

HIGOR ANTONIO DOMINGUES

**Palinotaxonomia de espécies brasileiras de
Aeschynomene L. e de espécies sul americanas
de *Tephrosia* Pers. (Fabaceae – Papilionoideae)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2017

HIGOR ANTONIO DOMINGUES

**Palinotaxonomia de espécies brasileiras de
Aeschynomene L. e de espécies sul americanas
de *Tephrosia* Pers. (Fabaceae – Papilionoideae)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. CYNTHIA FERNANDES PINTO DA LUZ

Eu ainda não tenho uma epígrafe

AGRADECIMENTOS

Sou grato inicialmente ao Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM e a minha primeira orientadora, Me Norma Aparecida Borges Bitar, minha mãe Botânica, e a todos os envolvidos no Herbário *Mandevilla* sp. – UNIPAM e demais colaboradores, por despertarem em mim o meu amor pelas plantas.

Por conseguinte, a colaboradora Me Angela Maria da Silva Correa, minha primeira mãe Palinóloga por cultivar parte do seu conhecimento em mais um filho e permitir que ele cresça. A minha segunda mãe Palinóloga, e minha orientadora de mestrado, Dra Cynthia Fernandes Pinto da Luz, diurna, responsável por cuidar desse peculiar ser noturno e incrementar ainda mais nossos conhecimentos.

Agradeço também ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e, em especial a Comissão de Pós Graduação, sob a direção da Dr^a Célia Leite Sant'Anna e colaboração do corpo docente, discente e demais funcionários, que compõem nosso renomado Instituto de Pesquisa.

Sou grato a Dinorah Evangelista do Centro Administrativo pelo grande aporte na minha estadia do Alojamento da mesma Instituição.

Ao Núcleo de Pesquisa em Palinologia seus pesquisadores e demais Laboratórios.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, fundação do Ministério da Educação pela bolsa de pós-graduação e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, pela verba concedida, que permitiram aqui meu melhor estabelecimento e desenvolvimento dessa importante pesquisa.

A Dra Maria Cândida Henrique Mamede, curadora do Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo (SP), Instituto de Botânica, São Paulo; Dra Rafaela Campostrini Forzza, curadora do Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Rio de Janeiro; Dr Osmar dos Santos Ribas, curador do Herbário Museu Botânico Municipal (MBM), Curitiba e Herbário Prof. Dr. Alarich Rudolf Holger Schultz (HAS), Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, por disponibilizarem os botões florais, material necessário para ampliar meu conhecimento. E não menos importante a doutoranda Carin Stanski e a Dra Maria de Lourdes Abruzzi Aragão de Oliveira, por coletarem os materiais e enviarem.

Aos meus outros colaboradores a Bióloga Monica Lanzoni Rossi e Dra Adriana Pinheiro Martinelli, do Laboratório de Histopatologia Vegetal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba e aos responsáveis pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pelo auxílio no uso da Microscopia Eletrônica de Varredura.

A doutoranda Lorena Lana Camelo Antunes e Dr Rubens Teixeira de Queiros pelos auxílios para o melhor entendimento dos gêneros.

Aos meus amigos do Alojamento e da Pós-graduação do Instituto de Botânica, que têm um importante papel na minha adaptação em São Paulo. A companhia de vocês, bem como o amor que recebi e ensinamentos que recebi possuem um valor inestimável, igual ao espaço reservador para vocês dentro de mim.

Ao Rodrigo Sanches por se tornar um amigo especial pra mim. A Ana Clara por possibilitar que eu me conhecesse mais. As Camilas de minha vida, Camila Araújo – Algas, Camila Araújo – Bromélia, Camila Carvalho – Ornamentais, e Camila Gonzales, pela companhia e conselhos. Ao Maicon (China) pelo auxílio na elaboração da Imagem I.

A minha nova família, Vera, Kanis, Ivan e Chicó por estarem presentes em minha vida, por se unirem a mim do início ao fim e por sempre me influenciarem a buscar sempre mais.

A minha família de sangue, meu pai Pedro, minhas mães, Vilma, Rosa e Elena e minha irmã Hyasmin, por me apoiarem sempre e nunca desistirem de mim.

Aos meus Deuses, Anjos da Guarda e Mentores, por estarem sempre ao meu lado.

RESUMO

Os trabalhos palinológicos para os gêneros *Aeschynomene* e *Tephrosia* são escassos e deixaram muitas lacunas, sendo que preencher esses espaços, com enfoque nas espécies ocorrentes no Brasil foi o objetivo desse trabalho. Para ambos os gêneros, as espécies foram coletadas de modo que abrangessem as duas secções e nove séries de *Aeschynomene* ocorrentes no Brasil e os dois subgêneros de *Tephrosia* ocorrentes na América do Sul. Os materiais foram preparados de acordo com a metodologia padrão para análise em microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura. Para obtenção de dados quantitativos e qualitativos, análises descritivas e estatísticas foram realizadas. Os grãos de pólen dos estames longos de algumas espécies de *Aeschynomene* podem apresentar diferença nos eixos polar e equatorial, quando comparados com os grãos de pólen dos estames curtos. Porém, não foram observadas distinções quanto ao padrão da morfologia polínica. As espécies de *Aeschynomene* podem ser separadas de acordo com os dados quantitativos e qualitativos de acordo com a morfologia polínica, bem como o reconhecimento das duas secções, e de algumas séries e clados. No gênero *Tephrosia*, apesar de ser possível a separação das espécies por caracteres polínicos, não foi possível distinguir os dois subgêneros propostos, porém os dados polínicos são de importância para o grupo, visto que um variável padrão de ornamentação da exina pôde ser observado nas espécies estudadas. Sendo assim, os dados quanto a morfologia polínica para as espécies ocorrentes no Brasil dos gêneros *Aeschynomene* e *Tephrosia* puderam ser reconhecidos, e são de extremo valor para a taxonomia do grupo.

Palavras-chave: Leguminosae, morfologia polínica, palinologia, Papilionoideae

ABSTRACT

The palynological works for the genera *Aeschynomene* L. and *Tephrosia* Pers. are scarce and have left many gaps. The aim of this study was to fill these spaces with a focus on the species that occur in South America. Two sections and nine series of *Aeschynomene* and two subgenera of *Tephrosia* were studied, that occur in Brazil. The pollen materials were prepared according to the standard methodology for analysis in optical microscopy and scanning electron microscopy. To obtain qualitative and quantitative data, statistical and descriptive analyzes were performed. The pollen grains of the long stamens of some species of *Aeschynomene* presented difference in the dimensions of the polar and equatorial axes when compared to the pollen grains of the short stamens of the same specimen. However no distinctions were observed regarding other patterns of pollen morphology. The *Aeschynomene* species were separated by quantitative and qualitative data according to the pollen morphology, as well as the recognition of the two sections and some series and clades. In the genus *Tephrosia*, although it was possible to separate the species by pollen characters, it was not possible to recognize the two proposed subgenres. Despite this, the pollen data were important for the group, since a variable pattern of exina ornamentation could be observed in the studied species. Thus, data on pollen morphology for species occurring in Brazil of the genres *Aeschynomene* and *Tephrosia* could be recognized, denoting value for the taxonomy of the group.

Key-words: Leguminosae, palinotaxonomy, Papilionoideae, pollen morphology.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
LEGUMINOSAE	1
<i>Aeschynomene</i> – Dalbergieae	3
<i>Tephrosia</i> – Millettieae	7
OBJETIVOS	9
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS	9
CAPÍTULO I	12
CAPÍTULO II	25
CAPÍTULO III	65
CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS	91

INTRODUÇÃO

LEGUMINOSAE

As Fabaceae estão dentro da ordem monofilética Fabales, juntamente com Polygalaceae, Quilajaceae e Surianaceae (APG, III). É a terceira maior família das angiospermas atrás de Orchidaceae e Asteraceae, com cerca de 750 gêneros e 19.500 espécies. Possui distribuição global, apresentando uma imensa importância ecológica e ambiental. Apresenta grande variedade morfológica, desde grandes árvores de florestas tropicais, a lianas, arbustos, ervas efêmeras, herbáceas, escaladoras, aquáticas, e plantas adaptadas ao fogo (LPWG, 2013). Na Lista de Espécies da Flora do Brasil (2020), são aceitos para o Brasil, 222 gêneros, sendo 16 endêmicos, e 2822 espécies aceitas, dessas 1523 são endêmicas.

A família contém grandes gêneros como *Astragalus* L. (2400spp.), *Acacia* Mill. *sens. lat.* (1450spp.), *Indigofera* L. (700spp.), *Crotalaria* L. (690spp.), *Mimosa* L (500spp.), *Oxytropis* DC. (350 spp.), *Tephrosia* Pers. (350 spp.), *Chamaecrista* Moench (330 spp.), *Inga* Mill. (300 spp.), *Senna* Mill. (300 spp.), *Aspalathus* L. (278 spp.), *Desmodium* Desv. (275 spp.), *Dalbergia* L. f. (250 spp.), *Trifolium* L. (250 spp.), *Adesmia* DC. (240 spp.), *Rhynchosia* Lour. (230 spp.), *Lupinus* L. (225 spp.), *Swartzia* Bartl. (180 spp.), *Aeschynomene* L. (180 spp.) e *Dalea* Mill. (165 spp.) (Lewis et al 2005).

A Família das leguminosas é contemplada pela coleção *Advances in Legume Systematics* com 10 volumes de artigos compilados por Polhill & Raven (1981), Stirton (1987), Herendeen & Dilcher (1992), Sprent & Mckey (1994), Ferguson & Tucker (1994), Crisp & Doyal (1995), Pickersgill & Lock (1996), Herendeen et al. (2000), Klitgaard & Bruneau (2010). Através desses estudos, é possível conhecer caracteres

taxonômicos importantes para as tribos e gêneros que compõem essa importante família, bem como importância ecológica, econômica e registros fósseis. Mesmo assim, muitas dúvidas ainda pairam sobre o táxon.

Eram aceitas três subfamílias, Caesalpinioideae DC., Papilionoideae, que é conhecida também como Faboideae Rudd e, Mimosoideae DC. Para autores clássicos como Giseke (1792), Brown (1814), Hutchinson (1964) e Cronquist (1981), essas subfamílias são independentes, e formam as famílias Caesalpinaceae R. Br., Papilionaceae Giseke e Mimosaceae R. Br., o que não corrobora com os resultados de Polhill (1994); Doyle et al. (1997); Lewis e Schrire (2003) Lewis et al (2005).

As Caesalpinioideae formava um grupo parafilético do qual se derivam as outras duas subfamílias monofiléticas as Mimosoideae e as Papilionoideae (LPWG 2013). Uma nova classificação foi proposta recentemente (LPWG 2017) onde a família reorganizada em seis subfamílias monofiléticas: Cercidoideae, Detarioideae, Duparquetioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae. As Mimosoideae mais o gênero *Chidlowia* Hoyle, antes uma Caesalpinioideae, estão agrupadas dentro de Caesalpinioideae, no Clado Mimosoideae

Papilionoideae é a maior subfamília das leguminosas 503 gêneros e cerca de 14,000 espécies (LPWG 2017), incluindo muitas espécies de interesse econômico, como a soja (Lewis et al. 2005) e é o grupo de enfoque deste trabalho.

Os dados palinológicos das leguminosas revisados em Erdtman (1952), Barth (1964), Barth e Bouzada (1964), Barth e Yoneshigue (1966), Salgado-Labouriau (1974), Barth et al. (1976), Prados et al. (1988), Silvestre-Capelato e Melhem (1997), Moreti et al. (2007), Bocage et al. (2008), Lima et al. (2008), Pinar et al. (2009), Buriel et al. (2011), demonstra que a família é euripolínica, ou seja, com ampla variedade na morfologia dos grãos de pólen. Os grãos de pólen das Fabaceae são de pequenos a muito grandes,

raramente gigantes, podendo ser mônades ou reunidos em tétrades, ditétrades ou políades, com 12, 16, 20 ou mais grãos de pólen. O âmbito pode ser subcircular, circular, subtriangular a triangular e a forma varia de oblata a prolata. As aberturas variam de 3-colpados, 3-(2-4-5-6)-colporados, 3-colporoidados, 3-(4-6)-porados, parassincolporados ou sincolporados. A ornamentação da exina se apresenta como psilada, escabrada, baculada, pilada, reticulada, estriado-reticulada, verrucada, clavada, rugulada, granulada, foveolada, insulada, gemada ou areolada. Portanto, os estudos comprovaram que caracteres palinológicos tais como o número de aberturas e o padrão de ornamentação da exina são úteis para delimitação taxonômica em Fabaceae, evidenciando a similaridade morfológica entre táxons considerados afins e, por outro lado, demonstrando a riqueza de variabilidade em outros grupos. A morfologia do pólen em Fabaceae é considerado um caráter taxonômico importante e deveria ser utilizada na Taxonomia juntamente com os outros caracteres florais.

Para o presente estudo, destacam-se dois grandes gêneros independente, em duas tribos distintas. O gênero *Aeschynomene* L. da Tribo Dalbergieae *sensu latu* Klitgaard e Lavin (2005) e *Teprosia* Pers. da Tribo Millettieae Schrire (2005).

Aeschynomene – Dalbergieae

A tribo Dalbergieae *sensu latu* Klitgaard e Lavin (2005) inclui as posteriores Dalbergieae de Bronn ex DC., Aeschynomeneae (Benth.) Hutch., Hedysareae subtribo Aeschynomeninae Benth, Coronilleae subtribo Aeschynomene (Benth.) Schulze-Menz, Tribo Adesmieae (Benth.) Hutch., Hedysareae subtribo Adesmiinae Benth., Hedysareae subtribo Patagoniinae Taub., Coronilleae subtribo Pagatoniinae (Taub.) Schulze-Mens e Desmodieae (Benth.) Hutch. Subtribo Bryinae (Klitgaard e Lavin, 2005).

É composta por três grupos informais (Lavin et al 2001): Clado Adesmia, com seis gêneros e 360 espécies neotropicais, exceto *Zornia* J.F. Gmel., pantropical; Clado Pterocarpus, com 22 gêneros e 200 espécies concentradas nos neotrópicos, com *Pterocarpus* Jacq. e *Stylosanthes* Sw. Pantropicais, *Inocarpus* J.R. Forst. & G. Forst. na Ásia e *Chapmannia* Torr. & A. Gray, transatlântico; Clado Dalbergia, com 17 gêneros e 706 espécies pantropicais, centrados na África, *Weberbauerella* Ulbr., *Soemmeringia* Mart., *Pictetia* DC. e *Diphysa* Jacq. neotropicais, *Machaerium* Pers. transatlântico, *Dalbergia* L.f. e *Aeschynomene* pantropicais e *Geissaspis* Wight & Arn. na Ásia; e outros quatro gêneros isolados.

Aeschynomene é um dos grandes gêneros de Leguminosae, compreende cerca de 180 espécies, com 84 distribuídas nos neotrópicos e subtrópicos, centrado no México e America Central. No Velho Mundo está distribuído principalmente na África-Madagascar (95 spp), com uma espécie, *Ae. aspera*, endêmica da Ásia e Austrália; 3-4 espécies amplamente introduzidas nos Paleotrópicos do Novo Mundo (Klitgaard e Lavin, 2005). Para o Brasil, são aceitas 49 espécies, sendo 26 endêmicas e 24 variedades, sendo oito endêmicas, presentes em todos os estados, em ambiente terrícola e aquático (Lima et al. 2015). Algumas espécies são reconhecidas popularmente como lentilha d'água, lentilha do campo, carrapicho, sensitiva mansa, paricá, rolha de garrafa, cortiça, corticeira, corticeira do campo, cortiça do brejo e paricazinho, e estão presentes no Catálogo de Espécies de Mato Infestantes de Áreas Cultivadas no Brasil (Blanco 1978).

A palavra “*aeschynomene*” foi usada para classificar muitas plantas com folhas sensitivas a luz ou ao toque no período pré Lineano, característica também observada em *Acacia* Mill, *Mimosa* L., *Cassia* L., *Senna* Mill. , *Isodesmia* Gardner, *Soemmeringia* Mart., dentre outras Leguminosae. O termo foi aproveitado por Lineu, para designar o

táxon *Aeschynomene*, cujas algumas espécies apresentam essa característica sensitiva (Fernandes 1996).

Rudd (1955), para as espécies americanas, estabeleceu duas secções para as espécies americanas, a partir da secções *Eu-aeschynomene* e *Ochopodium* de Vogel (1838). A secção *Eu-aeschynomene* foi renomeada para *Aeschynomene*, caracterizada pelas estípulas mediofixas na, que foi subdividida em cinco séries (Rudd 1955) e a secção *Ochopodium*, caracterizada pelas estípulas basifixas, subdividida em quatro séries (Rudd 1955) sendo uma série estabelecida por Fernandes (1996) para algumas espécies peculiares do Brasil. Visto que as *Aeschynomene* africanas apresentam características que não se encaixam na classificação de Rudd (1955), além de serem espécies que em grande parte só ocorrem lá, nos tratamentos de Verdcourt (1970, 2000) para a Flora Zamesiaca, foram circunscritos três subgêneros: subgen. *Aeschynomene*, subgen. *Rueppellia* e subgen. *Ochopodium*.

A parafilia do gênero já podia ser observada na filogenia de Wojciechowski et al. (2004), porém as análises moleculares de Lavin et al. (2001, 2005) e Ribeiro et al. (2007) esclareceram que secção *Ochopodium* estar mais relacionada com *Machaerium* Pers. e *Dalbergia* L. f. do que com a secção *Aeschynomene*. A secção *Ochopodium* é um grupo irmão de *Machaerium*, compondo um clado, juntamente com *Dalbergia* (Imagem 1). Além disso, a secção *Aeschynomene* aparece como um táxon mais basal do que a secção *Ochopodium* (Wojciechowski et al. 2004, Ribeiro et al 2007).

Outro gêneros do
Clado Dalbergia

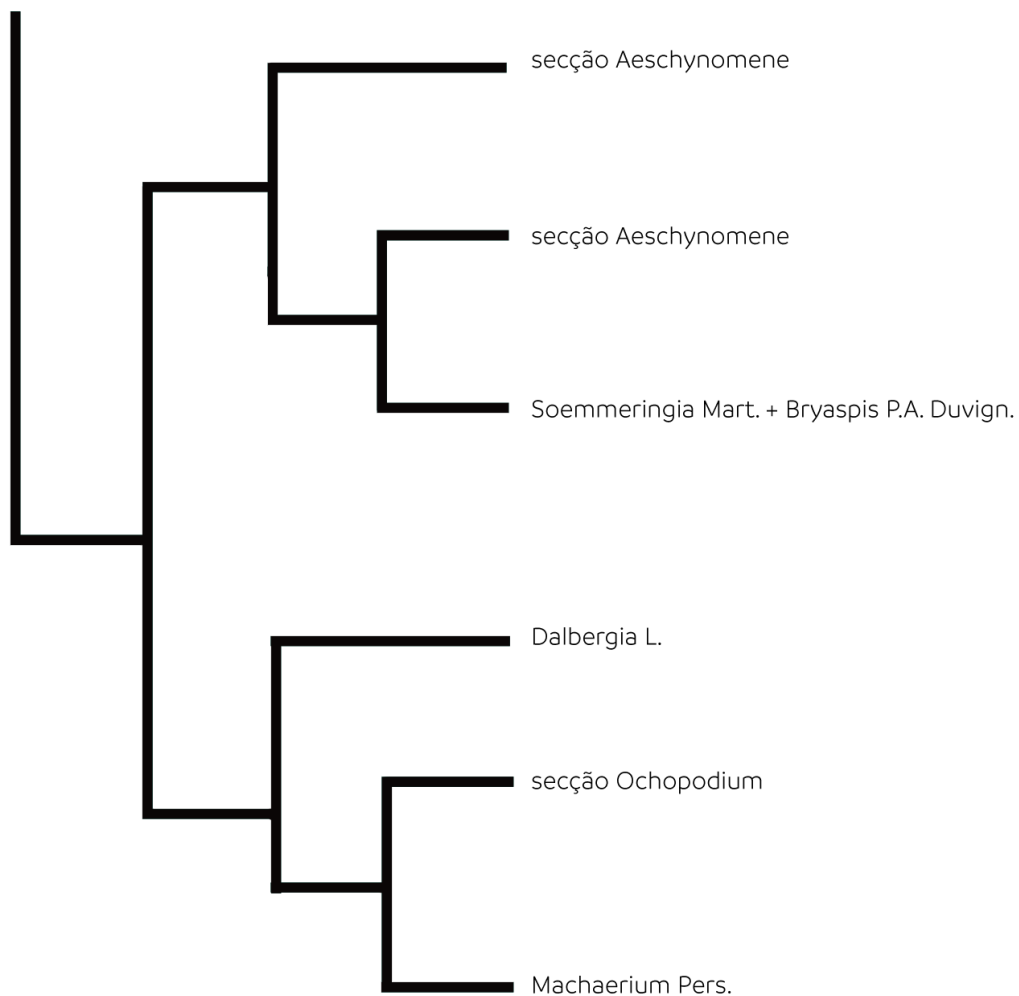


Imagem 1: representação dos dados moleculares de Ribeiro et al. (2007) demonstrando a parafilia do gênero *Aeschynomene*, com a secção *Aeschynomene* segregada e a secção *Ochopodium*, formando um clado juntamente com *Machaerium* e *Dalbergia*.

Nos trabalhos de Ohashi (1971), Pire (1974), Mitra e Mondal (1987) e Ferguson (1984) os grãos de pólen de *Aeschynomene* apresentaram variações nos cólporos, endoaberturas, opérculos e ornamentação da sexina. Porém, esses trabalhos usam um limitado número de espécies ou de recursos e carecem de descrições mais detalhadas de elementos utilizados da palinotaxonomia. Para as espécies ocorrentes no Brasil (Melhem 1966, Salgado-Labouriau 1973, Carreira 1996, Silvestre-Capelato et al. 1997,

Sousa et al. 2004, Buriel et al. 2011), poucas espécies foram descritas, não contemplando em nenhum dos trabalhos, um número expressivo que abranja as duas secções e as nove séries do gênero.

Sabendo que as espécies de *Aeschynomene* são uma fonte de pólen e néctar (Mbah e Amao 2009) para produção de mel (Teixeira et al. 2007, Oliveira et al. 2010, Ramírez-Arriaga et al. 2011), estão presentes no registro fóssil (Prakash 1962, Lakhanpal 1970) e que existe uma variação no teto e na estrutura da endoabertura dos grãos de pólen, novas investigações palinológicas são necessárias (Ferguson 1994). Visto que o Brasil contribui, com um expressivo quadro de representantes, é justificável um trabalho atualizado que trate das espécies brasileiras, tanto pelo número significativo, visando facilitar as identificações (Fernandes 1996).

Tephrosia - Millettieae

A tribo Millettieae Schrire (2005) compreende 900 espécies das anteriores Tribo Millettieae Miq., Tribo Tephrosieae (Benth.) Hutch.; Tribo Galegeae subtribo Tephrosiinae Benth. Como Tephrosieae, Tribo Lonchocarpeae (Benth.) Hutch; Tribo Dalbergieae subtribo Lonchocarpinae Benth, como Lonchocarpeae.

É composto por clados e subclados informais, sendo que o gênero *Tephrosia* está no clado Core-Millettieae, no grupo Tephrosia, que compreende aproximadamente 386 espécies, dentro de oito gêneros. Também é um dos grandes gêneros em Leguminosae, com cerca de 350 espécies de distribuição pantropical, concentrados na América Central e Tropical Norte Americano (45 spp.), África e Madagascar (170 spp.), Ásia (40 spp.) e Austrália (90 spp.) (Schrire 2005). Para a América do Sul são citadas 17 espécies ocorrentes (Queiroz et al. 2013), sendo 12 descritas para o Brasil e três endêmicas (Queiroz e Tozzi 2015).

