

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

PATRICIA GONÇALVES SBAIS

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia*
(Myrtaceae, Myrteae)

Maringá

2016

PATRICIA GONÇALVES SBAIS

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia*
(Myrtaceae, Myrteae)

Dissertação 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 Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientador: Prof. Dra. Káthia Socorro Mathias Mourão

Co-Orientador: Prof. Dra. Mariza Barion Romagnolo

Maringá

2016

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

S276o Sbaais, Patricia Gonçalves
Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia*
(Myrtaceae, Myrteae) / Patricia Gonçalves Sbaais. --
Maringá, 2016.
87 f. : il. col., figs., tabs., + anexo

Orientadora: Prof.a Dr.a Káthia Socorro Mathias Mourão.
Co-orientadora: Prof.a Dr.a Mariza Barion Romagnolo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2016

1. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal - Paquicalaza. 2. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal - pericalaza. 3. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal - Testal. 4. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal - hipóstase. 5. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal - *Myrcianthes*. 6. Myrtaceae - Grupo *Eugenia* - Ontogênese seminal *Eugenia*. I. Mourão, Káthia Socorro Mathias, orient. II. Romagnolo, Mariza Barion, co-orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada. III. Título.

CDD 21.ed. 583.76

MN-003149

FOLHA DE APROVAÇÃO

PATRICIA GONÇALVES SBAIS

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia*

(Myrtaceae, Myrteae)

Dissertação 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 Mestre em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Profa. Dra. Káthia Socorro Mathias Mourão

Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Profa. Dra. Letícia Silva Souto

Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Fiorella Fernanda Mazine Capelo

Universidade Federal de São Carlos

Aprovada em: 29 de fevereiro de 2016. Local de defesa: Anfiteatro José Maria Margarido, Bloco G80, sala 121, campus da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que sempre esteve ao meu lado durante todo o seu desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por sua infinita bondade e presença em minha vida, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, Carlos e Eliane, por serem minha base e sempre me apoiarem em minhas decisões.

Aos meus irmãos Priscila e Carlos Junior, pelos momentos de distração e apoio.

Ao meu amado esposo Luciano, que sempre me apoiou e me incentivou com todo amor e confiança, sendo meu amigo fiel em todos os momentos.

À Profa. Káthia pela confiança, conhecimento, orientação e paciência que sempre demonstrou.

À Profa. Mariza pelo conhecimento, pela identificação das espécies, confiança, auxílio nas coletas, conselhos e colaboração na execução deste trabalho.

À Profa. Marta pelo conhecimento, pela identificação das espécies, auxílio nas coletas e colaboração na execução deste trabalho.

Ao Sobral pelas identificações das espécies.

Ao professor Luiz Antônio pelo conhecimento e apoio.

As minhas amigas Adrielle e Luana pela amizade e por estarem sempre dispostas a ajudar quando precisei.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório Vanessa Harthmann, Andressa, Luciane, Caroline, Raísa, Vanessa Kowalski, Isabele, Lareska, Rosimar, Fabiana, Micheli, Amanda e Kariny, pela ajuda nos momentos em que precisei e pelo carinho.

A CAPES pela bolsa de Mestrado concedida.

Ao Instituto Ambiental do Paraná, pela autorização e auxílio nas coletas.

SUMÁRIO

RESUMO	08
ABSTRACT	09
CAPÍTULO 1	10
Introdução e Revisão de Literatura	11
1 Myrtaceae	11
2 Myrteae	12
3 Grupo <i>Eugenia</i> L (<i>sensu</i> LUCAS et al., 2007)	15
3.1 <i>Myrcianthes</i> O. Berg	15
3.2 <i>Eugenia</i> L.	15
4 Órgãos reprodutivos de Myrtaceae	20
4.1 Flor e fruto	20
4.1 Semente	23
5 Estudos ecológicos	29
6 Espécies selecionadas para o estudo	30
6.1 <i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	30
6.2 <i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	30
6.3 <i>Eugenia paracatuana</i> O. Berg	31
6.4 <i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	32
6.5 <i>Eugenia repanda</i> O. Berg	34
6.6 <i>Eugenia subterminalis</i> DC.	35
6.7 <i>Eugenia uniflora</i> L.	36

6.8 <i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D Legrand	37
7 Área de estudo	38
8 Objetivo	40
Referências	42
CAPÍTULO 2	51
Ontogenese seminal de espécies do grupo <i>Eugenia</i> (Myrtaceae, Myrteae)	52
Resumo	53
Abstract	53
Introdução	55
Materiais e métodos	56
Resultados	56
Discussão	60
Agradecimentos	65
Referências	66
FIGURAS	73
ANEXOS	78

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia* (Myrtaceae, Myrteae). 2016. 93 P. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Biológicas, UEM – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

RESUMO

A inclusão dos gêneros de Myrteae nas subtribos Eugeniinae, Myrciinae e Myrtinae O. Berg foi por muito tempo fundamentada, dentre outras características, no tipo de embrião. Entretanto, as filogenias moleculares combinadas a características morfológicas não sustentam esta circunscrição e sete grupos informais são propostos, sendo os gêneros de Eugeniinae incluídos nos grupos *Eugenia* (*Eugenia*, *Calycorectes*, *Hexachlamys* e *Myrcianthes*) e *Plinia* (*Siphoneugena*, *Neomitranthes*, *Plinia* e *Myrciaria*). A última proposta de circunscrição do grupo *Eugenia* inclui *Myrcianthes* no clado 1, o mais basal e as espécies de *Eugenia* nos cladogramas 2 a 9, além de *Hexachlamys* e *Calycorectes* sinonimizados neste último gênero. O conhecimento da estrutura seminal pode revelar reversões ou paralelismos nos estados deste caráter de uso potencial e seguro nas filogenias. Assim, descreve-se a ontogênese seminal de espécies incluídas em seis dos nove cladogramas do grupo *Eugenia*: *Myrcianthes pungens* (1), *Eugenia pyriformis* (4), *E. longipedunculata*, *E. uniflora* (5), *E. subterminalis* (7), *E. paracatuana*, *E. repanda* (8) e *E. hiemalis* (9). Botões, flores e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento foram processados e analisados segundo técnicas usuais em anatomia vegetal. Os resultados observados e discutidos com os dados descritos na literatura evidenciam que as características promissoras a serem incluídas em estudos filogenéticos do grupo *Eugenia* são: a curvatura do óvulo, o número de tegumentos, a formação da micrópila, a presença de paquicalaza e pericalaza, o grau de fusão dos cotilédones, bem como a origem das estruturas secretoras no embrião. A gradativa esclerificação do tegumento é verificada em direção aos cladogramas mais derivados, bem como o desaparecimento da mesotesta aerenquimática, configurando-se como bons caracteres a serem explorados em estudos futuros.

Palavras-chave: Paquicalaza, pericalaza, testal, hipóstase, *Myrcianthes*, *Eugenia*

Seed ontogeny of species of the *Eugenia* group (Myrtaceae, Myrteae). 2016. 93 P. Msc. Thesis – Center of Biological Sciences, UEM – Maringá State University, Maringá.

ABSTRACT

The circumscription of the Myrteae genera in three subtribes *sensu* O. Berg (Eugeniinae, Myrciinae and Myrtinae) has been a long time based, among other characteristics, on the embryo type. However, the molecular phylogenies combined to morphological features do not support this construction and seven informal groups are proposed. The Eugeniinae genera have been included in *Eugenia* group (*Eugenia*, *Calycorectes*, *Hexachlamys* and *Myrcianthes*) and *Plinia* group (*Siphoneugena*, *Neomitranthes*, *Plinia* and *Myrciaria*). The last proposal in the *Eugenia* group circumscription includes *Myrcianthes* species in the clade 1, the most basal and the species in clades 2 to 9, with *Hexachlamys* and *Calycorectes* synonymised in *Eugenia*. The knowledge of the seed structure can reveal reversals or parallelism in this character state and make its use potential and safe in phylogenies. Thus, it has been described the seed ontogeny of species included in six of the nine clades of the *Eugenia* group: *Myrcianthes pungens* (clade 1), *Eugenia pyriformis* (clade 4), *E. longipedunculata*, *E. uniflora* (clade 5), *E. subterminalis* (clade 7), *E. paracatuana*, *E. repanda* (clade 8) and *E. hiemalis* (clade 9). Floral buds, flowers in anthesis and fruits in different development stages were processed and analyzed by usual techniques of plant anatomy. The observed and discussed results with data reported in the literature show that the promising features to be included in phylogenetic studies of *Eugenia* group are: the ovule curvature, the number of integuments, constitution of the micropyle, the presence of pachychalaza and perychalaza, the degree of the cotyledonous fusion, and the origin of the secretory cavities in the embryo. The gradual lignification of the integument and the disappearance of the aerenchymatic mesotesta is verified towards more derived clades, becoming this characters good to be explored in future studies.

Keyword: Pachychalaza, perychalaza, testal, hypostasis, *Myrcianthes*, *Eugenia*.

CAPÍTULO 1

Introdução e Revisão de Literatura

Introdução e Revisão de Literatura

1 Myrtaceae

Myrtaceae compreende 142 gêneros e 5762 espécies (GOVAERTS et al., 2008) com distribuição principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo com centros de diversidade na Austrália, Ásia e América do Sul e na África com poucas espécies (WILSON et al., 2001). A família se destaca em estudos de levantamentos florísticos realizados no Brasil, ficando entre as dez com maior representatividade (ARANTES; MONTEIRO, 2002; CERVI et al., 2007; CARMO; ASSIS, 2012).

A família tradicionalmente foi dividida em duas subfamílias, Myrtoideae e Leptospermoideae. Em Myrtoideae encontram-se espécies com frutos carnosos, folhas inteiras e opostas, sementes mais desenvolvidas e que se distribuem na América Central e do Sul, no sudeste da Ásia, Austrália até o Pacífico e na Malásia (MC VAUGH, 1968; MABBERLEY, 1997; THORNHILL; MACPHAIL, 2012). As espécies de Leptospermoideae apresentam frutos secos (cápsulas), folhas de arranjo espiralado ou alterno, sementes menos desenvolvidas e possuem maior distribuição do sudeste da Austrália até o Pacífico com poucas espécies na África e no Chile (MC VAUGH, 1968; MABBERLEY, 1997). Os gêneros de frutos capsulares incluem os eucaliptos (*Arillastrum*, *Angophora*, *Corymbia* e *Eucalyptus*) predominantes em muitas florestas esclerófilas e comunidades florestais na Austrália (THORNHILL; MACPHAIL, 2012).

Judd et al. (2009) dão destaque a importância econômica da família: espécies de *Eucalyptus* são utilizadas como fonte de madeira, na indústria cosmética de óleos aromáticos e na indústria farmacêutica na produção de antissépticos; espécies de *Myrtus*, dentre outras, são utilizadas na ornamentação de praças; *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) é utilizado como condimento e espécies como pitanga (*Eugenia uniflora*), goiaba (*Psidium guajava*), jambo (*Syzygium malaccense*) e jabuticaba (*Plinia cauliflora*) são cultivadas por produzirem frutos comestíveis.

A história taxonômica de Myrtaceae é ressaltada no estudo de McVaugh (1968), assim como nos estudos cladísticos que se seguiram na década seguinte realizados por Schmid (1980), Johnson e Briggs (1984) e, posteriormente, nas análises filogenéticas utilizando dados estruturais, citogenéticos e marcadores moleculares desenvolvidas por Conti et al. (1996, 1997),

Gadek et al. (1996), Wilson et al. (2001, 2005), Lucas et al. (2005, 2007), Costa (2009), Biffin et al. (2010), Crisp et al. (2011) e Murillo-A et al. (2013).

Dentre os estudos taxonômicos para a família no Brasil, está o de Mattos (1958, 1983a, b), Legrand (1941), Angely (1965, 1970), Legrand e Klein (1969a, b, 1977, 1978), Nic Lughadha (1996), Landrum e Kawasaki (1997), Soares-Silva (2000), Lima e Guedes-Bruni (2004), Romagnolo e Souza (2004, 2006), Moraes e Lombardi (2006), Rosário e Secco (2006), Souza et al. (2007), Souza e Morim (2008).

A história taxonômica de Myrtaceae revela muitas variações quanto a sua circunscrição. No estudo taxonômico pioneiro de Candolle (1828), Myrtaceae possui cinco tribos: Leptospermeae, Myrteae, Chamaelaucieae, Barringtonieae e Lecythideae. Pimentel (2013) resume em quadro sinóptico as mudanças que ocorreram na classificação de Myrtaceae a partir de Candolle (1828), bem como as principais evidências utilizadas para classificação da família pelos autores (Tabela 1). As propostas fundamentadas em dados moleculares evidenciam que os caracteres estruturais amplamente usados pelos taxonomistas mostram-se inconsistentes, como, por exemplo, o tipo de fruto, seco ou carnoso, que segundo Wilson et al. (2001, 2005) surgiram mais que uma vez independentemente.

2 Myrteae

Myrteae é a tribo de maior diversidade dentro de Myrtoideae e inclui todos os representantes americanos de Myrtaceae, excetuando-se *Tepualia* que pertence a Metrosidereae (LUCAS et al., 2007). No Brasil são descritos cerca de 22 gêneros e 1000 espécies, todas com frutos carnosos e incluídas em Myrteae (SOUZA; LORENZI, 2012).

A história taxonômica da tribo, bem como os caracteres diagnósticos utilizados nas diferentes propostas está resumida na tabela 2, destacando-se o estudo de Candolle (1828) que com base na morfologia do embrião propôs a divisão de Myrteae em três subtribos: Myrciinae que apresenta embriões com cotilédones foliáceos, Eugeniinae possui embriões carnosos com cotilédones plano-convexos e Pimentinae (Myrtinae), por sua vez, possui embriões curvados e enrolados com pequenos cotilédones. Esta subdivisão foi reforçada por Berg (1855-1856, 1857-1859) e perdurou por muito tempo. Porém, estudos recentes baseados principalmente em dados moleculares não sustentam esta divisão tradicional (WILSON et al., 2005; LUCAS et al., 2005, 2007; MURILLO-A et al., 2013).

Autor	Família	Subfamílias	Subdivisão	
			Tribos (t)/Alianças (a)	Caracteres
Candolle (1828)	Myrtaceae		Myrteae (t) Leptospermeae (t) Chamelauceae (t)	Tipo de fruto
Niedenzu (1898) *	Myrtaceae		Myrteae (t) Leptospermeae (t)	Tipo de fruto
Kausel (1956)	Myrtaceae Leptospermaceae			Tipo de germinação
Johnson & Briggs (1979)	Myrtaceae	Myrtoidea Leptospermoideae	<i>Myrcia</i> (a) <i>Myrtus</i> (a) <i>Cryptorhiza</i> (a) <i>Osbornia</i> (a) <i>Meterosideros</i> (a) <i>Heteropyxis</i> (a) <i>Backhousia</i> (a) <i>Eucalyptopsis</i> (a) <i>Eucalyptus</i> (a) <i>Leptospermum</i> (a) <i>Chamelaucium</i> (a)	Anatomia e morfologia do eixo vegetativo e reprodutivo
Schmid (1980)	Myrtaceae	Myrtoidea Leptospermoideae Chamaelaucoideae Psiloxiloideae		Principalmente anatomia e morfologia floral
Wilson <i>et al.</i> (2001, 2005)	Myrtaceae	Myrtoideae Psiloxiloideae	Myrteae (t) Xanthostemoneae (t) Lophostemoneae (t) Osbornieae (t) Melaleuceae (t) Kanieae (t) Backhousieae (t) Metrosidereae (t) Tristanieae (t) Syzygieae (t) Eucalypteae (t) Syncarpieae (t) Lindsayomyrteae (t) Leptospermeae (t) Chamelauceae (t) Psiloxyleae (t) Heteropyxideae(t)	Wilson <i>et al.</i> (2001) Moleculares e morfológicos de Johnson & Briggs (1979) Wilson <i>et al.</i> (2005) Moleculares de plastídeo

*divisão tradicionalmente usada por mais de dois séculos

Tabela 1. Sistemática de Myrtaceae de acordo com diferentes autores (Pimentel, 2013)

A monofilia de Myrteae, sustentada desde os primeiros estudos a discutirem as relações infrafamiliares em Myrtaceae, é reforçada pelas análises com marcadores moleculares em sua maioria combinadas com evidências estruturais, podendo-se destacar: Gadek *et al.* (1996), Wilson *et al.* (2001, 2005), Lucas *et al.* (2005, 2007) e Murillo-A *et al.* (2013). Wilson *et al.* (2005) propõem que as espécies com frutos carnosos de Myrtaceae devem ser reagrupadas em dois clados ou tribos de Myrtoideae, Myrteae e Syzygeae e segundo Lucas *et al.* (2005) nas três subtribos de Myrteae *sensu* Berg, Eugeniinae e Myrtinae parecem polifiléticas, mas a monofilia de Myrciinae é confirmada. O ovário súpero ou semi-ínfero e o fruto deiscente são plesiomorfias em Myrtaceae e os frutos carnosos originam-se em quatro linhagens (GADEK, *et al.*, 1996; WILSON *et al.*, 2001).

O estudo de Lucas et al. (2007) propõe uma nova circunscrição para Myrteae, com sete grupos subtribais informais: Grupo *Plinia*, Grupo *Eugenia*, Grupo *Myrcia*, Grupo *Myrceugenia*, Grupo *Myrteola*, Grupo *Pimenta* e Grupo Australasiano (Anexo 1). Ainda nestas análises os autores afirmam que Eugeniinae e Myrtinae são grupos polifiléticos, e Myrciinae, sem *Myrceugenia* é monofilética. As características estruturais que diferenciam os clados *sensu* Lucas et al. (2007) estão listadas a seguir:

Grupo *Plinia* - cotilédones plano-convexos carnosos, não fusionados, testa não lignificada; média de nove óvulos por ovário; óvulos inseridos num único ponto no septo, geralmente abaixo do ponto médio; placas escalariformes ausentes.

Grupo *Myrcia* - cotilédones foliáceos; testa não esclerificada; média de cinco óvulos por lóculo; óvulos ligados a um único ponto, geralmente abaixo do ponto médio; placas escalariformes ausentes.

Grupo *Myrceugenia* - cotilédones foliáceos ou muito reduzidos, testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por lóculo; óvulos inseridos ao longo do septo; placas escalariformes presentes.

Grupo *Myrteola* - embrião em formato de C; testa esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário; placentação subapical e protudente; placas escalariformes presentes.

Grupo *Pimenta* - embrião em formato de C ou espiralado; testa esclerificada ou não; média de 20 a 120 óvulos por ovário (exceto *Pimenta*); placentação protudente ou ao longo do septo; placas escalariformes ausentes.

Grupo *Eugenia* - cotilédones plano-convexos livres ou totalmente fundidos; testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário; óvulos inseridos em um único ponto do septo; placas escalariformes ausentes; inflorescência racemosa (podendo aparecer fasciculada).

Grupo Australasiano - embrião em forma de C; testa não esclerificada; média de 20 a 70 óvulos por ovário (exceto *Rhodomyrtus*); placas escalariformes ausentes; inflorescência racemosa (exceto *Gossia* e *Decaspermum*).

3 Grupo *Eugenia* (*sensu* LUCAS et al., 2007)

De acordo com Landrum e Kawasaki (1997) *Eugenia*, *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Myrcianthes*, *Siphoneugena*, *Neomitranthes*, *Plinia* e *Myrciaria* são reunidos em Eugeniinae O.

Berg pelo embrião eugenióide com cotilédones espessos, carnosos, plano-convexos que variam de separados a levemente unidos ou fundidos e hipocótilo bem mais curto que os cotilédones, distintos ou não.

No estudo filogenético de Lucas et al. (2007) a monofilia de Eugeniinae não é suportada e *Neomitranthes*, *Plinia*, *Myrciaria* e *Siphoneugena* constituem o grupo *Plinia* não irmão do grupo *Eugenia*, este último incluindo *Myrcianthes* e *Eugenia*. Mazine et al. (2014) destacam que *Myrcianthes* caracteriza-se pelo embrião com cotilédones plano-convexos separados e pelas inflorescências em dicásio, algumas vezes com uma única flor.

3.1 *Myrcianthes* O. Berg

Myrcianthes O. Berg é representado por espécies arbóreas ou arbustivas com tricomas simples, inflorescências com uma ou várias flores frequentemente um dicásio de 3-7 flores; as flores são 4-5-meras; o cálice é aberto; o ovário é geralmente bilocular; os óvulos são poucos a muitos por lóculo; o fruto é coroado pelos lobos do cálice; apresenta 1-2 sementes de tegumento membranáceo; e o embrião apresenta 2 cotilédones plano-convexos não fusionados (LANDRUM; KAWASAKI, 1997). Este gênero é essencialmente Andino e é constituído por 37 espécies distribuídas da Flórida e por toda a América Tropical (WCSP 2016). No Brasil são aceitas oito espécies para o gênero de ocorrência registrada em Roraima, Pernambuco, Sergipe, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Sobral et al., 2003).

3.2 *Eugenia* L.

Eugenia foi descrito por Linnaeus em 1753 e várias espécies do Velho e do Novo Mundo foram incluídas neste gênero. Em seu estudo Schmid (1972c) chama a atenção sobre a complexidade taxonômica do gênero e destaca que 35 espécies do Velho Mundo poderiam ser incluídas em *Syzygium* com base no tipo de suprimento vascular ovular, sendo em *Eugenia*, transeptal e, em *Syzygium*, axial.

O gênero possui aproximadamente 1009 espécies, sendo o mais numeroso de Myrtaceae na América Tropical (GOVAERTS et al., 2008). Segundo Landrum e Kawasaki (1997) o gênero é encontrado no México, Caribe até o norte da Argentina com poucas espécies na África. No Brasil são aceitas 388 espécies, sendo 302 endêmicas com distribuição por todo país

(SOBRAL et al., 2014). As formações vegetacionais do Brasil possuem grande representatividade do gênero (ARANTES; MONTEIRO, 2002).

Para Lucas et al. (2007) *Eugenia* se originou no oeste e sudeste da América do Sul, se espalhando dos Andes para o norte e nordeste do continente. Algumas espécies são cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais, pelos seus frutos comestíveis, podendo-se citar como exemplo: *Eugenia brasiliensis* Lam. (grumixama), *Eugenia uniflora* L. (pitanga), *E. involucrata* DC. (cereja-do-rio-grande) e *E. pyriformis* Cambess. (uvaia); no Brasil o gênero se destaca com grande riqueza em espécies arbóreas comuns nas Florestas Ombrófilas e Semdecíduas (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). Além do cultivo devido aos frutos comestíveis por suas flores vistosas algumas espécies são utilizadas na ornamentação (SOUZA; LORENZI, 2012).

As espécies de *Eugenia* caracterizam-se pelo hábito arbustivo ou arbóreo (3-12 metros de altura), podendo apresentar ou não tricomas simples ou dibrâquiados, folhas opostas e flores solitárias ou em racemos, quase sempre com eixo reduzido, inflorescências em fascículos com flores sésseis ou pediceladas, ou dicásios e com menos frequência panículas; apresentam duas bractéolas; suas flores são tetrâmeras com sépalas livres, sendo duas maiores e duas menores, persistentes até o fruto, com coloração variando de brancas, rosadas a azuladas; possuem antopódio, perfis livres que persistem ou sucumbem; formada quase sempre por quatro pétalas com tamanhos parecidos; as anteras se abrem longitudinalmente; o hipanto não se eleva sobre o ovário que é bilocular, com 4 a 20 óvulos por lóculo; os frutos são do tipo baga, com as sépalas persistentes e uma ou duas sementes, com testa membranosa cartilaginosa, embrião eugenióide, cotilédones concrecidos e radícula inconspícua (HOLST; KAWASAKI, 2002; HOLST et al., 2003; KAWASAKI, 1984-1989; MC VAUGH, 1968-1969; ROTMAN, 1995; SANCHEZ-VINDAS, 1990; ROMAGNOLO, 2006). Poucos representantes deste gênero podem possuir tricomas hialinos na parede interna do ovário e algumas espécies apresentam eixos floríferos que voltam a gerar folhas após o desenvolvimento das flores (SOBRAL, 2003).

