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*, 3th edn. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz Book chapter: Armin Meister A., Barow M (2007) DNA Base Composition of Plant Genomes. In: Doležel J, Greilhuber J, Suda J (eds) *Flow cytometry with plant cell*, Wiley-VCH, Weinheim, pp 177–215. doi: 10.1002/9783527610921.ch8

Online document: Anderson GJ, Anderson M, Ray G, Sapio D, Stanford A (2010) Rare and unusual: two dioecious solanums (*S. polygamum*, *S. conocarpum*) from the Caribbean in need of conservation. In: Anonymous (ed.), *Botany 2010*, 31 July–4 August, 2010, Providence, Rhode Island. Available at: <http://2010.botanyconference.org/engine/search/index.php>

Online source: Euro+Med (2006–2014) Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Available at: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>, Accessed 1 March 2014

Dissertation: Meindl C (2011) *New aspects in plant conservation. Phylogeography, population dynamics, genetics and management of steppe plants in Bavaria*. PhD Thesis, University of Regensburg, Regensburg

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

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

Artwork

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

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

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

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number,

Definition: Black and white graphic with no shading.

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

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

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

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for print and online publication.

Color illustrations should be submitted as RGB.

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that.

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware).

Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements).

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

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Aspect ratio: 16:9 or 4:3.

Maximum file size: 25 GB.

Minimum video duration: 1 sec.

Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp.

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”.

Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that.

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material.

Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk).

Please note:

Prepare a short paragraph (legend) describing the content of your Electronic Supplementary Material and place it in your manuscript in front of the References.

Ethical Responsibilities of Authors

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.

The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”).

A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).

No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions

No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.

Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.

Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.

Adding and/or deleting authors and/or changing the order of authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the reason for the change(s) and the contribution role(s) of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.

Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.

Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief’s implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.

If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper

is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

The author's institution may be informed.

Compliance with Ethical Standards

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

Disclosure of potential conflicts of interest

Research involving Human Participants and/or Animals

Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

Disclosure of potential conflicts of interest

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number).

Honoraria for speaking at symposia.

Financial support for attending symposia.

Financial support for educational programs.

Employment or consultation.

Support from a project sponsor.

Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships.

Multiple affiliations.

Financial relationships, for example equity ownership or investment interest.

Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights).

Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

After Acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints. Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

Open Choice

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

[Find more about the license agreement.](#)

English Language Editing

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review. Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

[English language tutorial](#)

[Nature Research Editing Service](#)

[American Journal Experts](#)

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.