Com relação a classificação infragenérica (Wood 1949, Gillett 1971, Brummitt 1981) separou as em espécies em dois subgêneros. *Tephrosia* subg. *Tephrosia* caracterizado pelo estigma glabro, com tricomas em apenas algumas espécies e ápice penicilado. *Tephrosia* subg. *Barbistyla*, pode ser reconhecido pelos tricomas presente ao longo do estilete e do estigma e ápice não penicilado (Queiroz e Tozzi 2013). Porém de acordo com características do estilete e do estigma da flor, algumas espécies sobrepõem algumas dessas características diagnósticas (Lakshmi 2008).

Para a flora do Brasil a morfologia polínica permiti reconhecer que eles variam de pequenos a médios, 3-colporados, de ornamentação microrreticulada (Salgado-Labouriau 1973, Carreira et al. 1996), psilada ou punctada (perfurada) (Moretti et al. 2007a, 2007b), descrição que pode ser considerada como o padrão geral da morfologia polínica para as Papilionoideae (Buriel et al. 2011). Para a flora do Paquistão (Perveen e Qaiser 1998) puderam também ser observadas outras ornamentações, como foveolado, foveolado-reticulado, e as sete espécies estudadas foram agrupadas em quatro tipos polínicos diferentes, o que demonstra uma variedade na morfologia polínica do gênero. Porém nenhum desses trabalhos fizeram considerações palonotaxonômicas.

O gênero foi considerado como monofilético por Hu et al. (2002), com base em poucas espécies analisadas, e nenhuma espécie brasileira foi analisada. Os dados citogenéticos e moleculares apresentados por eles e por outros autores (Raina et al. 1985, Acharya et al. 2004), possibilitaram a criação de outros grupos infragenéricos informais de acordo com as esses caracteres (Lakshmi 2008). Sendo assim, os dados palinológicos poderão auxiliar num melhor reconhecimento no padrão da morfologia polínica, na delimitação taxonômica das espécies e discutir a importância da aplicação dos grãos de pólen para os estudos sistemáticos de *Tephrosia*, bem como futuros estudos com filogenética.

OBJETIVOS

Verificar a morfologia polínica de *Aeschynomene* com enfoque nas diferenças entre os grãos de pólen de dos estames maiores e dos estames menores de um mesmo espécime;

Reconhecer os padrões palinológicos dos gêneros *Aeschynomene* e *Tephrosia*, com enfoque palinotaxonomico para as espécies do Brasil e revisar os estudos já existentes para os grãos de pólen, juntamente com outros dados morfológicos e moleculares já disponíveis, para facilitar o reconhecimento dos grupos infragenéricos e específicos

MATERIAL E MÉTODOS

O tratamento foi delineado de acordo com a metodologia padrão para o estudo dos grãos e pólen sob Microscopia Óptica, Microscopia Eletrônica de Varredura e em análise estatístico-descritiva aplicada a palinotaxonomia. Maiores detalhes sobre os materiais e métodos utilizados serão esclarecidos no decorrer dos capítulos, que compõem a dissertação.

RESULTADOS

Alguns resultados prévios já foram compartilhados com a comunidade científica no(a):

International Symposium and Workshop Legume Morphology: Current Knowledge and Future Directions, 2 a 5 de Novembro de 2015, Botucatu, SP, com “*Palynological Study of Brazilian Aeschynomene L. (Fabaceae - Papilionoideae)*”;

22ª Reunião Anual do Instituto de Botânica, 25 a 27 de Novembro de 2015, São Paulo, SP, com “Estudo palinológico de *Aeschynomene* L. (Fabaceae - Papilionoideae) ocorrentes no Brasil”;

67º Congresso Nacional de Botânica, XXXVI Encontro Regional de Botânica e 8ª Jornada Capixaba de Botânica, 25 a 30 de Setembro de 2016, Vitória, ES, com “*Pollen morphology of Brazilian Aeschynomene series Pleuronervieae (Leguminosae - Papilionoideae)*”;

XIV International Palynological Congress - X International Organisation of Palaeobotany Conference, 23 a 28 de Outubro de 2016, Salvador, BA, com “*Pollen morphology of Brazilian Aeschynomene series Viscidulae (Leguminosae - Papilionoideae)*”;

23ª Reunião Anual do Instituto de Botânica, 22 a 25 de Novembro de 2016, com “Análise morfológica dos grãos de pólen de estames heterodínamos em *Aeschynomene* L. (Leguminosae - Papilionoideae)”.

Visando difundir os objetivos alcançados, aqui serão aqui apresentados três Capítulos no formato de dois periódicos, novas contribuições para o estudo palinotaxonomico dos gêneros *Aeschynomene* e *Tephrosia*:

Capítulo I - para o Periódico *Brazilian Journal of Botany*: “Análise morfológica dos grãos de pólen de estames heterodínamos em *Aeschynomene* L. (Leguminosae - Papilionoideae)” cujos resultados focam na distinção morfológica entre os grupos de estames maiores e menores, de algumas espécies de *Aeschynomene* que compreendem nosso estudo geral. (Qualis B2)

Capítulo II - para Periódico *International Journal of Plant Sciences*: “*Aeschynomene* L. (leguminosae – Papilionoideae – Dalbergieae): uma revisão palinotaxômica” onde a visão para os grãos de pólen do gênero pôde ser revista e reformulada a partir de novos resultados comparados com os resultados prévios. (Qualis A2)

Capítulo III - também para o Periódico *Brazilian Journal of Botany*: “Morfologia Polínica de *Tephrosia* Pers. (Leguminosae – Papilionoideae - Millettieae): uma

abordagem taxonômica para as espécies do Brasil” visando o reconhecimento palinomorfológico do grupo. (Qualis B2).

CAPÍTULO I

Análise morfológica dos grãos de pólen de estames heterodínamos em *Aeschynomene* L. (Leguminosae - Papilionoideae)

Higor Antonio-Domingues¹, Angela Maria da Silva Corrêa², Monica Lanzoni Rossi³,
Adriana Pinheiro Martinelli³, Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{2*}

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

²Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

³Laboratório de Histopatologia e Biologia Estrutural de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Avenida Centenário, 303, Piracicaba, SP 13400-970, Brazil

*Orientadora

Running title: Pollen from heterodynamous stamens of *Aeschynomene*

e-mail: para contato: higor.domingues@hotmail.com

Resumo Flores que apresentam androceu com estames de alturas diferentes (heterodínamos) podem também apresentar características distintas entre os grãos de pólen de cada tamanho de estame. As espécies de *Aeschynomene* L. apresentam estames didínamos (cinco longos e cinco curtos), mas até o momento pouco se sabe da biologia reprodutiva do gênero, sobretudo no que se refere à morfologia polínica. Diante da carência de estudos palinológicos do gênero, o objetivo do presente trabalho foi de incrementar o conhecimento sobre as características polínicas de *Aeschynomene* L., enfatizando as possíveis diferenças morfológicas entre os grãos de pólen dos estames longos e curtos, contribuindo com os estudos ecológicos e taxonômicos. Os grãos de pólen dos dois grupos de estames de dez espécies foram analisados separadamente [*A. americana* L., *A. brevipes* Benth., *A. denticulata* Rudd., *A. elaphroxylon* (Gillies & Perrr.) Taub., *A. fluminensis* Vell., *A. martii* Benth., *A. montevidensis* Vogel, *A. rudis* Benth., *A. selloi* Vogel. e *A. sensitiva* Sw.] utilizando-se a metodologia padrão em Palinotaxonomia, além de análises de variância e de comparação da média e índice de base. Os resultados inéditos mostraram que as características de âmbito, forma, tipo de endoabertura e ornamentação da sexina não variaram entre os grãos de pólen dos estames heterodínamos num mesmo espécime, mas sim entre as espécies, demonstrando que as características polínicas podem ser utilizadas na segregação das mesmas. No entanto, com relação ao tamanho dos grãos de pólen dos estames curtos e longos, *A. denticulata*, *A. elaphroxylon*, *A. montevidensis* e *A. rudis* apresentaram diferenças estatisticamente significativas quanto ao tamanho dos eixos polar e equatorial quando submetidos à análise de variância e posterior teste de comparação da média. Os dados morfológicos adquiridos com relação ao heteromorfismo dos estames podem contribuir para o conhecimento da dinâmica reprodutiva do gênero e para os estudos sistemáticos.

Keywords Subclado *Dalbergia*. Dalbergieae. Fabaceae. Heteromorfismo. Palinologia.

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico *Brazilian Journal of Botany*

Introdução

A tribo Dalbergieae *sensu lato* Klitgaard & Lavin (2005), é composta por 49 gêneros, sendo *Aeschynomene* L., o terceiro mais representativo da tribo. O gênero de hábito herbáceo a arbustivo é dividido em duas seções e nove séries (Rudd 1955, 1959; Fernandes 1996), porém, as análises combinadas de Ribeiro *et al.* (2007) e Lavin *et al.* (2011) demonstraram sua parafilia. Apresenta distribuição neotropical, além de representantes na África e Ásia, com aproximadamente 180 espécies para o mundo (Rudd 1981, Lewis *et al.* 2005). O Brasil é um centro de diversidade, sendo aceitas 49 espécies, com 26 endêmicas (Lima *et al.* 2015). *Aeschynomene* pode ser caracterizado por apresentar a corola papilionácea, que está relacionada à co-evolução entre as Papilionoideae e os himenópteros (Arroyo 1981, Judd *et al.* 2007), cujo androceu apresenta estames heterodínamos, sendo cinco estames longos e cinco curtos e anteras uniformes (Rudd 1955). Tucker (1996) estudou muitas espécies de Leguminosae e apontou que estames com dimorfismos são de comum ocorrência nessa família, podendo diferir em tamanho, comprimento de filete, formato da antera e momento de deiscência. A presença de estames de diferentes tamanhos foi diagnosticada em *Aeschynomene* nos trabalhos de Burkart (1939), Fernandes (1996), Sampaio (2005) e Silva e Antunes (2014).

Muller (1883) relacionou o androceu dimórfico (heteranteria) a uma estratégia evolutiva, cuja funcionalidade serviria para diminuir a excessiva perda de pólen pela alimentação das abelhas e garantir o sucesso da polinização. As funções desempenhadas entre os grupos de estames seriam diferentes, com os grãos de pólen de algumas anteras destinados para a alimentação dos polinizadores, e outros, para a transferência de pólen (polinização). O suporte à hipótese de divisão do trabalho dos estames foi fornecido por Bowers (1975), que utilizou corante fluorescente nas anteras mais longas de uma espécie de Solanaceae. Ele concluiu que os grãos de pólen dessas anteras foram os mais transferidos para o estigma das flores, já que ocorreu uma deposição diferencial do pólen em regiões distintas do corpo das abelhas, impedindo-as de se alimentar deles. O pólen das anteras mais curtas serviu mais para a alimentação das abelhas. No entanto, uma divisão absoluta do trabalho entre os tipos de anteras não é um consenso entre os autores. Gross & Kukuk (2001) demonstraram que o tamanho do polinizador pode influenciar na sua preferência pelo tipo de antera utilizada para alimentação e Papaj *et al.* (2017) que as abelhas podem até aumentar a coleta de pólen das anteras polinizadoras, apesar de não conseguirem explorá-la plenamente.

Pela teoria do mutualismo (Papaj *et al.* 2017), cada participante deveria tentar maximizar o recebimento do benefício fornecido pelo parceiro. Portanto, as plantas deveriam alocar mais pólen nas anteras de polinização e os polinizadores deveriam coletar mais pólen nas anteras de alimentação.

Assim, uma hipótese é que poderia ocorrer uma predominância desigual de grãos de pólen com menor tamanho entre os dois grupos de estames de *Aeschynomene*, o que refletiria em maior quantidade de pólen em um mesmo volume em um desses grupos, já que as espécies do gênero apresentam anteras de tamanho uniforme.

Carvalho e Oliveira (2003) encontraram diferença significativa no tamanho dos grãos de pólen entre as anteras heteromorfas de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby

(Leguminosae). Nessa espécie existem três grupos de estames de tamanhos diferentes, num total de sete estames, além de três estaminódios na porção superior da flor. Um grupo de quatro estames centrais apresenta anteras e filetes curtos, dois estames com anteras bem maiores se localizam na porção inferior lateral da flor e entre estes dois estames maiores, há um terceiro estame com antera delgada, bem diferenciada, mas de comprimento similar. Os grãos de pólen são maiores nas duas anteras laterais mais longas do que nas outras anteras. Não foram observadas diferenças significativas entre o tamanho dos grãos de pólen das quatro anteras curtas centrais e nem na antera longa mais delgada. Houve a produção de pólen inviável, sem germinação ou crescimento de tubos polínicos, nos estames curtos centrais e na antera mais delgada. Já a germinação do pólen de tamanho maior das anteras laterais foi vigorosa e ocasionou formação de frutos. Conforme os autores, os estames centrais, juntamente com os estaminódios, serviriam apenas como pontos de fixação para as abelhas durante suas visitas.

Já em *Swartzia dipetala* Willd. ex Vogel, encontrou-se diferença nas organelas celulares entre os dois grupos de estames (Paulino *et al.* 2013). Sabe-se também que ocorre polimorfismo no tamanho dos grãos de pólen de flores longistilas e brevistilas de *Psychotria capitata* (Ruiz & Pav.) (Rubiaceae) (Furtado *et al.* 2014), no número de aberturas (Stanski *et al.* 2016) e na ornamentação da sexina (Ganders 1976; Stanski *et al.* unpublished data).

Estudos em *Aeschynomene* que tratem das diferenciações morfológicas entre os grãos de pólen dos diferentes grupos de estames são escassos. Em *Aeschynomene falcata* foi descrito a presença de anteras basifixas no verticilo antesépalo e dorsifixas no antepétalo (Burkart 1939), espécie essa estudada por Sampaio (2005), juntamente com *A. sensitiva*, com relação à microsporogênese e microgametogênese. Esse último autor evidenciou pólen operculado apenas em *A. sensitiva*, e tamanho maior nos de *A. falcata*, sem mencionar diferenças entre os grãos de pólen com relação aos grupos de estames das duas espécies.

Com relação a morfologia polínica existem mais trabalhos, destacando-se os de Sharma (1968), Ohashi (1971), Salgado-Labouriau (1973), Pire (1974), Mitra & Mondal (1982), von der Ohe & Dustmann (1996), Souza *et al.* (2004), Buriel *et al.* (2011) e Antonio-Domingues *et al.* (2015, 2016a, 2016b). Entretanto, estes autores não descreveram separadamente os grãos de pólen dos estames didínamos.

Neste contexto, o presente estudo almejou analisar ineditamente a morfologia polínica em algumas espécies do gênero *Aeschynomene* L., com ênfase nas possíveis diferenças morfológicas entre os estames longos e curtos do mesmo espécime, com o intuito de contribuir aos estudos de biologia reprodutiva e da polinização e para a taxonomia.

Material e Métodos

Os botões florais foram selecionados de exsiccatas de dez espécies de *Aeschynomene* L., sendo uma africana cultivada no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, outra coletada na Argentina, mas nativa do Brasil e outras oito nativas do Brasil, totalizando 10 espécimes, dos Herbários SP, RB e MBM (“Appendix”). Os materiais foram dissecados sob lupa estereoscópica com auxílio de estiletos, sempre esterilizados ao rubro após o

manuseio de cada grupo, separando-os para análise palinológica em dois grupos por espécime: o grupo de “estames longos” (+) e o grupo de “estames curtos” (-). Para evitar a contaminação entre (+) e (-), apenas botões e anteras em pré-antese e intactas, sem grãos de pólen soltos no material foram utilizados. Os grãos de pólen foram preparados de acordo com o método de Erdtman (1960) com as atualizações de Melhem *et al.* (2003).

Para cada um dos dois grupos de estames de cada espécime foram feitas 25 medidas dos eixos polar (P) e equatorial (E) em vista equatorial, além de 10 medidas do comprimento (Comp) e largura (Larg) dos colpos, comprimento (Comp) e largura (Larg) das endoaberturas; da espessura da nexina (Nex), espessura da sexina (Sex = columelas + teto), exina total (Ex = Nex + Sex) e da largura do lúmen (Lum). A terminologia adotada foi a de Barth & Melhem (1988), Punt *et al.* (2007) e Hesse *et al.* (2009).

Para as 25 medidas foram calculadas a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), desvio padrão da amostra (s), coeficiente de variabilidade (V%) e a faixa de variação (FV). As comparações das médias foram feitas através da análise do intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981) usando-se o software Minitab 14. Para as dez medidas, foi calculada apenas a média aritmética (\bar{x}), exceto para o tamanho dos lumens, onde foi utilizada a faixa de variação. Os valores dos eixos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posterior teste de comparação de média (Tukey), com significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). A média do índice de base (B), que consiste na subtração de cada uma das 25 medidas de um eixo (Ms) pelo menor valor da faixa de variação (m), foi tomada. Foram estabelecidas classes, sendo os valores menores que 2,0 considerados como um valor baixo ($>2,0 = B^-$) e os maiores que 2,0 como um valor alto ($<2,0 = B^+$). Esse índice foi descrito juntamente com o desvio padrão da amostra, coeficiente de variação e a diferença estatística entre os estames dos grupos (+) e (-) por espécie, visando estabelecer um padrão entre as quatro variáveis.

As fotomicrografias foram obtidas usando-se o microscópio OLYMPUS BX 50 com câmera e o software CellSens para Windows. Os grãos de pólen foram depositados em *stub* de metal e revestidos por pulverização catódica (Leica EM ACE 600) usando Au com espessura de 120 nm. As amostras foram observadas sob o MEV JEOL JSM-IT300LV (Tokyo Japan) operando feixe de elétrons de 20 kV e as imagens foram digitalizadas. Além disso, algumas anteras foram dissecadas e os grãos de pólen depositados diretamente sob o *stub* de metal, bem como foram utilizados grãos de pólen acetolizados, pulverizados no *stub* como descrito anteriormente e as imagens foram digitalizadas sob MEV Philips XL série XL 20, S/W, ver. 5.21.

Resultados e Discussão

A caracterização da morfologia polínica com relação ao heteromorfismo dos estames é inédita para as espécies aqui analisadas, já que a literatura não apontava quais conjuntos foram analisados. Os grãos de pólen dos dois grupos de estames de *Aeschynomene* (Figs. 1-15) apresentam as seguintes características: mônades, de tamanho pequeno a médio; isopolares; âmbito variando de circular a triangular; forma de oblata a prolata; 3-

colporados (Figs. 1-6), colpos com margem (Figs. 2, 7, 10, 11), com terminações afiladas (Figs. 4, 8) ou bifurcadas e se unindo no polo (parassincolporados) (Figs. 5, 9), com opérculos (Figs. 1-2, 10-11) apresentando diferentes padrões de ornamentação (Figs. 10-11). Endoabertura variando de alongada (Fig. 1), lalongada (Fig. 2) a circular. Exina nanorreticulada/microrreticulada (Fig. 11) a reticulada (Fig. 13) ou rugulada (Fig. 12); os lumens variam de $<0,50\mu\text{m}$ (nanorreticulado) a $>1,0\mu\text{m}$ (reticulado) (Figs. 13-15); muros simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Figs. 3, 6). Essas características não variaram entre os dois conjuntos de estames, mas sim, entre as espécies. Essas diferenças morfológicas entre as espécies demonstra que as características palinológicas podem ser utilizadas na segregação das espécies, com valor palinotaxonomico.

Apesar de se encaixarem na mesma classe de tamanho, os grãos de pólen dos estames heterodínamos de *Aeschynomene denticulata*, *A. elaphroxylon*, *A. montevidensis* e *A. rudis* apresentaram diferenças estatisticamente significativas quanto ao tamanho dos eixos polar e equatorial quando submetidos à análise de variância e posterior teste de comparação de média (Tabela 1). Os espécimes de *A. americana*, *A. brevipes*, *A. fluminensis*, *A. martii*, *A. selloi* e *A. sensitiva* não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando submetidos às mesmas análises.

Em Carvalho e Oliveira (2003) a antera longa de *Senna sylvestris* possui os maiores grãos de pólen quando comparados com os das demais anteras curtas, sendo esse padrão não observado no presente estudo. Furtado *et al.* (2014) demonstrou que o morfo longistilo de *Psychotria capitata* apresentou grãos de pólen menores ($12,87 \pm 1,28 \mu\text{m}$) do que os do morfo brevistilo ($18,73 \pm 0,60 \mu\text{m}$). No presente estudo, não obrigatoriamente os grãos de pólen dos estames curtos apresentaram menores valores de eixos, como em *A. elaphroxylon* (Figs. 16-17; Tabela 1) cujos grãos de pólen do grupo de estames curtos apresentaram média mais alta para os dois eixos dos grãos de pólen do grupo de estames longos. Em *Aeschynomene denticulata* e *A. montevidensis* os estames longos apresentaram os grãos de pólen com os maiores eixos polares, enquanto que em *A. elaphroxylon* e *A. rudis* os estames curtos apresentaram os maiores valores nesse mesmo eixo (Tabela 1). Quanto ao eixo equatorial dos grãos de pólen dessas quatro espécies, os estames curtos sempre apresentaram os maiores valores. Nos estames longos de *Swartzia dipetala*, Paulino *et al.* (2013) encontraram amiloplastos e oleoplastos, enquanto que, nos estames curtos, os amiloplastos estavam ausentes e os oleoplastos apresentaram-se em grande quantidade, sendo essa observação, uma possível hipótese para futuros estudos em *Aeschynomene*. Nas características das aberturas dos grãos de pólen, espessura da exina e ornamentação da sexina, não houve um padrão constante entre os estames do grupo (+) e (-) e a dimensão dessas estruturas.

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% dos eixos equatorial e polar em vista equatorial pode-se notar que (Figs 18-19; Tabela 1):

1) no eixo polar (Fig. 18), os grãos de pólen de *Aeschynomene americana* (+/-) distinguiram-se dos demais por apresentarem os menores grãos de pólen. A partir do espécime *A. montevidensis* (-) até *A. brevipes* (-) formou-se um grupo de valores contínuos, sendo que neste grupo *A. rudis* (-) e *A. selloi* (+) apresentaram as maiores amplitudes nos limites do intervalo de confiança. De *A. martii* (+) até *A. fluminensis* (-)

outro grupo de valores contínuos foi formado, sendo este último o de maiores valores de eixo polar. Apenas os grãos de pólen de *A. elaphroxylon* separaram-se entre si dentre as espécies cujos eixos polares variaram entre o estame longo e curto quando submetidos ao ANOVA e posterior teste de Tukey.

2) no eixo equatorial (Fig. 19) os grãos de pólen formaram dois grupos contínuos com os menores valores, um a partir de *Aeschynomene sensitiva* (+) até *A. rudis* (+), menores que 19 μ m, e de *A. americana* (-) a *A. martii* (+), maiores que 19 μ m, sendo que neste último grupo *A. martii* (-) apresentou as maiores amplitudes nos limites do intervalo de confiança dentre todas as espécies. Separando-se dos demais grãos de pólen, *A. fluminensis* (-/+) se agruparam com valores intermediários de eixo equatorial e *A. elaphroxylon* (+/-) se agruparam com os maiores valores e as maiores amplitudes nos limites do intervalo de confiança, corroborando os resultados da diferença estatística apontada pelo ANOVA e posterior teste de Tukey. *Aeschynomene denticulata*, *A. montevidensis* e *A. elaphroxylon*, diferentemente de *A. rudis*, não se separaram no intervalo de confiança, mas variaram estatisticamente.