Barroso et al. (1999), descrevem para *Eugenia* frutos do tipo bacáceo, com pericarpo espesso ou pouco espesso, com espaço central dividido ou não por septos, com poucas sementes, sem polpa. Sua coloração pode variar de amarela, alaranjada, vermelha vinácea ou preta, com cálice persistente (ROMAGNOLO, 2006). O embrião é do tipo ovóide, elipsóide globoso, obovóide ou claviforme, sem distinção dos cotilédones (BARROSO et al., 1999; ROMAGNOLO, 2006).

Berg (1856) separa *Eugenia* em oito grupos informais de acordo com o tipo de inflorescência: *Eugenia* sect. *Biflorae*, *Eugenia* sect. *Corymbiflorae*, *Eugenia* sect. *Dichotomae*, *Eugenia* sect. *Glomeratae*, *Eugenia* sect. *Racemosae*, *Eugenia* sect. *Racemulosae*, *Eugenia* sect. *Umbellatae* e *Eugenia* sect. *Uniflorae*. Mazine-Capelo (2006) em seu estudo de filogenia com ênfase em circunscrição infragenérica de *Eugenia* sugere sete seções, incluindo *Calycorectes* e *Hexachlamys* como sinônimos de *Eugenia*. Os autores evidenciam ainda que as inflorescências mais encontradas em *Eugenia* são racemos precoces ou não, racemo umbeliforme, glomérulo, botrióide, dibótrio, dicásio, flores isoladas e superimpostas e aos pares (Figura 1).

Originalmente Berg (1857, 1858, 1859) descreveu *Eugenia* sect. *Uniflorae* por possuir flores solitárias, compreendendo 60 espécies sendo 40 brasileiras. *Eugenia* sect. *Biflorae* possui flores dispostas aos pares com 101 espécies sendo 75 brasileiras. *Eugenia* sect. *Glomeratae* apresenta flores em glomérulos e das 55 espécies descritas 30 são brasileiras. *Eugenia* sect. *Umbellatae* apresenta flores dispostas em fascículos com 86 espécies e 64 brasileiras. *Eugenia* sect. *Corymbiflorae* com disposição em fascículos corimbosos tem 15 espécies sendo 12 brasileiras. *Eugenia* sect. *Dichotomae* com flores em dicásios totaliza 52 espécies brasileiras. *Eugenia* sect. *Racemosae* é caracterizada por flores dispostas em racemos meio alongados, podendo ser paniculados, com 37 espécies brasileiras. *Eugenia* sect. *Racemulosae* apresenta racemos mais curtos, paucifloros com 15 espécies brasileiras.

Hexachlamys foi descrito por Berg (1856) compreendendo uma única espécie. Segundo Legrand e Klein (1997) o gênero possui 10 espécies com distribuição desde a Bolívia ao sul e sudeste do Brasil, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai. A característica que distingue *Hexachlamys* de *Eugenia* é a presença de flores pentâmeras no primeiro gênero e tetrâmeras no segundo (LANDRUM; KAWASAKI, 1997), mostrando-se insuficiente esta diferenciação (SOBRAL, 2003)

Tabela 2. Sistemática de Myrteae segundo diferentes autores.

	Subtribo	Gênero	Característica
	Myrciinae		
Candolle (1826)	Eugeniinae		Tipo de embrião
	Pimentinae		
Berg (1855-1856, 1857-1859)	Myrtinae		Número de lóculos e de óvulos por lóculo, hipanto e tipo de embrião
	Myrciinae		
	Eugeniinae		
	Grupo 1	<i>Myrciinae,</i> <i>Myrceugenia,</i> <i>Nothomyrcia</i>	
	Grupo 2	<i>Calycorectes,</i> <i>Myrciaria, Eugenia,</i> <i>Siphoneugenia, Plinia</i>	
McVaugh (1968)	Grupo 3	<i>Myrcianthes, Ruclea,</i> <i>Pseudonamomis,</i> <i>Luma</i>	
	Grupo 4	<i>Parvala, Britoa,</i> <i>Campomanesia, Temu</i>	Morfologia do embrião, tipo de inflorescência, tegumento seminal, cotilédones e ovário.
	Grupo 5	<i>Myrtus, Calycolpus,</i> <i>Psidium, Ugni,</i> <i>Myrteola, Amomyrtus,</i> <i>Amomyrtella</i>	
	Grupo 6	<i>Pseudocaryophyllus,</i> <i>Pimenta</i>	
	Grupo <i>Plinia</i>	<i>Myrciaria, Plinia,</i> <i>Neomitranthes,</i> <i>Siphoneugenia,</i> <i>Algrizea</i>	
	Grupo <i>Myrcia</i>	<i>Calyptranthes,</i> <i>Marlierea, Myrcia,</i> <i>Gomidesia</i>	
	Grupo <i>Myrceugenia</i>	<i>Blepharocalyx</i> <i>crushanskii, Luma,</i> <i>Myrceugenia</i>	
Lucas et al. (2007)	Grupo <i>Myrteola</i>	<i>Myrteola, Ugni,</i> <i>Neomyrtus,</i> <i>Lophomyrtus</i>	Tipo de tegumento seminal, forma do embrião, nº de óvulos, placentação, elementos de vasos e tipo de inflorescência.
	Grupo <i>Pimenta</i>	<i>Amomyrtus,</i> <i>Legnadia,</i> <i>Campomanesia,</i> <i>Psidium, Pimenta,</i> <i>Acca</i>	
	Grupo <i>Eugenia</i>	<i>Eugenia, Myrcianthes</i>	
	Indefinido	<i>Blephalocalyx</i> <i>salicifolius</i>	
	Grupo Australasiano	<i>Decaspermum,</i> <i>Octamyrtus,</i> <i>Rhodomyrtus, Gossia,</i> <i>Austromyrtus, Myrtus</i>	

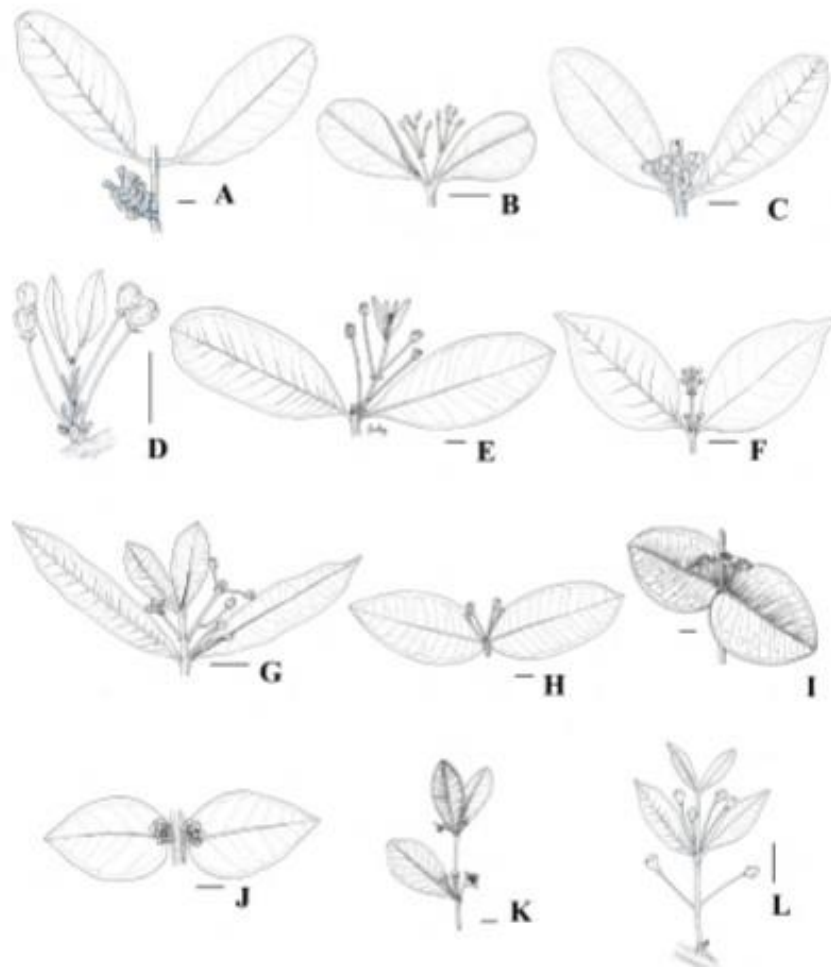


Figura 1. Imagem dos tipos de inflorescências encontrados em *Eugenia*. A-C Racemos; D-E Racemos precoces; F- Botrióide; G- Dicásio; H-I Racemos umbeliforme; J- Glomérulos; K- Bifloras; L- Flores isoladas ou superimpostas (FARIA-JUNIOR, 2010).

Niedenzu (1893) caracteriza *Phyllocalyx* pelas flores vistosas com lobos do cálice também vistosos e na maioria das vezes foliáceos. Sobral (2003) caracteriza o gênero *Stenocalyx* pelos eixos floríferos que voltam a originar folhas normais depois do desenvolvimento das flores. Sua inflorescência possui brácteas oblongas aglomeradas na base. Segundo Rotman (1982) e Soares-Silva (2000) *Calycorectes* possui aproximadamente 13 espécies que se distribuem desde o México até a Argentina. Sobral (2003) diferencia *Calycorectes* de *Eugenia* pelos lobos do cálice soldados.

Landrum e Kawasaki (1997) sugere a sinonização de *Calycorectes* e *Hexachlamys* em *Eugenia*. Esta sugestão é reforçada por que comentam que os limites genéricos desse grupo são vagos, havendo necessidade de mais estudos para a solução de tal questão. Mattos (1995, 2005) propõem a criação dos subgêneros (*Calycorectes*) O. Berg Mattos e (*Hexachlamys*) O. Berg

Mattos com novas combinações para os nomes específicos dos dois gêneros em *Eugenia*. Mazine-Capelo (2006) em estudo filogenético realizado para avaliar a monofilia das seções de *Eugenia* conclui que as seções *Dichotomae*, *Phyllocalyx*, *Racemosae*, *Eugenia* e *Umbellatae* são monofiléticas se *Calycorectes* e *Hexachlamys* forem incluídos como seções independentes. Em *Calycorectes* os lobos do cálice são fundidos no botão e se rasgam irregularmente na antese, enquanto em *Eugenia* os lobos cálice se abrem de forma regular, distinção considerada por alguns autores como insuficiente para justificar o reconhecimento genérico, daí a nomenclatura inconsistente (MAZINE et al., 2014).

A última proposta de circunscrição do grupo *Eugenia* é a de Mazine et al. (2014) com nove clados que incluem as espécies de *Eugenia*, além de *Hexachlamys* e *Calycorectes* sinonimizados neste gênero (Tabela 3). As espécies de *Myrcianthes* nesta proposta constituem o clado I.

4 Órgãos reprodutivos de Myrtaceae

4.1 Flor e fruto

De Candolle (1828) separou os grupos dentro de Myrtaceae de acordo com o tipo de fruto. Outra característica que se destaca e é utilizada até os dias atuais para delimitação dos grupos é a morfologia do embrião (SOBRAL, 2003). Sendo assim fica clara a importância dos estudos morfológicos e anatômicos na sistemática Botânica, especialmente as análises ontogênicas que podem explicar reversões ou paralelismos evolutivos do caráter estudado, tornando, assim, o seu uso seguro nas discussões filogenéticas. Entretanto, estudos de ontogênese de órgãos reprodutivos em angiospermas são escassos se considerarmos a diversidade do grupo. Ainda a descrição anatômica de várias espécies muitas vezes torna-se inviável devido ao tempo necessário para que se obtenham todos os estádios de desenvolvimento necessários a este tipo de pesquisa.

Apesar da importância de caracteres relacionados ao fruto e as sementes da família desde as primeiras delimitações de Myrtaceae, os estudos sobre morfoanatomia e ontogênese de órgãos reprodutivos na família foram realizados principalmente com espécies australianas e africanas. A maioria das espécies descritas apresenta frutos secos e os caracteres estudados são principalmente florais. Dentre estes estudos, destacam-se: Schmid (1972a,b,c), Drinnan e Ladiges (1988, 1989a,b), O'Brien (1964), Orlovich et al. (1996), Ladd et al. (1999), Orlovich et al. (1999), Carrucan e Drinnan (2000), Volgin e Stepanova (2001, 2002a,b), Belsham e

Orlovich (2002, 2003a,b); Tantawy (2004), Volgin e Stepanova (2004), Bohte e Drinnan (2005a, b), Carrucan e Drinnan (2005), Volgin e Stepanova (2006), Pimentel (2010), Costa et al. (2010), Moreira-Coneglian (2007, 2011), Pimentel et al. (2014) e Martos et al. (dados não publicados).

Grupos informais	Combinação de caracteres
<i>Eugenia</i> clado 9	Flores solitárias ou reunidas em cachos, fascículos, racemos; quando em racemos, o pedicelo floral é pelo menos 4 vezes mais longo do que o entrenós da inflorescência; bractéolas geralmente persistem na antese, sendo raramente decíduas; flores não vistosas, lobos do cálice curtos, não vistosos; flores sem brácteas ou com brácteas muito curtas, não cobrindo o pedicelo; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia</i> clado 8	Flores arrançadas exclusivamente em racemos ou diplobótris; pedicelos duas vezes mais longos do que os entrenós da inflorescência; lobos do cálice 4, livres no botão floral; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia</i> clado 7	Cálice fechado no botão, rasgando-se irregularmente ou regularmente em 4 lobos iguais; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia</i> clado 6	Flores solitárias, axilares e vistosas; bractéolas geralmente persistentes na antese; lobos do cálice 4, livres no botão floral, vistosos, frequentemente foliáceos; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa. Paraguai e Argentina ao Nordeste do Brasil
<i>Eugenia</i> clado 5	Flores precoces (aparecem antes ou com as novas folhas); flores agrupadas em pares decussados em torno da gema axilar que cresce em ramo frondoso; brácteas não foliáceas na base dos pedicelos com frequência fortemente imbricadas, oblongas e agrupadas (flores nascem em ramos menores que produzem folhas depois da floração em arranjo superficialmente similar ao das flores solitárias, mas estas inflorescências têm brácteas imbricadas, oblongas e densamente agrupadas); lobos do cálice 4, livres no botão floral; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia</i> clado 4	Flores em dicásio ou botrióides (ráquis terminada em uma flor); bractéolas decíduas na antese; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia</i> clado 3	Flores em fascículos, raramente solitárias, cálice geralmente 5-mero (mas variando de 4-6); ovário bi a trilocular; 2-3 óvulos por lóculo.
<i>Eugenia</i> clado 2	Flores simples ou arrançadas em fascículos; bractéolas filiformes e decíduas; frutos grandes e comestíveis; ovário bi a tetralocular.

Tabela 3. Grupos informais de *Eugenia* gerados em estudo filogenético com a combinação dos caracteres estruturais úteis a esta circunscrição segundo Mazine et al. (2014).

Schmid (1972a,b,c) deu grande importância à vascularização floral em Myrtaceae e classificou o arranjo dos feixes mais calibrosos no tubo floral nas proximidades do lóculo como

monocíclico (um anel), zonocíclico (muitos feixes dispersos em faixa anelar sem fileiras definidas) e policíclico (com dois ou mais anéis concêntricos dispostos em raios definidos ou não), utilizando estes dados na definição do tipo de hipanto associado ao gineceu, apendicular e receptacular. Outra característica importante destacada pelo autor foi o tipo de suprimento vascular ovular utilizado na delimitação de gêneros de difícil circunscrição como *Eugenia sensu stricto* (vascularização transeptal) e *Syzygium sensu lato* (vascularização axial). Para Lucas et al. (2007) há falta de estudo relacionada a este aspecto para outras espécies da família e concluem que o suprimento vascular ovular do tipo transeptal seja característico de Myrteae. Martos et al. (dados não publicados) afirmam que existem controvérsias quanto ao tipo de hipanto associado ao ovário em Myrtaceae devido aos critérios que os diferentes autores têm considerado para fazer esta classificação e que uma uniformização faz-se necessária quando da utilização deste caráter em discussões filogenéticas.

Barroso et al. (1999) destacam a importância do fruto na resolução de problemas taxonômicos em Myrtaceae. As autoras descrevem que os frutos na família podem ser globosos, obovóides, oblongos, piriformes, elipsóides ou lageniformes, sulcados ou lisos, glabros ou pilosos. No Brasil as espécies nativas apresentam seus frutos do tipo baga (BARROSO et al., 1999; LANDRUM; KAWASAKI, 1997), com coloração e textura variada associada a dispersão geralmente endozoocória (NIC LUGHADHA; PROENÇA, 1996; PIZO, 2003).

Wilson et al. (2001) em sua análise filogenética afirmam que o fruto deiscente é um caráter plesiomórfico em Myrtaceae, sendo que o fruto indeiscente teria surgido em quatro momentos diferentes durante a evolução da família. Para Gadek et al. (1996) e Wilson et al. (2001) o caráter fruto carnoso tem três origens e é homoplástico. Biffin et al. (2010) acrescentam dados a inferência de Wilson et al. (2001) e reforçam que o caráter fruto carnoso é homoplástico e teve três origens em Myrtaceae sugerindo parafilia ou polifilia com *Xanthomyrtus* um gênero que predomina no território americano, e Syzigeae tribo australiana, constituindo linhagens diferentes e bem suportadas.

Moreira-Coneglian (2007) chama atenção para o fato de que a maioria dos estudos relacionada aos frutos na família é com espécies de interesse econômico. É importante salientar que as classificações quanto ao tipo de fruto são baseadas em critérios quase exclusivamente morfológicos e que estudos ontogênicos podem alterar as discussões quanto a este caráter nas propostas de classificação e nas filogenias.

Estudos ontogênicos do pericarpo em Myrtaceae são escassos e foram realizados com espécies de Myrteae, destacando-se Landrum (1982) com espécies de *Campomanesia*, Moreira-Coneglian (2007, 2011) com espécies de *Eugenia*, *Myrcia*, *Psidium*, *Campomanesia* e *Blepharocalyx* e Galan et al. (2016) com espécies representando cinco dos seis clados sulamericanos de Myrteae *sensu* Lucas et al. (2007). Galan et al. (2016) indicam alguns estados do caráter ontogênese do pericarpo promissores para uso nas discussões filogenéticas da tribo, tais como: sentido do alongamento de camadas do pericarpo, regiões que mais se desenvolvem em relação ao círculo de feixes calibrosos, diferenciação de tecido esponjoso e esclerenquimático e posição e diferenciação das cavidades secretoras de óleo.

4.2 Semente

Desde as primeiras propostas de classificação em Myrtaceae a estrutura seminal foi utilizada na delimitação de categorias taxonômicas. McVaugh (1968) evidencia a variação na espessura dos tegumentos entre as três tribos de Myrteae propostas por Candolle (1828): Myrciinae apresenta testa cartilaginosa, fina e frágil, em Eugeniinae, a maioria das espécies tem tegumento fino, membranoso e coriáceo e em Myrtinae, algumas espécies possuem glândulas no tegumento, o qual é muito espesso, extremamente lustroso e duro. Além disso, Mc Vaugh (1968) afirma que a presença de cotilédones finos em comparação aos cotilédones ricos em substâncias armazenadas sugere menor especialização.

Corner (1976) descreve anatomicamente 20 espécies de Myrtaceae e destaca que os óvulos variam de anátropas a campilótropas, de uni a bitegmentados, crassinucelados, com tegumento externo apresentando de 2-8 camadas de células e o interno de 2-4 e que a micrópila é formada somente pela exóstoma. O autor descreve ainda que as sementes podem ser anátropas, campilótropas ou hemítropas, em alguns casos aladas, sem ou com pouco endosperma e sem arilo; na semente madura, a testa multiplicativa ou não se desenvolve em tecido espesso e esclerificado e o tégmen é não multiplicativo e colapsado. A síntese das descrições anatômicas das sementes das espécies de frutos carnosos realizadas pelo autor encontra-se na figura 5, a exceção de *Eugenia*, cujas características sumarizadas na tabela são de autores que realizaram estudos ontogênicos detalhados de espécies deste gênero.

Para Corner (1976) a estrutura seminal suporta a divisão da família em gêneros com frutos do tipo cápsula e baga; nos gêneros com frutos do tipo baga (*Decaspermum*, *Myrtus*, *Psidium*, *Rhodamnia* e *Rhodomyrtus*) a testa é inteira esclerótica, exceto por umas poucas células mais internas com paredes finas; nos gêneros com frutos capsulares a testa é em geral

não multiplicativa; as células da exotesta são de parede espessa, as da mesotesta têm paredes finas e as da endotesta formam uma camada cristalífera. Para o autor a semente do ancestral das mirtáceas era testal e toda esclerificada e os outros tipos apareceram por simplificação deste; isto significa que as bagas conservaram este caráter, apesar do esperado é que este fosse o padrão nas cápsulas; desta forma afirma que as cápsulas secas na família são muito mais derivadas e que teriam evoluído de grandes cápsulas carnosas que se fecharam e originaram as bagas.

Landrum (1982) descreve a estrutura das sementes de *Campomanesia*, Landrum e Sharp (1989) as sementes de Myrtinae americanas e Van Wyk e Botha (1984) realizaram estudos ontogenéticos em sementes de espécies de *Eugenia*. Moreira-Coneglian (2007, 2011) descreve em detalhes o desenvolvimento das sementes de *Eugenia puniceifolia*, *E. aurata*, *E. bimarginata*, *Myrcia bella*, *M. laurotteana*, *Campomanesia pubescens*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Psidium australe* var. *argenteum* e *P.guineense* e Machado et al. (dados não publicados) de *Eugenia pitanga*, *Campomanesia adamantium*, *Myrceugenia alpigena*, *Myrcia multiflora* e *Myrciaria cuspidata*.

Na tabela 4 encontram-se espécies descritas quanto a estrutura seminal por diferentes autores e um resumo das suas principais características. Entretanto, aspectos importantes são destacados a seguir.

A presença de paquicalaza, pericalaza e sarcotesta é descrita por Corner (1976) e Moreira-Coneglian (2007, 2011) nas espécies analisadas de Myrtaceae. Moreira-Coneglian (2007, 2011) descreve sementes paquicalazais em *Eugenia puniceifolia*, *E. aurata* e *E. bimarginata*, pericalazal em *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcia bella* e *M. laurotteana* e com calaza ampla chegando até o hilo em *Campomanesia pubescens*, entretanto a autora diz que devido a falta de estudos com mais espécies, essas estruturas são pouco conhecidas. Machado et al. (dados não publicados) encontraram paquicalaza em *Eugenia pitanga* e *Myrciaria cuspidata* e destacam alguns estados do caráter ontogênese seminal que podem ser promissores às discussões filogenéticas de Myrteae: os tipos de óvulos, a variação no número de tegumentos e das camadas de células que os constituem; a presença de obturador; a curvatura da semente; presença de paquicalaza ou pericalaza; testa multiplicativa; e a presença e posição de células lignificadas ao final do desenvolvimento seminal.

As descrições apontam para a ocorrência de óvulos bitegumentados na maioria das espécies de Myrteae (CORNER, 1976; VAN WYK; BOTHA, 1984; MOREIRA-

CONEGLIAN, 2007, 2011; PIMENTEL, 2010; PIMENTEL et al., 2014; MACHADO et al., dados não publicados). Apesar da maioria das espécies apresentarem óvulos bitegmentados, Lopes (2008) descreve apenas um tegumento em *Eugenia uniflora*. Tobe e Raven (1983) registram em *Eugenia* spp. e *Syzygium* óvulos unitegmentados, mas afirmam que a presença de apenas um tegumento em *Eugenia* poderia ser melhor confirmado em estudos embriológicos do gênero.

Van Wyk e Botha (1984) e Pimentel et al. (2014) descrevem um tegumento em espécies de *Syzygium*. Esses autores afirmam que a presença de um tegumento nas espécies de *Eugenia* descritas na literatura, possa na verdade ser de espécies de *Syzygium*, apresentando-se neste gênero como condição derivada pela perda de um tegumento durante a evolução da família. Wilson (2011) reforça esta afirmação. Para Pimentel (2013) os clados sulamericanos de Myrteae adquiriram um segundo tegumento, sendo assim, uma reversão à condição plesiomórfica bitegmentada da família e que a presença de um tegumento em óvulos de *Eugenia uniflora* descrita por Lopes (2008) deve-se a uma reversão que representa uma autapomorfia para a espécie. Deve-se ressaltar que em seu estudo Lopes (2008) não realizou a ontogênese do óvulo para confirmar este aspecto, podendo ter ocorrido a perda do segundo tegumento durante a ontogênese ovular.