O índice de base (B) demonstrou a diferença dos valores dos dados entre o menor valor amostrado em comparação com todos os outros valores mensurados para cada eixo dos grãos de pólen (Tabela 1). Os maiores índices foram encontrados em *A. elaphroxylon* ($\geq 3,3$) seguido de *A. martii* ($\geq 2,7$), *A. brevipes* ($\geq 2,2$) e *A. rudis* ($\geq 2,2$). Nessas espécies também foram observados os maiores valores para o desvio padrão da amostra e para o coeficiente de variação, porém, nem todas espécies apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os eixos dos grãos de pólen dos estames (+) e (-). Apesar de possuírem B+, em *A. martii*, *A. brevipes* e *A. rudis*, esses valores foram encontrados em apenas um dos eixos de um dos grupos de estames, sendo os demais B-. Os menores B foram encontrados em *A. montevidensis* ($\leq 0,7$). O segundo menor B foi em *A. denticulata* ($\leq 0,9$), que apresentou variação entre (+) e (-). Vale ressaltar que *A. americana*, apresentou maior índice de base (B), desvio padrão da amostra e coeficiente de variação do que os de algumas espécies com variações morfométricas entre os dois grupos de estames. Sendo assim não se pode estabelecer um padrão constante entre as quatro variáveis comparadas.

Conclusões

Os grãos de pólen dos estames longos de *Aeschynomene denticulata*, *A. elaphroxylon*, *A. montevidensis* e *A. rudis* apresentaram variações morfométricas em relação aos estames curtos quanto ao tamanho dos seus eixos e aos valores de base (B). Os grãos de pólen das outras espécies estudadas não apresentaram variações estatisticamente significativas. Recomenda-se que novos tratamentos e modelos estatísticos sejam empregados, assim como análise de mais espécies e espécimes de *Aeschynomene*, visando complementação dos dados obtidos para utilização em estudos de biologia reprodutiva. Visto que os grãos de pólen apresentaram variações nas características das aberturas e na ornamentação da exina entre espécies, conclui-se que o gênero é euripolínico, cujos resultados são de grande importância para os estudos sistemáticos.

Agradecimentos

Somos gratos aos curadores dos herbários (SP, RB, MBM) por providenciar o material herborizado (ver os espécimes investigados). Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pelo auxílio no uso da Microscopia Eletrônica de Varredura. Somos gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de “Produtividade em Pesquisa” (Processo Número 302766/2016-2) ao quinto autor. A Carin Stanki do programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná por providenciar os botões herborizados das exsicatas do MBM. A Vera Lygia El Id do programa de Pós-Graduação do Instituto de Botânica e ao Dr. Cláudio José Barbedo, pesquisador científico do Instituto de Botânica, pelo auxílio com as análises estatísticas.

Referências

- Arroyo MTK (1981) Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: Polhill, R. M. & Raven, P. H. (eds). *Advances in Legumes Systematics*. Kew: Royal Botanic Gardens. Part. 2, pp. 723-729.
- Antonio-Domingues H, Correa AMS, Oliveira MLAA, Queiros RT, Luz CFP (2015) Palynological Study of Brazilian '*Aeschynomene*' L. (Fabaceae - Papilionoideae). In: *International Symposium and Workshop Legume Morphology* (APF Peres, B Marazzi, coord.). Botucatu, pp. 27-28.
- Antonio-Domingues H, Correa AMS, Rossi ML, Martinelli AP, Oliveira MLAA, Luz CFP (2016a) Pollen morphology of Brazilian *Aeschynomene* L. series *Pleuronerviae* (Leguminosae - Papilionoideae). In: *Anais de Congresso da 67º Congresso Nacional de Botânica* (LD Thomaz, pres.), SBB, Vitoria.
- Antonio-Domingues H, Correa AMS, Rossi ML, Martinelli AP, Oliveira MLAA, Luz CFP (2016b) Pollen morphology of Brazilian *Aeschynomene* L. series *Viscidulae* (Leguminosae - Papilionoideae). In: *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología - XIV IPC/X IOPC, 14th International Palynological Congress and 10th International Organization of Palaeobotany Conference, 23-28 Octubre 2016, Salvador de Bahia, Brasil*. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 16: 275-276.
- Barth MO, Melhem TS (1988) *Glossário ilustrado de Palinologia*. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- Bowers KAW (1975) The pollination ecology of *Solanum rostratum* (Solanaceae). *Am J Bot* 62:633–638.
- Buril MT, Alves M, Santos FAR (2011) Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. *Acta Bot Bras* 25 (3): 699-712.

- Burkart A (1939) Estudios sistemáticos sobre las Leguminosas – Hedisareas de la República Argentina y regiones adyacentes. *Darwiniana* 3: 232–261.
- Carreira LMM, Silva MF, Lopes JRC, Nascimento LAS (1996) Catálogo de Pólen das Leguminosas da Amazônia Brasileira. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Carvalho DA, Oliveira P (2003) Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasil. Bot.* 26: 319-328.
- Erdtman G (1960) The acetolysis method. A revised description. *Sven. Bot. Tidskr* 561-564.
- Fernandes A (1996) O taxon *Aeschynomene* no Brasil. EUFC, Fortaleza.
- Furtado MC, Perez-Barrales R, Matias R, Rodrigues EB, Consolaro H (2014) Fluxo de pólen: o uso do dimorfismo polínico na análise da eficiência da polinização cruzada. In: Anais do 1º Simpósio Brasileiro de Polinização (K Agostine, pres.). Editora Cubo, São Paulo, pp. 84-85.
- Ganders FR (1976) The biology of heterostyly. *N.Z. Bot.* 17: 607-635.
- Gross CL, Kukuk PF (2001) Foraging strategies of *Amegilla anomola* at the flowers of *Melastoma affine* - no evidence for separate feeding and pollinating anthers. *Act Hort* 561:171–178.
- Hesse M, Halbriter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S (2009) *Pollen Terminology: an illustrated handbook*. SpringerWien. New York.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF, Donoghue MJ (2007) *Plant systematics: a phylogenetic approach*. 4th. edn. Sunderland, Sinauer Associates, Inc.
- Klitgaard BB, Lavin M (2005) Tribe Dalbergieae *sens. lat.* In: Lewis G.P., Schrire B.D., MacKinder B.A. & Lock M. (eds.) *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 307–335.
- Lavin M, Pennington RT, Klitgaard BB, Sprent JI, Lima HC, Gasson PE (2001) The dalbergioid legumes (Fabaceae): delimitation of a pantropical monophyletic clade. *Am. J. Bot.* 88(3):503-533.
- Lewis G, Schrire B, Mackinder B, Lock M (2005) *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, 577 pp.
- Lima LCP, Oliveira MLAA, Souza VC (2015) *Aeschynomene* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22777>>.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H.; Silvestre-Capelato MSF, Gonçalves-Esteves VL (2003) Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão. *Boletim do Instituto de Botânica, São Paulo*, v.16.
- Mitra K, Mondal M (1982) Pollen morphology of exstipellate and stipellate Hedysareae (Leguminosae). *Proc. Indian Nation. Sci. Acad., B* 48: 755-769.

- Muller F (1883) Two kinds of stamens with different functions in the same flower. *Nature* 27:364–365.
- Ohashi H (1971) A taxonomic study of the tribe Coronulleae (Leguminosae), with a Special Reference to Pollen Morphology. *Journ. Fas. Sci. Univ. Tokyo, III, Vol. 11(2)*: 25-92.
- Von der Ohe K & Dustmann JH (1996) Identifizierung einer bisher nicht zugeordneten Pollenform in mittelamerikanischen Honigen (sog 'Cuba-Form'): *Aeschynomene americana* L (Leguminosae, Papilionoideae). *Apidologie* 27: 157-163.
- Papaj DR, Buchmann SL, Russell AL (2017) Division of labor of anthers in heterantherous plants: flexibility of bee pollen collection behavior may serve to keep plants honest. *Arthropod-Plant Interactions* 11: 307–315.
- Paulino JV, Mansano VF, Teixeira SP 2013 Elucidating the unusual floral features of *Swartzia dipetala*. *Bot. J. Linn. Soc.* 173, 303–320.
- Pire SML (1974) Estudio Palinológico de la Tribu “Hedysareae” (Leguminosae). *Bonpladia* 3 (12).
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson, Le Thomas A (2007) Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol* 143: 1-81.
- Ribeiro RA, Lavin M, Lemos-Filho JP, Mendonça Filho, CV, Santos FR, Lovato MB (2007) The genus *Machaerium* (Leguminosae) is more closely related to *Aeschynomene* sect. *Ochopodium* than to *Dalbergia*: inferences from combined sequence data. *Syst Botany* 32: 762–771.
- Rudd VE (1955) The American species of *Aeschynomene*. *Contributions from the U.S. National Herbarium* 32: 1-172.
- Rudd VE (1959) Supplementary studies in *Aeschynomene*, I: Series *Viscidulae*, including a new species and five new varieties. *J. Wash. Acad. Sci.* 49: 45-52.
- Rudd VE (1981) *Aeschynomeneae* (Benth.) Hutch. In: R.M. Polhill & P.H. (eds.). *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, v. I, pp. 347-354.
- Salgado-Labouriau ML (1973) Contribuição à palinologia dos Cerrados. *Academia Brasileira de Ciências: Rio de Janeiro*.
- Sampaio DS (2005) Ontogênese floral, esporo e gametogênese em anteras de *Aeschynomene falcata* (Poir.) DC. e *Aeschynomene sensitiva* Sw. (Papilionoideae-Leguminosae). Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 167 p.
- Sharma BD (1968) Occurrence of 3-Zonocolpate, Diolate Pollen in *Aeschynomene aspera* Linn. (Leguminosae) and the Significance of Pollen Morphology in the Taxonomy of the Genus *Aeschynomene* Linn. *Botanical Survey of India* 10 (3-4): 369-373.
- Silva MJ, Antunes LLC (2014) An update of the Brazilian species of *Aeschynomene* sect. *Ochopodium* ser. *Viscidulae* including a new species and a new synonym. *Phytotaxa* 184(1): 31-38.

Stanski C, Antonio-Domingues H, Kuniyoshi S, Luz CFP (2016) Palynotaxonomy of heterostylous species of *Psychotria* L. (Rubiaceae). In: Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología - Abstracts XIV International Palynological Congress/X International Organisation of Palaeobotany Conference (FAR Santos, pres.). ALPP, Porto Alegre, v.16, pp. 274-275.

Souza FC, Souza MA, Mendonça CBF, Gonçalves-Esteves V (2004) Estudos polínicos de espécies de Aeschynomeneae e Phaseoleae (Papilionoideae – Leguminosae Juss.) ocorrentes nas restingas do estado do Rio de Janeiro. Arq. Mus. Nac. (Rio de J.), Rio de Janeiro, v.62, n.4, p.357-366.

Vieira S (1981) Introdução à Bioestatística. Rio de Janeiro, Campus.

Apêndice

A. americana L.: BRASIL. São Paulo: São Paulo, Anel Viário, Shirasuma 4032.

A. brevipes Benth.: BRASIL. MATO GROSSO: Pontes e Lacerda, 18-IV-2012, Borges LM & Oliveira CT 757 (RB608259).

A. denticulata Rudd.: BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Porto Mourinho, Rodovia Bonito, 14-XI-2002, Hatschbach M *et al.* 74233 (MBM276632).

A. elaphroxylon (Gillies & Perr.) Taub.: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 20-XIII-1984 Faria SM & Lima HC 119 (RB335688).

A. fluminensis Vell.: BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Campo Grande, Anel Viário, 14-XIII-2001, Lima LCP *et al.* 105 (SP367488).

A. martii Benth.: BRASIL. BAHIA: Livramento do Brumado, 25-III-1991, Lewis GP & Andrade ASMM 1972 (MBM147346).

A. montevidensis Vogel: BRASIL. PARANÁ: Guaíra, Parque Nacional de Sete Quedas, 18-III-1982, Melo MMRF 328 (SP209299).

A. rudis Benth.: BRASIL. MARANHÃO: Viana, 23-VII-1919, Carvalho O 3 (SP3427).

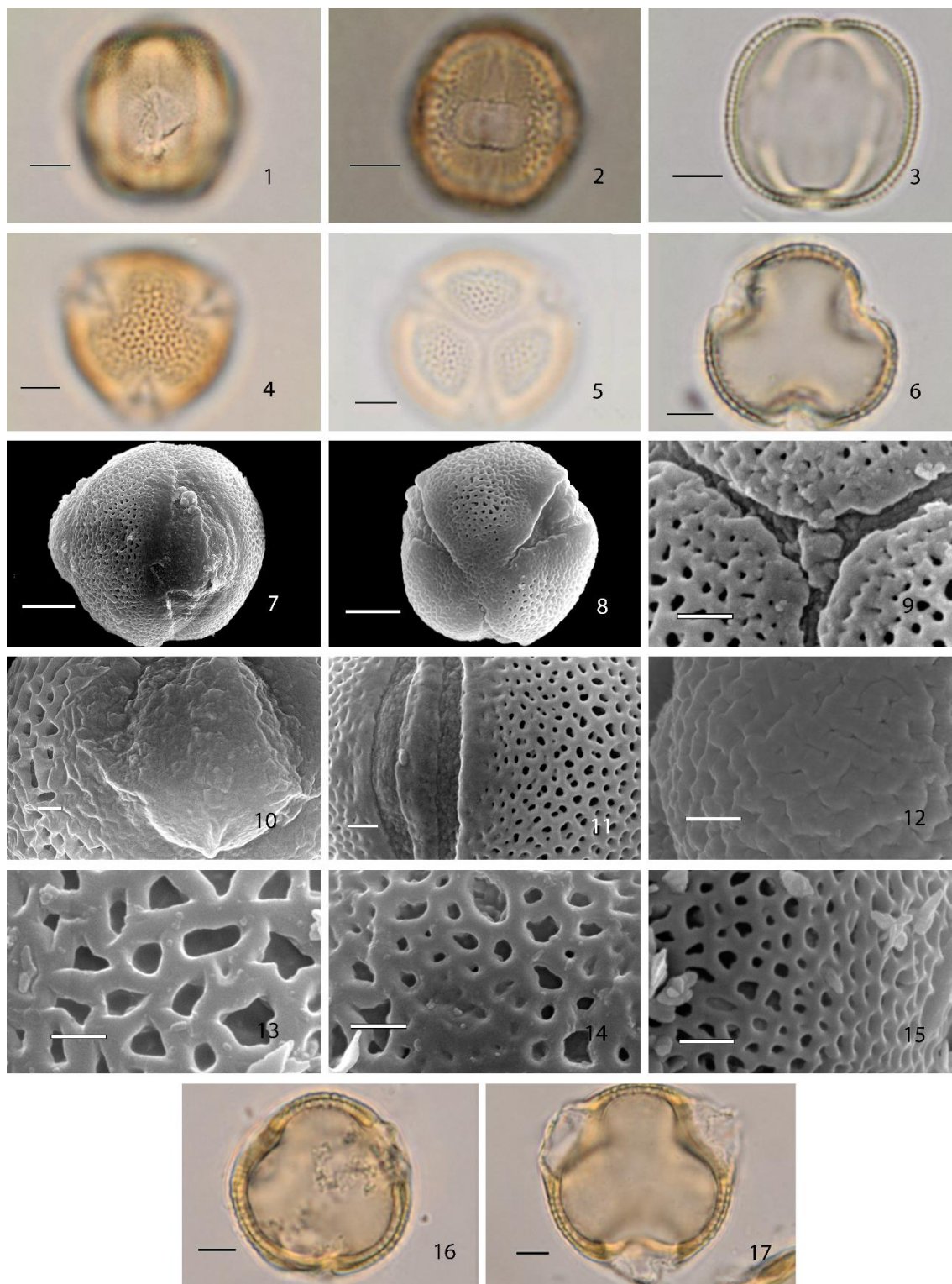
A. selloi Vogel.: ARGENTINA. BUENOS AIRES: Belgrano Bajo, 10-I-19, Burkart A 3630 (SP28105).

A. sensitiva Sw.: BRASIL. PARANÁ: Paranaguá, Alexandra, 21-XII-1948, Tassmann G. s.n. (SP58253).

Tabela 1 Medidas (μm) dos grãos de pólen de *Aeschynomene* L. em vista equatorial sob microscopia óptica. Estame longo (+) e curto (-), intervalo de confiança (IC) 95% menor (-) e maior (+) valor, média aritmética (x), desvio padrão da média (sx), média do índice de Base (Bx), desvio padrão da amostra (S), coeficiente de variação (V%), média aritmética (n=10) do comprimento (Comp.) e largura (Larg.) do cópore e da endoabertura, nexina (Nex), sexina (Sex) e faixa de variação da largura do lúmen (Lum.) dos grãos de pólen de *Aeschynomene* L.

Espécies	+ -	Eixo Polar					Eixo Equatorial					P/E	Colpo		Endoabertura		Exina			
		IC - (x \pm sx)	IC +	Bx	s	V %	IC - (x \pm sx)	IC +	Bx	s	V %		x	Comp.	Larg.	Comp.	Larg.	Nex	Sex	Ex
<i>A. americana</i>	+	17,0 (17,2a \pm 0,1)	17,5	1,3	0,5	3,2	18,8 (19,0a \pm 0,1)	19,3	1,9	0,6	3,3	0,9	--	3,02	5,80	6,19	0,45	0,80	1,32	0,30 - 0,75
	-	17,0 (17,3a \pm 0,1)	17,6	1,5	0,7	4,1	18,8 (19,1a \pm 0,1)	19,3	1,5	0,6	3,2	0,9	--	3,08	6,22	6,56	0,45	0,91	1,36	0,25 - 0,55
<i>A. brevipes</i>	+	20,8 (21,1a \pm 0,2)	21,5	1,2	0,8	3,9	17,1 (17,4a \pm 0,2)	17,8	1,1	0,9	4,9	1,2	18,01	3,44	8,70	5,20	0,53	1,37	1,90	--
	-	21,4 (21,7a \pm 0,1)	22,0	2,2	0,7	3,3	17,5 (17,8a \pm 0,1)	18,1	1,4	0,7	4,2	1,2	18,28	2,94	8,15	4,55	0,53	1,26	1,78	--
<i>A. denticulata</i>	+	20,4 (20,7a \pm 0,1)	21,1	1,6	0,8	3,9	17,1 (17,3a \pm 0,1)	17,5	1,2	0,5	3,0	1,2	16,56	3,12	5,56	6,53	0,47	0,80	1,27	0,40 - 0,60
	-	20,0 (20,2b \pm 0,1)	20,5	1,1	0,6	3,1	17,4 (17,6b \pm 0,1)	17,8	0,9	0,5	2,9	1,1	16,37	3,35	5,87	6,99	0,45	0,85	1,29	0,30 - 0,60
<i>A. elaphroxylon</i>	+	26,7 (27,4a \pm 0,3)	28,0	3,3	1,6	6,0	28,2 (28,5a \pm 0,5)	29,4	2,8	2,6	9,1	0,9	21,72	5,51	10,37	10,85	1,19	1,33	2,42	0,85 - 1,65
	-	28,1 (28,5b \pm 0,2)	28,9	2,6	1,0	3,5	29,2 (29,8b \pm 0,3)	30,3	3,5	1,3	4,5	0,9	22,10	5,48	10,41	11,87	1,20	1,42	2,58	0,50 - 1,50
<i>A. fluminensis</i>	+	27,5 (27,8a \pm 0,2)	28,2	1,6	0,9	3,4	24,3 (24,7a \pm 0,2)	25,0	1,2	0,8	3,4	1,1	22,47	4,86	8,81	8,56	0,78	1,39	2,16	0,50 - 0,65
	-	28,6 (28,9a \pm 0,2)	29,2	1,5	0,8	2,7	24,0 (24,5a \pm 0,2)	24,9	1,7	1,0	4,1	1,1	23,82	5,01	8,95	8,86	0,71	1,47	2,17	0,35 - 1,00
<i>A. martii</i>	+	26,4 (26,7a \pm 0,1)	27,0	1,1	0,7	2,8	20,3 (20,8a \pm 0,2)	21,3	1,8	1,1	5,6	1,2	23,76	3,87	10,40	7,49	0,49	0,92	1,41	0,35 - 0,80
	-	26,5 (27,0a \pm 0,2)	27,5	2,7	1,2	4,7	20,1 (20,6a \pm 0,2)	21,2	1,0	1,3	6,5	1,3	23,88	3,53	10,85	8,27	0,54	0,96	1,50	0,25 - 0,70
<i>A. montevidensis</i>	+	19,7 (19,9a \pm 0,1)	20,0	0,6	0,4	1,8	19,8 (20,0a \pm 0,1)	20,2	1,0	0,4	2,0	0,9	15,06	3,37	5,07	7,55	0,75	1,49	2,23	0,30 - 0,60
	-	19,2 (19,4b \pm 0,1)	19,6	0,9	0,4	2,3	19,8 (20,0b \pm 0,1)	20,1	0,7	0,4	1,9	0,9	14,36	3,78	5,65	7,68	0,69	1,49	2,18	0,45 - 0,62
<i>A. rudis</i>	+	19,5 (19,8a \pm 0,1)	20,1	1,4	0,7	3,8	17,9 (18,1a \pm 0,1)	18,4	1,0	0,6	3,3	1,1	16,01	3,41	7,11	7,02	0,49	1,01	1,49	0,35 - 0,55
	-	20,2 (20,7b \pm 0,2)	21,1	1,7	1,0	5,0	19,1 (19,5b \pm 0,2)	19,8	2,2	0,2	4,4	1,0	15,54	3,57	7,41	7,63	0,55	0,96	1,51	0,25 - 0,60
<i>A. selloi</i>	+	19,7 (21,3a \pm 0,2)	22,8	1,6	0,9	4,0	19,1 (19,3a \pm 0,1)	19,5	0,9	0,5	2,5	1,1	17,38	3,87	6,86	7,41	0,53	1,02	0,53	0,35 - 1,25
	-	21,2 (21,5a \pm 0,0)	21,8	1,3	0,7	3,3	18,4 (19,2a \pm 0,1)	20,3	0,7	0,5	2,7	1,1	17,78	3,84	6,87	7,36	0,59	1,12	1,70	0,25 - 1,30
<i>A. sensitiva</i>	+	20,1 (20,4a \pm 0,1)	20,7	1,0	0,7	3,4	17,1 (17,3a \pm 0,1)	17,6	1,7	0,6	3,2	1,1	15,02	3,37	5,20	5,78	0,57	1,11	1,68	0,35 - 0,60
	-	19,8 (20,1a \pm 0,1)	20,4	1,1	0,7	3,6	17,2 (15,5a \pm 0,1)	17,8	1,6	0,7	3,9	1,1	15,02	3,37	5,20	5,78	0,55	0,94	1,49	0,40 - 0,60

Obs.: As medidas seguidas pela mesma letra (a) em uma mesma espécie e em um mesmo eixo (P ou E) não se diferenciaram entre si pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade.