A separação de espécie sulfricanas de *Eugenia* nos grupos X e Y, com base na estrutura seminal, realizada por Van Wyk e Botha (1984) foi sustentada por estudo filogenético molecular posterior realizado por Merwe et al. (2005). Este estudo incluiu também espécies do gênero que ocorrem em outros países, incluindo três espécies do Brasil (*Eugenia cerasiflora*, *E. involucrata* e *E. microphylla*). Os resultados evidenciam relação das espécies sulfricanas do grupo X com as *Eugenia* do Novo Mundo e as do grupo Y com as do Velho Mundo. Estes resultados reforçam a importância da estrutura seminal no estabelecimento das relações entre as espécies de *Eugenia*, bem como na sua aplicação em discussões que envolvem as propostas filogenéticas do gênero.

Clados (Lucas et al. 2007)	Espécies/ ou gênero	Tipo de Óvulo	N. Camadas Teg. Interno	N. Camadas Teg. Externo	S. desen. Testa	S. desen. Tégmen	S. madura Testa	S. madura Tégmen	Particularidades
Grupo <i>Plinia</i>	<i>Myrciaria delicatula</i> *****	Campilótropo Bitegumentado	2	2	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Teg. Seminal delgado formado somente pela testa	Inalterado e comprimido	Paquicalaza
Grupo <i>Myrcia</i>	<i>Myrcia bella</i> ****	Campilótropo Bitegumentado	2	3	Inalterada	Inalterado	Exotesta em paliçada	Inalterado e comprimido	Pericalaza
	<i>Myrcia laruotteana</i> ****	Campilótropo Bitegumentado	2	3	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta em paliçada	Inalterado e comprimido	Pericalaza
	<i>Myrcia multiflora</i> *****	Campilótropo Bitegumentado	2	2	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta em paliçada	Inalterado e comprimido	Paquicalaza
Grupo <i>Myrceugenia</i>	<i>Myrceugenia alpigena</i> *****	Campilótropo Bitegumentado	2	2	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Teg. Seminal delgado formado somente pela testa	Inalterado Comprimido	
Grupo <i>Pimenta</i>	<i>Campomanesia adamantium</i> *****	Campilótropo Bitegumentado	2	3	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Teg. Seminal delgado formado somente pela testa	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Psidium</i> *	Anátropo Bitegumentado	2	2-5	Exotesta e mesotesta com células esclerificadas	Inalterado	Mesotesta e exotesta lignificadas	Inalterado e comprimido	
	<i>Psidium australe</i> var. <i>argenteum</i> *****	Anátropo Bitegumentado	2	3	Mesotesta céls. alongadas radiamente, parte interna esclereídes	Inalterado	Mesotesta camada externa com céls. alongadas radiamente, camada interna células lignificadas	Inalterado e comprimido	Sarcotesta
	<i>Psidium guineense</i> *****	Anátropo Bitegumentado	2	3	Mesotesta parte interna tardiamente lignificada	Inalterado	Mesotesta camada externa com céls. Alongadas radiamente, camada interna células lignificadas	Inalterado e comprimido	Sarcotesta

Grupo Eugenia	<i>Eugenia aurata</i> ****	Campilótropo Bitegumentado	2	3-4	Exotesta paliçada, Mesotesta proliferação e lignificação	Inalterado	Exotesta em paliçada, meso e endotesta lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia bimarginata</i> ****	Campilótropo Bitegumentado	2	3-4	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta em paliçada, meso e endotesta lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia pitanga</i> *****	Campilótropo Bitegumentado	2	4	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta em esclereides e mesotesta forma aerênquima	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia uniflora</i> ****	Ana-Campilótropo Unitegumentado							
	Grupo X (<i>E. capensis</i> , <i>E. natalitia</i> , <i>E. simii</i> e <i>E.</i> <i>umtamvunensis</i> **)	Hemi-campilótropo Campilótropo Bitegumentado			Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta e mesotesta lignificadas Semente Exotestal	Inalterado Comprimido	
	Grupo Y (<i>E.</i> <i>albanensis</i> , <i>E.</i> <i>erythrophylla</i> , <i>E.</i> <i>verdoorniae</i> , <i>E. woodii</i> , <i>E. zeyheri</i> , <i>E. zuluensis</i> , <i>E. sp. A.</i> , <i>E. sp. B.</i> <i>E.</i> <i>sp. C.</i> **)	Hemi-campilótropo Campilótropo Bitegumentado			Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta e Mesotesta lignificadas Semente Mesotestal	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
Indefinido	<i>Blepharocalyx</i> <i>salicifolius</i> ****	Anfítropo	2	2	Inalterado	Inalterado	Inalterado	Inalterado Comprimido	Pericalaza e tegumento sem lignificação
Grupo Australasiano	<i>Decaspermum</i> <i>fruticosum</i> *	Campilótropos Bitegumentado	2	2-3	Mesotesta em proliferação	Inalterado	Exotesta e mesotesta Lignificada	Inalterado e comprimido	
	<i>Rhodamnia cinerea</i> *	Campilótropo Bitegumentado	2-3	3-5	Testa e mesotesta em proliferação	Inalterado	Testa e mesotesta	Endotégmen	
	<i>Rhodomyrtus</i> *	Campilótropo Bitegumentado	2	3-4	Testa não multiplicativa e mesotesta com cristais	Inalterado	Testa lignificada	Inalterado comprimido	
Grupo Indet.	<i>Myrtus communis</i> ...	Anátropo Bitegumentado	2	2-3	Testa multiplicativa	Inalterado	Testa lignificadas	Inalterado Comprimido	

Tabela 4. Aspectos estruturais referentes ao desenvolvimento da semente de espécies de Myrteae. * Corner (1976); ** Van Wyk e Botha (1984); *** Ciccarelli et al. (2005); **** Lopes, (2008); ***** Moreira- Coneglian (2011); ***** Machado et al. (dados não publicados).

Segundo Moreira-Coneglian (2007) o falso tegumento seminal descrito por Landrum (1982) em *Campomanesia* era a justaposição do tegumento seminal com o endocarpo e camadas internas do mesocarpo.

Landrum e Sharp (1989) descrevem caracteres da semente importantes na distinção de espécies de *Psidium* de outros gêneros de Myrtineae, sendo a mais importante relacionada ao tegumento seminal áspero, opaco e envolvido por camada externa de tecido pulposo. Moreira-Coneglian (2011) afirma que este tecido trata-se de uma sarcotesta descrita por ela em *Psidium australe* var. *argenteum* e *P. guineense* como novo relato na literatura para o gênero.

O elaiossomo de *Myrtus communis* desenvolve-se das células do tegumento externo ovular próximas às áreas funicular e micropilar, por meio de alongamento e divisões celulares e nos últimos estágios de desenvolvimento seminal algumas células do tégmen participam de sua formação (CICARELLI et al., 2005).

Em Myrteae os tipos de embriões foram usados por longo tempo na delimitação das subtribos Myrciinae, Eugeniinae e Myrtinae *sensu* Berg (1855-1856, 1857-1859). Diferenças embrionárias levaram a hipótese de que os três tipos de embrião que caracterizam as subtribos derivam de um embrião ancestral pequeno (semelhante ao de *Ugni*) com o armazenamento ocorrendo no hipocótilo (Myrtinae), nos cotilédones (Eugeniinae) ou em todo o embrião (Myrciinae), como adaptações independentes para aumento de reserva alimentar como respostas as mesmas pressões seletivas (LANDRUM; STEVENSON, 1986). Em decorrência do aumento do número de estudos com embriões de espécies de Myrtaeae, novos tipos foram descritos, sendo alguns intermediários aos três tipos tradicionais (MOREIRA-CONEGLIAN, 2011) e encontram-se definidos por Barroso et al. (1999) oito tipos.

Em *Luma*, com duas espécies endêmicas de florestas do sudeste da América do Sul, Landrum (1986) descreveu embriões com dois cotilédones finos e amplos e hipocótilo curto, condição que segundo Lucas et al. (2005) é única em Myrteae por ser intermediária entre Myrciinae e Eugeniinae. Estes últimos autores destacam que este gênero estava incluído dentro de Myrciinae assim como *Myceugenia*. Para Landrum (1981), *Luma* deve ser ancestral de algumas ou de todas as subtribos *sensu* Berg e Lucas et al. (2007) ressaltam que estudos de desenvolvimento do embrião são necessários para sua melhor utilização na filogenia da tribo.

Com relação à ocorrência de poliembrião em Myrtaceae destacam-se os estudos de Gurgel e Sobrinho (1951) que classificam as sementes de jambo (*Syzygium jambos*) e do jambolão (*Syzygium cumini*) como altamente poliembriônicas, de jabuticaba (*Plinia peruviana*) e cambucá (*Eugenia*

selloi) com média poliembrionia e com baixa poliembrionia algumas variedades de jabuticaba (*Plinia peruviana*), punhema (*Myrciaria* sp.) e sabará (*Plinia cauliflora*). As sementes de espécies *Syzygium* da África Meridional, como em outras partes do Velho Mundo são frequentemente poliembriônicas segundo afirmação de Van Wyk e Botha (1984), mas não observaram poliembrionia nas espécies de *Eugenia*.

Estudos embriológicos foram realizados por Pescador et al. (2009) com *Acca sellowiana*, Canhoto et al. (1999) e Correia e Canhoto (2010) com *Feijoa sellowiana* e com *Myrtus communis*.

Pesquisas sobre germinação e fracionamento de sementes em Myrtaceae foram realizados com espécies de interesse econômico por Büllow et al.(1994) com *Eugenia calycina*; Bordignon (2000) com *Eugenia uniflora* e *Campomanesia xanthocarpa*; Andrade e Ferreira (2000), Silva et al. (2003) e Justo et al.(2007) com uvaia (*Eugenia pyriformis*); Andrade et al. (2003) com *Eugenia dysenterica*; Maluf et al. (2003) com *Eugenia involucrata*; Santos et al.(2004) com *Acca sellowiana*, *Campomanesia guazumifolia*, *C. xanthocarpa*, *Eugenia rostrifolia*, *Myrcianthes pungens* e *Psidium cattleyanum*; Silva et al. (2005) com *Eugenia involucrata*, *E. uniflora* e *E. brasiliensis*; e Leonhardt et al. (2010) com *Myrcia glabra* e *M. palustris*.

As sementes de *Blepharocalyx salicifolius* possuem forma de espiral, coloração castanha semitransparente, não possuem endosperma e o embrião é do tipo pimentóide e as sementes de *Myrceugenia gertii* são ovaladas, de coloração castanha semitransparente, comprimidas lateralmente, o endosperma é mucilaginoso e o embrião é do tipo mircióide (REGO et al., 2010).

5 Estudos ecológicos

Em estudo ecológico com duas espécies de Myrtaceae (*Myrcia anacardiifolia* e *Marlierea obscura*) na Mata Atlântica, Pizo (2003) observou que o padrão de deposição isolado (feito por aves) deve produzir um balanço entre número de sementes dispersadas e número de plântulas estabelecidas mais favorável que o padrão agrupado (feito por macacos). Para o autor, em comparação com macacos, as aves aperfeiçoam o esforço reprodutivo das plantas pesquisadas. Ciccarelli et al.(2005) afirmam que o baixo conteúdo em lipídios e proteínas encontrados no elaiossomo presente na semente de *Myrtus communis* sugere múltiplos padrões na dispersão das sementes desta espécie e que a mirmecocoria parece desempenhar papel secundário. As aves e os macacos são os principais dispersores de sementes das mirtáceas brasileiras e os outros mamíferos, répteis, peixes e formigas interagem de forma eventual, podendo contribuir para a dispersão de sementes (GRESSLER et al., 2006).

Staggemeier et al. (2010) observaram fenologia filogeneticamente estruturada em Myrteae, e mostraram quando as fenofases não são sazonais, as espécies mais próximas frutificam em condições ambientais mais semelhantes, sugerindo que os nichos da fenologia reprodutiva foram herdados ao longo do curso da evolução.

6 Espécies selecionadas para o estudo

6.1 *Eugenia hiemalis* Cambess.

Eugenia hiemalis (Figuras 6-8) é conhecida como Guaramirim-de-folha-miúda (ROMAGNOLO, 2006). Possui distribuição desde a Argentina, Paraguai e Uruguai (SOARES-SILVA, 2000). No Brasil é encontrada nas regiões centro-oeste, sudeste e sul (SOBRAL et al., 2014).

Romagnolo (2006) descreve a espécie como tendo hábito arbóreo chegando até 4 m de altura; com ramos glabros, acinzentados, esfoliantes em fissuras longitudinais; folhas de ovada a elíptica, glabra, cartácea, discolor, mais clara abaxialmente, com pontos translúcidos mais evidentes abaxialmente, limbinérvea, sua base vai de arredondada a cuneada, com ápice agudo a acuminado, margem hialina, glabra, nervura central pilosa, sulcada adaxialmente e proeminente abaxialmente; nervuras secundárias mais evidentes na face abaxial; pecíolo glabro com aspecto envelhecido e esfoliante; flores em racemos umbeliformes, axilares e terminais, pedúnculo pequeno; ferofilos diminutos na base dos pedicelos; perfis persistentes, foliáceos, cobrindo a base do receptáculo floral; botões florais, globosos; as sépalas são persistentes, desiguais, duas maiores e duas menores; as pétalas são todas com tamanho parecido; o disco estaminal é semi-quadrangular; o ovário tem vários óvulos por lóculo; os frutos são oblongos de coloração preta quando maduros; a floração é de março a agosto predominando em junho, com frutos de abril a outubro, totalizando um período reprodutivo de oito meses.

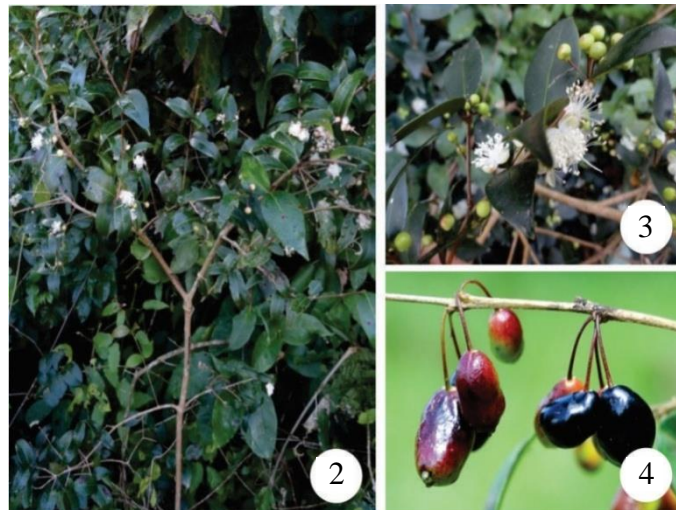
Segundo Romagnolo (2006) a espécie é muito encontrada tanto em remanescentes pouco perturbados como em áreas muito perturbadas como pastagens. Legrand e Klein (1969) e Bernardi (1985) relatam a frequência da espécie em margens de rios, áreas de pastagens e associações secundárias. Sua madeira é empregada para comercialização de lenha (LEGRAND; KLEIN, 1969).

6.2 *Eugenia longipedunculata* Nied.

Espécie conhecida vulgarmente como grumixama-miúda (ROMAGNOLO, 2006) *E. longipedunculata* (Figuras 9-11) é encontrada na região sudeste nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo e na região sul no Paraná e em Santa Catarina. Ocorre em Floresta Estacional

Semidecidual, Ombrófila Densa e Mista, com variação no tamanho das folhas e pequenas variações na inflorescência (LEGRAND; KLEIN, 1969; SOARES- SILVA, 2000).

Com hábito arbóreo, chegando até 8 metros de altura seus ramos são glabros de coloração marrom clara, esfoliantes; suas folhas variam de elíptica a estreito-elíptica, discolor, cartáceas, pontos translúcidos inconspícuos, limbinérveas, com base aguda a atenuada, ápice agudo a acuminado; margem hialina, revoluta e glabra; nervura central glabra, sulcada adaxialmente e proeminentes abaxialmente; o pecíolo é muito pequeno, geralmente piloso, adaxialmente sulcado; suas flores dispõem-se em racemos stenocalyx geralmente terminais; ferofilos lanceolados e glabros; perfis persistentes em forma de pequenos tricomas; seus botões florais são elipsóides; as sépalas com tamanho parecido persistem; as pétalas, também têm tamanho semelhante; o disco estaminal é arredondado; o ovário apresenta vários óvulos por lóculo; os frutos são globosos, lisos, quando maduros, coloração vinho a preta; floresce em setembro e frutifica em setembro e outubro (ROMAGNOLO, 2006).



Figuras 2-4. *Eugenia hiemalis*. 2- ramo da planta; 3- botões florais e flores; 4- Frutos imaturos e maduros (Fonte:http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=11072)

6.3 *Eugenia paracatuana* O. Berg.

Eugenia paracatuana (Figuras 12-13) é nativa do Brasil, mas não endêmica; distribui-se nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SOBRAL et al., 2014). Essa espécie muito próxima de *Eugenia florida* se diferencia da mesma pelo tipo da inflorescência do tipo botrióide, além de suas folhas menores e delgadas; em *Eugenia florida* a inflorescência se apresenta em racemo ou panícula (FARIA-JUNIOR, 2010).



Figuras 5-7. *E. longipedunculata*. 5- Hábito da planta (Fonte: <https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2011/12/21/natal-epoca-de-frutificacao-da-grumixama-a-cereja-da-mata-atlantica/>). 6- Botões florais e flores (Fonte: <http://www.colecionandofrutas.org/eugeniablastantha.htm>). 7- Frutos maduros

Possui hábito de arbusto a arbóreo de 3 a 5 metros de altura, com tricomas simples de coloração castanho, com ramos jovens pubérulos a glabros; com folhas elípticas glabras e pubérulas em ambas as faces com tricomas castanho, com ápice acuminado a caudado e com base atenuada; nervura média caniculada, glabra e pubérula na face adaxial e abaxial; com 7 a 20 pares de nervuras laterais e nervura marginal dupla distante da margem; inflorescência varia de botrióide a flor solitária, axilares com nós desfolhados a terminal, pedúnculo ausente, possui raque; botões florais com brácteas lanceoladas a oblongas decíduas na antese; pedicelo pubérulo; bractéolas orbiculares com ápice arredondado, livres, glabras, margens ciliadas com tricomas persistentes; pétalas obovadas a orbicular com ápice arredondado, glândulas salientes; disco estaminífero glabro, anteras oblongas a orbiculares glabras; ovário bilocular de quatro a cinco óvulos por lóculo; com frutos globosos (FARIA- JUNIOR, 2010).

6.4 *Eugenia pyriformis* Cambess.

Esta espécie é conhecida como uvaia ou uvaieira; é uma árvore frutífera nativa do Brasil, seus frutos possuem grande interesse comercial, industrial e farmacológico; a polpa possui grande qualidade organoléptica e nutricional (SCALON et al., 2004a, 2004b; DELGADO; BARBEDO, 2007; OLIVEIRA et al., 2011).



Figuras 8-9. *E. paracatuana*. 8- Exsicata com botões florais e flores (Fonte:

<http://reflora.cria.org.br/inct/exsiccatae/504147452f5354594c452f494e43542f4c414e472f70742f464f524d41542f73686f77636173652f584d4c2f553132333734313435303739363538372f434f4c4c454354494f4e2f4553412f494e495449414c494d41474549442f33323731353931322f53484f572f>).

9- Exsicata com flores em pós

antese (Fonte: <http://reflora.cria.org.br/inct/exsiccatae/504147452f5354594c452f494e43542f4c414e472f70742f464f524d41542f73686f77636173652f584d4c2f553230303331313435303739363636382f434f4c4c454354494f4e2f4553412f494e495449414c494d41474549442f33323731343931392f53484f572f>).

E. pyriformis (Figuras 14-16) é encontrada no Paraguai e nordeste da Argentina (SOARES-SILVA, 2000). No Brasil se distribui nas regiões nordeste, centro-oeste, sudeste e sul, nos estados de Ceará, Sergipe, Goiás, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SOBRAL et al., 2014).

Segundo Marchiori e Sobral (1997), *E. pyriformis* é nativa da bacia dos Rios Paraná e Uruguai. De acordo com Legrand e Klein (1969) é comum em formações de Floresta Semidecíduas da bacia do Rio Paraná, em sub-bosques das matas abertas de pinhais e no oeste de Santa Catarina. Sua floração ocorre em março, julho, setembro e novembro com frutos em junho (ROMAGNOLO, 2006).

A espécie tem hábito variando de arbusto a arvoreta de 3 a 5 metros de altura, com ramos pubescentes a glabros, esfoliantes de coloração marrom-avermelhada; suas folhas são elípticas, pubérula a seríceas na face abaxial e pubérula na face adaxial, com tricomas dourados e esbranquiçados; o ápice da folha varia de agudo a arredondado e às vezes retuso, a base é cuneada a arredondada às vezes assimétrica; suas inflorescências se arranjam em dicásios ou em flores solitárias, axilares, com pedúnculo nas inflorescências em dicásios; os botões florais possuem brácteas foliáceas

obovadas, pubérulas, com tricomas esbranquiçados e glândulas salientes; o pedicelo da flor central é do dicásio e é sésstil, pubérulo com tricomas; bractéolas lineares a oblongoladas, com ápice agudo, livre e densamente pubescente, com tricomas decíduos em botões jovens que permanecem até a flor aberta; hipanto pubescente com tricomas; lobos calicíneos oblongos, ápice truncado, retuso e ou arredondado, livres no botão floral, pubescente com margem ciliada com tricomas persistentes no fruto; pétalas com coloração de branca a creme, elíptica a espatulada, com ápice agudo ou arredondado, com glândulas pouco salientes; disco estaminífero glabro; anteras elípticas com glândula apical; ovário com lóculos pubescentes, tricomas, bilocular, de dois a cinco óvulos por lóculos; fruto piriforme, amarelo quando maduro; semente única com testa crustácea, embrião globoso depresso, com cotilédones parcialmente conferruminados (FARIA-JUNIOR, 2010).



Figuras 10-12. *E. pyriformis*. 10- Hábito da planta (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1465). 11- Botões florais e flores (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=3275). 12- Fruto maduro (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=9262).

6.5 *Eugenia repanda* O. Berg.

Conhecida como camboim, *E. repanda* (Figuras 17-18) é encontrada na Argentina, Paraguai, Uruguai e no Brasil, nas regiões centro-oeste, sudeste e sul (LEGRAND; KLEIN, 1969; ROTMAN, 1995; SOBRAL et al., 2014). Romagnolo e Souza (2006) registram florescimento entre os meses de agosto e fevereiro e frutos ocorrendo em setembro, dezembro e janeiro.

Grzesiuk et al., (2003) isolaram de indivíduos de *Eugenia repanda* alcalóides e já que a presença de alcalóides em *Eugenia* não é frequente, os autores chamam atenção para que sejam desenvolvidos estudos quimiotaxonômicos.

Romagnolo (2006) descreve *E. repanda* com hábito arbóreo, podendo chegar até 4 m de altura; ramos de coloração marrom clara, esfoliantes, ramos jovens pilosos; folhas elíptica a estreito-elíptica, membranácea, concolor, limbinérvia, pontos translúcidos densos mais evidentes abaxialmente, com base atenuada e ápice agudo a acuminado, margem hialina, glabra, com nervura central glabra, sulcada adaxialmente e levemente proeminente abaxialmente; duas a quatro flores distribuídas em racemos umbeliformes com eixo diminuto; ferofilos ovados, com ápice agudo, adaxialmente côncavos, localizados na base da inflorescência; perfis persistentes, foliáceos, ovados, bordas pilosas, recobrimdo parte da base do receptáculo floral; botões florais globosos com sépalas, desiguais, com ápice mais agudo e base recobrimdo as maiores; pétalas iguais; disco estaminal aparentemente arredondado; ovário com vários óvulos por lóculo; frutos globosos, quando maduros, apresentam coloração marrom.



Figuras 13-14. *E. repanda*. 13- Botões florais e flores

(Fonte: <http://www.huertasurbanas.com/2014/03/30/saboreando-otra-eugenia-repanda/>). 14- Frutos imaturos e maduros (Fonte: <http://www.coleccionandofrutas.org/eugeniarepanda.htm>).

6.6 *Eugenia subterminalis* DC.

Conhecida popularmente como guamirim, *E. subterminalis* (Figuras 19-21) se distribui na Argentina, Uruguai e Paraguai (ROMAGNOLO, 2006). No Brasil ocorre no norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul, nos estados de Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SOBRAL et al., 2014). De acordo com Romagnolo (2006) *E. subterminalis* ocorre tanto em campos abertos e bordas, como também no interior dos remanescentes, não sendo exigente em umidade.

Segundo Romagnolo (2006) a espécie apresenta as seguintes características: arvoreta podendo atingir de 2 a 4 metros de altura; com ramos pardacentos, esfoliantes; suas folhas são de elíptica a oblongas, cartácea, concolor, limbinérvia, glabra, pontos translúcidos mais visíveis adaxialmente com

base aguda a atenuada e ápice agudo a acuminado, margem revoluta; nervura central glabra, abaxialmente proeminente e adaxialmente sulcada; nervuras secundárias, mais evidentes na face adaxial, com padrão de venação camptódromo-broquidódromo; com pecíolo glabro; suas flores se dispõem em racemos simples, geralmente terminais; pedúnculo pequeno, pedicelo presente; ferofilos diminutos, esfoliantes; profilos persistentes, foliáceos, elípticos, borda pilosa, cobrindo a base do receptáculo floral. Sépalas persistentes, triangulares com nervuras conspícuas e pétalas arredondadas com nervuras conspícuas; disco estaminal arredondado, contínuo com as sépalas dando impressão de quadrangular; ovário com vários óvulos por lóculo; fruto globoso, costado, quando maduro possui coloração preta.



Figuras 15-17. *Eugenia subterminalis*. 15 - Botões florais. 16- Flores e botões florais. 17 - Frutos imaturos e maduros.

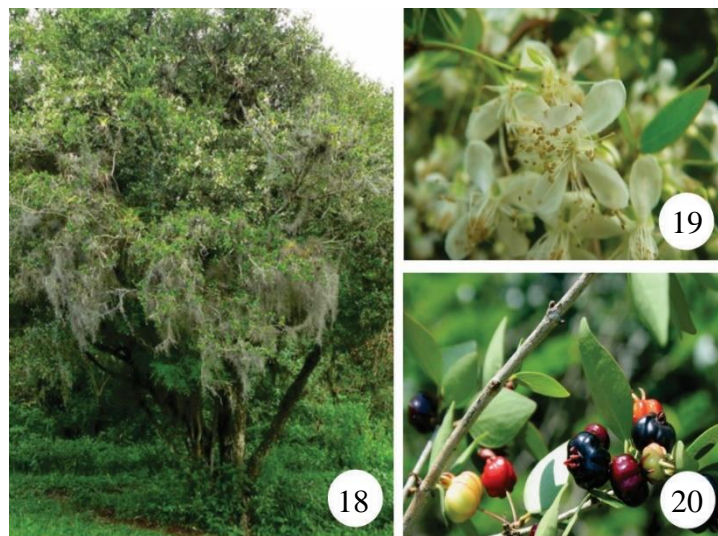
6.7 *Eugenia uniflora* L.

E. uniflora (Figuras 22-24) conhecida popularmente como pitanga, é encontrada na Argentina, Uruguai e no Brasil nas regiões nordeste, centro-oeste, sudeste e sul (LEGRAND; KLEIN, 1969). Sua madeira é empregada na produção de ferramentas devido a sua resistência e durabilidade (LORENZI, 1998). Desde o século XV *E. uniflora* é utilizada na medicina popular pelos índios Guaranis (ALONSO, 1998). Estudos farmacológicos evidenciam propriedades químicas com ação diurética, anti-hipertensiva, adstringente, anti-bacteriana, anti-fúngica, anti-febril dentre outras propriedades (CONSOLINI; SARUBBIO, 2002; BANDONI et al., 1972; FADEY; AKPAN, 1989).

E. uniflora é uma espécie ornamental, podendo ser utilizada no paisagismo (LORENZI, 1998), embora dificulte a manutenção paisagística devido à quantidade de frutos que caem, mas em

contrapartida é um bom atrativo para a avifauna. A espécie também é muito cultivada em pomares domésticos em função dos frutos, recomenda-se seu plantio em áreas de reflorestamento heterogêneo para recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1998).

Romagnolo (2006) descreve tal espécie com as seguintes características: hábito de arvoreta a arbórea, com até 6 m de altura; com ramos de coloração marrom clara a esverdeada, glabros, esfoliantes; suas folhas são elíptica, membranácea, discolor, duplo limbinérvia, pontos translúcidos mais evidentes abaxialmente; base aguda a atenuada; ápice agudo a acuminado, margem revoluta; nervura central glabra, abaxialmente proeminente, adaxialmente sulcada; nervuras secundárias 4 a 8 pares, padrão de venação, mais evidentes na face abaxial, padrão de venação camptódromo-broquidódromo; suas flores estão em racemos stenocalyx; receptáculo floral sulcado longitudinalmente; pedúnculo diminuto, pedicelo glabro; ferofilos elípticos ou deformados, quebradiços, envolvendo a base de pedicelo e do pecíolo; perfis geralmente caducos, reduzidos a pequenos tricomas de coloração marrom; sépalas, persistentes, pilosas; pétalas com nervuras conspícuas partindo da base de inserção; ovário com vários óvulos/lóculo; frutos globosos, pouco achatados longitudinalmente e com sulcos longitudinais característicos, quando maduros, coloração vermelha até preta.



Figuras 18-20. *Eugenia uniflora*. 18- Hábito da planta (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=950). 19- Flores e botões florais (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=949). 20- Frutos imaturos e maduros (Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=703).

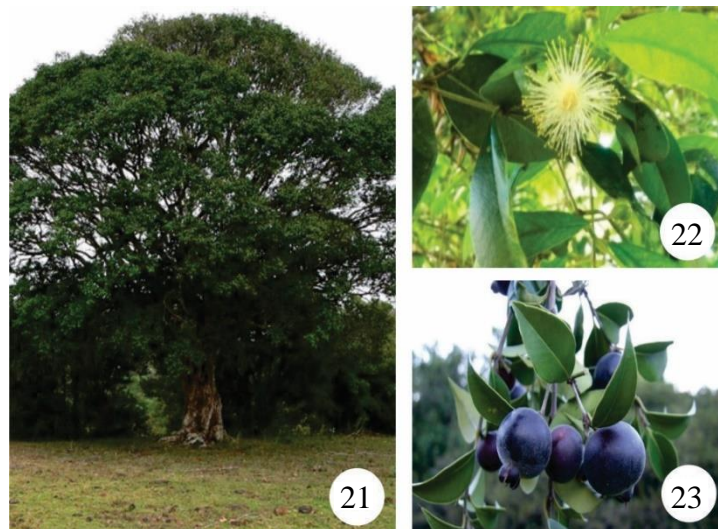
6.8 *Myrcianthes pungens* (O. Berg.) D. Legrand

Conhecida vulgarmente como guabiju ou guabijuzeiro *Myrcianthes pungens* (Figuras 25-27) é encontrada em diversas formações vegetais e possui registros na Argentina, Paraguai, Uruguai,

Bolívia e Brasil, onde se distribui desde a região sul até a centro-oeste. A espécie demonstra preferência por solos pedregosos (ROTMAN, 1979; SOBRAL et al., 2014).

A espécie é ornamental, podendo ser utilizada na arborização urbana (SANCHOTENE, 1985; MARCHIORI; SOBRAL, 1997). Na medicina é utilizada pelas suas propriedades em disfunção gastrointestinais (PIO CORRÊA, 1984). De acordo com Fior et al. (2010) sua floração ocorre de setembro a janeiro e a frutificação de dezembro a abril.

O hábito é arbóreo podendo atingir até 16 m de altura; ramos esparsamente pilosos, acinzentado-amarronzados, não esfoliantes; folhas elípticas a ovadas com ápice agudo a acuminado e base cuneada, cartáceas, discolores e glabras, com lâminas de margem hialina, pilosa; nervura central adaxialmente plana, abaxialmente proeminente, pilosa; pecíolos sulcados adaxialmente, pubescentes; flores solitárias e axilares; antopódio densamente piloso, ferofilos presentes e perfilos presentes; botões florais de 4 a 6 mm de diâmetro; quatro sépalas iguais, pilosas; disco estaminal quadrangular com hipanto não elevado acima do ápice do ovário; ovário bilocular, com trinta óvulos por lóculo; frutos globosos, quando maduros, coloração marrom claro a preta (ROMAGNOLO, 2006).



Figuras 21-23. *Myrcianthes pungens*. 21- Hábito da planta

(Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=314).

22- Flores e botões florais

(Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=13425).

23- Frutos maduros

(Fonte: http://www.ufrgs.br/fitoecologia/florars/open_sp.php?img=1569).

7 Área de estudo

A Estação Ecológica do Caiuá possui uma área de 1.427,30 hectares, localiza-se na região noroeste do Estado do Paraná, no município de Diamante do Norte, com coordenadas aproximadas entre 52° 49' a 52° 53' W e 22° 34' a 22° 37' S (Figura 24) e altitude que varia de 240 a 380 m. (IAP, 1997). Está sob domínio da Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Paranapanema, com parte da área ocupando as margens do Reservatório da Usina Hidroelétrica de Rosana (UHE Rosana), e parte o trecho lótico, remanescente do Rio Paranapanema (IAP, 1997).

De acordo com a classificação climática de Koeppen, a região Noroeste do estado do Paraná apresenta clima do tipo Cfa - mesotérmico, úmido, sem estação seca e com verões quentes. A temperatura média do mês mais frio é abaixo de 18°C e a temperatura média do mês mais quente é acima dos 22°C (MAACK, 2002). A precipitação média anual é de 1.200 a 1.400 mm, sendo o trimestre mais chuvoso, dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média anual está entre 21 e 22°C, sendo a média do mês mais quente, 25°C, e do mês mais frio 18°C. A média anual da umidade relativa do ar é de 75%. (IAPAR, 1999).

Grande parte dos solos da E.E.Caiuá, está representada pelo Arenito Caiuá-série São Bento-Cretáceo; ocorrem ainda solos derivados de sedimentos fluviais nas porções adjacentes ao Rio Paranapanema, ocorrendo predominância de Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos-Amarelos e Neossolos Quartzarenicos, respectivamente (EMBRAPA, 1996; IAP, 1997).

Sua cobertura vegetal está inserida no bioma Mata Atlântica (EMBRAPA 1996; BRASIL 2006) na região da Floresta Estacional Semidecidual, tipo de vegetação com um conceito ecológico condicionado à dupla estacionalidade climática; sendo uma tropical com época de chuvas intensas de verão, seguidas por longas estiagens, e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, com temperaturas médias inferiores a 15° C (IBGE, 1992).

De acordo com o levantamento executado pelo IAP (1997) a área é ocupada pela associação vegetal primária da Floresta Estacional Semidecidual Submontana e uma pequena faixa de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, influenciada pelas inundações periódicas do Rio Paranapanema. Além dessas formações primárias, foram observadas áreas isoladas de formação de vegetação secundária, o capoeirão, uma área com reflorestamento e de uma área de pastagem artificial (Figura 25), essas formações são decorrentes de ações antrópicas ocorridas antes da criação da Unidade de Conservação.

Em estudo de levantamento florístico realizado na Estação Ecológica do Caiuá Myrtaceae aparece em segundo lugar entre as famílias mais ricas em gêneros, representada por sete gêneros. E apresenta o segundo maior número de espécies, totalizando 19 espécies. Myrtaceae apresenta grande

importância em florestas ciliares e semidecíduas (BORGHI et al., 2004). Em levantamento florístico realizado por Del Quiqui et al. (2007), as famílias Rutaceae e Myrtaceae representaram praticamente a metade de toda a população amostrada (46%).

8 Objetivo

O grande desafio da sistemática filogenética é comprovar a monofilia dos grupos e os estudos estruturais combinados aos moleculares vêm ganhando importância cada vez maior, fazendo com que taxonomistas e anatomistas intensifiquem os trabalhos em conjunto. Considerando a diversidade de Myrtaceae, ainda são poucos os estudos anatômicos, principalmente os de ontogênese de órgãos reprodutivos com espécies da família. Diante disto, descreveu-se a ontogênese seminal de oito espécies do “Grupo *Eugenia*”, com o objetivo de identificar estados deste caráter de uso potencial em estudos filogenéticos.

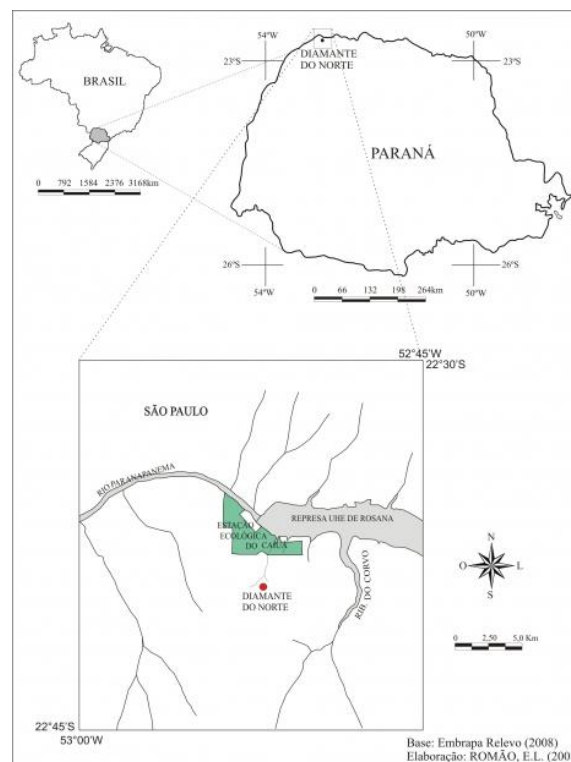


Figura 24. Localização da Estação Ecológica do Caiuá, Município de Diamante do Norte, Estado do Paraná – Fonte: IAP (1997).



Figura 25. Tipos de vegetação que ocorrem na Estação Ecológica do Caiuá, Município de Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil (Fonte IAP, 2007).

Referências

- ALONSO, J. R. **Tratado de Fitomedicina - bases clínicas y farmacológicas**. ISIS Ediciones S. R. L., Buenos Aires, Argentina. p. 350-354, 1998.
- ANDRADE, R. N. B.; FERREIRA, A. G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.
- ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science and Technology**, v. 31, p. 125-137, 2003.
- ANGELY, J. **Flora analítica do Paraná**. Edições Phytton, São Paulo, SP. p. 475-501, 1965.
- ANGELY, J. **Flora analítica e fitogeográfica do estado de São Paulo**. Edições Phytton, São Paulo, SP. v. 3, p. 548-611, 1970.
- ARANTES; MONTEIRO, R. A família Myrtaceae na Estação Ecológica do Panga. Uberlândia, MG. **Lundiana**, v. 3, n. 2, p. 111- 127, 2002.
- BANDONI, A. L.; MENDIONDO, M. E.; RONDINA, R. V. D.; COUSSIO, J. D. Survey of Argentine medicinal plants. I. Folklore and phytochemical screening. **Lloydia**, v. 35, n. 1, p. 69-80, 1972.
- BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. 426p.
- BELSHAM, S. R.; ORLOVICH, D. A. Development of the hypanthium and androecium in New Zealand Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, v. 40, p. 687-695, 2002.
- BELSHAM, S. R.; ORLOVICH, D. A. Development of the hypanthium and androecium in South American Myrtoideae (Myrtaceae). **New Zealand Journal of Botany**, v. 41, p. 161-169, 2003a.
- BELSHAM, S. R.; ORLOVICH, D. A. Development of the hypanthium and androecium in *Acmena smithii* and *Syzygium australe* (*Acmena* alliance, Myrtaceae). **Australian Systematic Botany**, v. 16, p. 621-628, 2003b.
- BERG, O. Myrtaceae. In: MARTIUS, C.F.P. (Ed.) **Flora Brasiliensis**, v.14. 1857-1859.
- BERG, O. Revisio Myrtacearum Americae huc usque cognitarum s. Klotzschii “Flora Americae aequinoctialis” exhibens Myrtaceas. **Linnaea**, v.27, p. 1-472, 1855-1856.
- BERNARDI, L. Contribución a la Dendrologia Paraguaya. II. Myrtaceae. **Boissiera**, v. 37: 75- 151. 1985.
- BIFFIN, E.; LUCAS, E. J.; CRAVEN, L. A.; COSTA, I. R.; HARRINGTON, M. G.; CRISP, M. D. Evolution of exceptional species richness among lineages of flesh-fruited Myrtaceae. **Annals of Botany**, v. 106, p. 79- 93, 2010.
- BOHTE, A.; DRINNAN, A. Floral development and systematic position of *Arillastrum*, *Allosyncarpia*, *Stockwellia* and *Eucalyptopsis* (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 251, p. 53-70, 2005b.

- BOHTE, A.; DRINNAN, A. Ontogeny, anatomy and systematic significance of ovular structures in the 'eucalypt group' (Eucalypteae, Myrtaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 255, p. 17–39, 2005a.
- BORDIGNON, M. V. **Análise morfo-fisiológica em sementes de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* Berg (Myrtaceae)**. Tese (Doutorado). 2000. 96 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- BORGHI, W. A.; MARTINS, S. S.; QUIQUI, E. M.; NANNI, M. R. Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR. **Cad. biodivers.** v. 4, n. 2, 2004.
- BÜLOW, J. F. W.; CARMONA, R.; PARENTE, T. V. Armazenamento e tratamento de sementes de pitanga-vermelha-do-cerrado (*Eugenia calycina*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 961-970, 1994.
- CANHOTO, J. M.; LOPES, M. L.; CRUZ, G. S. Somatic embryogenesis and plant regeneration in myrtle (Myrtaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 57, p.13–21, 1999.
- CARMO, M. R. B.; ASSIS, M. A. Caracterização florística e estrutural das Florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 133- 145, 2012.
- CARRUCAN, A. E.; DRINNAN, A. N. The ontogenetic basis for floral diversity in the *Baeckea* sub-group (Myrtaceae). **Kew Bulletin**, v.55, p.593-613, 2000.
- CARRUCAN, A.; DRINNAN, A. The ontogenetic basis for floral diversity in *Agonis*, *Leptospermum* and *Kunzea* (Myrtaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 71–88, 2005.
- CERVI, A. C.; Von LINSINGEN, L.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O. S. **A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil**. Boletim do Museu Botânico Municipal, Curitiba- PR, maio, n. 69, 2007.
- CICCARELLI, D.; ANDREUCCI, A. C.; PAGNI, A. M.; GARBARI, F. Structure and development of the elaiosome in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) seeds. **Flora**, v. 200, p. 326–331, 2005.
- CONSOLINI, A. E.; SARUBBIO, M. G. Pharmacological effects of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) aqueous crude extract on rat's heart. **Journal of Ethnopharmacology**, v.81, n.1, p.57-63, 2002.
- CONTI, E.; LITT, A.; SYTSMA, K. J. Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: evidence from *rbcL* sequence data. **American Journal of Botany**, v. 83, p. 221-223, 1996.
- CONTI, E.; LITT, A.; WILSON, P. G.; GRAHAM, S. A.; BRIGGS, B. G.; JOHNSON, L. A.S.; SYTSMA, K. J. Interfamilial relationships in Myrtales: molecular phylogeny and patterns of morphological evolution. **Systematic Botany**, v. 22, n. 4, p. 629- 647, 1997.
- CORNER, E. J. H. **The seeds of Dicotyledons**. v.1. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- CORREIA, S. M.; CANHOTO, J. M. Characterization of somatic embryo attached structures in *Feijoa sellowiana* Berg. (Myrtaceae). **Protoplasma**, v. 242, p. 95–107, 2010.
- COSTA, I. R. **Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados**. Tese (Doutorado) 2009. 234 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

- COSTA, M. P. F.; FERNANDES, L.D.R.S.; PIMENTEL, R. R. Análise da Anatomia Floral da *Eugenia puniceifolia* (Humb., Bonpl. & Kunth) Dc. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 5, n. 2, p. 12-17, 2010.
- CRISP, M. D., BURROWS, G. E., COOK, L. G., THORNHILL, A. H., BOWMAN, D. M. J. S. Flammable biomes dominated by eucalypts originated at the Cretaceous–Palaeogene boundary. **Nature Communications**, v. 2:193, 2011.
- DE CANDOLLE, A. P. **Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis**, v. 3, p. 207-296, 1828.
- DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SILVA, I. C.; BORGHI, W. A.; SILVA, O. H.; SAKURAGUI, C. M.; PACHECO, R. B. Estudo fitossociológico de um trecho da floresta estacional semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Sci. Agron.**, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2007.
- DELGADO, L. F.; BARBEDO, C. J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.265-272, 2007.
- DRINANN, A. N.; LADIGES, P. Y. Corolla and androecium development in some *Eudesmia* eucalypts (Myrtaceae). **Plant Systematic Evolution**, v. 165, 239-254, 1989a.
- DRINANN, A. N.; LADIGES, P. Y. Operculum development in *Eucalyptus clöziana* and *Eucalyptus* informal subg. *Monocalyptus* (Myrtaceae). **Plant Systematic Evolution**, v. 166, p. 183-196, 1989b.
- DRINANN, A. N.; LADIGES, P. Y. Perianth development in *Angophora* and the bloodwood Eucalypts (Myrtaceae). **Plant Systematic Evolution**, v. 160, p. 219-239, 1988.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSO, 1999. 180p.
- FADEY, M. O.; AKPAN, V. E. Anti bacterial activities of the leaf extracts of *Eugenia uniflora* Linn. **Pythoher-Res-PTR**, v. 3, p. 154-155, 1990.
- FARIA-JUNIOR, J. E. Q. **O gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) nos Estados de Goiás e Tocantins, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2010. 247 p.
- GADEK, P. A.; WILSON, P. G.; QUINN, C. J. Phylogenetic reconstruction in Myrtaceae using *matK*, with particular reference to the position of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*. **Australian Systematic Botany**, v. 9, p. 283- 290, 1996.
- GALAN, A. T. F; MARTOS, L.; MACHADO, N.C; MOURÃO, K. S. M A survey of ontogeny pericarp features as contribution to the infratribal characterization of Myrteae (Myrtaceae). **Nordic Journal of Botany**, 2016 (aceito para publicação).
- GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B. K.; LANDRUM, L. L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F. F.; NIC LUGHADHA, E.; PROENÇA, C.; SOARES-SILVA, L. H.; WILSON, P. G.; LUCAS, E. **World Checklist of Myrtaceae**. Royal Botanical Gardens, Kew. 2014 Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/>. Acesso em: 25/01/2014.
- GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

- GURGEL, J. T. A.; SOUBIHE, J. S. Poliembrionia em mirtáceas frutíferas. **Bragantia**, v.11, n.4-6, p.141-163, 1951.
- HOLST, B. LANDRUM, L.; GRIFO, F. Myrtaceae. In: P. E. Berry, K. Yatskieiryck; B. Holst, Flora of the Venezuelan Guayana. **Missouri Botanical Garden Bress**, v. 7, p. 1- 99, 2003.
- HOLST, B.; KAWASAKI, M. L. Myrtaceae in guide to the Vascular Planta of Central French Guiana. **Mem. N. Y. Bot Gard**, v. 76(2):539-551, 2002.
- IAP. **Instituto Ambiental do Paraná. Plano de manejo: Estação Ecológica de Caiuá, Diamante do NortePR/Instituto Ambiental do Paraná.** Curitiba: IAP/GTZ, 1997.
- IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 2009. **Monitoramento Agroclimático do Paraná.** Disponível em: <<http://200.201.27.14/Site/Sma/index.html>> Acesso em: 20/08/2009.
- IBGE. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 1992. (Série Manuais Técnicos em Geociência n.1).
- JOHNSON, L. A. S.; BRIGGS, B. G. Myrtales and Myrtaceae - a phylogenetic analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, n. 3, p. 700- 756, 1984.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. (Tradução Simões, A. O.; Singer, R. B.; Singer, R. F.; Chies, T. T de S) **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético.** 3 ed. Artmed: Porto Alegre, 2009. 632 p.
- JUSTO, C. F.; ALVARENGA, A. A.; ALVES, E.; GUIMARÃES R. M.; STRASSBURG, R. C. Efeito da secagem, do armazenamento e da germinação sobre a micromorfologia de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 539-551, 2007.
- KAWASAKI, M. L. **A família Myrtaceae na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil.** Dissertação de Mestrado. IB/ USP, São Paulo. 1984.
- KAWASAKI, M. L. **Flora Serra do Cipó: Myrtaceae.** Boletim Botânico da Universidade de São Paulo, v. 11, p. 121- 170, 1989.
- LADD, P. G.; PARNELL, J. A. N.; THOMSON, G. Anther diversity and function in *Verticordia* DC. (Myrtaceae). **Plant Systematic and Evolution**, v. 219, p. 79-97, 1999.
- LANDRUM, L. R. The development of the fruits and seeds of *Campomanesia* (Myrtaceae). **Brittonia**, v. 34, n. 2, p. 220-224, 1982.
- LANDRUM, L. R.; KAWAZAKI, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508- 536, 1997.
- LANDRUM, L. R.; SHARP, W. P. Seed coat characters of some American Myrtinae (Myrtaceae): *Psidium* and related genera. **Systematic Botany**, v.14, n. 3, p.370-376, 1989.
- LANDRUM, L. R.; STEVENSON, D. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). **Systematic Botany**, v.11, p.155-162, 1986.
- LEGRAND, C. D. Lista preliminar de las Mirtáceas Argentinas. **Darwiniana**, v. 5:463-468, 1941.
- LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. Mirtáceas: 2. *Eugenia*. In: REITZ, P.R. (Ed.) **Flora Ilustrada Catarinense:** 45- 216. Tipografia e livraria blumenauense, Blumenau, 1969a.

- LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. **Mirtáceas: 3. Myrcia**. In: REITZ, P.R.(Ed.) Flora Ilustrada Catarinense: 219- 330. Tipografia e livraria Blumenauense, Blumenau, 1969b.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria. Iheringia, **Sér. Bot.**, v. 65, n. 1, p. 25-33, 2010.
- LIMA, W. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. *Myrceugenia* (Myrtaceae) ocorrentes no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, v. 85, n. 55, p. 73-94, 2004.
- LOPES, B. C. **Desenvolvimento floral e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L.** Dissertação (Mestrado). 2008. 100 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 2, 1998.
- LUCAS, E. J.; BELSHAM, S. R.; Nic LUGHADHA, E. M.; ORLOVICH, D. A.; SAKURAGUI, C. M.; CHASE, M. W.; WILSON, P. G. Phylogenetic patterns in the fleshy-fruited Myrtaceae-preliminary molecular evidence. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 35- 51, 2005.
- LUCAS, E. J.; HARRIS, S. A.; MAZINE, F. F.; BELSHAM, S. R.; Nic LUGHADHA, E. M.; TELFORD, A.; GASSON, P. E.; CHASE, M. W. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon**, v. 56, n. 4, p. 1105- 1128, 2007.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.
- MABBERLEY, D. J. **The plant book: A portable dictionary of the vascular plants**. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- MALUF, A. M.; BILIA, D. A.C.; BARBEDO, C. J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Sci. Agric.**, v. 60, p. 471-475, 2003.
- MARCHIORI, J. N. G.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas-Myrtales**. Ed. da UFSM. Santa Maria, RS, 1997. 340 p.
- MATTOS, J. R. Estudo pomológico dos frutos das Mirtáceas no Rio Grande do Sul. **Anais 5ª Reunião anual da SBB**. Porto Alegre, RS. p. 67-111, 1958.
- MATTOS, J. R. As espécies de *Siphoneugenia* O. Berg do estado de São Paulo. **Arquivo Botânicos de São Paulo**, SP. v. 4, n. 4-6, p. 273-276, 1969.
- MATTOS, J. R. Myrtaceae do Rio Grande do Sul. **Roesléria**, v. 5, n. 1, p. 75-163, 1983a.
- MATTOS, J. R. Myrtaceae Rio Grande do Sul. **Roesléria**, v. 5 n. 2, p. 169-359, 1983b.
- MAZINE-CAPELO, F. F. **Estudos taxonômicos em *Eugenia* L. (Myrtaceae), com ênfase em *Eugenia* sect. *Racemosae* O. Berg**. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2006. 239 p.
- MAZINE, F. F.; SOUZA, V. C.; SOBRAL, M.; FOREST, F.; LUCAS, E. J. A preliminar phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. **Kew Bulletin**, v. 69, p. 94- 97, 2014.
- McVAUGH, R. The Botany of the Guayana Highlands VIII. **Mem. N. Y. Bot. Gard.**, v. 18 n. 2, p. 55-286, 1969.

- McVAUGH, R. The genera of American Myrtaceae- an interim report. **Taxon**, v. 17, p. 354- 418, 1968.
- MERWE, M. M.; VAN-WYK, A. E.; BOTHA, A. M. Molecular Phylogenetic analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with emphasis on Southern African taxa. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 21-34, 2005.
- MORAIS, P. O.; LOMBARDI, J. A. A família Myrtaceae na Reserva Particular do patrimônio Natural da Serra do Caraça, Catas Altas, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, v.7, n.1, p.3-32, 2006.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I. R. M. **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 (Mestrado). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2007, 107 p.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I. R. **Morfoanatomia de ovário, pericarpo e semente de sete espécies de Myrteae DC (Myrtaceae)**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011, 115 p.
- MURILLO-A, J.; STUESSY, T. F.; RUIZ, E. Phylogenetic relationships among *Myrceugenia*, *Blepharocalyx* and *Luma* (Myrtaceae) based on paired- sites models and the secondary structures of ITS and ETS sequences. **Plant Systematics and Evolution**, v. 299, p. 713- 729, 2013.
- NIC LUGHADHA, E.; PROENÇA, C. A. Survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.83, p.480-503, 1996.
- NIEDENZU, F. Myrtaceae. In: Engler A., Prantl K. (eds.) **Die natürlichen Pflanzenfamilien**, Engelmann, Leipzig, v. 3. p. 57–105, 1893.
- OLIVEIRA, M. I. U.; PUNCH, L. S.; SANTOS F. A. R. LANDRUM, L. R. Aplicação de caracteres morfoanatômicos foliares na taxonomia de *Campomanesia* Ruiz & Pavón (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 455-465, 2011.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793- 810, 2000.
- ORLOVICH, D. A.; DRINNAN, A. N.; LADIGES, P. Y. Floral development in *Melaleuca* and *Callistemon* (Myrtaceae). **Australian Systematic Botany**, v. 11, p. 689-710, 1999.
- ORLOVICH, D. A.; DRINNAN, A. N.; LADIGES, P. Y. Floral development in the *Metrosideros* group (Myrtaceae) with special emphasis on the androecium. **Telopea**, v. 6, p. 689-719, 1996.
- PESCADOR, R.; KERBAUY, G. B., STRASSBURG, R. C.; KRAUS, J. E. Structural aspects of the zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 1, p. 136-144, 2009.
- PIMENTEL, R. R. **Anatomia e Desenvolvimento da Flor de *Eugenia neonitida* Sobral (Myrtaceae)**. Dissertação (Mestrado). 2010. 61 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2010.
- PIMENTEL, R. R. **Prospecção da diversidade do gineceu e das estruturas secretoras associadas em Myrteae (Myrtaceae): inferências sobre a evolução dos caracteres**. Tese (Doutorado). 2013. 140 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2013.

- PIMENTEL, R. R.; BARREIRA, N. P.; DIEGO P.; SPALA, D. P.; CARDIM, N. B.; SOUZA, M. C.; SÁ-HAIAD, B.; MACHADO, S. R.; ROCHA, J. F.; LYGIA, D.R.; SANTIAGO-FERNANDES. Development and evolution of the gynoecium in Myrteae (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 62, p. 335–346, 2014.
- PIO-CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, v.3, p.238-239; v.5, p.108-129, 1984.
- PIZO, M. A. Padrão de deposição de sementes e sobrevivência de sementes e plântulas de duas espécies de Myrtaceae na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 371-377, 2003.
- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.
- ROMAGNOLO, M. B. O gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do alto rio Paraná estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 529-548, 2006.
- ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Os gêneros *Calycorectes* O. Berg, *Hexachlamys* O. Berg, *Myrcianthes* O. Berg, *Myrciaria* O. Berg e *Plinia* L. (Myrtaceae) na Planície Alagável do Alto rio Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 613-627, 2004.
- ROSÁRIO, A. S. SECCO, R. S. Sinopse das espécies de *Marlierea* Cambes. Myrtaceae na Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 1, p. 37-52, 2006.
- ROTMAN, A. D. Las especies argentinas del género *Eugenia* (Myrtaceae). **Bol. Soc. Argent. Bot.**, v. 31, n. 1- 2, p. 69- 93, 1995.
- ROTMAN, A. D. Los géneros *Calycorectes*, *Hexachlamys*, *Myrciaria*, *Paramyrciaria*, *Plinia* y *Siphoneugena* em la flora argentina. **Darwiniana**, v. 24, p. 157- 185, 1982.
- SÁNCHEZ- VINDAS, P. E. **Flora de Vera Cruz Myrtaceae**. p. 32- 94, 1990.
- SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: Zeplam, 1985. 67p.
- SANTOS, C. M. R.; FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.13-20, 2004.
- SCALON, S. de P. Q.; DELL'OLIO, P.; FORNASIERI, J. L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess. - Mirtaceae. **Ciência Rural**, v.34, p.1965-1968, 2004a.
- SCALON, S. de P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R. Armazenamento e germinação de sementes de uvaia *Eugenia uvalha* Cambess. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.1228-1234, 2004b.
- SCHMID, R. A resolution of the *Eugenia* –*Syzygium* controversy (Myrtaceae). **American Journal of Botany**, v.59, n.4, p.423-436, 1972c.

SCHMID, R. Comparative anatomy and morphology of *Psiloxylon* and *Heteropyxis*, and the subfamilial and tribal classification of Myrtaceae. **Taxon**, v. 29, p. 559- 595, 1980.

SCHMID, R. Floral anatomy of Myrtaceae. I. *Syzygium*. **Botanische Jahrbücher für Systematik**, v.92, p.433-489, 1972a.

SCHMID, R. Floral anatomy of Myrtaceae. II. *Eugenia*. **Journal of the Arnold Arboretum**, v.53, p.336-363, 1972b.

SILVA, C. V.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, p.86-92, 2005.

SILVA, C. V.; BILIA, D.A.C.; MALUF, A. M.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. - Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.213-221, 2003.

SOARES-SILVA, L. H. **A família Myrtaceae – Subtribos Myrciinae e Eugeniinae na bacia hidrográfica do Rio Tibagy, Estado do Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado). 2000. 478 p. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

SOBRAL, M. **A Família Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Editora Unisinos. Coleção Fisionomia Gaúcha, 2003.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2014. *Myrtaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10414>>. Acesso em: 29 Jan. 2016.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. M. P. Subtribos Eugeniinae O. Berg e Myrtinae O. Berg (Myrtaceae) na restinga de Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 652-683, 2008.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P.; CONDE, M. N. S.; MENEZES, L. F. T. Subtribo Myrciinae O Berg. (Myrtaceae) na restinga de Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 49-63, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. 768p.

STAGGEMEIER, V. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; MORELLATO, L. P. C. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). **Journal of Ecology**, v. 28, p. 1409-1421, 2010.

TANTAWY, M. E. Morpho-anatomical study on certain taxa of Myrtaceae. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.3, n.3, p.274-285, 2004.

THORNHILI, A. H.; MACPHAIL, M. Fossil myrtaceous pollen as evidence for the evolutionary history of Myrtaceae: A review of fossil Myrtaceidites species. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 176- 177, p. 1- 23, 2012.

TOBE, H.; RAVEN, P. H. An embryological analysis of Myrtales: Its definition and characteristics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 70, p. 71–94, 1983.

VAN WYK, A. E.; BOTHA, R. The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in southern Africa: ontogeny and taxonomic value of the seed. **South African Journal of Botany**, v.3, p.63-80, 1984.

- VOLGIN, S. O.; STEPANOVA, A. V. Morphological and vascular anatomy of the flowers *Myrtus communis* L. and *Myrtus macrophylla* EHRH. (Myrtaceae). **Visnyk of Lviv University. Series Biology**, v.27, p. 61- 69, 2001.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphological and vascular anatomy of the flower in *Melaleuca leucafulgens* R. Br. and *Melaleuca nesophila* F. Muell. (Myrtaceae). **Visnyk of Lviv University. Series Biology**, v. 28, p. 70-79, 2002a.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower in *Feijoa sellowiana* Berg and *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae Juss. – Myrtoideae). **Visnyk of Lviv University. Series Biology**, v. 31, p. 66–76, 2002b.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower of certain species of *Psidium* L. (Myrtaceae Juss.). **Visnyk of Lviv University. Series Biology**, v 37, p. 90–99, 2004.
- VOLGIN, S.; STEPANOVA, A. Morphology and vascular anatomy of the flower of *Angophora intermedia* DC. (Myrtaceae) with special emphasis on the innervation of the floral axis. **Wulfenia**, 13, p. 11–19, 2006.
- WCSP (WORLD CHECKLIST OF SELECTED PLANT FAMILIES). 2016. World checklist of selected plant families. <<http://www.kew.org/wcsp/myrtaceae>>. Acesso em: 20 Jan. 2016.
- WILSON, P. G. 2011. **Myrtaceae** in: KUBITZKI, K. The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 10 Flowering Plants Eudicots, 212- 271.
- WILSON, P. G.; O 'BRIEN, M. M.; HESLEWOOD, M. M.; QUINN, C. J. Relationships within Myrtaceae sensulato based on a *matK* phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, v. 251, p. 3-19, 2005.
- WILSON, P. G.; O 'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, v. 88, p. 2013- 2025, 2001.

CAPÍTULO 2

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia* (Myrteae DC., Myrtaceae Juss.)

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Brazilian Journal of Botany* conforme Anexo. *

Ontogênese seminal de espécies do grupo *Eugenia* (Myrteae DC., Myrtaceae Juss.)

PATRICIA GONÇALVES SBAIS ^{AC}, MARIZA BARION ROMAGNOLO^B, KÁTHIA SOCORRO MATHIAS MOURÃO^{AB}

^A Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

^B Universidade Estadual de Maringá (UEM), Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia.

^C Endereço para correspondência. E-mail: patriciasbais@yahoo.com.br

RESUMO

A inclusão dos gêneros de Myrteae, nas subtribos Eugeniinae, Myrciinae e Myrtinae O. Berg foi por muito tempo fundamentada, dentre outras características, no tipo de embrião. Entretanto, as filogenias moleculares combinadas a características morfológicas não sustentam esta circunscrição e sete grupos informais são propostos, sendo os gêneros de Eugeniinae incluídos nos grupos *Eugenia* (*Eugenia*, *Calycorectes*, *Hexachlamys* e *Myrcianthes*) e *Plinia* (*Siphoneugena*, *Neomitranthes*, *Plinia* e *Myrciaria*). A última proposta de circunscrição do grupo *Eugenia* inclui *Myrcianthes* no clado 1, o mais basal e as espécies de *Eugenia* nos clados 2 a 9, além de *Hexachlamys* e *Calycorectes* sinonimizados neste último gênero. O conhecimento da estrutura seminal pode revelar reversões ou paralelismos nos estados deste caráter de uso potencial e seguro nas filogenias. Assim, descreve-se a ontogênese seminal de espécies incluídas em seis dos nove clados do grupo *Eugenia*: *Myrcianthes pungens* (1), *Eugenia pyriformis* (4), *E. longipedunculata*, *E. uniflora* (5), *E. subterminalis* (7), *E. paracatuana*, *E. repanda* (8) e *E. hiemalis* (9). Botões, flores e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento foram processados e analisados segundo técnicas usuais em anatomia vegetal. Os resultados observados evidenciam que as características promissoras a serem incluídas em estudos filogenéticos do grupo *Eugenia* são: a curvatura do óvulo, o número de tegumentos, a formação da micrópila, a presença de paquicalaza e pericalaza, bem como a origem das estruturas secretoras no embrião. A gradativa esclerificação do tegumento é verificada em direção aos clados mais derivados, bem como o desaparecimento da mesotesta aerenquimática, configurando-se como bons caracteres a serem explorados em estudos futuros.

Palavras-chave: Paquicalaza, pericalaza, testal, hipóstase, *Myrcianthes*, *Eugenia*.

ABSTRACT

The circumscription of the Myrteae genera in three subtribes *sensu* O. Berg (Eugeniinae, Myrciinae and Myrtinae) has been a long time based, among other characteristics, on the embryo type. However, the molecular phylogenies combined to morphological features do not support this construction and seven informal groups are proposed. The Eugeniinae genera have been included in *Eugenia* group (*Eugenia*, *Calycorectes*, *Hexachlamys* and *Myrcianthes*) and *Plinia* group (*Siphoneugena*, *Neomitranthes*, *Plinia* and *Myrciaria*). The last proposal in the *Eugenia* group circumscription includes *Myrcianthes* species in the clade 1, the most basal and the species in clades 2 to 9, with *Hexachlamys* and *Calycorectes* synonymised in *Eugenia*. The knowledge of the seed structure can reveal reversals or parallelism in this character state and make its use potential and safe in phylogenies. Thus, it has been described the seed ontogeny of species included in six of the nine clades of the *Eugenia* group: *Myrcianthes pungens* (clade 1), *Eugenia pyriformis* (clade 4), *E. longipedunculata*, *E. uniflora* (clade 5), *E. subterminalis* (clade 7), *E. paracatuana*, *E. repanda* (clade 8) and *E. hiemalis* (clade 9). Floral buds, flowers in anthesis and fruits in different development stages were processed and analyzed by usual

techniques of plant anatomy. The observed results show that the promising features to be included in phylogenetic studies of *Eugenia* group are: the ovule curvature, the number of integuments, constitution of the micropyle, the presence of pachychalaza and perychalaza, and the origin of the secretory cavities in the embryo. The gradual lignification of the integument and the disappearance of the aerenchymatic mesotesta is verified towards more derived clades, becoming this characters good to be explored in future studies.

Keyword: Pachychalaza, perychalaza, testal, hypostasis, *Myrcianthes*, *Eugenia*.

Introdução

A história taxonômica de Myrtaceae Juss., revela muitas variações quanto a sua circunscrição e após os estudos de Briggs e Johnson (1979), Wilson et al. (2001, 2005) a família é dividida em duas subfamílias, Myrtoideae Nied., e Psylxyloideae. Das 15 tribos de Myrtoideae, Myrteae DC., é a tribo de maior diversidade e inclui todos os representantes americanos de Myrtaceae, excetuando-se *Tepualia* Griseb., que pertence a Metrosidereae (Lucas et al. 2007). No Brasil são descritos 22 gêneros e 1000 espécies, todas com frutos carnosos e incluídas em Myrteae (Souza e Lorenzi 2012).

Candolle (1828) divide Myrteae em três subtribos baseado na morfologia do embrião: Myrciinae O. Berg., apresenta embriões com cotilédones foliáceos, Eugeniinae O. Berg., possui embriões carnosos com cotilédones plano-convexos e Pimentinae O. Berg., (Myrtinae), por sua vez, possui embriões curvados e enrolados com pequenos cotilédones. Porém estudo filogenético Lucas et al. (2007) propõem nova circunscrição para Myrteae, com sete grupos subtribais informais: Grupo *Australasiano*, Grupo *Eugenia*, Grupo *Pimenta*, Grupo *Myrteola*, Grupo *Myrceugenia*, Grupo *Myrcia* e *Plinia*.

Eugenia L. é o gênero mais numeroso de Myrtaceae compreendendo aproximadamente 1009 espécies (WCSP 2016). Segundo Mazine et al. (2014) este gênero é ecologicamente importante, mas taxonomicamente difícil, distribuindo-se do Sul do México, Cuba e Antilhas até o Uruguai e Argentina, com cerca de 60 espécies na África e representação ainda menor no Sudeste Asiático e no Pacífico (cerca de 14 e 35 espécies, respectivamente). No Brasil são aceitas 388 espécies de *Eugenia*, sendo 302 endêmicas, com distribuição por todo país (Sobral et al. 2014) e grande riqueza em espécies arbóreas que dominam as Florestas Ombrófilas e Semidecíduas (Oliveira-Filho e Fontes 2000).

A última proposta de circunscrição do grupo *Eugenia* é a de Mazine et al. (2014) que define nove clados que incluem as espécies de *Eugenia*, *Hexachlamys* O. Berg e *Calycorectes* O. Berg; estes dois sinonimizados em *Eugenia* e o clado 1 representado por espécies de *Myrcianthes* O. Berg.

A estrutura seminal em Myrtaceae teve destaque desde as primeiras propostas de classificação do grupo. McVaugh (1968) destaca a variação existente na espessura do tegumento nas Myrtoideae tropicais entre as três tribos propostas por Candolle (1828). Na obra de Corner (1976) estão descritas 20 espécies de Myrtaceae Juss. Após esta data, pouco foi acrescentado, podendo-se citar o trabalho de Landrum (1982), Landrum e Sharp (1989) com as sementes de Myrtinae O. Berg americanas, os estudos ontogenéticos de Van Wyk e Botha (1984) com espécies de *Eugenia*. Os últimos estudos sobre ontogênese seminal em Myrteae foram realizados por Moreira-Coneglian (2007, 2011) e Machado et al. (dados não publicados).

As descrições apontam para a ocorrência de óvulos bitegumentados na maioria das espécies de Myrteae (Corner 1976; Van Wyk e Botha 1984; Moreira-Coneglian 2007, 2011; Pimentel 2010; Pimentel et al. 2014; Machado *et al.* dados não publicados). Tobe e Raven (1983) registram em *Eugenia* spp. e *Syzygium* Gaertn., óvulos unitegumentados, mas

afirmam que a presença de apenas um tegumento em *Eugenia* spp. poderia não ser confirmada em estudos embriológicos do gênero. Apesar do registro de um maior número de espécies de *Eugenia* com óvulos bitegmentados (Van Wyk e Botha 1984; Moreira-Coneglian 2007, 2011; Pimentel 2010; Pimentel et al. 2014; Machado et al. dados não publicados), Lopes (2008) descreve apenas um tegumento em *Eugenia uniflora* L.

O conhecimento da ontogênese da semente pode revelar reversões ou paralelismos nos estados deste caráter de uso potencial e seguro em estudos filogenéticos. Diante destas considerações, descreve-se neste trabalho a ontogênese seminal de espécies incluídas em seis dos nove clados do grupo *Eugenia* (*sensu* Mazine et al. 2014): *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand (clado 1), *Eugenia pyriformis* Cambess. (clado 4), *E. longipedunculata* Nied., *E. uniflora* (clado 5), *E. subterminalis* DC. (clado 7), *E. paracatuana* O. Berg, *E. repanda* O. Berg (clado 8) e *E. hiemalis* Cambess., (clado 9).

Material e métodos

Os botões, flores e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento de três indivíduos de *Myrcianthes pungens*, *Eugenia pyriformis*, *E. longipedunculata*, *E. uniflora*, *E. subterminalis*, *E. paracatuana*, *E. repanda* e *E. hiemalis* foram coletados na Estação Ecológica do Caiuá, no município de Diamante do Norte no Paraná, Brasil, com formação de Floresta Estacional Semidecidual, sob coordenadas: 52° 49' a 52° 53' W e 22° 34' a 22° 37' S.

O material imediatamente foi fixado em formaldeído, ácido acético e álcool etílico em grau 50% (FAA50); após um período o material foi transferido e armazenado em álcool 70% (Johansen 1940). Também foi utilizado material de herbário para *Eugenia repanda*, sendo retirado das exsiccatas botões florais, flores e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento; este material foi reidratado por 36 horas em solução a 5% de hidróxido de sódio (Anderson, 1963), depois lavado abundantemente com água destilada, submetido a série etflica crescente e armazenado em álcool a 70%. As exsiccatas desses materiais estão depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM), sob os números de registros: *Myrcianthes pungens* - HUEM 21410, *Eugenia pyriformis* - HUEM 22508, *E. longipedunculata* - HUEM 25099, *E. uniflora* - HUEM 24028, *E. subterminalis* - HUEM 29139, *E. paracatuana* - HUEM 25073, *E. repanda* - HUEM 23703 e *E. hiemalis* - HUEM 22499. O estudo anatômico foi realizado incluindo-se o material em historesina (Guerrits 1991). Este material foi seccionado transversal e longitudinalmente em micrótomo de rotação, corado com azul de Toluidina em tampão acetato, pH 4,7 (O'Brien 1964 modificado) e montados em resina sintética Entelan®. A análise das lâminas foi feita em microscópio Leica ICC50 com sistema de captura de imagem com as devidas escalas feitas a partir de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso. Para descrição dos óvulos e sementes foi utilizada a terminologia definida por Corner (1976).