Figs. 1-17 Photomicrographs (1-6, 16-17) and electromicrographs (7-15) of *Aeschynomene* pollen grains **1** *A. brevipes*, equatorial view, operculate colporus and lolongate endoaperture. **2** *A. sensitiva*, equatorial view, operculate colporus and lalongate endoaperture. **3** *A. americana*, equatorial view, optical cut of exine. **4** *A. montevidensis*, polar view, colporus with pointed apices. **5** *A. americana*, polar view, colporus parasyncolporate. **6** *A. denticulata*, polar view, optical cut of exine. **7-8** *A. fluminensis* **7** equatorial view. **8** polar view, colporus with pointed apices. **9** *A. americana*, polar view, colporus parasyncolporate. **10** *A. elaphroxylon*, vista equatorial, detalhe do opérculo e da sexina reticulado-microrreticulada. **11** *A. americana*, vista equatorial, detalhe do opérculo e da sexina nanorreticulada. **12** *A. brevipes*, vista equatorial, sexina rugulada. **13** *A. martii*, sexina reticulada. **14** *A. selloi*, sexina de nanorreticulada a reticulada. **15** *A. denticulata*, sexina nanorreticulada a microrreticulada. **16-17** *A. elaphroxylon*. **16** grão de pólen do estame longo. **17** grão de pólen do estame curto. Barra 5 μm (1-8, 16-17); 1 μm (9-15)

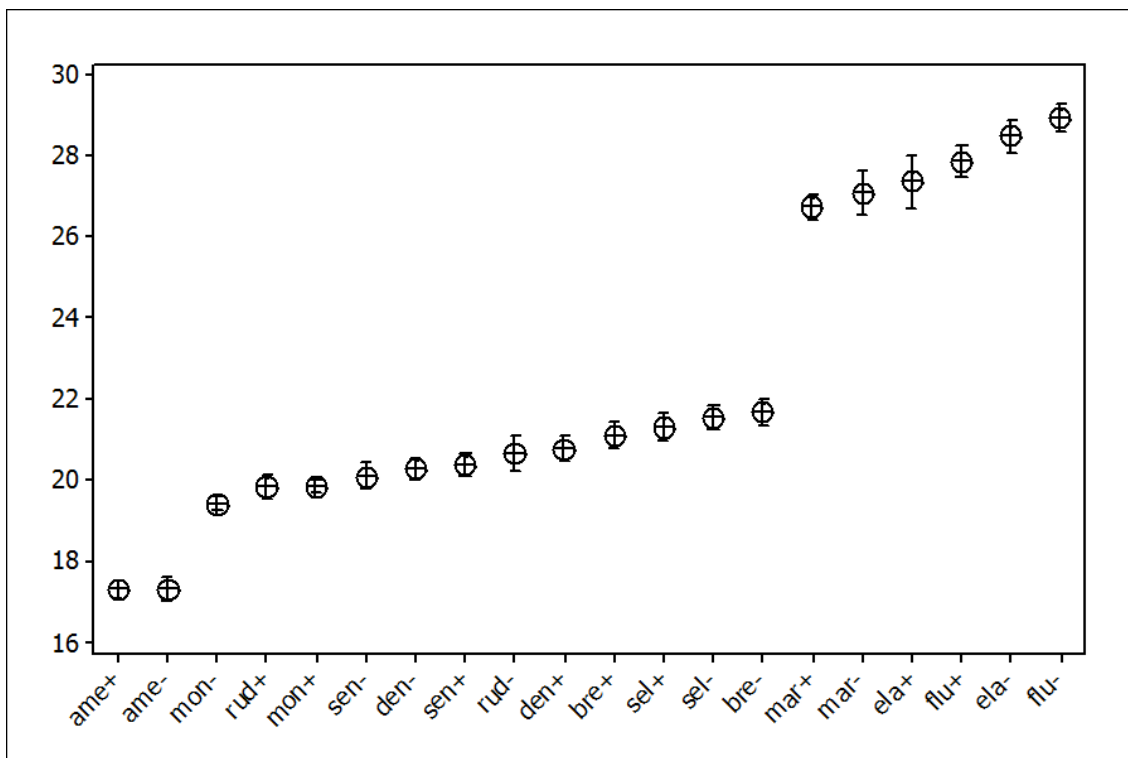


Fig. 18 Representação do intervalo de confiança da média a 95% do Eixo Polar (μm) dos grãos de pólen de *Aeschynomene*. Os maiores e menores limites indicam o intervalo de confiança; o círculo indica a média aritmética.

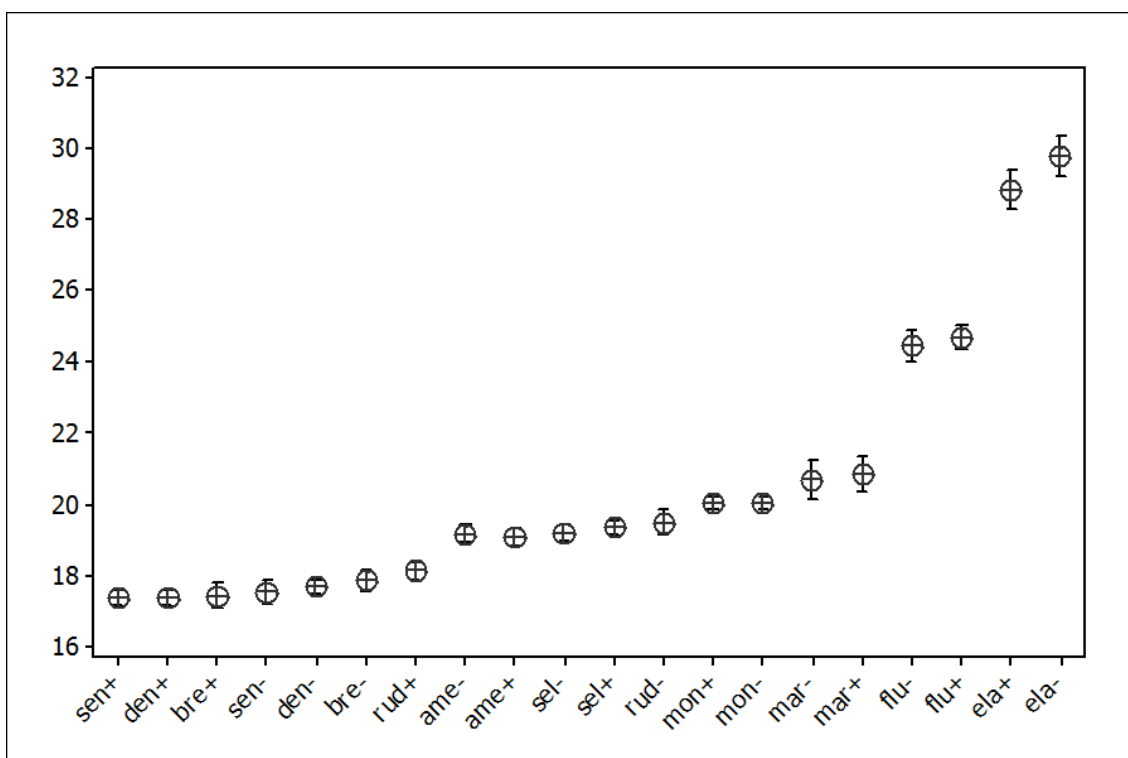


Fig. 19 Representação do intervalo de confiança da média a 95% do Eixo Equatorial (μm) dos grãos de pólen de *Aeschynomene*. Os maiores e menores limites indicam o intervalo de confiança; o círculo indica a média aritmética.

**AESCHYNOMENE L. (LEGUMINOSAE – PAPILIONOIDEAE – DALBERGIEAE): UMA
REVISÃO PALINOTAXÔNICA**

Higor Antonio-Domingues¹, Angela Maria da Silva Corrêa², Monica Lanzoni Rossi³, Adriana Pinheiro Martinelli³, Lorena Lana Camelo Antunes⁴, Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{2*}

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brasil

²Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

³Laboratório de Histopatologia e Biologia Estrutural de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Avenida Centenário, 303, Piracicaba, SP 13400-970, Brasil

⁴Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília, DF 70910-900, Brasil

*Orientadora

Palinotaxonomia em *Aeschynomene* L.

Keywords: Subclado Dalbergia. Brasil. Leguminosae. Morfologia Polínica.

Premissa da Pesquisa. O gênero *Aeschynomene* L. é dividido em duas secções e nove séries. As últimas análises filogenéticas demonstraram que a secção *Ochopodium* Vogel está mais relacionada com *Machaerium* Pers. do que com a secção *Aeschynomene* Vogel, revelando a parafilia do gênero. Os grãos de pólen das espécies de *Aeschynomene* apresentam variação na escultura do teto e da endoabertura, caracteres que são importantes nos estudos sistemáticos em Leguminosae.

Metodologia. Os grãos de pólen de 21 espécies foram mensurados, analisados estatisticamente e descritos de acordo com a metodologia padrão para a palinotaxonomia, em microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise estática e descritiva, representando as duas secções e nove séries ocorrentes no Brasil e uma africana.

Resultados Principais. Os grãos de pólen do gênero *Aeschynomene* variaram de pequenos a médios, suboblatos a prolatos, âmb. circular a subtriangular; predominantemente 3-zonocolporados, raros 2-4-6-zonocolporados, 3-parassincolporados, 3-sincolporados ou pantocolporados, cólporos longos a muito longos com terminações afiladas, raramente anastomosados, com ou sem membrana, com margem de diferentes padrões de ornamentação ou sem margem, operculados, raramente não operculados. Opérculo com diferentes padrões de ornamentação ou raramente ausentes. Endoabertura circular, retangular, lalongada a muito lalongada ou lolongada a muito lolongada. Sexina com ornamentação nanorreticulada a reticulada, heterobrocada a homobrocada ou rugulado-perfurada. Muros retos a curvos, contínuos ou interrompidos, muros entrelaçados (com conexões dos muros em diferentes níveis) ou muros com conexões em um só nível. Sexina mais espessa que a nexina.

Conclusões. A morfologia euripolínica do gênero, com especial atenção aos tipos de cólporos, endoaberturas, ornamentação dos opérculos, sexina e margem, permitiram o reconhecimento de espécies grupos de espécies, séries e secções. Essas estruturas devem ser levadas em conta quando forem realizados futuros estudos sistemáticos.

Introdução

O gênero *Aeschynomene* L., da tribo Dalbergieae *sens. lat.*, apresenta cerca de 180 espécies (Klitgaard e Lavin 2005), dessas, 49 são descritas para o Brasil (Flora do Brasil 2020). Para as espécies americanas Rudd (1955) reconheceu as duas seções de Vogel (1838), a seção *Euaeschynomene*, renomeada para *Aeschynomene* Rudd, caracterizada pelas estípulas mediofixas na, que foi subdividida em cinco séries (Rudd 1955) e a seção *Ochopodium* Vogel, caracterizada pelas estípulas basifixas, subdividida em quatro séries (Rudd 1955, Fernandes 1996). Nos tratamentos de Verdcourt (1970, 2000) para a Flora Zambesiaca, foram circunscritos três subgêneros: subgen. *Aeschynomene*, e subgen. *Ochopodium*, e o subgen. *Rueppellia*. As análises moleculares de Lavin *et al.* (2001, 2005) e Ribeiro *et al.* (2007) demonstraram a parafilia do gênero, visto que a seção *Ochopodium* está mais relacionada com os gêneros *Machaerium* Pers. e *Dalbergia* L. f. do que com a seção *Aeschynomene*. Além disso, a seção *Aeschynomene* aparece como um táxon mais basal do que a seção *Ochopodium* (Ribeiro *et al.* 2007). Nos trabalhos de Ohashi (1971), Pire (1974), Mitra e Mondal (1987) e Ferguson (1984) os grãos de pólen de *Aeschynomene* apresentaram variações nos cólporos, endoaberturas, opérculos e ornamentação da sexina. Essas variações morfológicas também podem ser notada nos estudos de algumas espécies ocorrentes no Brasil (Melhem 1966, Salgado-Labouriau 1973, Carreira 1996, Silvestre-Capelato *et al.* 1997, Sousa *et al.* 2004, Buriel *et al.* 2011), que podem ser utilizada na taxonomia, mas que demonstraram a necessidade de mais investigações palinológicas visto que poucas espécies foram investigadas (Ferguson 1984). Objetivou-se então reconhecer os padrões palinotaxonômicos de 21 espécies de *Aeschynomene*, com ênfase nas que ocorrem no Brasil, cujos resultados poderão auxiliar na delimitação das espécies, seções e séries.

Material e Métodos

Os grãos de pólen foram obtidos a partir de botões florais de 21 taxons do gênero *Aeschynomene* herborizados nos Herbários HAS, MBM, RB e SP. A maior parte deles (20) é do Brasil e abrangem as seções *Aeschynomene* e *Ochopodium*, bem como suas respectivas séries, e uma espécie do continente Africano, cultivada no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, totalizando 59 espécimes, conforme a lista da Tabela 1.

Microscopia Óptica

Os grãos de pólen foram preparados de acordo com a acetólise de Erdtman (1960) com as modificações de Melhem *et al.* (2003). Foram mensurados em microscopia óptica 25 eixos polares (PA) e 25 equatoriais (EA) em vista equatorial, além de 10 medidas do comprimento (CC) e largura (LC) dos colpos, comprimento (CE) e largura (LE) das endoaberturas; espessura da nexina (N), espessura da sexina (S = columelas + teto) e tamanho do lúmen (Lum). As fotomicrografia foram obtidas usando-se um microscópio OLYMPUS BX 50 com câmera e o software CellSens Standard 1.5 de 2011 para Windows.

Microscopia Eletrônica de Varredura

As anteras foram dissecadas e lavadas em água destilada mantidas a 80° C por dois minutos em banho-maria, aplicando-se banho de ultrassom por 10 minutos, sendo posteriormente armazenadas em álcool absoluto. Os grãos de pólen foram depositados em stub de metal e revestidos por pulverização catódica (Leica EM ACE 600) usando Au com espessura de 120 nm. As amostras foram observadas sob o MEV JEOL JSM-IT300LV (Tokyo Japan) operando feixe de elétrons de 20 kV e as imagens foram digitalizadas. Algumas anteras foram dissecadas e os grãos de pólen depositados diretamente sob o stub de metal, bem como foram utilizados grãos de pólen acetolizados, pulverizados no stub como descrito anteriormente e as imagens foram digitalizadas sob MEV Philips XL série XL 20, S/W, ver. 5.21.

Análise Estatística e Descritiva

Foram calculadas para a avaliação da tendência central da amostra a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), desvio padrão da amostra (s), coeficiente de variabilidade (V%) e a faixa de variação (FV). A terminologia adotada foi a de Barth e Melhem (1988), Punt *et al.* (2007) e Hesse *et al.* (2009). Criou-se classes a partir da faixa de variação para a forma das endoaberturas (conforme a relação entre as dimensões de comprimento e largura), tamanho dos lúmens e espessura das camadas das exinas (Tabela 2). Para verificar se as características quantitativas dos grãos de pólen permitiram o agrupamento de espécies foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) para avaliação dos conjuntos de medidas de 9 caracteres (EE – comprimento do eixo equatorial na vista equatorial, EP – comprimento do eixo polar na vista equatorial, CC - comprimento do cólporo, LC - largura do cólporo, CE - comprimento da endoabertura, LE - largura da endoabertura, N - espessura da nexina, S – espessura da sexina, E – espessura da exina) e três índices [P/E - classe do pólen quanto à forma (EP/EE), IEn - classe da forma da endoabertura (LE/CE), s/n - relação de espessura entre as camadas da exina (S/N)]. Primeiramente utilizou-se o programa Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen

pelo logaritmo natural $[\log(x + 1)]$ e, após isso, o programa PC-ORD versão 7 (McCune e Mefford 1999) para ordenação a partir de matriz de covariância.

Resultados

Descrição Geral

Os grãos de pólen do gênero *Aeschynomene* apresentam *pollenkit*, são mônades, pequenos a médios com dimensões de EP (15,6) $21,6 \pm 4,1$ (32,1) μm x EA (13,7) $19,1 \pm 2,9$ (28,3) μm ; isopolares, raros apolares (*Ae. rudis* SP310002); suboblato a prolato; âmb. circular a subtriangular; contorno em vista equatorial retangular, elipsoidal ou circular; área polar pequena a muito pequena ou sem área polar.

Predominantemente 3-zonocolporados, raros 2-4-6-zonocolporados, 3-parassincolporados/3-sincolporados (*Ae. americana*) ou 4-6-pantocolporados (*Ae. rudis* SP310002); cólporos longos a muito longos com terminações afiladas ou cólporos anastomosados (*Ae. americana*), em algumas espécies os cólporos apresentam constrição mediana, com ou sem margem, ornamentação da margem microrreticulada, psilado-perfurada ou rugulada. Opérculos ausentes com membrana recobrimdo o cólporo ou opérculos presentes com ornamentação areolada, microrreticulada, granulada e/ou combinações desses elementos. Endoabertura lalongada a muito lalongada, lolongada a muito lolongada, circular ou retangular, podendo ocorrer proeminência da sexina devido a presença de fastígio.

Sexina heterobrocada ou homobrocada, nanorreticulada a reticulada, com lumens arredondados a poligonais, variando de 200 nm (ou 0,2 μm) a 1,3 μm , raramente com pilos no seu interior, ou sexina rugulado-perfurada. Muros retos a curvos, contínuos ou interrompidos, muros entrelaçados (com conexões dos muros em diferentes níveis) ou muros com conexões em um nível; simplescolumelados. Podem ocorrer padrões de ornamentação diferenciados no mesocolpo e apocolpo da mesma espécie. Sexina de 1,2 a 4 vezes mais espessa que nexina, a sexina pode sofrer espessamento nas laterais do apocolpo ou não.

Secção *Aeschynomene* L.

Série *Americanae* Rudd (Tabela 3, Fig. 1)

Ae. americana (15,8) $17,3 \pm 0,2$ (18,6) μm x (17,1) $19,1 \pm 0,2$ (20,1) μm , oblato esferoidais, contorno circular, com área polar irregular delimitada pelos colpos anastomosados ou sem área polar, irregularmente 3-parassincolporado, raros 3-sincolporados; opérculo psilado com perfurações esparsas,

que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem psilada com perfurações esparsas; endoabertura lolongada, circular a lalongada, sem fastígio aparente; sexina heterobrocada, nanorreticulada-microrreticulada, com muros retos, contínuos, conexão em um nível, predominância de lumens arredondados, sem pilos sexina de 1,4 a 2,6 vezes mais espessa que a nexina.

Série *Fluminenses* Rudd (Tabela 3, Fig. 1)

Ae. fluminensis (26,1) $28,4 \pm 0,3$ (30,4) μm x (20,7) $24,5 \pm 0,3$ (27,8) μm , prolato esferoidais, contorno em vista equatorial elipsoidal a circular, área polar pequena a muito pequena; cólporos longos a muito longos, opérculo psilado com perfurações esparsas, que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem psilada com perfurações esparsas; endoabertura lolongada, circular a muito lalongada, sem fastígio aparente; sexina heterobrocada nanorreticulada a microrreticulada, rara reticulada, com muros retos, contínuos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, sem pilos, sexina de 1,4 a 2,9 vezes mais espessa que a nexina

Série *Montevidenses* Rudd (Tabela 3, Fig. 1)

Ae. montevidensis (17,9) $20,1 \pm 0,5$ (22,4) μm x (17,9) $19,9 \pm 0,3$ (22,1) μm , oblato esferoidal a prolato esferoidal, raro subprolato, contorno circular em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporos de longos a muito longos, opérculo granuloso, que cobre toda região do cólporo, sem membrana aparente, margem psilada com perfurações esparsas; endoabertura de circular a muito lalongada, raramente lolongada, sem fastígio aparente; sexina heterobrocada nanorreticulada a microrreticulada, predominância de muros retos, contínuos, conexão em um nível, lumens arredondados, raros poligonais, sem pilos, sexina de 1,7 a 3,0 vezes mais espessa que a nexina.

Série *Sensitivae* Rudd (Tabela 3, Fig. 2)

Ae. sensitiva (15,8) $19,5 \pm 1,0$ (24,7) μm x (13,7) $17,4 \pm 0,6$ (20,3) μm , oblato esferoidal a subprolato, contorno elíptico em vista equatorial, área polar muito pequena, raramente pequena; cólporo muito longo, raramente longo, opérculo granuloso, que cobre toda região do cólporo, sem membrana aparente, margem psilado-perfurada; endoabertura circular a muito lalongada, raramente lolongada, com fastígio; sexina heterobrocada, nanorreticulada a microrreticulada, muros retos, raros curvos, contínuos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, menores no apocolpo, com pilos, sexina de 1,3 a 2,5 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. selloi (18,1) $22,4 \pm 1,2$ (29,6) μm x (16,5) $20,7 \pm 1,1$ (27,7) μm , prolato esferoidal a subprolato, raro oblato esferoidal, contorno circular, raro elíptico em vista equatorial, área polar muito pequena; cólporo muito longo, opérculo areolado-granulado, que cobre toda região do cólporo, sem membrana aparente, margem microrreticulada; endoabertura circular a muito lalongada, raramente lolongada, sem fastígio aparente; sexina heterobrocada, nanorreticulada a reticulada no mesocolpo, muros retos, alguns interrompidos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, menores no apocolpo e próximo das aberturas, sem pilos, sexina de 1,5 a 3,2 vezes mais espessa que a nexina.

Série *Indicae* Rudd (Tabela 3, Fig. 3)

Ae. rudis (18,4) $20,9 \pm 0,4$ (23,6) μm x (17,1) $18,7 \pm 0,3$ (20,8) μm , prolato esferoidal a subprolato, raro oblato esferoidal, contorno circular a elíptico em vista equatorial, área polar muito pequena; cólporo muito longo, opérculo granulado, que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem microrreticulada; endoabertura lolongada, circular a lalongada, com fastígio; sexina heterobrocada, nanorreticulada a microrreticulada, muros retos, raros curvos, contínuos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, sem pilos, sexina de 1,6 a 2,0 vezes mais espessa que a nexina. No espécime SP310002 ocorreram raros grãos apolares, 4-6-pantocolporados, alguns 3-sincolporados.

Ae. fructipendula (26,8) $29,7 \pm 0,3$ (32,2) μm x (24,2) $25,9 \pm 0,2$ (28,3) μm , prolato esferoidal, contorno elíptico em vista equatorial, área polar muito pequena; cólporo muito longo, opérculo granulado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem microrreticulada; endoabertura circular a lalongada; sexina heterobrocada, nanorreticulada a reticulada, muros curvos a retos, alguns interrompidos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, menores no apocolpo e próximo das aberturas, sem pilos, sexina de 1,5 a 2,8 vezes mais espessa que a nexina. Ocorreram grãos de pólen dimórficos, com menores dimensões.

Ae. denticulata (19,1) $21,8 \pm 0,7$ (25,9) μm x (16,1) $18,3 \pm 0,5$ (21,8) μm , prolato esferoidal a prolato, contorno elipsoidal em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporos longos a muito longos, opérculo granulado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem microrreticulada, endoabertura circular a muito lalongada; sexina heterobrocada, nanorreticulada a microrreticulada, muros retos a curvos, conexão em um nível, predominância de lumens arredondados, sem pilos, sexina de 1,4 a 2,3 vezes mais espessa que a nexina. No espécime

MBM276632 foram observados grãos de pólen 2-colporados, oblato esferoidais, de contorno elíptico e com acentuada constrição polar.

Africana (Tabela 3, Fig. 8)

Ae. elaphroxylon (24,0) $27,9 \pm 0,4$ (30,6) μm x (26,0) $29,3 \pm 0,4$ (31,5) μm , oblato esferoidal a prolato esferoidal, contorno circular em vista equatorial; cólporo muito longo, opérculo areolado que ocupa somente a região central cólporo, membrana psilada, margem psilado-perfurada; endoabertura circular, lalongada a lolongada, com fastígio, sexina heterobrocada, microrreticulada a reticulada, muros retos e contínuos, em um nível, lumens poligonais, sem pilos, sexina de 1,6 a 2,7 vezes mais espessa que a nexina.