Resultados

Óvulo-Os óvulos de *Eugenia* são campilótropos (Fig. 1, 3) e em *Myrcianthes pungens* é anátropo tendendo a campilótrofo (Fig. 2); são unitegmentados em *E. uniflora* (Fig. 3, 7) e *E. subterminalis* (Fig. 4) e bitegmentados nas

demais espécies (Fig. 1, 5-6, 8); o funículo é curto em todas as espécies de *Eugenia* e mais alongado em *M. pungens* (Fig. 2). Observa-se desenvolvimento da pericalaza no óvulo de *M. pungens* (Fig. 2) e da paquicalaza no óvulo de *E. uniflora* (Fig. 3).

O tegumento externo na região mediana do óvulo apresenta variação no número de camadas celulares: três em *Eugenia hiemalis* (Fig. 5), *E. pyriformis* e *E. paracatuana*, quatro em *M. pungens* (Fig. 6), cinco em *E. repanda*, *E. subterminalis* e *E. uniflora* (Fig. 7) e seis em *E. longipedunculata* (Fig. 8). Em secção longitudinal o contorno das células do tegumento externo é na maioria das espécies quadrangular. As células da epiderme externa deste tegumento apresentam leve alongamento radial em *E. paracatuana*, *E. uniflora* (Fig. 7) e *E. longipedunculata* (Fig. 8). Em *E. hiemalis* e *E. subterminalis* as células desta camada têm contorno retangular e mostram alongamento no sentido do maior comprimento do óvulo. Em *E. longipedunculata* e *E. paracatuana* as células da camada mediana, de contorno em sua maioria quadrangular e pentagonal, também estão levemente alongadas em sentido radial (Fig. 8). O tegumento interno apresenta duas camadas de células cujo contorno varia de quadrangular em *E. pyriformis* (Fig. 1), *E. paracatuana*, *E. longipedunculata* (Fig. 8) e *E. repanda* a retangular em *E. hiemalis* e *M. pungens* (Fig. 6).

Os núcleos apresentam-se volumosos principalmente nas camadas do tegumento externo, indicando a ocorrência de divisões celulares tanto para concluir a diferenciação do óvulo quanto para iniciar o desenvolvimento dos tegumentos seminais (Fig. 1-8). Na ontogênese do óvulo o tegumento externo se desenvolve mais rapidamente que o interno e no ápice do nucelo delimitará a exostoma (Fig. 1). Em *Eugenia subterminalis*, *E. uniflora* (Fig. 3) e *Myrcianthes pungens* a micrópila é constituída somente pela exóstoma no óvulo diferenciado e pela exóstoma e endóstoma em zig-zag (“Z”) em *E. hiemalis*, *E. longipedunculata*, *E. paracatuana*, *E. pyriformis* e *E. repanda*. Em todas as espécies o número de camadas do(s) tegumento(s) é maior na região micrópila no óvulo diferenciado.

Semente em desenvolvimento-Após a fecundação, ocorre predominância de divisões anticlinais nas células do(s) tegumento(s) na região antirafeal, bem como divisões aumentando o número de camadas de células do nucelo na região rafeal em direção ao saco embrionário. Estas divisões promovem a curvatura da semente e o saco embrionário adquire forma de ferradura, o que torna a semente campilótropa (Fig. 9-11). Nas espécies de *Eugenia* a calaza sofre grande expansão e desenvolve a paquicalaza (Fig. 9-10). Em *Myrcianthes pungens* observa-se que a proliferação da calaza não envolve toda a semente, mas se restringe a região antirafeal, constituindo a pericalaza. Nos dois gêneros, na base do nucelo, observa-se a diferenciação de uma hipóstase, cujas células apresentam conteúdo fenólico (Fig. 11, 18).

Em todas as espécies, na medida em que o embrião inicia o seu desenvolvimento, o nucelo colapsa, exceto onde ocorreu a sua proliferação, cujas células mostram alongamento radial (Fig. 11); o endosperma é nuclear (Fig. 9). O número de camadas de células da testa, da paquicalaza e da pericalaza aumenta em todas as espécies (Fig. 9-11), mantendo-se no tégmen, exceto em *Eugenia pyriformes* em que é multiplicativo (Fig. 10, 19).

Com a continuidade do crescimento da semente as células da paquicalaza e da pericalaza, principalmente acompanhando os feixes vasculares alongam-se em sentido longitudinal e passam a apresentar conteúdo fenólico. Após cessarem as divisões e expansões celulares há aumento na curvatura da semente que se torna acentuadamente campilótropa (Fig. 12). A paquicalaza e a pericalaza tornam-se extensas quando comparadas a testa, tornando-se evidente pela presença de células com conteúdo fenólico situadas mais internamente; a testa fica restrita as proximidades da micrópila (Fig. 12-14). Com esta diferenciação observa-se também maior espessura do tegumento seminal na paquicalaza e na pericalaza em comparação a testa, exceto na região micropilar (Fig. 13-14).

Na semente desenvolvida, porém imatura, o embrião preenche toda a cavidade seminal, as células do nucelo e do tégmen colapsam completamente (Fig. 12), exceto em *Eugenia pyriformis*, cujas células mostram início deste processo (Fig. 20). As células da exotesta na paquicalaza e pericalaza em continuidade com a região em que só há testa apresentam contorno e espessura de parede variável. Em *Myrcianthes pungens* apresentam contorno retangular, alongamento tangencial-obliquo, paredes celulares finas e nas proximidades do funículo mostram alongamento radial e paredes espessas. Em *E. pyriformis* (Fig. 19), *E. longipedunculata* (Fig. 21), *E. uniflora* (Fig. 23) e *E. repanda* são alongadas em sentido longitudinal-obliquo e apresentam paredes celulares finas. Em *E. subterminalis* as células da exotesta, da micrópila até o limite da paquicalaza, alongam-se radialmente em paliçada e as paredes celulares mostram leve espessamento (Fig. 25); a partir deste limite até o hilo (Fig. 26) e, também, na prerafe apresentam alongamento em sentido longitudinal e paredes finas; em todas as regiões as células apresentam-se levemente oblíquas. As células da exotesta, de paredes espessas, alongam-se radialmente, constituindo uma paliçada baixa em *E. hiemalis* e *E. paracatuana*.

As células da mesotesta apresentam contorno variável, de quadrangulares a pentagonais, em todas as espécies de *Eugenia* e paredes finas na maioria das espécies. Um leve alongamento em sentido longitudinal ocorre em *Eugenia hiemalis* e as paredes celulares mostram espessamento. Em *Eugenia longipedunculata* as células também se alongam (Fig. 21); em *Myrcianthes pungens* o sentido do alongamento é variável e as células apresentam-se levemente afastadas. Em *E. pyriformis* (Fig. 10) e *E. paracatuana* esta camada é multiplicativa e as divisões estão ocorrendo em diversos planos; nesta última espécie as células são levemente alongadas em sentido radial (Fig. 11). Em *E. pyriformis* e em *E. uniflora* as camadas internas apresentam células menores em comparação com as mais amplas da camada externa e começam a amassar pela pressão exercida pelo crescimento embrionário. Nestas duas espécies e em *E. subterminalis* as camadas mais externas começam a diferenciar aerênquima. As camadas mais internas em *E. subterminalis* apresentam células alongadas em sentido longitudinal (Fig. 25-26). Em *E. repanda* as camadas mais externas são levemente alongadas em sentido longitudinal (Fig. 28).

As células da endotesta apresentam contorno que varia de quadrangular a pentagonal e em *Eugenia subterminalis* e *Myrcianthes pungens* apresentam leve alongamento em sentido longitudinal. Em *E. paracatuana* o alongamento é levemente radial (Fig. 11).

Semente madura-Na semente madura os tegumentos seminais completam a sua diferenciação, destacando-se a ocorrência variável de lignificação da parede celular em suas camadas. Essa variação pode ser intra e interespecífica. *Myrcianthes pungens* apresenta a exotesta constituída por células alongadas tangencialmente quando observadas em seção transversal e nas regiões em que não há pericalaza. Na região rafeal e na pericalaza as células da exotesta têm contorno quadrangular. Nas proximidades do hilo alongam-se radialmente constituindo macroesclereídes de paredes lignificadas. As demais camadas do tegumento diferenciam aerênquima que se torna gradualmente comprimido (Fig. 15-18).

Em *Eugenia pyriformis* a exotesta possui células alongadas em sentido longitudinal de paredes finas; nas camadas da mesotesta mais externas o aerênquima está completamente diferenciado; as camadas mais internas da mesotesta, a endotesta e o tegmen amassam levemente (Fig. 20).

As células da exotesta alongam-se mais longitudinalmente em *Eugenia longipedunculata*, assim como as das camadas subjacentes; todas as camadas internas a exotesta estão mais comprimidas apesar de distintas; estas alterações também são observadas na paquicalaza (Fig. 22); e as paredes celulares não se espessam.

Em *Eugenia uniflora* as células da exotesta de paredes finas estão mais alongadas em sentido longitudinal; a mesotesta completa a diferenciação do aerênquima e, posteriormente, junto com a endotesta colapsa pela pressão exercida pelo crescimento do embrião (Fig. 23-24).

Em *Eugenia subterminalis* as células da exotesta da micrópila até o início da paquicalaza diferenciam-se em macroesclereídes curtas de paredes lignificadas e dispostas em paliçada; desta região até o hilo não ocorre lignificação e as células mantêm-se alongadas em sentido longitudinal e apresentam paredes pouco espessadas. Nas demais camadas do tegumento o aerênquima apresenta-se comprimido e podem ser observadas muitas células de conteúdo fenólico; as camadas de células mais internas na paquicalaza, de conteúdo fenólico, estão amassadas e formam faixa escura (Fig. 27).

As células da exotesta e das camadas mais externas da mesotesta alongam-se em sentido longitudinal em *Eugenia repanda*; as células da mesotesta e da endotesta apresentam contorno variável (Fig. 28). Em *E. paracatuana* em toda a exotesta e na endotesta na região mais espessa próxima a micrópila, as células diferenciam-se em macroesclereídes curtas (Fig. 29-30); na região da testa próxima à micrópila as células abaixo da exotesta também se lignificam (Fig. 29). Na região da exotesta e endotesta lignificadas a mesotesta é completamente amassada (Fig. 30) e em continuidade na paquicalaza estas células mostram leve compressão (Fig. 31).

Em *Eugenia hiemalis* a exotesta, em contituidade na paquicalaza, é constituída inteiramente por macroesclereídes curtas com paredes lignificadas. As células da mesotesta também com paredes espessadas e lignificadas colapsam e na paquicalaza estas células apresentam-se levemente amassadas (Fig. 32-33).

Como já mencionado o tégmen na maioria das espécies bitegmentadas é comprimido com o desenvolvimento da semente, mas em *Eugenia pyriformes* o tégmen multiplicativo está presente na semente madura e as suas células mostram-se levemente comprimidas. Outro destaque é que a região da paquicalaza difere-se da testa por apresentar um maior número de camadas de células e pela presença de feixes vasculares.

As sementes maduras de todas as espécies é exalbuminosa. O embrião globular apresenta o eixo embrionário curto e os cotilédones plano-convexos são espessos, livres em *Eugenia paracatuana* e *Myrcianthes pungens* (Fig. 17), livres somente no ápice em *E. hiemalis*, *E. repanda*, *E. pyriformis* e *E. uniflora* e fusionados na base e no ápice em *E. longipedunculata* e *E. subterminalis*. 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, com reserva amilífera (Fig. 13-14, 17, 27, 29) e observam-se cavidades secretoras em posição subepidérmica (Fig. 17, 21, 28, 32-33).

Um resumo das principais características da ontogênese seminal das espécies descritas no presente estudo encontra-se na tabela 2, bem como de estudos semelhantes realizados com espécies de *Eugenia* por outros autores. As espécies estão organizadas nesta tabela segundo os cladogramas do Grupo *Eugenia* (*sensu* Lucas et al. 2007) gerados na análise filogenética de Mazine *et al.* (2014).

Discussão

Os óvulos nas espécies de *Eugenia* são campilótrofos e em *Myrcianthes pungens* é anátropo, tendendo a campilótrofo. Esta descrição está de acordo com o afirmado por Corner (1976) para Myrtaceae. Van Wyk e Botha (1984) afirmam que em *Eugenia* os óvulos hemi-campilótrofos tendem a ana-campilótrofos. Em Myrtoideae e em Myrtaceae de modo geral, Tobe e Raven (1983) e Nic Lughadha e Proença (1996) descrevem a ocorrência apenas de óvulos anátropos. Pescador et al. (2009) em estudo com *Acca sellowiana* descrevem o óvulo como anátropo tendendo a ana-campilótrofo. Moreira-Coneglian (2007, 2011), em estudo ontogênico de sementes de Myrteae relatam que em *Eugenia*, *Myrcia* e *Campomanesia* os óvulos são campilótrofos e em *Psidium* anátropos. Machado et al. (dados não publicados) descrevem óvulos campilótrofos em cinco espécies representando cinco dos seis cladogramas sulamericanos de Myrteae *sensu* Lucas et al. (2007) e concordam com a afirmação de Van Wyk e Botha (1984) de que o pouco conhecimento sobre os óvulos em espécies de Myrteae geram esta confusão. Entretanto, estes últimos autores afirmam que os óvulos são campilótrofos em Myrteae, mas em *Blepharocalyx salicifolius* o óvulo anfítropo é registro inédito na família como destaca Moreira-Coneglian (2011). Para esta autora o fato de *B. salicifolius* ser um gênero posicionado basalmente na

proposta filogenética de Lucas et al. (2007) pode sugerir que este tipo de óvulo seja condição plesiomórfica para a família. Diante desta variedade de descrições dos tipos de óvulos em Myrtaceae, estudos embriológicos que descrevam a ontogênese do óvulo até a sua completa diferenciação são necessários para a padronização deste estado de caráter, garantindo assim o seu uso seguro nas filogenias.

No presente trabalho, observa-se que *Eugenia subterminalis* e *E. uniflora* apresentam um tegumento no óvulo, enquanto nas demais espécies este é bitegumentado. Óvulo bitegumentado também é descrito por Corner (1976), Van Wyk e Botha (1984), Moreira- Coneglian (2007, 2011), Pimentel et al. (2014) e Machado et al. (dados não publicados). Toben e Raven (1983) registram para *Eugenia* spp e *Syzygium* óvulos unitegumentados, assim como Lopes (2008) em *Eugenia uniflora* e Pimentel et al. (2014) em espécies de *Syzygium*. Entretanto, para Van Wyk e Botha (1984), as espécies de *Eugenia* descritas com óvulos unitegumentados pertencem na verdade a *Syzygium*. Para Toben e Raven (1983) e Wilson (2011) a perda de um tegumento durante a evolução da família é condição derivada e para Pimentel (2013) a presença de um único tegumento em *E. uniflora* deve-se a uma reversão que representa uma autapomorfia para esta espécie e que o surgimento de um segundo tegumento é reversão à condição plesiomórfica bitegumentada da família. Posteriormente, Pimentel et al. (2014) afirmam que o ancestral das Myrteae sulamericanas e australasianas tinha óvulo bitegumentado e que esta condição permaneceu em todas as espécies do grupo e representa uma sinapomorfia para a tribo. Para Machado et al. (dados não publicados), que descrevem óvulos bitegumentados em *Eugenia pitanga*, a ampliação deste tipo de estudo em *Eugenia* pode revelar mais espécies unitegumentadas o que poderia relacionar *Eugenia* e *Syzygium* nas propostas filogenéticas. A inferência de Pimentel et al. (2014) pode ser verdadeira, mas há necessidade de estudos como o apontado por Machado et al. (dados não publicados) e que descrevam em detalhes a ontogênese do óvulo para reforçar a sinapomorfia bitegumentada na tribo e também para revelar como também afirmado por Van Wyk e Botha (1984), ser este é um bom caráter taxonômico.

O número de camadas de células nos tegumentos do óvulo neste estudo variou de três a seis no tegumento externo e o tegumento interno apresentou duas camadas, exceto em *E. pyriformis*. O tegumento interno proliferativo desta espécie é registro inédito na família. As demais condições são descritas para Myrtaceae por Corner (1976) e Toben e Raven (1983), e em Myrteae por Van Wyk e Botha (1984), Pescador et al. (2009), Moreira- Coneglian (2007, 2011) e Machado et al. (dados não publicados). Assim como já mencionado, Van Wyk e Botha (1984) destacam que em espécies africanas de *Eugenia*, as camadas celulares do tegumento interno são reduzidas, podendo ser desconsideradas se o desenvolvimento do óvulo não for acompanhado. Observou-se neste estudo um maior número de camadas celulares tegumentar na região da micrópila, que se acentuou no início do desenvolvimento da semente, aspecto também descrito por Pescador et al. (2009), Moreira- Coneglian (2007, 2011) e Machado et al. (dados não publicados).

Como já descrito por Corner (1976), Van Wyk e Botha (1984) e Moreira- Coneglian (2007, 2011) para Myrtaceae, o tégmen da maioria das espécies aqui estudadas não se multiplica tornando-se colapsado e sendo reabsorvido. Entretanto, em *Eugenia pyriformis*, o tégmen é multiplicativo, mantêm-se até próximo à maturação da semente e posteriormente vai colapsando. A manutenção do tégmen nesta espécie pode ser considerada uma característica ancestral preservada, tendo esta camada se reduzido a dois estratos celulares no óvulo na maioria das espécies e que colapsa durante o desenvolvimento seminal, até o seu completo desaparecimento já no óvulo, como em *E. subterminalis* e *E. uniflora*. Entretanto, esta afirmação só encontrará respaldo se um número representativo de espécies da família for estudado e revelarem transições que vão desde a proliferação, manutenção de poucas camadas até a redução ou desaparecimento das camadas tegumentares durante a ontogênese do óvulo e da semente.

Em *Eugenia subterminalis*, *E. uniflora* e *Myrcianthes pungens*, a micrópila é formada pela exóstoma. Em *E. hiemalis*, *E. longipedunculata*, *E. paracatuana*, *E. pyriformis* e *E. repanda* a micrópila é formada pela endóstoma e exóstoma. Van Wyk e Botha (1984) relatam esta última condição e também a micrópila formada somente pela endóstoma em *Eugenia*. Corner (1976), descreve para Myrtaceae que a micrópila é formada exclusivamente pela exóstoma e, segundo Machado et al. (dados não publicados) esta descrição pode ser explicada pelo fato do tegumento externo se desenvolver mais rapidamente que o interno como observado pelas autoras nas espécies que descreveram, incluindo *E. pitanga*. Este desenvolvimento foi observado nas espécies bitegmentadas descritas no presente estudo e também foi relatada por Moreira-Coneglian (2007, 2011), o que reforça a importância de se descrever a ontogênese ovular de número representativo de espécies antes de se utilizar determinado caráter em discussões filogenéticas.

A ocorrência de micrópila em zig-zag (“Z”) em *Eugenia hiemalis*, *E. longipedunculata*, *E. paracatuana*, *E. pyriformis* e *E. repanda* também é descrita em *Campomanesia pubescens* por Moreira-Coneglian (2007), em *Acca sellowiana* por Pescador et al. (2009) e em *C. adamantium* e *Myrcia multiflora* por Machado et al. (dados não publicados). Este é um caráter bastante variável não só entre espécies de clados diferentes como também em um mesmo clado como pode ser constatado no presente estudo, o que talvez o torne pouco utilizável em discussões filogenéticas. Entretanto, como mencionado a descrição de maior número de espécies assim como o estudo detalhado da ontogênese ovular pode revelar este caráter como relevante nas filogenias.

Neste trabalho verificou-se que as camadas esclerificadas variaram de acordo com as espécies estudadas. As variações observadas no presente estudo e em estudos semelhantes realizados por outros autores mostram tendência em direção a maior lignificação do tegumento em espécies de clados mais derivados (clados 7-9) conforme filogenia estabelecida por Mazine et al. (2014), assim como mesotesta aerenquimática nos clados mais basais (clados 1, 4-5), cujos espaços ficam menos evidentes e desaparecem nos clados mais derivados (clados 7-9). Estes resultados reforçam a afirmação de Mc Vaugh (1968), Corner (1976), Moreira-Coneglian (2007, 2011) e Machado et al. (dados não publicados)

sobre o tegumento seminal de espécies de Myrtaceae e de Myrteae serem de grande relevância em discussões taxonômicas e filogenéticas.

Em *Myrcianthes pungens* (clado 1), camada paliçádica de células curtas, de paredes espessadas e lignificadas são observadas na região rafeal nas proximidades do funículo; nas demais regiões mostram leve espessamento, mas não lignificam; em *Eugenia pyriformis* (clado 4) não se observa qualquer espessamento de parede, assim como em *E. longipedunculata* e *E. uniflora* (clado 5). Em *E. pitanga* (clado 5) somente as camadas externas à hipóstase na paquicalaza diferenciam-se em esclereides (Machado et al. dados não publicados). Em *E. subterminalis* (clado 7), camada paliçádica de células curtas com paredes lignificadas é observada até o limite da paquicalaza; pouco acima desta região as células se alongam em sentido longitudinal e as paredes tornam-se mais finas. Em *E. repanda* (clado 8), não se observou lignificação, mas a estrutura dos tegumentos assemelham-se a observada em *E. longipedunculata* e *E. uniflora*. *E. paracatuana* (clado 8) apresenta exotesta inteiramente constituída de macrosclereídes curtas de paredes espessadas a semelhança do descrito por Van Wyk e Botha (1984) nas espécies de *Eugenia* do grupo X; nesta espécie observou-se lignificação maior na testa próximo a micrópila, incluindo a meso e a endotesta. Em *E. hiemalis* (clado 9) toda a testa é constituída por células de paredes espessadas e lignificadas; na região da testa, a mesotesta e a endotesta colapsam. Interessante destacar que *E. aurata*, *E. bimarginata* e *E. puniceifolia*, descritas por Moreira-Coneglian (2007, 2011) apresentam a totalidade do tegumento constituído por células de paredes espessadas e lignificadas e que como *E. hiemalis* descrita no presente estudo estão circunscritas ao clado 9, o mais derivado na filogenia de Mazine et al. (2014).

Corner (1976) afirma que a estrutura seminal suporta a divisão de Myrtaceae em gêneros com frutos do tipo cápsula e baga; nos gêneros com frutos do tipo baga (*Decaspermum*, *Myrtus*, *Psidium*, *Rhodamnia* e *Rhodomyrtus*) a testa é inteira esclerótica, exceto por umas poucas células mais internas com paredes finas; nos gêneros com frutos capsulares a testa é em geral não multiplicativa; as células da exotesta são de parede espessa, as da mesotesta têm paredes finas e as da endotesta formam uma camada cristalífera. Para o autor a semente do ancestral das mirtáceas era testal e toda esclerificada e os outros tipos apareceram por simplificação deste; isto significa que as bagas conservaram este caráter, apesar do esperado é que este fosse o padrão nas cápsulas; desta forma afirma que as cápsulas secas na família são muito mais derivadas e que teriam evoluído de grandes cápsulas carnosas que se fecharam e originaram as bagas. Considerando os resultados deste trabalho a luz da afirmação de Corner (1976), pode-se inferir que clados mais derivados podem ter mantido o caráter ancestral das sementes testais que apresentam todas as suas camadas esclerificadas; já as espécies circunscritas aos clados mais basais podem ter sofrido menor pressão seletiva e, por conseqüência, a gradativa perda de camadas lignificadas, representando economia energética para a espécie, podendo este evento ter sido vantajoso ao longo da história evolutiva. Estudos amplos com frutos e sementes de Myrtaceae que relacionem estas características à distribuição geográfica, bem como aos agentes dispersores, podem reforçar estas considerações.

Todas as espécies de *Eugenia* aqui estudadas apresentam paquicalaza. Corner (1976) descreve a presença deste tegumento paquicalazal em espécies unitegmentadas de *Eugenia*. Van Wyk e Botha (1984) afirmam que a paquicalaza é estrutura característica das espécies de *Eugenia* do grupo X que ocorrem no continente americano conforme citadas no estudo de Merwe et al. (2005); ocorre também em *Eugenia puniceifolia*, *E. bimarginata* e *E. aurata* (Moreira-Coneglian 2007, 2011) e *E. pitanga* (Machado et al. dados não publicados), todas bitegmentadas. O desenvolvimento de paquicalaza relaciona-se a espécies com embrião grande e recalcitrante como ocorre em *Eugenia*, sendo este um caráter plesiomórfico (Von Teichman Van Wyk 1991). Para Moreira-Coneglian (2011) sementes volumosas, paquicalazais e recalcitrantes como as de *Eugenia* podem estar relacionadas à tolerância a dessecação. A autora faz esta afirmação com base nos estudos de tolerância a dessecação realizados em sementes por Bülon et al. (1994) com *Eugenia calycina*, Gentil e Ferreira (1999) com *Eugenia stipitata* var. *sororia*, Andrade e Ferreira (2000) com *Eugenia pyriformis* e Maluf et al. (2003) com *Eugenia involucrata*. Pode-se considerar diante do exposto que há necessidade de mais estudos que relacionem a estrutura seminal e as variações nas condições ambientais dos ecossistemas em que estas espécies foram selecionadas ao longo da sua história evolutiva.

Machado et al. (dados não publicados) descrevem paquicalaza em *Myrciaria delicatula* como primeiro registro para espécies que não pertencem ao grupo *Eugenia* e ressaltam que na proposta filogenética de Murillo-A et al. (2013) o grupo *Plinia* é mais basal e próximo do grupo *Eugenia*, diferentemente do observado na árvore filogenética de Lucas et al. (2007), em que o grupo *Eugenia* é o mais basal e o grupo *Plinia* aparece como o mais derivado. O registro de paquicalaza em mais espécies destes dois grupos e a associação deste caráter aos estudos filogenéticos pode auxiliar no melhor entendimento destas relações.

Em *Myrcianthes pungens* desenvolve-se pericalaza, estrutura também descrita em espécies de *Myrcia* e em *Blepharocalyx salicifolius* por Moreira-Coneglian (2007, 2011). Apesar do registro da ocorrência de pericalaza em Myrteae se restringir a poucas espécies, a sua presença em outras espécies do grupo podem revelar se esta característica configura-se como uma derivação por redução ou como um caráter ancestral preservado e que precedeu o desenvolvimento da paquicalaza, inclusive se isto pode também ser relacionado à maior ou menor recalcitrância das sementes selecionadas por pressões ambientais ao longo da história evolutiva das espécies.

O embrião das espécies estudadas é do tipo eugenióide (Candolle 1828; Berg 1855-1856, 1857-1859) característico das espécies circunscritas aos grupos *Eugenia* e *Plinia* (*sensu* Lucas et al. 2007). Segundo Mc Vaugh (1968) os cotilédones tendem a ser mais separados em *Plinia* e Lucas et al. (2007) afirmam que o embrião eugenióide surgiu independente nos grupos *Plinia* e *Eugenia*. Esta afirmação é sustentada na proposta filogenética destes últimos autores, em que o grupo *Eugenia* é mais basal e o grupo *Plinia* é o mais derivado. Entretanto, estas considerações podem ser

alteradas se novas evidências forem acrescentadas, como por exemplo, na inferência constante no estudo de Murillo-A et al. (2013), em que estes dois grupos aparecem mais próximos na filogenia.

A fusão ou não dos cotilédones é utilizada pelos autores como caráter distintivo em *Myrcianthes*, gênero em que são separados, como também confirmado em *Myrcianthes pungens*. Neste aspecto, deve-se destacar a variação que ocorre no grau de fusão dos cotilédones em *Eugenia* conforme atestado no presente estudo. A sincotiledonia parcial também é descrita em *E. puniceifolia*, espécie em que os estudos anatômicos revelaram a presença da protoderme adaxial restrita à região mediana e distal dos cotilédones (Moreira-Coneglian 2007); em *E. aurata* e *E. bimarginata* encontram-se unidos pelas faces adaxiais e distintos só anatomicamente (Moreira-Coneglian 2011); em *E. pitanga* os cotilédones são facilmente distinguíveis (Machado et al. dados não publicados). Desta forma, este caráter necessita de análise mais detalhada para que seja utilizado seguramente nos estudos taxonômicos e filogenéticos.

Van Wyk e Botha (1984) chamam atenção para a ocorrência de cavidades secretoras no embrião e afirmam que as mesmas são esquecidas nos estudos relacionados a sementes de Myrteae. Em todas as espécies aqui analisadas foram observadas cavidades secretoras no embrião, como já relatado em *Eugenia* por Van Wyk e Botha (1984) e neste e em outros gêneros de Myrteae por Moreira-Coneglian (2007, 2011) e por Machado et al. (dados não publicados). A literatura registra variação quanto ao padrão no desenvolvimento das cavidades secretoras em Myrtaceae, podendo ser esquizógeno (Carr e Carr 1970; Van Wyk e Botha 1984; Kalachanis e Psaras 2005), e esquizolizígeno (Welch 1923; Ciccarelli et al. 2005). Assim, há necessidade de estudos que envolvam a anatomia detalhada destas estruturas secretoras não só no embrião, mas em todos os órgãos reprodutivos de Myrteae para que sejam definidos os variados padrões no seu desenvolvimento.

Os resultados encontrados neste estudo e discutido com os dados descritos na literatura nos permite afirmar que as características evidenciadas na ontogênese seminal no grupo *Eugenia* (*sensu* Mazine et al. 2014) promissoras para serem utilizadas como evidências em futuros estudos filogenéticos do grupo são: a curvatura do óvulo, o número de tegumentos no óvulo e na semente, a formação da micrópila, a presença de paquicalaza e pericalaza, o grau de fusão dos cotilédones, bem como a origem das estruturas secretoras presentes no embrião. Os estados de caráter que parecem reforçar o posicionamento dos clados do grupo *Eugenia* (*sensu* Mazine et al. 2014) são a gradativa esclerificação do tegumento em direção aos clados mais derivados, bem como o desaparecimento da mesotesta aerenquimática, mais desenvolvida em direção aos clados mais basais, configurando-se como bons caracteres a serem explorados em estudos futuros com mais espécies.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida a Patricia Gonçalves Sbais. As professoras Dra. Marta Regina Barroto do Carmo (Universidade Estadual de Ponta Grossa,

Ponta Grossa, PR, BR) e Dra. Mariza Barion Romagnolo (Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, BR), pelo auxílio nas coletas e identificação. Ao Prof. Dr. Marcos Eduardo Guerra Sobral (Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, MG, BR) pela confirmação na identificação das espécies. Este trabalho foi desenvolvido com o suporte da Fundação Araucária/Secretaria Estado de Ciência e Tecnologia do Paraná (SETI, PR, BR) através da bolsa de produtividade em pesquisa concedida a Profa. Dra. Káthia Socorro Mathias Mourão. Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP, PR, BR), pela autorização para coleta nos Parques Estaduais de Guartelá, de Vila Velha e na Estação Ecológica de Caiuá, PR, BR.

Referências bibliográficas

- Anderson LC (1963) Studies on *Petradoria* (Compositae): anatomy, cytology, taxonomy. Transactions of the Kansas Academy of Science 66: 632–684
- Andrade RNB, Ferreira AG (2000) Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – Myrtaceae. Revista Brasileira de Sementes 22: 118-125
- Berg O (1855-1856) Revisio Myrtacearum Americae huc usque cognitarum s. Klotzschii “Flora Americae aequinoctialis” exhibens Myrtaceas. Linnaea 27: 1-472
- Berg O (1857-1859) Myrtaceae. In: MARTIUS, C.F.P. (Ed.), 14 ed, Flora Brasiliensis
- Briggs BG, Johnson LAS (1979) Evolution in the Myrtaceae - evidence from inflorescence structure. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales 102: 157- 256
- Bülow JFW, Carmona R, Parente TV (1994) Armazenamento e tratamento de sementes de pitanga-vermelha-do-cerrado (*Eugenia calycina*). Pesquisa Agropecuária Brasileira 29:961-970
- Candolle AP (1828) Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis, 3: 207-296
- Carr SG, 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: 326–331
- Corner EJH (1976) The seeds of Dicotyledons. Cambridge: Cambridge University Press
- Gentil DF, Ferreira SAN (1999) Viabilidade e superação da dormência em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata* var. *sororia*). Acta Amazonica 29: 21-31
- Guerrits PO (1991) The application of glycolmethacrylate in histiotechnology: some fundamental principles. Groningen, Netherlands: Department of Anatomy and Embriology, pp 80.
- Johansen DA (1940) Plant microtechnique. New York, McGraw- Hill Book Company
- Kalachanis D, Psaras GK (2005) Structure and development of the secretory cavities of *Myrtus communis* leaves. Biologia Plantarum 49: 105-110

- Landrum LR (1982) The development of the fruits and seeds of *Campomanesia* (Myrtaceae). *Brittonia* 34: 220-224.
- Landrum LR, Sharp WP (1989) Seed coat characters of some American Myrtinae (Myrtaceae): *Psidium* and related genera. *Systematic Botany* 14: 370-376
- Lopes BC (2008) Desenvolvimento floral e estudo palinológico de *Eugenia uniflora* L. 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 Systematics and Evolution* 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: 1105- 1128
- Maluf AM, Bilia DAC, Barbedo CJ (2003) Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. *Sci Agric* 60: 471-475
- Mazine FF, Souza VC, Sobral M, Forest F, Lucas EJ (2014) A preliminar phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. *Kew Bulletin* 69: 94- 97
- Merwe MM, Van-Wyk AE, Botha AM (2005) Molecular Phylogenetic analysis of *Eugenia* L. (Myrtaceae), with emphasis on Southern African taxa. *Plant Systematics and Evolution* 251: 21-34
- McVaugh R (1968) The genera of American Myrtaceae - an interim report. *Taxon* 17: 354- 418
- 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-AJ, 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 Systematics and Evolution* 299: 713- 729
- Nic Lughadha E, Proença C (1996) A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 480-503.
- Oliveira-Filho AT, Fontes MAL (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793- 810
- Pescador R, Kerbauy GB, Strassburg RC, Kraus JE (2009) Structural aspects of the zygotic embryogenesis of *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasiliica* 23: 136-144

- Pimentel RR (2010) Anatomia e Desenvolvimento da Flor de *Eugenia neonitida* Sobral (Myrtaceae), Dissertação, Universidade Federal do 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, Rio de Janeiro.
- 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). *Australian Journal of Botany* 62: 335–346
- Sobral M, Proença C, Souza M, Mazine F, Lucas E (2014). *Myrtaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10414>>. Acesso em: 29 de Janeiro 2016
- Souza VC, Lorenzi H (2012) Botânica sistemática. 3 ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum
- Tobe H, Raven PH (1983) An embryological analysis of Myrtales: its definition and characteristics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70: 71–94
- Van Wyk AE, Botha R (1984) The genus *Eugenia* (Myrtaceae) in southern Africa: ontogeny and taxonomic value of the seed. *South African Journal of Botany* 3: 63-80
- Von Teichman I, Van Wyk AE (1991) Trends in the evolution of dicotyledonous seeds based on character associations, with special reference to pachychalazy and recalcitrance. *Bot. J. Linn. Soc.* 105: 211-237
- WCSP (World Checklist of Selected Plant Families). 2016. World checklist of selected plant families. <<http://www.kew.org/wcsp/myrtaceae>>. Acesso em: 20 Jan 2016
- Welch MB (1923) The occurrence of secretory canals in certain myrtaceous plants. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 48: 660-673
- Wilson PG, O'Brien MM, Heslewood MM, Quinn CJ (2005) Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a *matK* phylogeny. *Plant Systematics and Evolution* 251: 3- 19
- Wilson PG, O'Brien MM, Gadek PA, Quinn CJ (2001) Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. *American Journal of Botany* 88: 2013- 2025

Tabela 1. Grupos informais de *Eugenia* gerados em estudo filogenético com a combinação dos caracteres estruturais úteis a esta circunscrição segundo Mazine et al. (2014).

Grupos informais	Combinação de caracteres
<i>Eugenia clado 9</i>	Flores solitárias ou reunidas em cachos, fascículos, racemos; quando em racemos, o pedicelo floral é pelo menos 4 vezes mais longo do que o entrenós da inflorescência; bractéolas geralmente persistem na antese, sendo raramente decíduas; flores não vistosas, lobos do cálice curtos, não vistosos; flores sem brácteas ou com brácteas muito curtas, não cobrindo o pedicelo; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia clado 8</i>	Flores arrançadas exclusivamente em racemos ou diplobótris; pedicelos duas vezes mais longos do que os entrenós da inflorescência; lobos do cálice 4, livres no botão floral; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia clado 7</i>	Cálice fechado no botão, rasgando-se irregularmente ou regularmente em 4 lobos iguais; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia clado 6</i>	Flores solitárias, axilares e vistosas; bractéolas geralmente persistentes na antese; lobos do cálice 4, livres no botão floral, vistosos, frequentemente foliáceos; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa. Paraguai e Argentina ao Nordeste do Brasil
<i>Eugenia clado 5</i>	Flores precoces (aparecem antes ou com as novas folhas); flores agrupadas em pares decussados em torno da gema axilar que cresce em ramo frondoso; brácteas não foliáceas na base dos pedicelos com frequência fortemente imbricadas, oblongas e agrupadas (flores nascem em ramos menores que produzem folhas depois da floração em arranjo superficialmente similar ao das flores solitárias, mas estas inflorescências têm brácteas imbricadas, oblongas e densamente agrupadas); lobos do cálice 4, livres no botão floral; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia clado 4</i>	Flores em dicásio ou botriíodes (ráquis terminada em uma flor); bractéolas decíduas na antese; ovário bilocular; muitos óvulos por lóculo; testa membranácea ou cartilaginosa.
<i>Eugenia clado 3</i>	Flores em fascículos, raramente solitárias, cálice geralmente 5-mero (mas variando de 4-6); ovário bi a trilocular; 2-3 óvulos por lóculo.
<i>Eugenia clado 2</i>	Flores simples ou arrançadas em fascículos; bractéolas filiformes e decíduas; frutos grandes e comestíveis; ovário bi a tetralocular.

Tabela 2. Aspectos estruturais referentes ao desenvolvimento do óvulo de espécies do grupo *Eugenia*. . *Moreira-Coneglian (2007); ** Moreira-Coneglian (2011); *** Machado et al. (dados não publicados).

Clados <i>sensu</i> Mazine et al. (2014)	Espécies	Tipo de Óvulo	Número de Tegumentos	Nº de camadas Teg. Interno	Nº de camadas Teg. Externo
Clado I	<i>Myrcianthes pungens</i>	Anátropo – Campilótropo	2	2	4
Clado IV	<i>Eugenia pyriformis</i>	Campilótropo	2	2	3
Clado V	<i>Eugenia longipedunculata</i>	Campilótropo	2	2	6
	<i>Eugenia pitanga</i> ***	Campilótropo	2	-	4
	<i>Eugenia uniflora</i>	Campilótropo	1	-	5
Clado VII	<i>Eugenia subterminalis</i>	Campilótropo	1	2	5
Clado VIII	<i>Eugenia paracatuana</i>	Campilótropo	2	2	3
	<i>Eugenia repanda</i>	Campilótropo	2		3
Clado IX	<i>Eugenia aurata</i> **	Campilótropo	2	2	3
	<i>Eugenia bimarginata</i> **	Campilótropo	2	2	3
	<i>Eugenia hiemalis</i>	Campilótropo	2	2	3
	<i>Eugenia puniceifolia</i> *	Campilótropo	2	2-3	3

Tabela 3. Aspectos estruturais referentes ao desenvolvimento da semente de espécies do grupo *Eugenia*. *Moreira-Coneglian (2007); **Moreira-Coneglian (2011); ***Machado et al. (dados não publicados).

Clados <i>sensu</i> Mazine et al. (2014)	Espécies	Testa	Tégmen
Clado I	<i>Myrcianthes pungens</i>	-Mesotesta em proliferação	Inalterado
Clado IV	<i>Eugenia pyriformis</i>	-Mesotesta em proliferação	Multiplicativo
Clado V	<i>Eugenia longipedunculata</i>	-Mesotesta em proliferação	Inalterado
	<i>Eugenia pitanga</i> ***	-Mesotesta em proliferação	Inalterado
	<i>Eugenia uniflora</i>	-Mesotesta em proliferação	Inalterado
Clado VII	<i>Eugenia subterminalis</i>	-Mesotesta em proliferação	Inalterado
Clado VIII	<i>Eugenia paracatuana</i>	- Exotesta e endotesta em paliçada	Inalterado
	<i>Eugenia repanda</i>	- Mesotesta em proliferação	Inalterado
Clado IX	<i>Eugenia aurata</i> **	- Exotesta paliçada, mesotesta proliferação e lignificação	Inalterado
	<i>Eugenia bimarginata</i> **	- Mesotesta em proliferação	Inalterado
	<i>Eugenia hiemalis</i>	- Exotesta paliçada, mesotesta proliferação e lignificação	Inalterado
	<i>Eugenia puniceifolia</i> *	- Exotesta alongadas radialmente, mesotesta espaços intercelulares	Inalterado

Tabela 4. Aspectos estruturais referentes a semente desenvolvida de espécies do grupo *Eugenia*. . *Moreira-Coneglian (2007); ** Moreira-Coneglian (2011); *** Machado et al. (dados não publicados).

Clados <i>sensu</i> Mazine et al. (2014)	Espécies	Testa	Tégmen	Particularidades
Clado I	<i>Myrcianthes pungens</i>	-Exotesta no rafe em paliçada lignificada, mesotesta forma aerênquima	Inalterado comprimido	Pericalaza
Clado IV	<i>Eugenia pyriformis</i>	-Mesotesta forma aerênquima	Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia longipedunculata</i>	- Mesotesta forma aerênquima	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
Clado V	<i>Eugenia pitanga</i> ***	- Exotesta tem esclereides e mesotesta forma aerênquima	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia uniflora</i>	- Mesotesta forma aerênquima	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
Clado VII	<i>Eugenia subterminalis</i>	Inalterada	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
Clado VIII	<i>Eugenia paracatuana</i>	- Exotesta e endotesta em paliçada lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia repanda</i>	- Inalterada	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
Clado IX	<i>Eugenia aurata</i> **	- Exotesta em paliçada, meso e endotesta lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia bimarginata</i> **	- Exotesta em paliçada, meso e endotesta lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia hiemalis</i>	- Exotesta em paliçada, meso e endotesta lignificadas	Inalterado Comprimido	Paquicalaza
	<i>Eugenia puniceifolia</i> *	- Exotesta paliçada fortemente lignificada, mesotesta totalmente lignificada	Inalterado Comprimido	Paquicalaza

FIGURAS

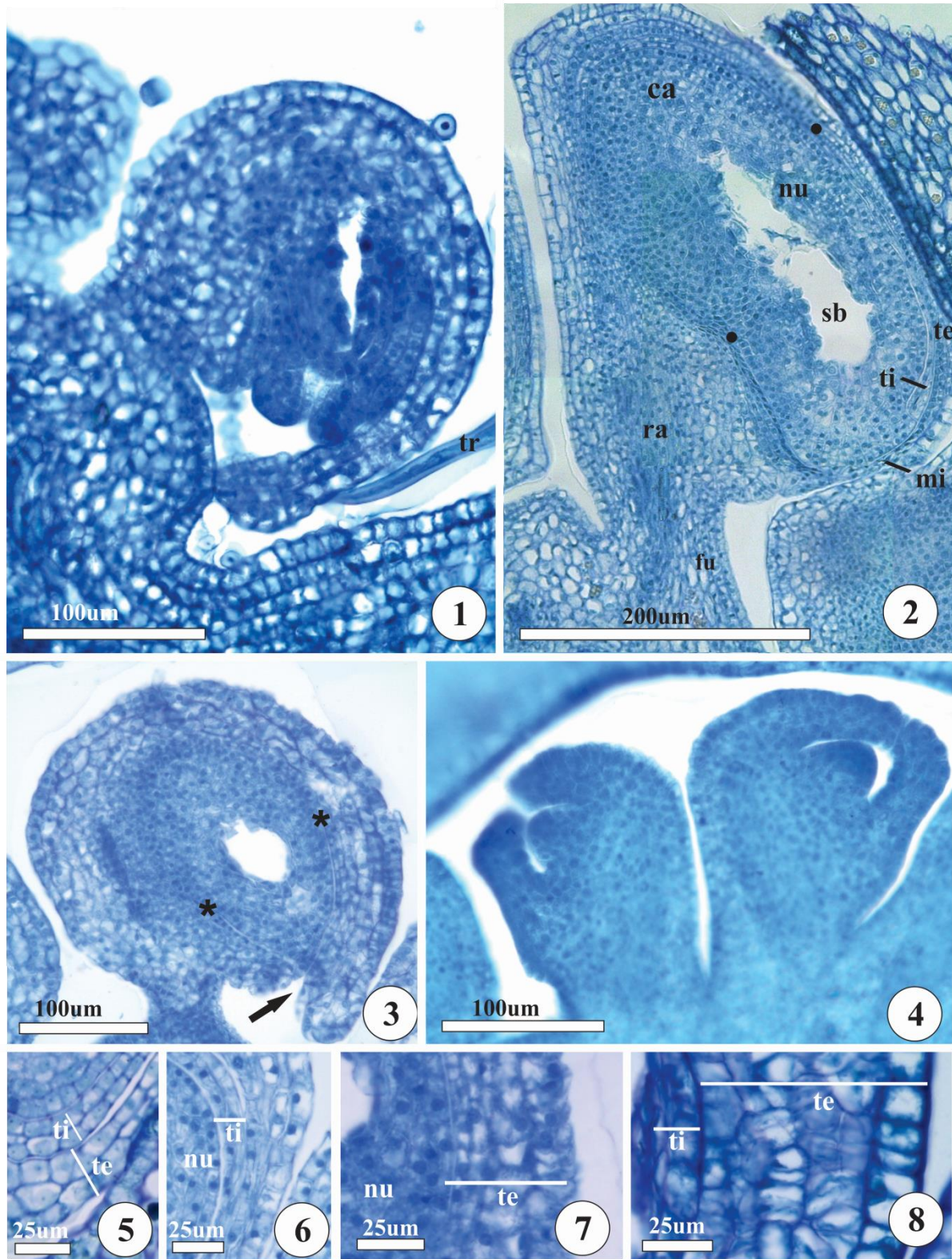


Fig. 1-8 Seções longitudinal (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8) e transversal (5) do óvulo de botões florais (1, 4), flores em antese (2, 3, 5-7) e pós-antese (8) de *Eugenia pyriformis* (1), *Myrcianthes pungens* (2, 6), *Eugenia uniflora* (3,7), *Eugenia subterminalis* (4), *Eugenia hiemalis* (5) e *Eugenia longipedunculata* (8). 1-2 Óvulos bitegumentados, evidenciando o desenvolvimento mais rápido do tegumento externo (1) e os limites da pericalaza (•) (2). 3-4 Óvulos unitegumentados evidenciando a micrópila constituída pela a exótoma (→) (3), o limite da paquicalaza (*) e o início de desenvolvimento do tegumento externo (4). 5-8: Pormenores dos tegumentos (ca calaza, fu funículo, nu nucelo, ra rafe, sb saco embrionário, te tegumento externo, ti tegumento interno)

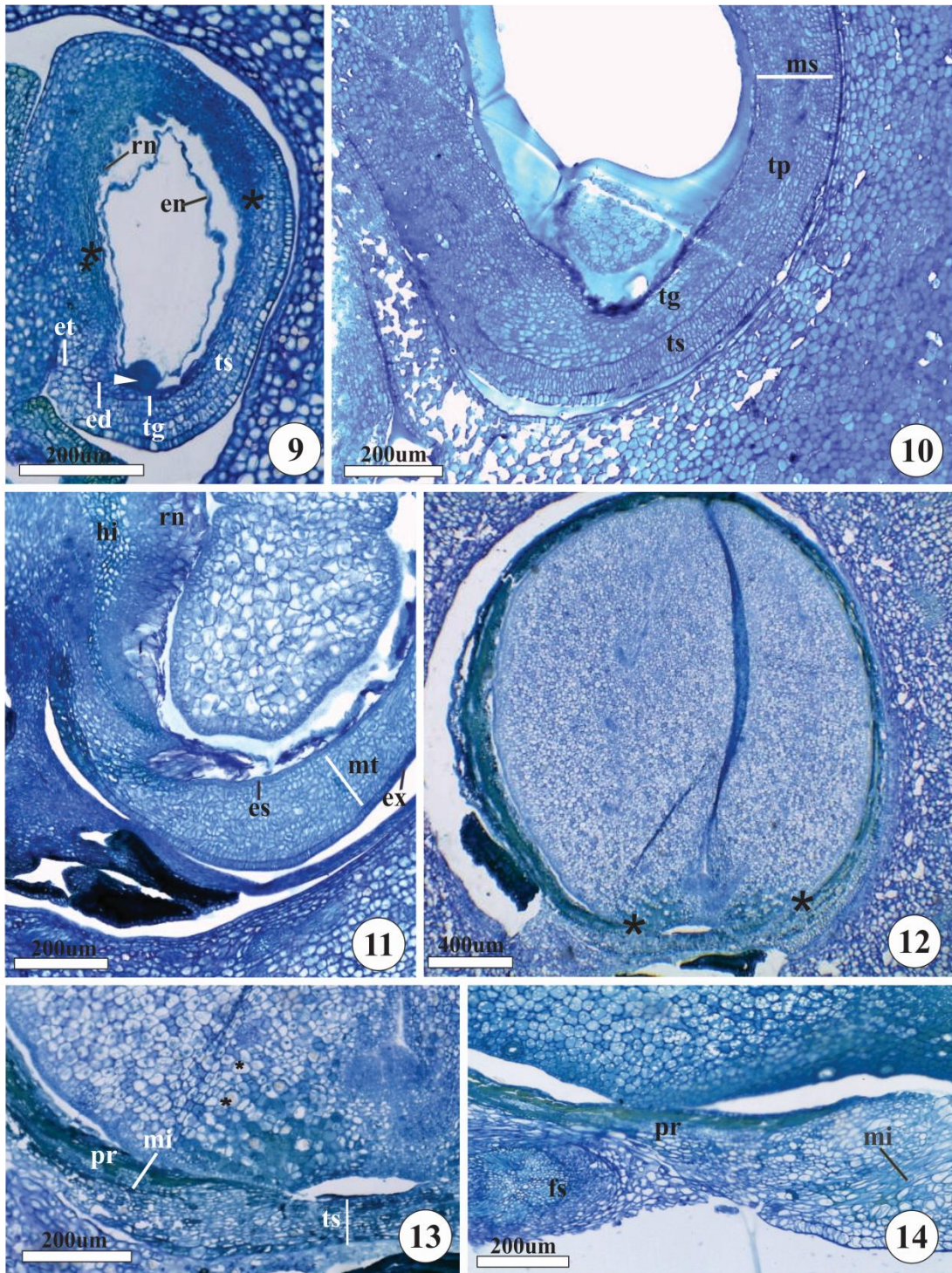


Fig. 9-14 Seções longitudinais das sementes em desenvolvimento (9-11) e desenvolvidas imaturas (12-14) de *Eugenia longipedunculata* (9), *Eugenia pyriformis* (10), *Eugenia paracatuana* (11), *Eugenia longipedunculata* (12-13) e *Eugenia subterminalis* (14). 9-10 Aspecto geral (9) e pormenor (10) evidenciando micrópila em zigzag (“Z”), embrião globular (ponta de seta), endosperma nuclear, restos de nucelo, limite da paquicalaza (*) e tégmen multiplicativo. 11 Pormenor evidenciando hipóstase, nucelo proliferativo, exotesta e endotesta de células alongadas radialmente e mesotesta com divisões em planos variados. 12 Aspecto geral evidenciando a extensão da paquicalaza, a semente acentuadamente campilótropa e o embrião eugenióide ocupando a cavidade seminal. 13-14 Pormenor da região micropilar (*ed* endóstoma, *en* endosperma nuclear, *es* endotesta, *et* exóstoma, *ex* exotesta, *fs* feixe vascular septal, *hi* hipóstase, *mi* micrópila, *ms* mesotesta, *pr* prafe, *rs* restos do nucelo, *tg* tégmen, *tp* tegumento paquicalazal, *ts* testa).