Secção *Ochopodium* Vog.

Série *Viscidulae* Rudd (Tabela 3, Figs. 4, 5)

Ae. viscidula (18,1) $18,8 \pm 0,1$ (19,7) μm x (16,1) $16,8 \pm 0,1$ (17,9) μm , subprolato a prolato esferoidal, contorno elíptico em vista equatorial, área polar pequena; cólporos longos, opérculo rugulado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, sem margem; endoabertura lalongada, com fastígio; sexina homobrocada, nanorreticulada, predominância de muros com conexões em dois níveis, curvos no mesocolpo e retos no apocolpo, lumens poligonais, raramente arredondados, sem pilos, sexina de 1,2 a 1,9 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. histrix (15,7) $17,8 \pm 0,9$ (22,0) μm x (12,9) $15,2 \pm 0,7$ (19,1) μm , prolato esferoidal a subprolato, contorno elíptico em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporos longos a muito longos, opérculo rugulado-granulado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem rugulado-perfurada; endoabertura lolongada, circular a lalongada, com fastígio. Sexina homobrocada, nanorreticulada, exceto no espécime SP287518 cuja faixa de variação vai até 0,65 μm , muros retos a curvos, contínuos, conexão em um nível, predominância de lumens poligonais, que diminuem em direção a área apertural, sem pilos, perfurações esparsas nos pólos, sexina de 1,4 a 2,6 vezes mais espessa que nexina.

Ae. vogelii (15,7) $18,5 \pm 0,2$ (20,2) μm x (15,6) $16,8 \pm 0,2$ (18,2) μm , oblato-esferoidal a subprolato, contorno elíptico a circular em vista equatorial, área polar muito pequena; cólporos muito longos com constrição mediana, opérculo rugulado-granulado que cobre somente a região central do cólporo,

membrana granulada, margem rugulado-perfurada; endoabertura lolongada com formato retangular, raramente circular, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, sexina de 1,1 a 2,1 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. falcata (19,3) $22,1 \pm 0,4$ (24,7) μm x (16,4) $18,4 \pm 0,3$ (20,7) μm , prolato esferoidal a subprolato, raro prolato, contorno elíptico em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporo longo a muito longo, opérculo rugulado-perfurado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, margem rugulado-perfurada; endoabertura lolongada, circular a muito lalongada, com formato retangular e fastígio; sexina homobrocada, nanorreticulada, muros curvos, conexão em dois níveis, contínuos, lumens arredondados a poligonais, sem pilos, sexina de 1,6 a 3,3 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. elegans (17,6) $19,6 \pm 0,3$ (22,2) μm x (16,1) $17,8 \pm 0,2$ (19,6) μm , oblato esferoidais a subprolotos, contorno elíptico em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporo longo a muito longo, opérculo microrreticulado que cobre somente a região central do cólporo, membrana granulada, sem margem; endoabertura lolongada, circular a lalongada, com fastígio; sexina hetebrocada, nanorreticulada a reticulada, com muros retos e curvos, alguns interrompidos no mesocolpo e retos e não interrompidos no apocolpo, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, sexina de 1,2 a 2,1 vezes mais espessa que a nexina.

Série *Pleurinerviae* Rudd (Tabela 3, Fig. 6)

Ae. paucifolia (18,9) $21,3 \pm 0,4$ (23,6) μm x (15,1) $17,3 \pm 0,3$ (19,9) μm , prolato esferoidal a prolato, contorno elíptico a circular em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporo longo a muito longo, as vezes com constrição mediana, opérculo rugulado-perfurado que cobre toda região do cólporo, membrana granulada, margem rugulada; endoabertura circular a muito lolongada, raramente lalongada (somente no SP131289), sem fastígio aparente; sexina heterobrocada, nanorreticulada a microrreticulada, muros retos, contínuos, algumas conexões em dois níveis no mesocolpo, predominância de lumens poligonais, menores na área apertural, sem pilos, sexina de 1,2 a 2,1 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. racemosa (17,2) $25,0 \pm 0,6$ (29,3) μm x (18,3) $20,9 \pm 0,5$ (24,5) μm , oblato esferoidal a subprolato, contorno retangular em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; colpo longo a muito longo com constrição mediana acentuada, opérculo rugulado-perfurado que ocupa somente a região central do cólporo, membrana granulada, sem margem; endoabertura lolongada a muito lolongada, com formato

retangular, sem fastígio aparente; sexina rugulado-perfurada, de 1,5 a 2,5 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. brevipes (19,4) $21,8 \pm 0,3$ (23,9) μm x (16,2) $18,4 \pm 0,5$ (24,3) μm , oblato esferoidal a subprolato, contorno retangular em vista equatorial, área polar muito pequena, com espessamento nas laterais do apocolpo; cólporo muito longo, opérculo rugulado-perfurado que cobre toda região do cólporo, sem membrana aparente, sem margem; endoabertura circular a muito lolongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, de 2,1 a 4,0 vezes mais espessa que a nexina, com espessamento nas laterais do apocolpo.

Ae. paniculata (20,5) $22,2 \pm 0,2$ (23,2) μm x (18,6) $20,2 \pm 0,2$ (22,3) μm , prolato esferoidal a subprolato, contorno retangular em vista equatorial, área polar pequena a muito pequena; cólporo longo a muito longo, opérculo rugulado com perfurações esparsas que ocupa somente a região central do cólporo, membrana granulada, sem margem; endoabertura lolongada a muito lolongada, raramente lalongada (somente no SP131289), com fastígio; sexina rugulado-perfurada, de 1,6 a 2,4 vezes mais espessa que a nexina, sem espessamento da sexina nas laterais do apocolpo.

Série *Scopariae* Rudd (Tabela 3, Fig. 7)

Ae. martii (21,2) $25,2 \pm 0,8$ (29,5) μm x (17,4) $20,4 \pm 0,5$ (25,0) μm , oblato esferoidal a subprolato, contorno elíptico a retangular em vista equatorial, área polar muito pequena, raramente muito pequena; cólporo muito longo, raramente longo, sem opérculo aparente, com membrana granulada, margem rugulado-perfurada; endoabertura lolongada, raramente circular, sem fastígio aparente; sexina heterobrocada, nanorreticulada a reticulada, muros retos, contínuos, conexão em um nível, lumens arredondados a poligonais, sem pilos, sexina de 1,5 a 2,6 vezes mais espessa que a nexina.

Ae. mollicula (15,6) $19,7 \pm 1,0$ (24,9) μm x (17,4) $18,5 \pm 0,1$ (19,7) μm , subesferoidal, contorno elíptico a circular em vista equatorial; cólporo longo a muito longo, opérculo rugulado-perfurado que cobre toda região do cólporo, sem membrana aparente, margem rugulado-perfurada; endoabertura lalongada, circular a muito lolongada, com fastígio pouco aparente; sexina heterobrocada, nanorreticulada a reticulada, muros retos, contínuos, conexão em um nível, lumens poligonais menores em direção ao apocolpo e à área apertural, sem pilos, sexina de 1,4 a 2,0 vezes mais espessa que a nexina.

Série *Sclerosae* A. Fernandes (Tabela 3, Fig. 7)

Ae. genistoides (20,5) $23,2 \pm 0,2$ (25,4) μm x (17,5) $19,1 \pm 0,2$ (21,7) μm , prolato esferoidal a subprolato, contorno circular em vista equatorial, opérculo areolado-granulado que cobre toda região do cólporo, sem membrana e sem margem aparente; endoabertura lolongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, de 1,7 a 2,1 vezes mais espessa que a nexina.

Análise dos Componentes Principais

As relações entre espécimes com base em 9 variáveis métricas e 3 classes (Tabela 4, Fig. 9) foram verificadas utilizando a ACP. Nesta análise não foram consideradas as características quantitativas de tamanho de lúmen e as qualitativas de ornamentação da sexina e tipo de muro. Os dois primeiros eixos representaram 75 % da variabilidade total dos dados analisados. O primeiro eixo resumiu 49,75% da variância, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0705$) o eixo polar na vista equatorial (PA), eixo equatorial na vista equatorial (EA), comprimento da endoabertura (CE) e comprimento do cólporo (CC) (Tabela 4). O eixo 2 contribuiu menos (25,25%) para a ordenação, tendo como variáveis mais importantes ($>0,0492$) a classe do pólen quanto à forma (P/E), largura do cólporo (LC), largura da endoabertura (LE), classe da forma da endoabertura (Ien), espessura da nexina (N), espessura da sexina (S), espessura da exina (E) e classe da relação de espessura entre as camadas da exina (s/n). A variável de classe do pólen quanto à forma (P/E), correlacionada ao eixo 2, não apareceu no gráfico, por seu baixo valor (Tabela 4).

No lado inferior esquerdo do gráfico foram agrupados pelos maiores valores relativos a largura do cólporo, largura da endoabertura e espessura da exina os espécimes: *Ae. elaphroxylon* (RB335688), os dois de *Ae. fluminensis* (SP: 138102, 367488), dois dos três *Ae. selloi* (SP: 24806, 28105), um dos dois de *Ae. falcata* (SP138095), um dos quatro de *Ae. montevidensis* (SP36390) e um dos dois de *Ae. brevipes* (RB489671).

No lado superior esquerdo encontra-se o espécime analisado de *Ae. genistoides* (MBM80), todos os de *Ae. racemosa* (SP: 306412, 330343, 367481, 108106), *Ae. paniculata* (SP: 314230, RB: 527521) e de *Ae. martii* (MBM: 102591, 955373, 147346), assim como um dos dois de *Ae. mollicula* (SP140583), o outro de *Ae. brevipes* (RB608259), dois dos três de *Ae. paucifolia* (SP: 77820, 40566) e um dos de *Ae. histrix* (SP287518) que foram ordenados pelos altos valores de eixo equatorial e os menores valores para a forma da endoabertura, ou seja, predominância de endoaberturas muito lolongadas.

Inversamente, os grãos de pólen de três dos quatro espécimes de *Ae. montevidensis* (SP: 38908, 209299, 38909), um dos dois de *Ae. selloi* (SP42200), todas de *Ae. sensitiva* (SP: 58253, 305414, 139230, RB: 461043, 470311), dois dos três de *Ae. falcata* (SP168765), dois dos três de *Ae. elegans* (SP: 45342, 22250) e um dos três de *Ae. paucifolia* (SP131289) se segregaram no lado inferior direito, principalmente pelos altos valores para a forma da endoabertura (lalongadas a muito lalongadas), ou seja, com baixos valores para a largura da endoabertura.

Os menores grãos de pólen ficaram situados principalmente do lado superior direito, ordenados pelos menores valores para a largura do cólporo, da endoabertura e da espessura da exina, apresentando similaridade na relação de espessura entre as camadas (s/n). Encontrou-se nesse grupo *Ae. falcata* (SP310005), *Ae. histrix* (SP: 133559, 108007, 82107, 139231), *Ae. vogelli* (SP: 199425, 166653), *Ae. rudis* (SP: 310002, 3427), *Ae. denticulata* (MBM: 276696, 325196) e *Ae. mollicula* (MBM90065).

Quanto a Secção *Aeschynomene*, todos os representantes das séries *Fluminenses*, *Montevidenses* e *Sensitivae* se posicionaram no lado inferior do gráfico. No lado superior direito se ordenou a série *Indicae*, exceto por *Ae. fructipendula* e *Ae. americana*, única espécie analisada da série *Americanae*.

Com relação a Secção *Ochopodium*, as séries *Pleurinerviae*, *Scopariae* e *Sclerosae*, exceto por dois espécimes, *Ae. brevipes* (RB489671) e *Ae. paucifolia* (SP131289), se ordenaram no lado superior esquerdo do gráfico. O espécime de *Ae. mollicula* (MBM90065) da série *Scopariae* se ordenou no lado superior direito, por ser o único suboblato ($P/E=0,8$) dentre todos os grãos de pólen e por apresentar uma das mais delgadas nexinas ($0,4\mu$). Já os espécimes da série *Viscidulae* se distribuíram em ambas as porções superior e inferior do lado direito do gráfico, com exceção de *Ae. histrix* (SP287518) que se ordenou no lado esquerdo superior.

Da espécie, o único espécime de *Ae. elaphroxylon* estudado se ordenou na porção inferior esquerda do gráfico, principalmente pelos altos valores de eixos polar e equatorial na vista equatorial, largura de cólporo e de espessura de exina, o que o associou às espécies da série *Fluminenses* e algumas da Secção *Aeschynomene* [*Ae. selloi* (selSP06) da série *Sensitivae* e a *Ae. fructipendula* (fruHAS86) da série *Indicae*].

Foi possível a separação das espécies através dos caracteres dos grãos de pólen, o que tornou possível a criação de uma chave morfopolínica (Tabela 5):

Discussão

Morfologia Polínica e Biologia de Polinização

Ferguson e Skvarla (1982) relacionaram a ornamentação reticulada de *Harpalyce brasiliiana* Benth. (Leguminosae – Papilionoideae - Brongniartieae) com a polinização por abelhas. Espécies estritamente entomófilas de *Hamamelis* L. e *Lilium* L. apresentam as columelas, muros, lumens, perfurações, e algumas vezes todo o grão de pólen coberto por uma camada homogênea de *pollenkit* (cimento polínico), mantendo-os unidos e, cuja adição na exina se dá a partir do tapeto (Hesse 1981). O *pollenkit* exerce um papel fundamental na dispersão zoófila, pois facilita a adesão do pólen ao polinizador e também na viabilidade polínica porque aumenta sua resistência contra a desidratação (Pacini 2000), assim como nas reações de compatibilidade envolvidas na interface pólen-estigma (Ma 2005, Blackmore et al. 2007). Sabe-se que as espécies de *Aeschynomene* são fontes de pólen e néctar (Mbah e Amao 2009), pois são utilizadas como recursos florais para abelhas dos gêneros *Frieseomelitta* (Teixeira et al. 2007), *Apis* (Oliveira et al. 2010, Ramírez-Arriaga et al. 2011), *Brachygastra*, *Trigona*, *Cyphomyrmerx* e *Pseudomyrmex*, além de *Tetraloniella jaliscoensis* que é o polinizador efetivo de *Ae. amorphoides* (S.Wats) Rose ex B.L.Rob. (Carleial et al. 2015). Portanto, pode-se relacionar a polinização entomófila com os caracteres da exina e a presença de *pollenkit* nas espécies aqui analisadas.

Secção Aeschynomene

A secção *Aeschynomene* foi reconhecida palinologicamente pelo opérculo psilado-perfurado, granuloso a areolado, margem do cólporo psilada, perfurada a microrreticulada, sexina heterobrocada, nanorreticulada, microrreticulada a reticulada. Esse conjunto de características não foram observadas nos grãos de pólen dos espécimes da secção *Ochopodium*. Isso demonstra que além das características morfológicas diagnósticas de cálice bilabiado, artículos dos frutos separados por septos transversais e estípula mediofixa ou com prolongamento basal (Vogel 1838, Rudd 1955, Fernandes 1996), dos dados moleculares de Lavin et al (2001, 2005) e Ribeiro et al (2007) os caracteres polínicos reforçam a delimitação das secções.

Pelos resultados obtidos *Ae. americana* da série *Americanae* se separou de todas as demais espécies por ter seus grãos de pólen 3-parassincolporados, raros 3-sincolporados e opérculo psilado com perfurações esparsas. Pire (1974) e Ramírez-Arriaga (2011) também descreveram para *Ae. americana* grãos de pólen parassincolporados, corroborando nossos resultados. Outra espécie da série *Americanae*, *Ae. villosa* Poir., teve os grãos de pólen estudados por Pire (1974) e Moreti et al. (2007a) que observaram os mesmos serem pequenos e parassincolporados a sincolporados, assemelhando aos resultados para *Ae. americana*. Levando em consideração as nossas observações e as semelhanças entre grãos de pólen apontadas por Pire (1974), pode-se atribuir uma delimitação taxonômica para a série *Americana*: a característica de cólporos anastomosados (parassincolporados a sincolporados). Por apresentarem morfologia sobreposta e pouco diagnóstica, *Ae. villosa* já foi sinonimizada sob *Ae. americana* por Sousa et al. (2012), porém *Ae. villosa* e *Ae. americana* continuam sendo dois nomes aceitos.

Os resultados obtidos para *Ae. fluminensis* da série *Fluminenses* corroboram os de Pire (1974) no tamanho médio, presença de cólporos de tamanho longo a muito longo, 3-colporados e ausência de parassincolporados ou sincolporados. Os grãos de pólen de *Ae. fluminensis* descritos por Souza et al. (2004) como parassincolporados se assemelharam aos dois espécimes de *Ae. americana* aqui analisados, diferindo dos nossos resultados alcançados, já que não foi constatado grãos de pólen parassincolporados.

Para a série *Sensitivae*, Huang (1968) descreveu grãos de pólen sincolporados em *Ae. sensitiva* e da série *Indicae* descreveu *Ae. indica* L. com sexina psilada. Pire (1974) também descreveu presença de aberturas sincolporadas em *Ae. sensitiva*. Esses dados não foram corroborados por nenhum dos sete espécimes de *Ae. sensitiva* aqui estudados, já que todos foram 3-colporados. Com relação a ornamentação da sexina, os grãos de pólen de todas as espécies aqui estudadas foram heterorreticulados, homorreticulados ou regulado-perfurados, nunca psilados.

As séries *Fluminenses*, *Montevidenses* e *Sensitivae* podem ser reconhecidas por apresentarem a endoabertura muito lalongada, com opérculo psilado-perfurado, granulado a areolado, com conexões dos muros em apenas um nível (desentrelaçados). As espécies dentro dessas séries se separam pela classe de tamanho, caracteres do opérculo, margem do cólporo, tamanho dos lúmens e dos muros, de acordo com a chave polínica. Apesar de *Ae. falcata*, sect. *Ochopodium*, ser. *Viscidulae* também apresentar endoabertura muito lalongada, característica não observada para esta secção, ela se separou das séries com

endoabertura muito alongada devido ao seu opérculo rugulado-perfurado e pelos muros curvos em dois níveis (entrelaçados).

Aeschynomene elaphroxylon apresentou opérculo areolado, margem psilado-perfurada e sexina heterobrocada, microrreticulada a reticulada. Esses caracteres morfológicos são exclusivos da secção *Aeschynomene*, a qual pertence, demonstrando uniformidade da morfologia polínica para as espécies do velho mundo.

Secção Ochopodium

Assim como a secção *Aeschynomene*, a secção *Ochopodium* pode ser delimitada pelos caracteres polínicos. Os grãos de pólen com opérculo rugulado, rugulado-granulado, rugulado-perfurado ou microrreticulado ou sem opérculo; margem do cólporo rugulada, rugulado-perfurada ou sem margem; sexina rugulado-perfurada ou homobrocada nanorreticulada ou heterobrocada nanorreticulada a reticulada são um conjunto de características exclusivas dessa secção. Esses resultados palinotaxonomicos juntamente a morfologia do cálice campanulado, frutos com artículos separados por istmos e estípula basifixa ou sem prolongamento basal (Vogel 1838, Rudd 1955, Fernandes 1996) e dados moleculares de (Lavin et al 2001, 2005, Ribeiro et al 2007), reforçam também, delimitação dessa secção.

Na série *Viscidulae* os caracteres da endoabertura, opérculo, ornamentação da sexina e tipos de muro auxiliaram na segregação das espécies, como observado na chave palinológica. Juntamente com os dados apresentados por Rudd (1959) e Silva e Antunes (2014), a delimitação das espécies desse táxon para o Brasil se tornou mais clara com as características palinológicas. Outro fato observado em nossos resultados é que as variedades de *Ae. histrix* não se separaram palinologicamente, demonstrando grande homogeneidade nos caracteres polínicos da espécie, sem diferenças significativas.

A série *Pleuronervieae* se caracterizou como um clado com endoabertura muito alongada, sexina heterobrocada, nanorreticulada a microrreticulada, com alguns muros entrelaçados no mesocolpo ou com sexina rugulado-perfurada. Isso demonstrou que além dos conjuntos de características vegetativas e reprodutivas (ramos eretos, folíolos com nervura principal excêntrica ou marginal e presença de panículas terminais) apresentados por Rudd (1955) e Fernandes (1996) que separaram a série *Pleuronervieae* das outras da secção, a morfologia polínica corrobora sua delimitação.

O espécime *Ae. mollicula* var. *mollicula* (SP140583) da série *Scopariae* apresentou endoabertura muito lolongada, mas pôde ser separado desse grupo por apresentar muros retos com conexões em um mesmo nível e o maior valor da faixa de variação para os lumens, superior a 1µm. O taxon *Ae. mollicula* var. *benthamii* (espécime MBM90065) determinado no voucher por V.E. Rudd (1985) foi ranqueado a nível de espécie em Fernandes (1996), correspondendo atualmente à *Ae. benthamii* (Rudd) A. Fernandes. Além de *Ae. benthamii* e *Ae. mollicula* se separarem por diferentes limites geográficos (Flora do Brasil 2020), pelo porte, pela extensão da inflorescência e número dos artículos dos frutos, os espécimes aqui estudados se separaram pelos caracteres palinotaxonômicos qualitativos e quantitativos. *Aeschynomene benthamii* (MBM90065) apresentou a faixa de variação do PA de (15,7) 16,2 (17,5) µm, forma oblato esferoidal, endoabertura circular, lalongada a lolongada, enquanto que *Ae. mollicula* var. *mollicula* (SP40583) apresentou PA = (21,5) 23,3 (24,9) µm, forma subprolata a prolata e, endoabertura lolongada a muito lolongada. Já *Ae. martii* se separou de todas as espécies estudadas da série *Scopariae* e demais espécies, pela ausência de opérculo corroborando com os resultados de Silva et al. (2016) para essa espécie.

A série *Sclerosae* foi descrita por Fernandes (1996) para as espécies brasileiras com características peculiares quanto à folha que é adaptada ao habitat pirofilico. O autor descreve a estrutura foliar como afileo-escamosas, até unifoliolares, ou multijugas com folíolos esclerosos, lanceolados a lineares-oblongos, oblanceolados ou aciculares. As espécies da série ocorrem na Bahia, Distrito Federal e Goiás (Flora do Brasil 2020). *Aeschynomene genistoides*, espécie desta série abordada neste estudo, foi descrita por Taubert (1895) no gênero homotípico *Balissaea*, mas foi posteriormente incluída ao gênero *Aeschynomene* pela nova combinação *Ae. genistoides* (Taub.) Rudd, cujo basônimo é *Balissaea genistoides* Taub. Esta espécie é facilmente reconhecida pelos folíolos aciculares ou oblanceolados (Fernandes 1996). Aqui, se diferenciou das demais espécies pelo opérculo areolado-granulado que cobre toda região do cólporo. Grãos de pólen operculados evoluíram por diversas vezes, provavelmente devido à similaridade nas pressões ambientais porque normalmente ocorrem em espécies de habitats secos (seca anual ou sazonal) (Furness e Rudall 2003, Linder e Rudall 2005).

Considerações Gerais

A ornamentação rugulado-perfurada na sexina, presença de margem e opérculo, de perfurações na sexina e de lumens menores que 0,50 µm (nanorretículos), ainda não haviam sido citadas para o gênero.