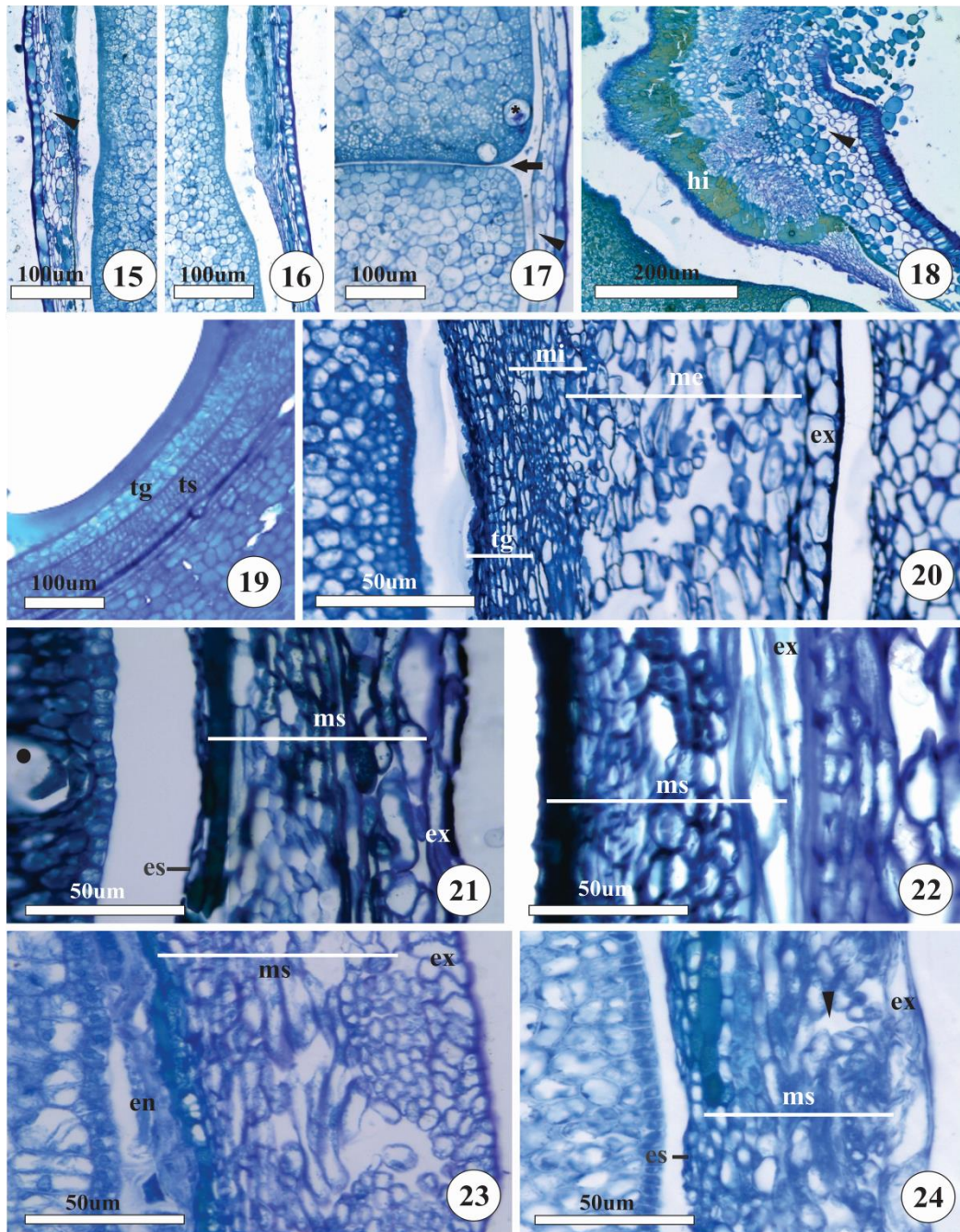


Fig. 15-24 Seções transversal (15-17) e longitudinal (18-24) evidenciando o(s) tegmento(s) na semente desenvolvida imatura (19, 21, 23-24) e madura (15-18, 20, 22) de *Myrcianthes pungens* (15-18), *Eugenia pyriformis* (19-20), *Eugenia longipedunculata* (21-22), *Eugenia uniflora* (23-24). 15-17 Pericalaza na calaza (15) e na antirafe (16) e testa (17) evidenciando exotesta com células alongadas tangencialmente e mesotesta aerênquimática. 18 Região funicular-rafeal evidenciando a hipóstase com células de conteúdo fenólico e macrosclereídes da exotesta. 19-20 Tégmen multiplicativo (19), colapsando juntamente com a mesotesta interna, mesotesta externa aerênquimática e exotesta com células alongadas em sentido longitudinal (20). 21-22 Células da exotesta e da mesotesta externa alongadas longitudinalmente, camadas internas colapsando (21) e colapsadas (22) e camadas mais internas com células de conteúdo fenólico. 23-24 Mesotesta aerênquimática (23), colapsando com a endotesta e exotesta com células alongadas longitudinalmente (24). (*en* endosperma, *es* endotesta, *ex* exotesta, *hi* hipóstase, *me* mesotesta externa, *mi* mesotesta interna, *ms* mesotesta, *tg* tégmen, * cavidade secretora, ► aerênquima, → cotilédones livres).

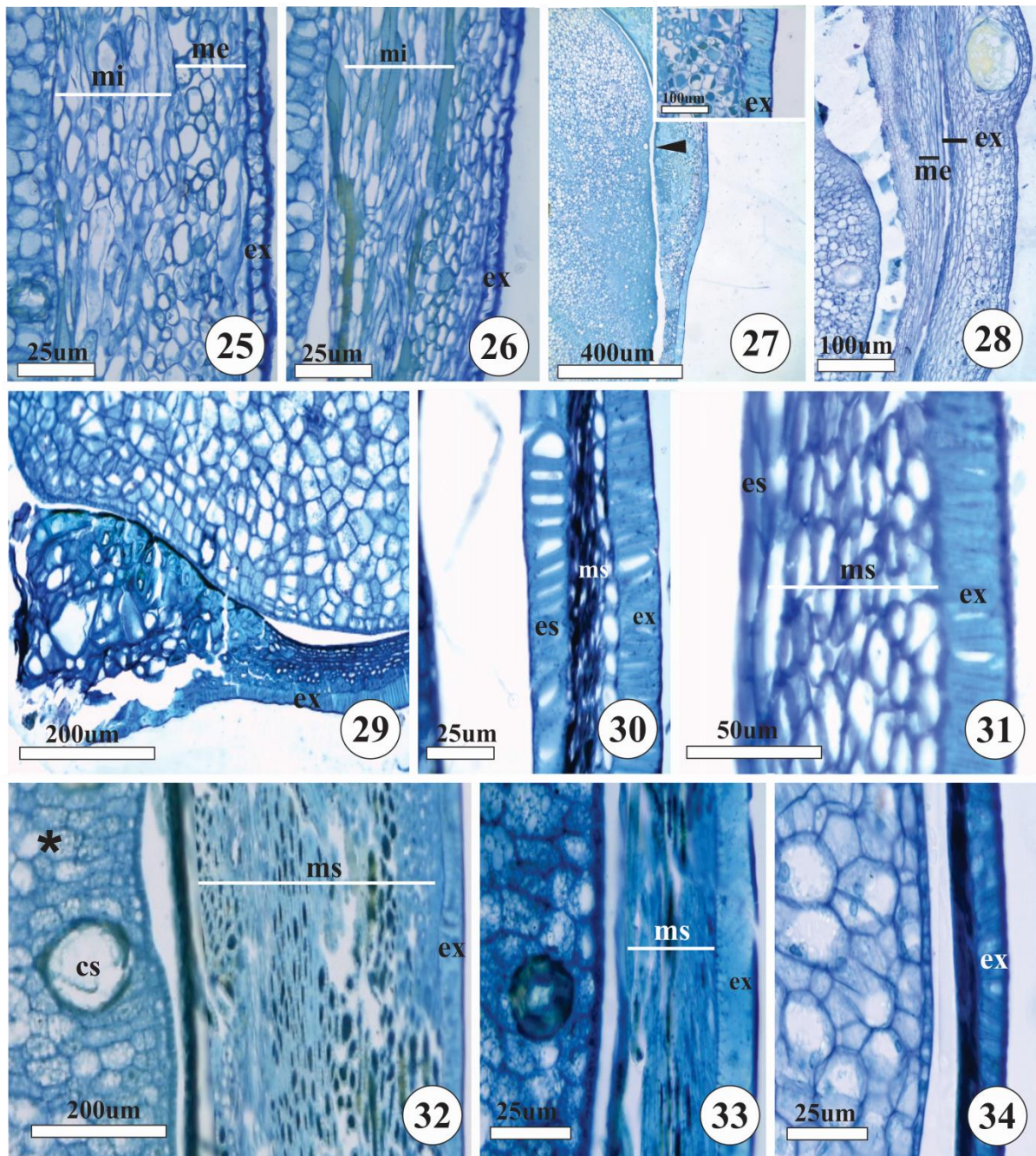
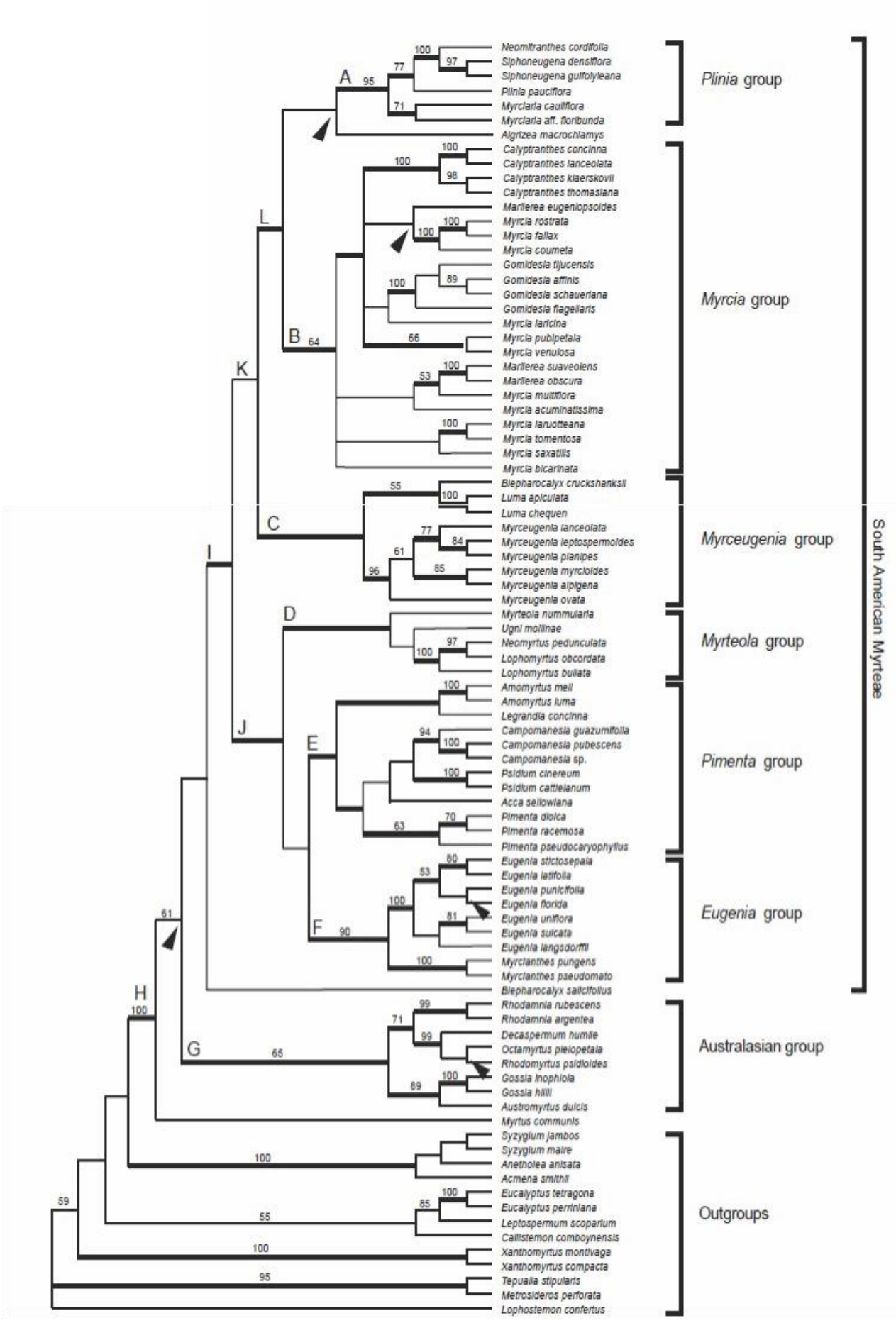
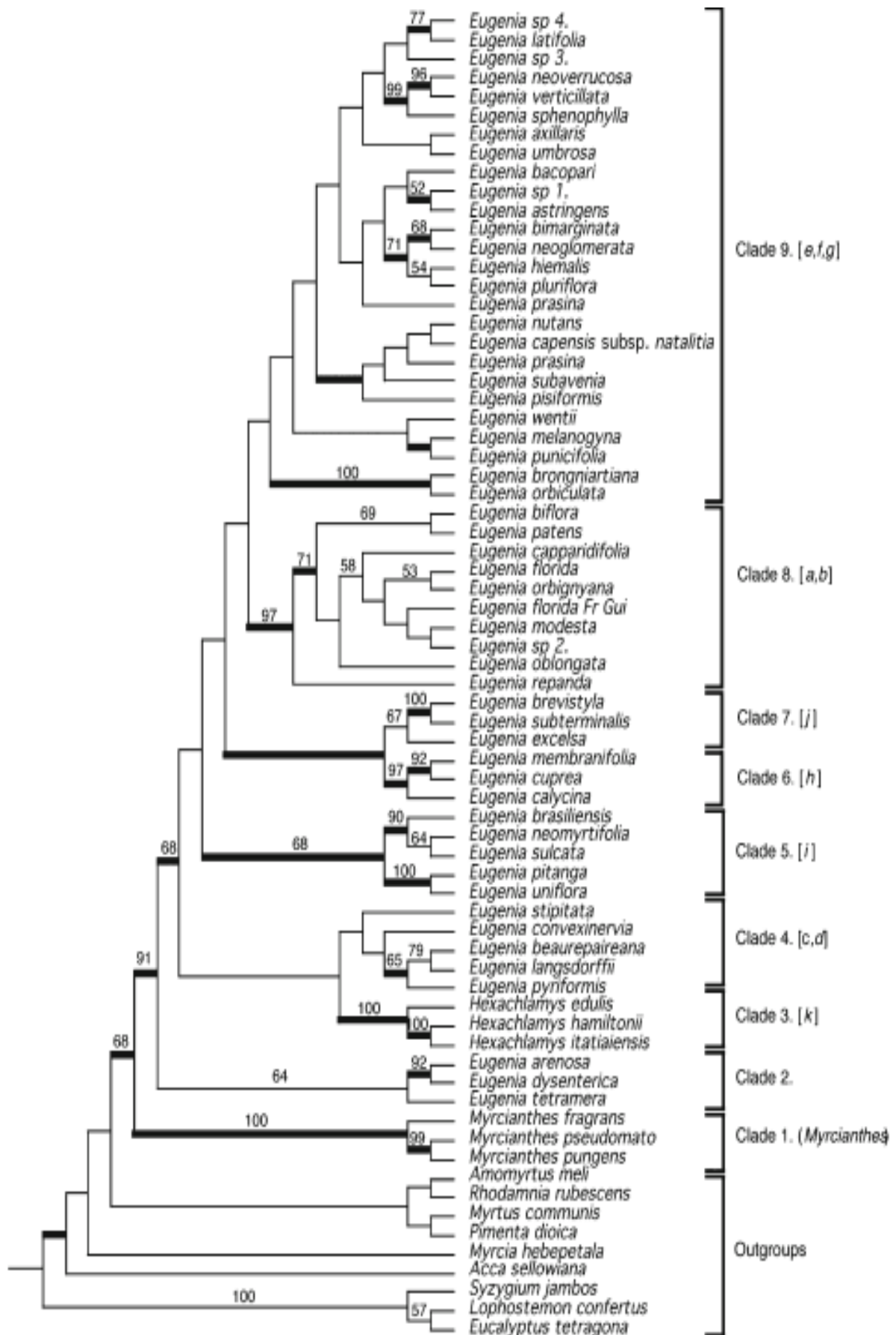


Fig. 25-34 Seções longitudinais evidenciando o tegumento na semente desenvolvida imatura (25-26, 28, 32) e madura (29-31, 33-34) de *Eugenia subterminalis* (25-27), *Eugenia repanda* (28), *Eugenia paracatuana* (29-31) e *Eugenia hiemalis* (32-34). 25-27 Pormenor evidenciando as células da exotesta alongadas radialmente na testa (25) e longitudinalmente na paucalaza (26), mesotesta aerênquimática, internamente com células alongadas longitudinalmente, exotesta lignificada (Detalhe 27) e camadas internas com células de conteúdo fenólico (►). 28 Tegumento na testa e na paucalaza (note as células da exotesta e mesotesta externa com células alongadas em sentido longitudinal). 29-31 Pormenores da testa espessa na região micropilar com exo, meso e endotesta lignificadas (29), após esta região até o limite da paucalaza (note exotesta, primeira camada da mesotesta e endotesta lignificadas e mesotesta colapsada) (30) e na paucalaza com exotesta lignificada e meso e endotesta colapsando (31). 32-34 Pormenores evidenciando exotesta constituída de macrosclereídes curtas e de paredes lignificada na paucalaza (32-33) e na testa (34), células da mesotesta e endotesta colapsando (32) e colapsadas (33-34). (*es* endotesta, *ex* exotesta, *hi* hipóstase, *me* mesotesta externa, *mi* mesotesta interna, *ms* mesotesta, *cs* cavidade secretora, ► camada fenólica, * parênquima amilífero).

ANEXOS



Anexo 1. Cladograma da análise filogenética de Myrteae (Lucas *et al.*, 2007).



Anexo 2. Cladograma da análise filogenética do grupo *Eugenia* (Mazine *et al.*, 2014).

Anexo 3. Normas do Brazilian Journal of Botany

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.

TITLE PAGE

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, telephone and fax numbers of the corresponding author

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.

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 spread sheets, 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 \(zip, 182 kgfB\)](#)

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.

REFERENCES

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

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. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- Journal article
Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8
Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:
Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329
- Article by DOI
Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086
- Book
South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London
- Book chapter
Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257
- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation
Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California
- Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see
- [ISSN LTWA](#)
If you are unsure, please use the full journal title.
For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.
- [EndNotestyle \(zip, 2 kB\)](#)

ADDITIONAL REQUEST REFERENCES

In taxonomic papers, cite botanical material in detail in the following sequence: place and date of collection, collector's name and number, and herbarium abbreviation, according to the samples below:

BRAZIL. MATO GROSSO: Xavantina, s.d., HS Irwin s.n. (HB3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, JR Kuhlmann & ER Menezes 290 (SP); Matão, BR 156, 8-VI-1961, G Eiten et al. 2215 (SP, US).

All other papers should cite vouchers.

Authors of scientific names of vascular plants should be abbreviated according to IPNI (<http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>). Species author(s) name(s) should be included when first mentioned in the text; in the title only when essential. Abbreviations of original works on taxonomy must follow BPH.

TABLES

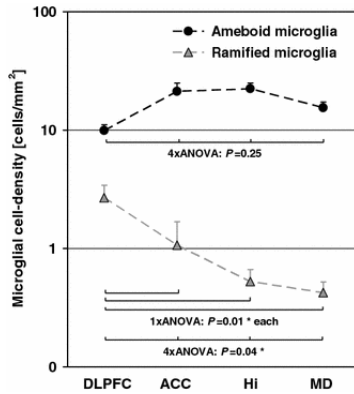
- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in 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.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

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, e.g., Fig1.eps.

Line Art

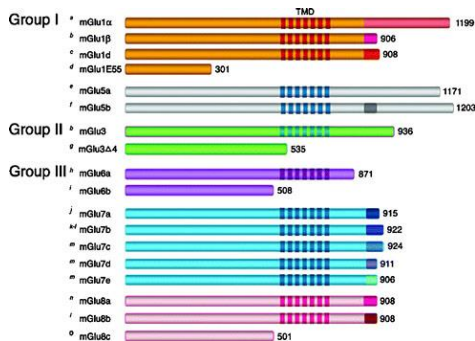


- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should 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.

Combination Art



- 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 online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

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

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- 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 (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Specific Remark - Figure Numbering

- Use bar scales to indicate size.
- Bar scales should be placed in the lower left corner.
- Figure numbers should be placed in the lower right corner.

•

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.

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.

Spread sheets

- Spread sheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spread sheets should be submitted as .xls 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)

•

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, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

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 Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

- [Springer Open Choice](#)

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.

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.

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

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for type setting 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.