As descrições anteriores da ornamentação da sexina em *Ae. sensitiva* como escabrada (Huang 1968), reticulada em *Ae. paniculata* (Melhem 1966, Pire 1974) e microrreticulada em *Ae. elegans* (Silvestre-Capelato & Melhem 1997), *Ae. fluminensis* (Souza et al 2004), *Ae. viscidula* (Buriel et al. 2011) não corroboram com as aqui analisadas. No nosso material a sexina é nanorreticulada a microrreticulada em *Ae. sensitiva*, rugulado-perfurada em *Ae. paniculata*, nanorreticulada a reticulada em *Ae. elegans*, nanorreticulada a microrreticulada em *Ae. fluminensis* e nanorreticulada em *Ae. viscidula*. Sexina psilada foi descrita para *Ae. indica* por Huang (1968), porém descrita como reticulada em Ohashi (1971) e Mitra e Mondal (1982). Nenhum grão de pólen aqui analisado apresentou ornamentação psilada na sexina, contradizendo esses autores. Essas variações quanto à ornamentação psilada podem ter ocorrido pela deposição de *pollenkit* sobre os grãos de pólen, ou devido a impossibilidade de análise sob microscopia eletrônica de varredura, já que o tamanho das rúgulas e dos retículos têm escala nanométrica.

Nas espécies estudadas por Pire (1974) (*Ae. histrix*, *Ae. americana*, *Ae. denticulata*, *Ae. paniculata* e *Ae. falcata*), por Silva et al. (2016) (*Ae. brevipes*), Huang (1968) (*Ae. sensitiva*), Melhem (1966) (*Ae. falcata*, *Ae. paniculata*, *Ae. paucifolia*) e Buriel et al. (2011) (*Ae. viscidula*), também analisadas neste estudo, os dados polínicos não foram semelhantes quanto a presença ou ausência do opérculo. Nossos resultados demonstraram que essa estrutura está presente em todas as espécies analisadas, exceto em *Ae. martii* que apresentou membrana granulada, sem opérculo.

Conclusões: Caracteres Palinológicos em Aeschynomene L.

Notou-se uma variação significativa nas características das aberturas, mas outros caracteres polínicos foram também de importância taxonômica para o grupo. Os caracteres palinotaxonômicos qualitativos e quantitativos permitiram a separação das espécies do gênero. *Aeschynomene* é caracterizado nos trabalhos anteriores que trataram de seus grãos de pólen como estenopolínico. Porém é possível caracterizá-lo como euripolínico, tanto pelas diferenças na ornamentação da sexina, quanto da margem e opérculo, assim como pela existência de grãos de pólen 3-parascolporados e 3-sincolporados em *Ae. americana*, sendo as demais espécies 3-colporado. As características morfológicas relacionadas com o cólporo, opérculo e endoabertura auxiliaram na delimitação de alguns clados, como secções, séries e/ou conjunto de séries. A presença de rúgulas na margem no mesocolpo e/ou apocolpo e no opérculo, ou presença de opérculo microrreticulado com sexina homobrocada, nanorreticulada, são caracteres diagnósticos para a secção *Ochopodium*. Considerando que a secção *Aeschynomene* aparece como um táxon mais basal do que a

secção *Ochopodium*, os elementos exclusivos da secção mais derivada, como a presença de rugulas, podem ser especializações dentro da linhagem neste clado formado pela Secção *Ochopodium* e pelo gênero *Machaerium*.

Literatura Citada

Barth MO, Melhem TS 1988 Glossário ilustrado de palinologia. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

Blackmore S, Wortley AH, Skarvala JJ, Rowley JR 2007 Pollen wall development in flowering plants. *New Phytol.* 174(3): 483-498.

Buril MT, Alves M, Santos FAR 2011 Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. *Acta Bot. Bras.* 25(3): 699-712.

Carleial S, Delgado-Salinas A, Domínguez CA, Terrazas T 2015 Reflexed flowers in *Aeschynomene* *amorphoides* (Fabaceae: Faboideae): a mechanism promoting pollination specialization? *Bot. J. Linn. Soc.* 177(4): 657-666.

Carreira LMM, Silva, MF, Lopes JRC, Nascimento LAS 1996 Catálogo de Pólen das Leguminosae da Amazônia Brasileira. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém do Para. Coleção Adolpho Ducke.

Erdtman G 1960 The acetolysis method. A revised description. *Sven. Bot. Tidskr* 561-564.

Ferguson IK 1984 Pollen morphology biosystematics of the subfamily Papilionoideae (Leguminosae). Pages 377-394 in W Grant, ed. *Plant Biosystematics*, Canada, Academic Press.

Ferguson IK, Skvarla JJ 1981 The Pollen Morphology of the subfamily Papilionoideae (Leguminosae). Pages: 859-896 in RME Polhill, PH Raven, eds. *Advances in Legume Systematics 2*. Royal Botanic Gardens, London, Kew.

Ferguson IK, Skvarla JJ 1982 Pollen morphology in relation to pollinators in Papilionoideae (Leguminosae) *Bot. J. Linn. Soc.* 84(3): 183-193.

Fernandes A (1996) O táxon *Aeschynomene* no Brasil. Universidade Federal do Ceará, UFCE.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22777>>. Acesso em: 11 Jan. 2017

- Furness CA, Rudall PJ 2003 Apertures with lids: distribution and significance of operculate pollen in monocots. *Int. J. Plant Sci.* 164: 835–54.
- Hesse M 1981 The fine structure of the exine in relation to the stickiness of Angiosperm pollen. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 35: 81-92.
- Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S 2009 *Pollen Terminology: an illustrated handbook*. SpringerWien. NewYork.
- Klitgaard BB, Lavin M 2005 Tribe Dalbergieae *sens. lat.* Pages: 307–335 in GP Lewis, BD Schrire, BA MacKinder, M Lock, eds. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Lakhanpal RN 1970 Tertiary Floras of India and Their Bearing on the Historical Geology of Region. *Taxon* 19(5): 675-694.
- Lavin M, Pennington RB, Klitgaard BB, Sprent JI, Lima HC, Gasson PE 2001 The Dalbergioid legumes (Fabaceae): Delimitation of a pantropical monophyletic clade. *Amer. J. Bot.* 88: 503-533.
- Lavin M, Herendeen PS, Wojciechowski MF 2005 Evolutionary Rates Analysis of Leguminosae Implicates a Rapid Diversification of Lineages during the Tertiary. *Syst. Biol.* 54(4): 575-594.
- Linder HP, Rudall PJ 2005 Evolutionary History of Poales. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 107-124.
- Ma H. 2005 Molecular genetic analyses of microsporogenesis and microgametogenesis in flowering plants. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 56: 393-434.
- Mbah CE, Amao AO 2009 Natural foods and feeding habits of the african honey bee *Apis mellifera* Adansonii Latrielle (1804) in Zaria, Northern Nigeria. *Scientific World* J.4(1): 11-14.
- Melhem TS 1966 Pollen grains of plants of the Cerrado – XVII Leguminosae – Lotoideae Tribe: Hedysareae. *Na Acad. Bras. Ci.* 38(1): 195- 203.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H.; Silvestre-Capelato MSF, Gonçalves-Esteves VL 2003 Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão. *Boletim do Instituto de Botânica, São Paulo*, v.16.
- Mitra K, Mondal M 1982 Pollen Morphology os Exstipellate and Stipellate Hedysareae (Leguminosae). *Proc. Indian Nat. Sci. Acad.* 6: 177-769.

- Mittre V, Sharma BD 1962 Studies of Indian pollen grains – 1 Leguminosae. *Pollen et Spores* 4(1): 5-45.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M 2007a Fabaceae forrageiras de Interesse Apícola. Aspectos Botânicos e Polínicos. *Boletim Científico, Nova Odessa* 13:1-98.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M 2007b Pólen das Principais Plantas da Família Fabaceae com Aptidão Forrageira e Interesse Apícola. *R. bras. Bioci.* 5:(2) 369-398.
- Ohashi H 1971 A Taxonomic Study of the Tribe Coronilleae (Leguminosae) with a Special Reference to Pollen Morphology. *Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo III*, 11: 25-92.
- Oliveira PP, Berg C, Santos FAR 2010 Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetations of the state of Bahia, Brazil. *Grana* 49(1): 66-75.
- Pacini E. 2000. From anther and pollen ripening to pollen presentation. *Plant Systematics and Evolution* 222(1-4): 19-43.
- Pire SM 1974 Studio Palinologico de la Tribu “Hedysareae” (Leguminosae). *Bomplandia* 3: 143-169.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson, Le Thomas A 2007 Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol* 143: 1-81.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo, LA, Díaz-Carbajal E 2011 Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50(1): 40-54.
- Ribeiro RA, Lavin M, Lemos-Filho JP, Mendonça Filho CV, Santos RF, Lovato MB 2007 The Genus *Machaerium* (Leguminosae) is More Closely Related to *Aeschynomene* Sect. *Ochopodium* than to *Dalbergia*: Inferences From Combined Sequence Data. *Syst. Bot.* 32(4): 762–771.
- Rudd VE 1955 The American species of *Aeschynomene* L. *Contr. U. S. Natl. Herb.* 32: 1-172.
- Rudd VE 1959 Supplementary studies in *Aeschynomene*, I: Series *Viscidulae*, including a new species and five new varieties. *J. Wash. Acad. Sci.* 49: 45–52.
- Rudd VE 1967 Supplementary studies in *Aeschynomene*, II: Series *Pleuronerviae*. *Phytologia* 15: 114-119.

Rudd VE 1968 The American species of *Aeschynomene*. Contributions from the United States National Herbarium, Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.

Rudd VE 1972 Reduction of *Balisaea* to *Aeschynomene*. *Phytologia*. 23(4): 321-322.

Rudd VE 1981 Aeschynomeneae. Pages: 347-354 in RM Polhill, PH Raven, eds. Advances in Legume Systematics 1. Royal Botanic Gardens, London, Kew.

Salgado-Labouriau ML 1973 Contribuição a Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

Shepherd GJ 1996 Fitopac 1: manual do usuário. Campinas: Departamento Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Silva MJ, Antunes LLC 2014 An update of the Brazilian species of *Aeschynomene* sect. *Ochopodium* ser. *Viscidulae* including a new species and a new synonym. *Phytotaxa* 184 (1): 031-038.

Silvestre-Capelato MSF, Melhem TS'A 1997 Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) Família: 81 – Leguminosae. *Hoehnea* 24(1) 115-163.

Sousa FC, Souza MA, Mendonça CBF, Gonçalves-Esteves V 2004 Estudos polínicos de espécies de Aeschynomeneae e Phaseoleae (Papilionoideae - Leguminosae) ocorrentes nas Restingas do Estado do Rio Janeiro. *Arq. Mus. Nac.* 62(4): 357-366.

Souza MC, Vianna LC, Kawakita K, Miotto STS 2012 O gênero *Aeschynomene* L. (Leguminosae, Faboideae, Dalbergieae) na planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *R. bras. Bioci.*10(2): 198-210.

Teixeira AFR, Oliveira FF, Viana BF 2007 Utilization of Flora Resources by Bees of the Genus *Frieseomelitta* Von Ihering (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop. Entomol.* 35(5): 675-684.

Verdcourt B 1970 Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the 'Flora of Tropical East Africa': I. *Kew Bull.* 24: 1-170.

Verdcourt B 2000 Tribes Desmodieae, Psoraleae and Aeschynomene. 175 pages in GV Pope, ed. *Flora Zambesiaca* 3(6). Royal Botanic Gardens, London, Kew.

Vogel JRT 1838 *De Hedysareis Brasiliae*. *Linnaea* 12: 51-111.

Vieira S 1981 Introdução à Bioestatística. Rio de Janeiro, Campus.

Tabela 1

Material Examinado	
Séries	Espécies e Espécimes
	<i>Secção Aeschynomene</i>
Africana	<i>Ae. elaproxylon</i> (Guill. & Perr.) Taub. (RB335688)
Americanas	<i>Ae. americana</i> L. (SP: 488201, 285863*)
Fluminenses	<i>Ae. fluminensis</i> var. <i>tuberculata</i> (Griseb.) Rudd. (SP: 138102, 367488)
Montevidenses	<i>Ae. montevidensis</i> Vog. (SP: 38908, 209299, 36390, 38909)
Sensitivae	<i>Ae. selloi</i> Vogel: (SP: 42200, 24806, 28105)
	<i>Ae. sensitiva</i> Sw. (SP: 58253, 139230)
	<i>Ae. sensitiva</i> var. <i>sensitiva</i> (SP: 367480; RB: 470311, 461043)
	<i>Ae. sensitiva</i> var. <i>hispidula</i> Rudd (SP: 305414)
	<i>Ae. sensitivar</i> var. <i>amazonica</i> Rudd (SP: 305413*)
Indicae	<i>Ae. denticulata</i> Rudd. (MBM: 276632, 325196)
	<i>Ae. fructipendula</i> Abruzzi de Oliveira (HAS: 2686)
	<i>Ae. rudis</i> Benth. (SP: 3427, 310002, 160613*)
	<i>Secção Ochopodium</i>
Viscidulae	<i>Ae. histrix</i> Poir. (SP: 8153559)
	<i>Ae. histrix</i> var. <i>densiflora</i> (Benth.) Rudd (SP: 287518, 36784, 175266)
	<i>Ae. histrix</i> var. <i>incana</i> Benth. (SP: 82107, 108007, 139231)
	<i>Ae. vogelii</i> Rudd (SP: 166653, 199425);
	<i>Ae. elegans</i> Schltl. & Cham (SP: 45342, 25250; RB: 241043)
	<i>Ae. viscidula</i> Michx. (SP: 259472)
	<i>Ae. falcata</i> (Poir.) DC. (SP: 168765, 310005, 138095)
Pleuronerviae	<i>Ae. brevipes</i> Benth (RB: 489671, 608259)
	<i>Ae. paniculata</i> Willd. ex Vogel (SP: 314230; RB: 527521)
	<i>Ae. paucifolia</i> Vogel (SP: 77820, 40566, 131289)
	<i>Ae. racemosa</i> Vogel (SP: 306412, 330343, 367481, 108106)
Scopariae	<i>Ae. martii</i> Benth. (MBM: 102591, 955373, 147346)
	<i>Ae. mollicula</i> var. <i>mollicula</i> Kunth (SP: 140583, MBM92295*)
	<i>Ae. mollicula</i> var. <i>benthamii</i> Rudd. (MBM: 90065)
Sclerosae	<i>Ae. genistoides</i> (Taub.) Rudd (MBM: 37480)

Nota. SP, HAS, MBM e RB e indicam materiais obtidos, seguidos pelo número do voucher. Espécimes com asterisco (*) foram usados apenas para a obtenção de imagens.

Tabela 2

Classes a partir da Faixa de Variação		
	Muito lalongada	< 0,50
Endoabertura =	Lalongada	0,50- 0,91
	Circular	0,91 – 1,09
Larg. / Comp.	Lalongada	1,09 – 1,50
	Muito lalongada	> 1,50
	Nanorreticulado	< 0,50
Lumens	Microrreticulado	0,50 – 1,00
	Reticulado	> 1,00

Tabela 3

Espécime	Tendência Central da Amostra														
	Eixo Polar				Eixo Equatorial				P/E	Cólporo	Endoabertura		Exina		
	IC - ($x \pm sx$)	IC +	S	V%	IC - ($x \pm sx$)	IC +	S	V%	X	Comp. - Larg.	Larg. (IEn)	Comp.	Nex	Sex	Lum
ame	16,9 (17,3 \pm 0,2)	17,7	0,6	3,7	18,7 (19,1 \pm 0,1)	19,4	0,6	3,2	0,9	16,9 - 3,0	6,3 (1,0)	6,0	0,4	0,9	0,2 - 0,7
breRB71	22,4 (22,7 \pm 0,2)	23,0	0,8	3,3	19,4 (20,0 \pm 0,3)	20,5	1,3	6,5	1,1	19,6 - 3,5	8,2 (1,0)	8,5	0,6	1,7	--- --
breRB59	20,9 (21,4 \pm 0,2)	21,8	0,8	3,8	17,1 (17,6 \pm 0,2)	18,1	0,8	4,6	1,2	18,1 - 3,2	4,9 (0,6)	8,4	0,5	1,3	--- --
denMBM32	20,1 (20,5 \pm 0,2)	21,0	0,7	3,7	17,2 (17,5 \pm 0,1)	17,8	0,5	3,0	1,1	16,4 - 3,2	6,7 (1,2)	5,7	0,4	0,8	0,3 - 0,6
denMBM96	24,0 (24,5 \pm 0,2)	25,0	1,2	5,0	19,7 (20,1 \pm 0,2)	20,5	1,0	5,0	1,2	16,5 - 3,1	5,5 (1,2)	6,5	0,4	0,8	0,4 - 0,6
elaRB88	27,1 (27,9 \pm 0,4)	28,7	1,4	5,2	28,4 (29,3 \pm 0,4)	30,1	1,4	4,9	0,9	21,9 - 5,5	11,3 (1,1)	10,4	1,2	1,3	0,5 - 1,6
eleSP50	20,0 (20,3 \pm 0,1)	20,6	0,8	4,1	16,9 (17,2 \pm 0,1)	17,5	0,8	4,8	1,2	15,8 - 3,0	7,6 (1,2)	6,2	0,6	1,0	0,2 - 0,4
eleSP42	20,5 (20,7 \pm 0,1)	20,9	0,5	2,8	17,5 (17,8 \pm 0,1)	18,1	0,7	4,1	1,1	15,2 - 3,4	7,5 (1,2)	6,3	0,7	1,0	0,2 - 0,5
eleSP43	20,7 (21,1 \pm 0,1)	21,4	0,7	3,4	17,4 (17,7 \pm 0,1)	18,0	0,7	4,1	1,2	15,8 - 2,8	5,9 (0,9)	6,2	0,7	1,0	0,2 - 0,4
falSP95	22,8 (23,2 \pm 0,1)	23,5	0,8	3,6	19,3 (19,6 \pm 0,1)	19,8	0,6	3,1	1,2	18,2 - 3,2	8,4 (1,5)	5,7	0,6	1,2	0,2 - 0,4
falSP65	21,7 (22,0 \pm 0,1)	22,2	0,7	3,1	17,5 (17,8 \pm 0,1)	18,1	0,8	4,4	1,2	15,5 - 3,6	6,5 (1,0)	5,9	0,6	1,3	0,3 - 0,4
falSP05	21,2 (21,7 \pm 0,2)	22,1	0,8	3,7	17,8 (18,1 \pm 0,1)	18,4	0,6	3,2	1,2	15,8 - 3,2	6,7 (0,9)	7,6	0,5	1,1	0,3 - 0,5
fluSP02	28,3 (28,7 \pm 0,2)	29,0	0,8	2,9	24,1 (24,4 \pm 0,1)	24,7	0,7	3,1	1,1	24,7 - 5,6	10,1 (1,4)	7,1	0,6	1,5	0,2 - 0,9
fluSP88	27,8 (28,3 \pm 0,3)	28,9	1,0	3,6	24,0 (24,5 \pm 0,2)	25,1	0,9	3,7	1,1	23,1 - 4,9	8,7 (1,0)	8,9	0,7	1,4	0,3 - 1,0
fruHAS86	25,5 (25,9 \pm 0,2)	26,3	1,0	3,8	29,1 (29,7 \pm 0,3)	30,3	1,5	4,9	1,1	22,4 - 4,1	9,5 (1,0)	9,0	0,6	1,4	0,3 - 1,2
genMBM80	22,7 (23,2 \pm 0,2)	23,7	1,2	5,3	18,6 (19,1 \pm 0,2)	19,5	1,2	6,1	1,2	18,3 - 3,0	7,2 (0,6)	11,5	0,4	0,8	--- --
hisSP31	16,2 (16,4 \pm 0,1)	16,7	0,3	2,3	14,4 (14,6 \pm 0,1)	14,9	0,4	2,9	1,1	12,6 - 2,5	4,8 (0,9)	5,2	0,6	1,0	0,2 - 0,5
hisSP107	16,6 (16,8 \pm 0,1)	17,0	0,4	2,8	13,8 (14,0 \pm 0,1)	14,3	0,5	3,8	1,2	13,0 - 2,7	4,3 (0,8)	5,3	0,5	1,1	0,2 - 0,4
hisSP007	17,0 (17,1 \pm 0,1)	17,3	0,4	2,3	14,0 (14,1 \pm 0,1)	14,3	0,4	3,2	1,2	13,2 - 3,0	4,5 (0,8)	5,8	0,5	1,0	0,2 - 0,4
hisSP59	17,0 (17,2 \pm 0,1)	17,3	0,4	2,3	15,0 (15,1 \pm 0,1)	15,2	0,3	2,0	1,1	13,5 - 2,8	4,9 (0,8)	5,8	0,5	1,1	0,2 - 0,4
hisSP84	18,1 (18,4 \pm 0,1)	18,6	0,6	3,5	15,1 (15,3 \pm 0,1)	15,5	0,6	3,9	1,2	13,9 - 3,1	6,1 (1,0)	6,2	0,6	1,2	0,2 - 0,4
hisSP66	19,1 (19,4 \pm 0,1)	19,6	0,6	3,1	19,1 (19,4 \pm 0,1)	19,6	0,6	3,1	1,1	14,4 - 3,1	6,0 (1,0)	6,0	0,6	1,3	0,2 - 0,4
hisSP18	21,1 (21,2 \pm 0,1)	21,4	0,4	2,2	17,3 (17,6 \pm 0,1)	17,8	0,5	3,2	1,2	17,2 - 3,2	7,3 (0,9)	8,0	0,7	1,3	0,2 - 0,6
marMBM91	23,6 (24,0 \pm 0,2)	24,4	0,9	3,9	19,1 (19,6 \pm 0,2)	20,1	1,2	6,2	1,2	19,6 - 3,7	7,2 (0,8)	8,8	0,4	0,8	0,3 - 0,6
marMBM46	26,2 (26,9 \pm 0,3)	27,5	1,0	3,9	20,0 (20,7 \pm 0,3)	21,4	1,2	6,1	1,3	23,8 - 3,7	7,8 (0,7)	10,6	0,5	0,9	0,2 - 0,8
marMBM73	22,5 (22,9 \pm 0,2)	23,4	1,1	4,6	20,1 (20,6 \pm 0,2)	21,1	1,2	5,7	1,1	18,9 - 4,1	5,5 (0,7)	7,9	0,5	0,9	0,4 - 1,3
molMBM65	16,0 (16,2 \pm 0,1)	16,3	0,4	2,5	18,4 (18,6 \pm 0,1)	18,8	0,6	3,0	0,8	16,2 - 3,4	5,7 (0,9)	6,1	0,4	0,7	0,3 - 1,1
molSP83	23,0 (23,3 \pm 0,2)	23,7	0,8	3,5	18,1 (18,4 \pm 0,1)	18,6	0,6	3,3	1,2	18,9 - 3,4	4,8 (0,6)	8,3	0,7	1,0	0,3 - 1,2
monSP90	20,8 (21,1 \pm 0,2)	21,5	0,6	3,0	20,0 (20,3 \pm 0,2)	20,7	0,6	3,2	1,0	15,7 - 4,3	7,7 (1,2)	6,5	0,7	1,5	0,3 - 0,7
monSP08	19,1 (19,4 \pm 0,7)	19,7	0,1	3,5	18,9 (19,3 \pm 0,2)	19,6	0,8	4,1	1,0	14,3 - 4,3	7,0 (1,4)	5,0	0,7	1,8	0,4 - 0,5
monSP09	19,0 (19,3 \pm 0,2)	19,6	0,8	4,0	19,4 (19,7 \pm 0,1)	19,9	0,6	3,1	0,9	12,8 - 3,8	6,2 (1,1)	5,7	0,7	1,7	0,3 - 0,7
monSP99	19,4 (19,6 \pm 0,1)	19,9	0,4	2,3	19,7 (20,0 \pm 0,1)	20,2	0,4	1,9	0,9	14,7 - 3,5	7,6 (1,4)	5,3	0,7	1,5	0,3 - 0,6
panSP30	22,2 (22,4 \pm 0,1)	22,7	0,5	2,4	20,4 (20,6 \pm 0,1)	21,0	0,7	3,4	1,0	18,3 - 3,7	6,5 (0,6)	10,6	0,6	1,3	--- --
panSP21	21,7 (21,9 \pm 0,1)	22,2	0,7	3,1	19,5 (19,8 \pm 0,2)	20,1	0,8	4,0	1,1	17,5 - 3,2	6,2 (0,7)	9,0	0,5	1,1	--- --
pauSP66	20,9 (21,1 \pm 0,1)	21,4	0,6	2,7	17,1 (17,3 \pm 0,1)	17,5	0,5	3,1	1,1	18,6 - 3,1	7,1 (1,0)	7,3	0,6	1,0	0,3 - 0,8

continua...

continuação...

Espécime	Eixo Polar				Eixo Equatorial				P/E X	Colporo Comp./Larg.	Endoabertura		Exina		
	IC - (x ± sx)	IC +	S	V%	IC - (x ± sx)	IC +	S	V%			Larg. (IEn)	Comp.	Nex	Sex	Lum
pauSP20	22,2 (22,4 ± 0,1)	22,8	0,7	3,1	16,5 (16,7 ± 0,1)	17,1	0,7	4,1	1,3	18,9 - 3,7	6,4 (0,8)	7,8	0,6	1,1	0,3 - 0,7
pauSP89	20,0 (20,3 ± 0,2)	20,7	0,8	4,1	17,6 (17,9 ± 0,2)	18,3	0,8	4,6	1,1	17,4 - 3,2	7,5 (1,2)	6,2	0,6	1,0	0,3 - 0,9
racSP06	23,5 (23,8 ± 0,1)	24,1	0,7	3,0	20,4 (20,7 ± 0,2)	21,0	0,8	3,8	1,1	20,3 - 2,9	7,4 (0,6)	10,6	0,6	1,2	--- --
racSP12	25,1 (25,9 ± 0,4)	26,7	1,9	7,4	20,0 (20,3 ± 0,1)	20,6	0,7	3,2	1,2	21,9 - 3,4	5,8 (0,5)	12,0	0,7	1,2	--- --
racSP43	22,3 (22,6 ± 0,2)	23,0	0,9	3,8	24,8 (25,4 ± 0,3)	26,0	1,4	5,7	1,1	19,5 - 3,5	7,0 (0,7)	9,8	0,7	1,4	--- --
racSP81	19,9 (20,1 ± 0,1)	20,4	0,7	3,5	24,3 (24,7 ± 0,2)	25,1	0,9	3,7	1,2	19,7 - 2,9	6,5 (0,5)	12,0	0,6	1,1	--- --
rudSP27	19,7 (20,2 ± 0,3)	20,8	1,0	4,8	18,2 (18,8 ± 0,3)	19,3	1,0	5,3	1,1	15,6 - 3,5	7,3 (1,0)	7,2	0,5	1,0	0,2 - 0,6
rudSP02	21,9 (22,2 ± 0,1)	22,5	0,7	3,3	18,5 (18,7 ± 0,1)	19,0	0,6	3,1	1,1	18,8 - 2,1	6,2 (0,9)	7,1	0,5	0,9	0,3 - 0,4
selSP06	26,4 (27,2 ± 0,4)	27,9	1,9	6,9	24,5 (25,0 ± 0,2)	25,6	1,2	5,0	1,0	22,7 - 4,1	8,3 (1,2)	6,9	0,8	1,8	0,3 - 1,2
selSP05	20,9 (21,4 ± 0,2)	21,8	0,7	3,7	18,9 (19,2 ± 0,1)	19,5	0,5	2,6	1,1	17,6 - 3,8	7,4 (1,1)	6,8	0,5	1,1	0,2 - 1,3
selSP00	19,3 (19,7 ± 0,2)	20,2	1,1	5,5	19,0 (19,4 ± 0,2)	19,8	1,0	5,1	1,0	15,3 - 4,2	7,4 (1,4)	4,3	0,5	1,3	0,2 - 1,3
senSP53	22,0 (22,6 ± 0,3)	23,3	1,5	6,7	18,2 (18,7 ± 0,2)	19,2	1,2	6,2	1,2	16,7 - 3,1	6,4 (1,0)	6,1	0,5	1,1	0,4 - 0,9
senSP30	18,0 (18,4 ± 0,2)	18,8	0,9	5,1	17,1 (17,5 ± 0,2)	17,9	1,0	5,5	1,0	12,9 - 2,5	7,4 (1,6)	4,7	0,5	1,0	0,2 - 0,5
senSP14	17,1 (17,6 ± 0,2)	18,1	1,2	6,9	15,8 (16,4 ± 0,3)	17,0	1,5	8,9	1,1	14,3 - 3,2	6,5 (1,2)	5,3	0,5	1,0	0,3 - 0,6
senRB43	18,6 (18,8 ± 0,1)	19,1	0,5	2,8	17,0 (17,2 ± 0,1)	17,5	0,5	2,9	1,1	13,6 - 2,8	6,8 (1,3)	5,0	0,5	1,0	0,4 - 0,6
senRB11	18,6 (18,9 ± 0,2)	19,2	0,8	4,2	16,9 (17,2 ± 0,1)	17,5	0,7	4,0	1,1	13,3 - 3,4	7,1 (1,7)	4,1	0,5	1,0	0,4 - 0,6
vicSP72	18,6 (18,8 ± 0,1)	19,0	0,4	2,4	16,7 (16,8 ± 0,1)	17,0	0,4	2,4	1,1	14,6 - 2,8	6,2 (1,2)	5,1	0,7	1,0	0,2 - 0,4
vogSP53	17,7 (18,1 ± 0,2)	18,5	0,9	5,2	16,8 (17,1 ± 0,1)	17,3	0,6	3,9	1,0	15,4 - 4,2	7,4 (0,9)	7,8	0,5	0,7	--- --
vogSP25	18,5 (18,8 ± 0,1)	19,1	0,7	3,6	16,2 (16,4 ± 0,1)	16,7	0,5	3,2	1,1	14,7 - 3,0	5,3 (1,0)	5,3	0,6	0,9	--- --

Nota. Os espécimes foram identificados pela abreviatura do epíteto, a sigla do Herbário e os últimos números do voucher. Medidas (μm) em vista equatorial (n=25). Intervalo de confiança (IC) 95% menor (-) e maior (+) valor, média aritmética (x), desvio padrão da média (sx), desvio padrão da amostra (S), coeficiente de variação (V%); média aritmética (n=10) do comprimento (Comp.) e largura (Larg.) do cólporo e da endoabertura, IEn (razão largura/comprimento da endoabertura), nexina (N), sexina (S) e faixa de variação do lúmen (Lum.) dos grãos de pólen de *Aeschynomene* L.

Tabela 4

Variáveis	Variáveis (significado)	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
EP	Eixo Polar	-0.3450	-0.0492
EE	Eixo equatorial	-0.3711	-0.1650
P/E	Classe da forma do pólen (P/E)	-0.0073	0.0888
CC	Comprimento do Cólporo	-0.4388	0.0804
LC	Largura do Cólporo	-0.2540	-0.2872
CE	Comprimento da Endoabertura	-0.5604	0.5016
LE	Largura da Endoabertura	-0.3074	-0.3610
IEn	Classe da Endoabertura (LE/CE)	0.1357	-0.4856
N	Espessura da Nexina	-0.0978	-0.1274
S	Espessura da Sexina	-0.1343	-0.3125
E	Espessura da Exina	-0.1633	-0.3224
s/n	Classe da relação entre espessura da Sexina e Nexina (S/N)	-0.0705	-0.1948

Tabela 5

Chave Palinológica

1	Opérculo psilado-perfurado, granulado a areolado; margem do cólporo psilada, perfurada a microrreticulada; sexina heterobrocada, nanorreticulada, microrreticulada a reticulada	2 – Secção <i>Aeschynomene</i>
1	Opérculo rugulado, rugulado-granulado, rugulado-perfurado ou microrreticulado ou sem opérculo; margem do cólporo rugulada, rugulado-perfurada ou sem margem; sexina rugulado-perfurada ou homobrocada nanorreticulada ou heterobrocada nanorreticulada a reticulada	2' – Secção <i>Ochopodium</i>
2	3-colporados, área polar pequena a muito pequena	3
2	3-parassincolporados, raros 3-sincolporados área polar irregular ou sem área polar	<i>Ae. americana</i>
3	Endoabertura predominantemente muito lalongada, circular a lolongada ...	4
3	Endoabertura circular a lolongada	5
4	Opérculo psilado-perfurado que cobre somente a região central do cólporo; ou granulado que cobre toda a região do cólporo; areolado-granulado que cobre a região central do cólporo	6
4	Opérculo granulado que ocupa apenas a região central do cólporo	<i>Ae. denticulata</i>
5	P = (18,4) 20,9 (23,6) μm , E = (17,1) 18,7 (20,8) μm , prolato esferoidal a subprolato, raro oblato esferoidal, contorno circular a elíptico em vista equatorial; muros sempre contínuos	<i>Ae. rudis</i>
5	P = (26,8) 29,7 (32,2) μm , E = (24,2) 25,9 \pm 0,2 (28,3) μm , prolato esferoidal, contorno elíptico em vista equatorial; alguns muros interrompidos	<i>Ae. fructipendula</i>
6	Opérculo granulado a areolado.....	7
6	Opérculo psilado com perfurações esparsas	<i>Ae. fluminensis</i>
7	Opérculo granulado a areolado, margem do cólporo microrreticulada alguns muros interrompidos	<i>Ae. selloi</i>
7	Opérculo granulado, margem do cólporo psilado-perfurada	8
8	Com fastígio, lúmens com pilos no seu interior	<i>Ae. sensitiva</i>
8	Sem fastígio, lúmens sem pilos no seu interior	<i>Ae. montevidensis</i>
2'	Endoabertura circular, lolongada a muito lalongada	3
2'	Endoabertura circular, lalongada, predominantemente muito lolongada	4
3	Endoabertura circular, lolongada a muito lalongada	5
3	Endoabertura apenas lolongada	<i>Ae. genistoides</i>
4	Sexina nanorreticulada a microrreticulada (lúmens <1 μm) ou rugulado-perfurada	10 – Série <i>Pleuronerviae</i>
4	Sexina nanorreticulada a reticulada	<i>Ae. mollicula</i>
5	Sexina nanorreticulada a reticulada	6
5	Sexina rugulado-perfurada	<i>Ae. vogelli</i>
6	Com opérculo	7
6	Sem opérculo	<i>Ae. martii</i>
7	Muros com conexões em diferentes níveis (entrelaçados)	8
7	Muros com conexões em um nível	9
8	Endoabertura lalongada, opérculo rugulado, cólporo sem margem	<i>Ae. viscidula</i>
8	Endoabertura circular, lalongada, muito lalongada ou lolongada, formato retangular; opérculo rugulado-perfurado, margem do cólporo rugulado-perfurada	<i>Ae. falcata</i>
9	Opérculo rugulado-granulado; margem do colporo rugulado-perfurada; muros contínuos	<i>Ae. histrix</i>
9	Opérculo microrreticulado; cólporo sem margem; alguns muros interrompidos	<i>Ae. elegans</i>
10	Sexina rugulado-perfurada	11
10	Sexina heterobrocada	<i>Ae. paucifolia</i>
11	Com fastígio.....	12
11	Sem fastígio.....	<i>Ae. racemosa</i>
12	Opérculo rugulado-perfurado; com espessamento da sexina nas laterais do apocolpo	<i>Ae. brevipes</i>
12	Opérculo rugulado com perfurações esparsas; sem espessamento da sexina nas laterais do apocolpo	<i>Ae. paniculata</i>

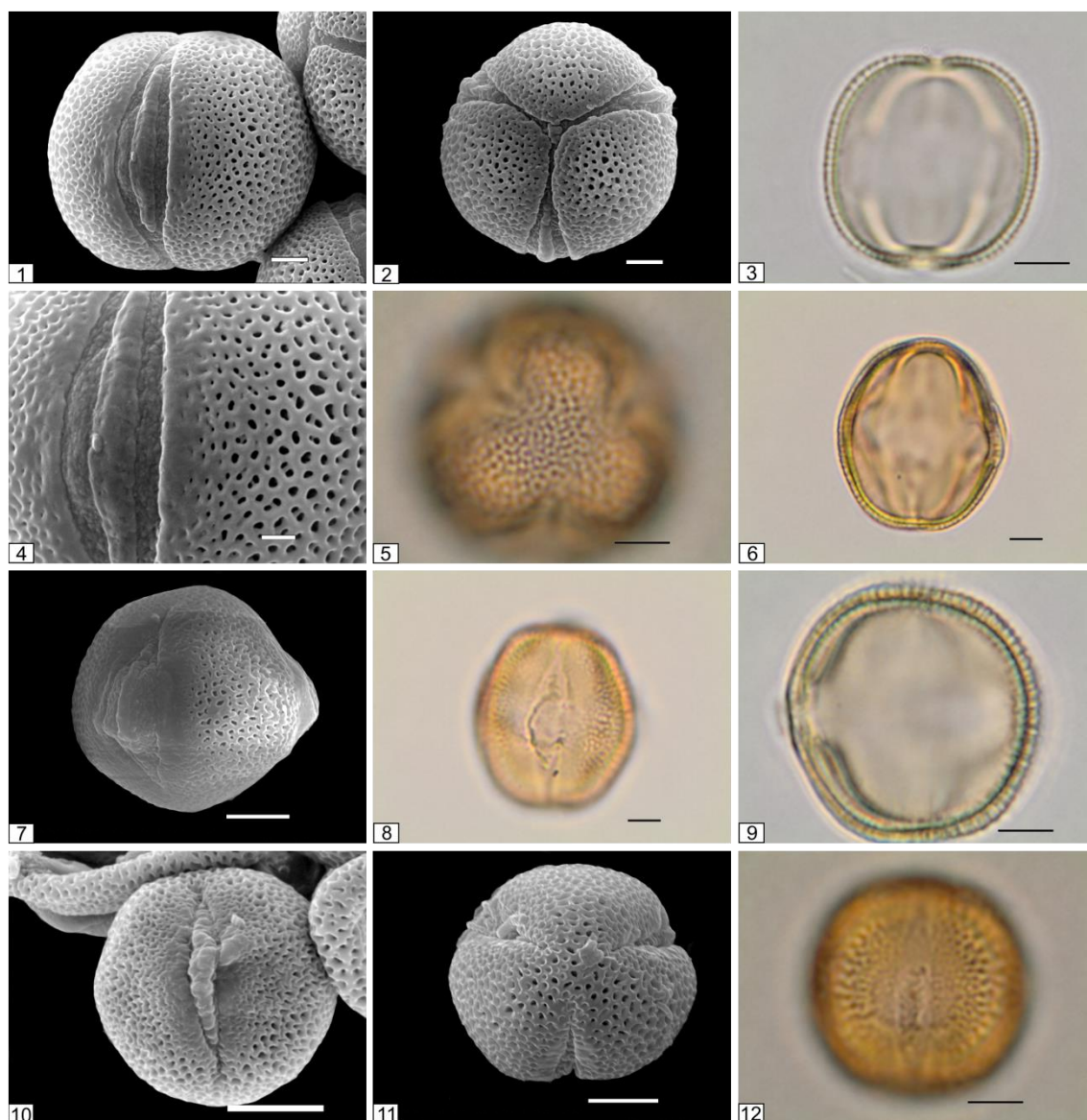


Fig. 1 MEV e MO dos grãos de pólen das Séries *Americanae*, *Fluminensis* e *Montavidenses* da Secção *Aeschynomene*. 1-4, *Ae. americana*. 1, grãos de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado. 2, grão de pólen em vista polar, mostrando os cólporos irregularmente parassincolporados. 3, corte óptico da exina em vista equatorial. 4, detalhe do opérculo, margem e ornamentação da sexina em vista equatorial (Shirasuma 4032). 5-8, *Ae. fluminensis*. 5, vista polar evidenciando a área polar. 6, corte óptico da exina em vista equatorial. 7,8, grãos de pólen em vista equatorial (SP138102). 9-12, *Ae. montevidensis*. 9, corte óptico da exina (SP209299). 10, grão de pólen em vista equatorial (SP36390). 11, grão de pólen em vista polar. 12, vista equatorial (SP209299). Barras = 5 μ m (3, 5-12), 2 μ m (1,2) 1 μ m (4).

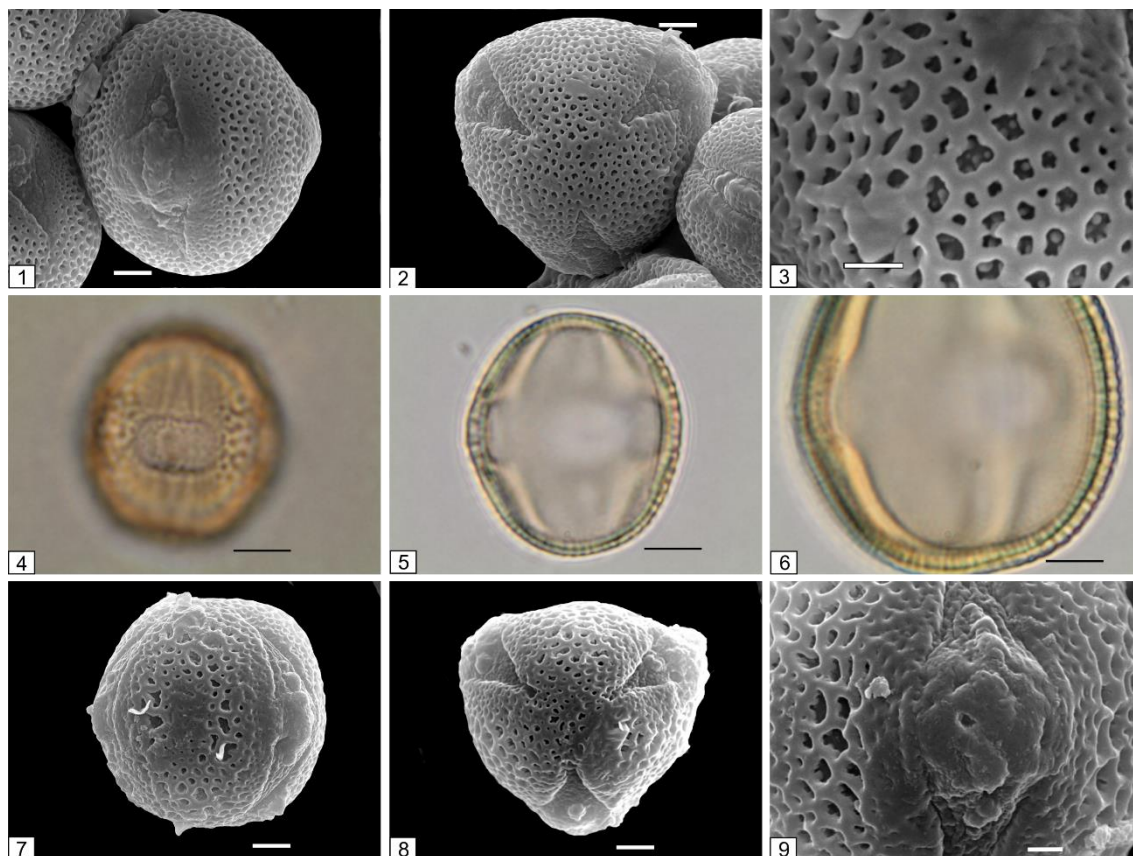


Fig. 2 MEV e MO dos grãos de pólen da Série *Sensitivae* da Secção *Aeschynomene*. 1-5, *Ae. sensitiva*. 1, grãos de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado. 2, grão de pólen em vista polar, mostrando os colporos e a área polar. 3, detalhe dos pilos dentro dos lúmens (RB4703). 4, detalhe da endoabertura em vista equatorial. 5, corte óptico em vista equatorial (RB461043). 6-9, *Ae. selloi*. 6, corte óptico em vista equatorial (SP24806). 7,8, vista equatorial e polar. 9, Detalhe do opérculo, margem e ornamentação da sexina (SP42200). Barras = 5 μm (4-6), 2 μm (1, 2, 7, 8), 1 μm (3, 9).

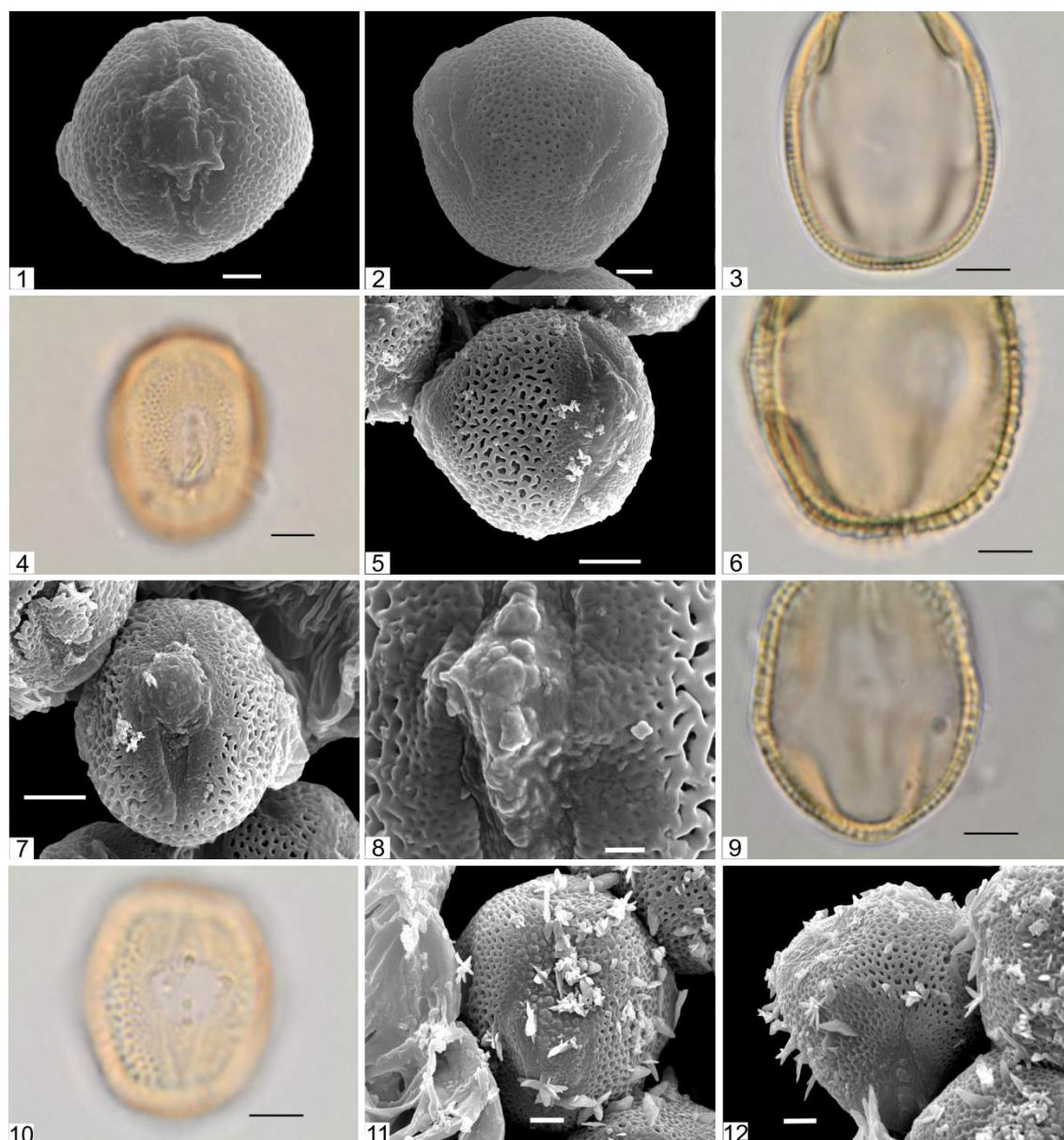


Fig. 3 MEV e MO dos grãos de pólen das Série *Indicae* da Secção *Aeschynomene*. 1-4, *Ae. rudis*. 1, grão de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado. 2, grão de pólen em vista polar, mostrando os cólporos e a área polar (SP3427). 3, corte óptico da exina em vista equatorial (RB4703). 4, detalhe da endoabertura em vista equatorial (SP310002). 5-8, *Ae. fructipendula*. 5, grão de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado. 6, corte óptico da exina. 7,8, vista equatorial geral e detalhe do opérculo, margem e ornamentação da sexina (HAS32686). 9-12, *Ae. denticulata*. 9,10, corte óptico da exina e detalhe da endoabertura em vista equatorial (MBM325196). 11,12, vista equatorial e polar, com resíduos da antera aderidos aos grãos de pólen (MBM276633). Barras = 5 μ m (3-7, 9, 10), 2 μ m (1, 2, 11, 12), 1 μ m (8).

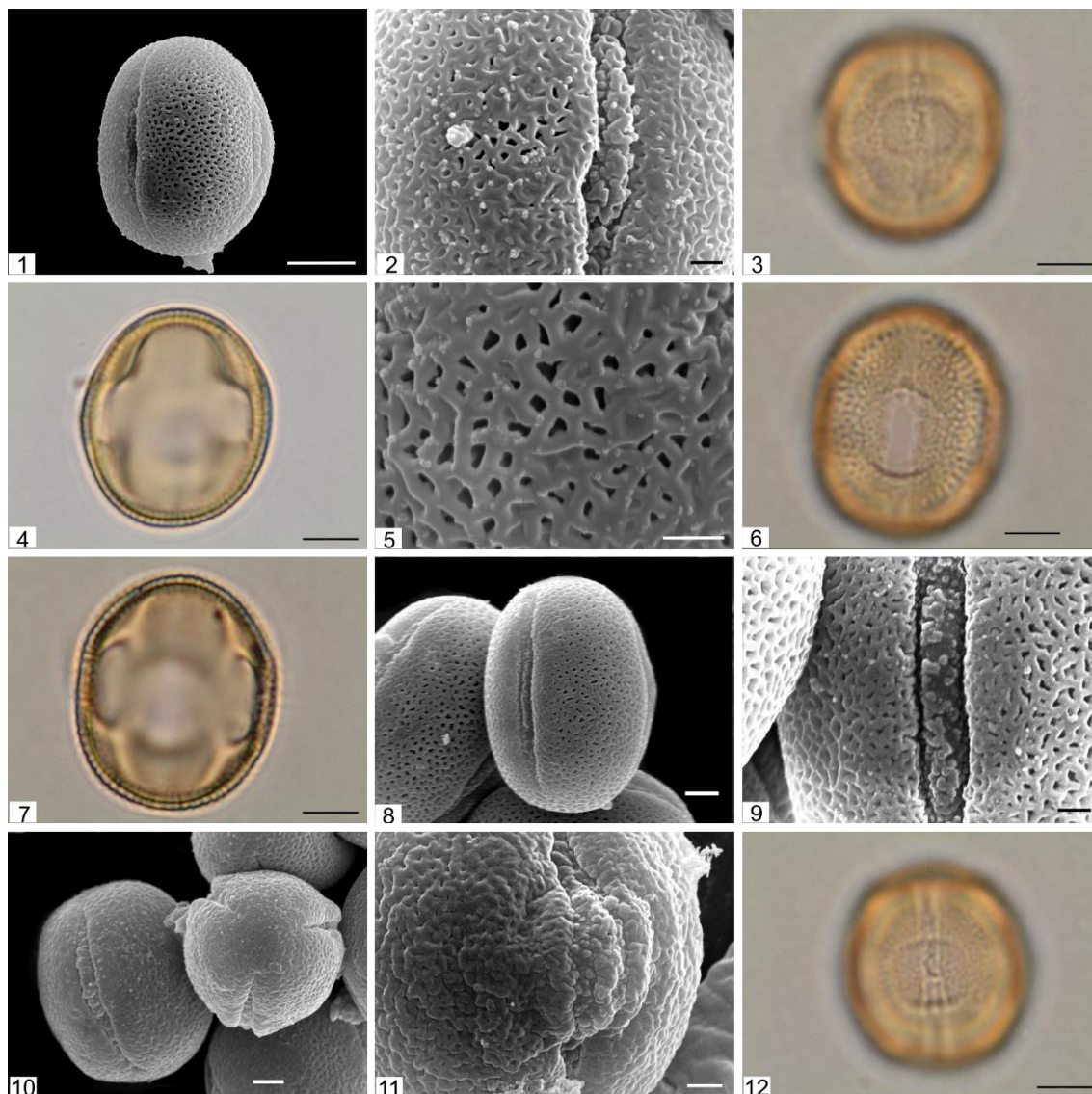


Fig. 4 MEV e MO dos grãos de pólen da Série *Viscidulae* da Secção *Ochopodium*. 1-5, *Ae. viscidula*. 1, vista equatorial com detalhe do mesocolpo. 2, detalhe do opérculo, margem e ornamentação da sexina em vista equatorial. 3, vista equatorial com detalhe da endoabertura. 4, corte óptico da exina. 5, detalhe da ornamentação mostrando as conexões dos muros em dois níveis (entrelaçados) (SP259472). 6-9, *Ae. histrix*. 6,7, *Ae. histrix* var. *densiflora*, detalhe da endoabertura e corte óptico da exina em vista equatorial (SP287518). 8,9, *Ae. histrix* var. *incana*, grãos de pólen em vista equatorial, detalhe do mesocolpo, opérculo e margem (SP108007). 10-12, *Ae. vogelii*. 10, grãos de pólen em vista equatorial e polar (SP166053). 11, detalhe do opérculo, margem e ornamentação da sexina. 12, detalhe da endoabertura (SP199421). Barras = 5 μ m (1, 3, 4, 6, 7, 12), 2 μ m (8, 9, 11,10), 1 μ m (2, 5).

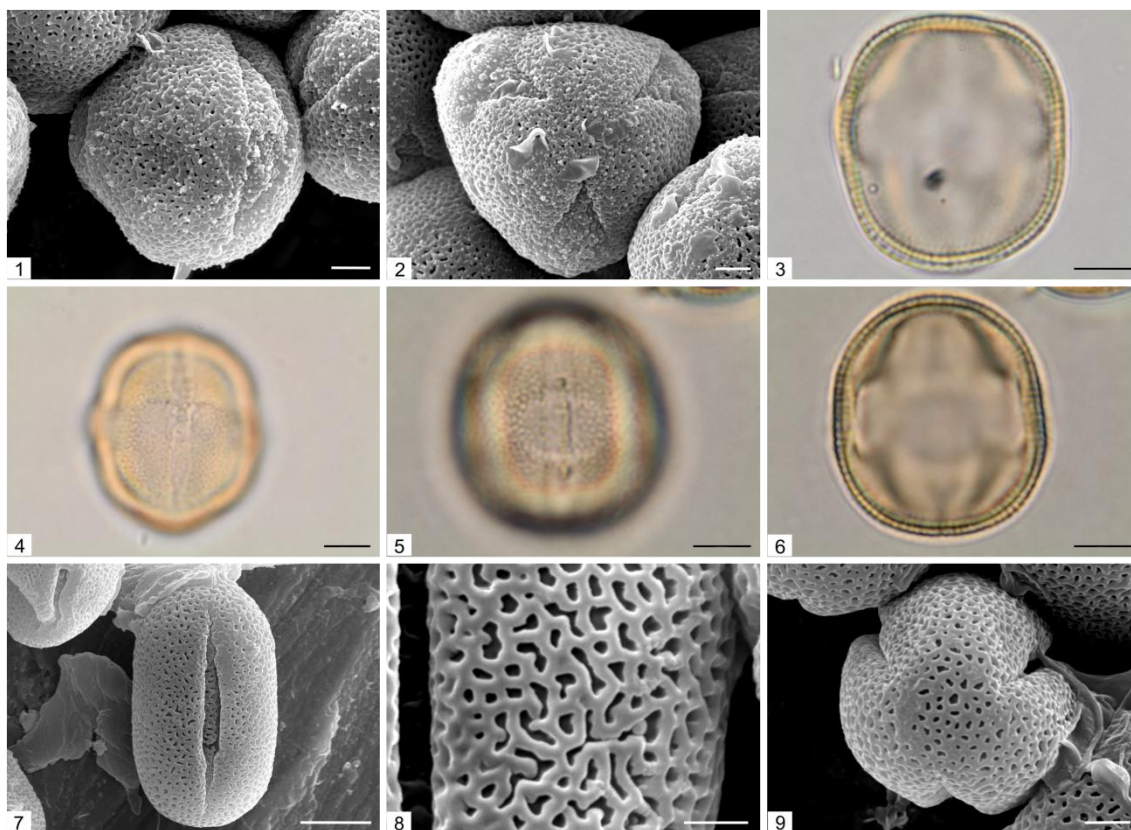


Fig. 5 MEV e MO dos grãos de pólen da Série *Viscidulae* da Secção *Ochopodium*. 1-4, *Ae. falcata*. 1, mesocolpo do grão de pólen em vista equatorial. 2, grão de pólen em vista polar, mostrando os cólpores e a área polar. 3, corte óptico da exina em vista equatorial (SP310005). 4, detalhe da endoabertura em vista equatorial (SP138095). 5-9, *Ae. elegans*. 5, 6, detalhe da endoabertura e corte óptico da exina em vista equatorial. 7, 8, vista equatorial geral e detalhe dos muros interrompidos no mesocolpo. 9, vista polar (SP45342). Barras = 5 μ m (3-7), 2 μ m (1, 2, 9), 1 μ m (8).

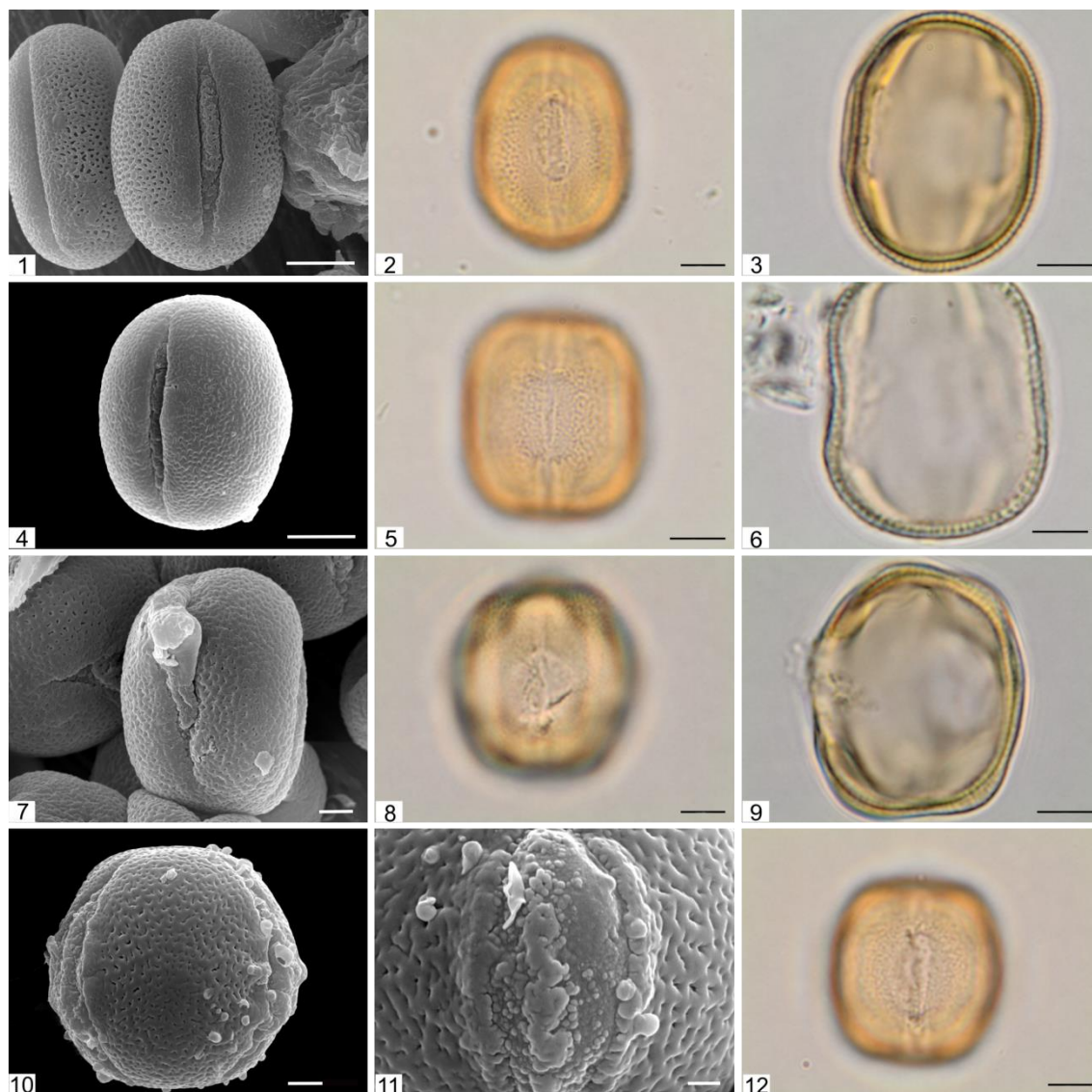


Fig. 6 MEV e MO dos grãos de pólen da Série *Pleuronervieae* da Secção *Ochopodium*. 1-3, *Ae. paucifolia*. 1, grãos de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado. 2, 3, grão de pólen em vista equatorial, mostrando a endoabertura e corte óptico da exina (SP77820). 4-6, *Ae. racemosa*. 4, grãos de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo operculado (SP36781). 5, 6, grão de pólen em vista equatorial, mostrando a endoabertura e corte óptico da exina (SP108106). 7-9, *Ae. brevies*. 7, mesocolpo em vista equatorial (RB608259). 8, 9, detalhe do cólporo em vista equatorial e corte da exina (RB489571) 10-12, *Ae. paniculata*. 10, 11 mesocolpo e detalhe do opérculo ornamentando em vista equatorial (RB608260). 12 detalhe do colporo (SP314230). Barras = 5 μ m (1-6, 8, 9, 12), 2 μ m (7, 10), 1 μ m (11).

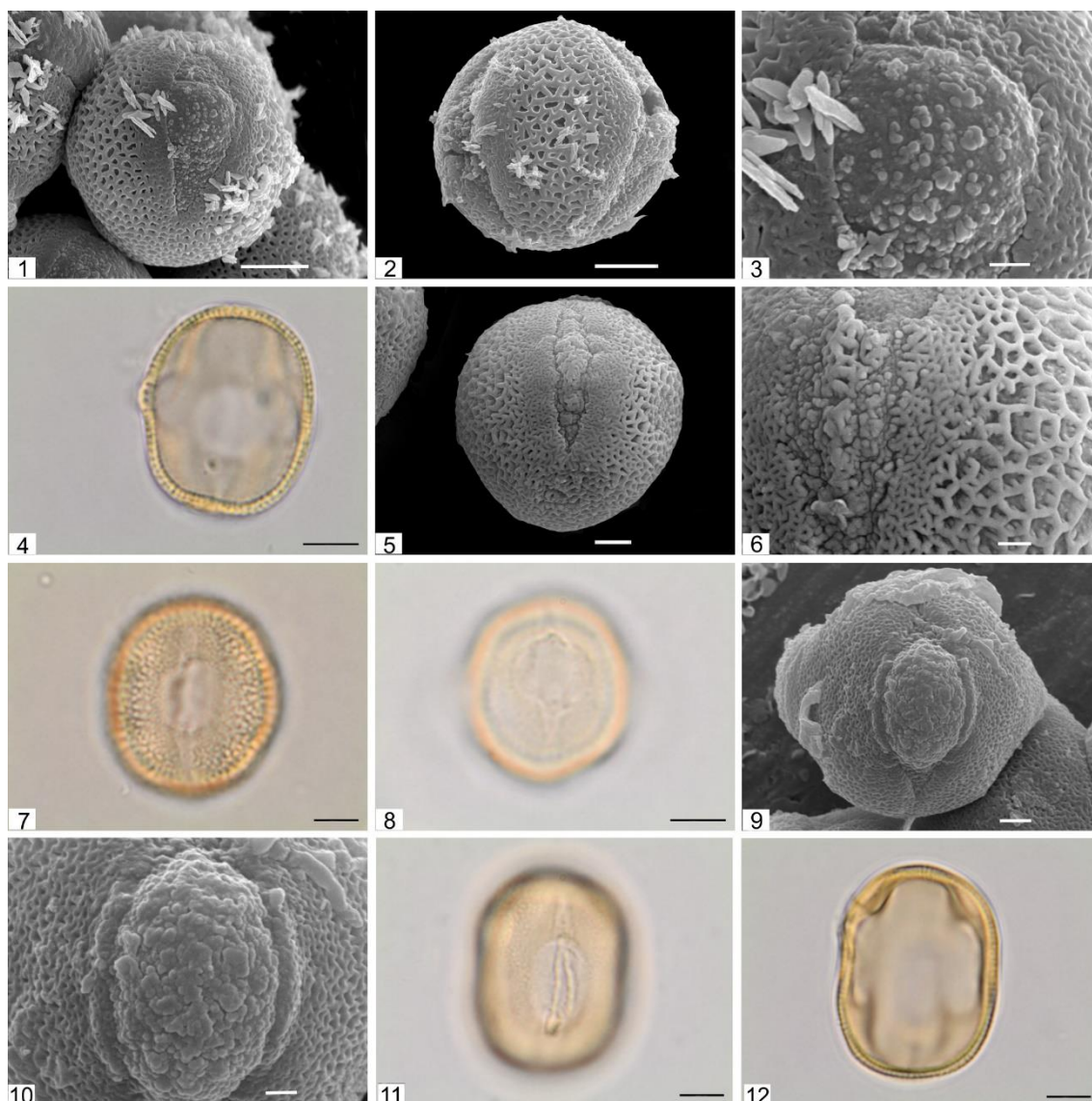


Fig. 7 MEV e MO dos grãos de pólen das Séries *Scopariae* e *Sclerosae* da Secção *Ochopodium*. 1-4, *Ae. martii*. 1, 2, 3 grãos de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo coberto por membrana e o mesocolpo (MBM102591). 4, corte óptico em vista equatorial (MBM102591). 5-8 *Ae. mollicula*. 5, 6, grãos de pólen *Ae. mollicula* var. *mollicula* em vista equatorial e detalhe do cólporo opérculado, margem e sexina (MBM92295). 7, vista equatorial evidenciando a endoabertura (SP140582). 8 *Ae. mollicula* var. *benthamii* = *Ae. benthamii*, detalhe do cólporo. 9-12 *Ae. genistoides*, 9, 10 grãos de pólen em vista equatorial e detalhe do opérculo. 11, 12 grão de pólen em vista equatorial, mostrando a endoabertura e o corte óptico da exina (MBM37480). Barras = 5 μm (1, 2, 4, 7, 8, 11, 12), 2 μm (5, 9), 1 μm (10).

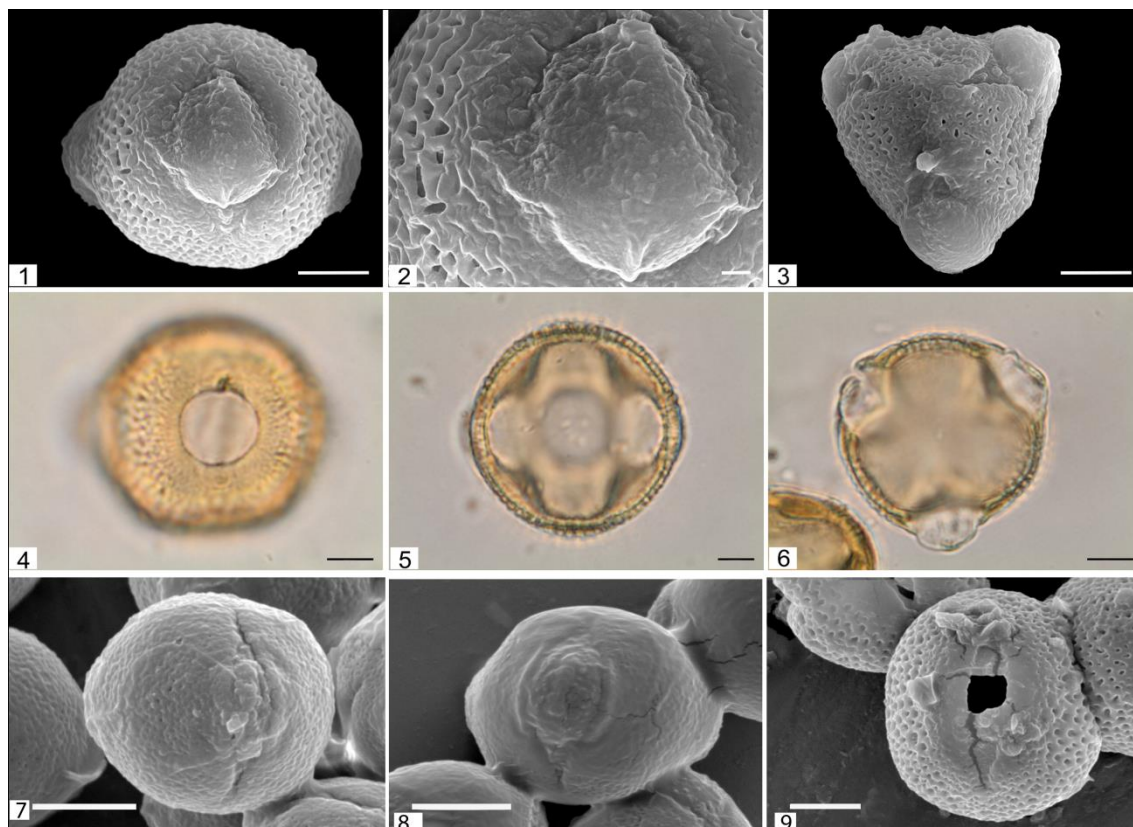


Fig. 8 MEV e MO dos grãos de pólen da espécie africana *Ae. elaphroxylon* (RB335688) e detalhes sobre outras três espécies. 1, 2, grão de pólen em vista equatorial, mostrando o cólporo, margem psilado-perfurada e o opérculo areolado que ocupa apenas a região central. 3, vista polar. 4, 5, grão de pólen em vista equatorial, mostrando a endoabertura e o corte óptico da exina. 6, vista polar evidenciando o fastígio. 7, *Ae. vogelii* (166653) e 8, *Ae. histrix* (153559) cobertos com uma camada de pollenkit e conectando os a outros grãos de pólen. 9, *Ae. sensitiva* sem opérculo após o tratamento acetolítico (367480) Barras = 5 μ m (1, 3-9), 1 μ m (2).

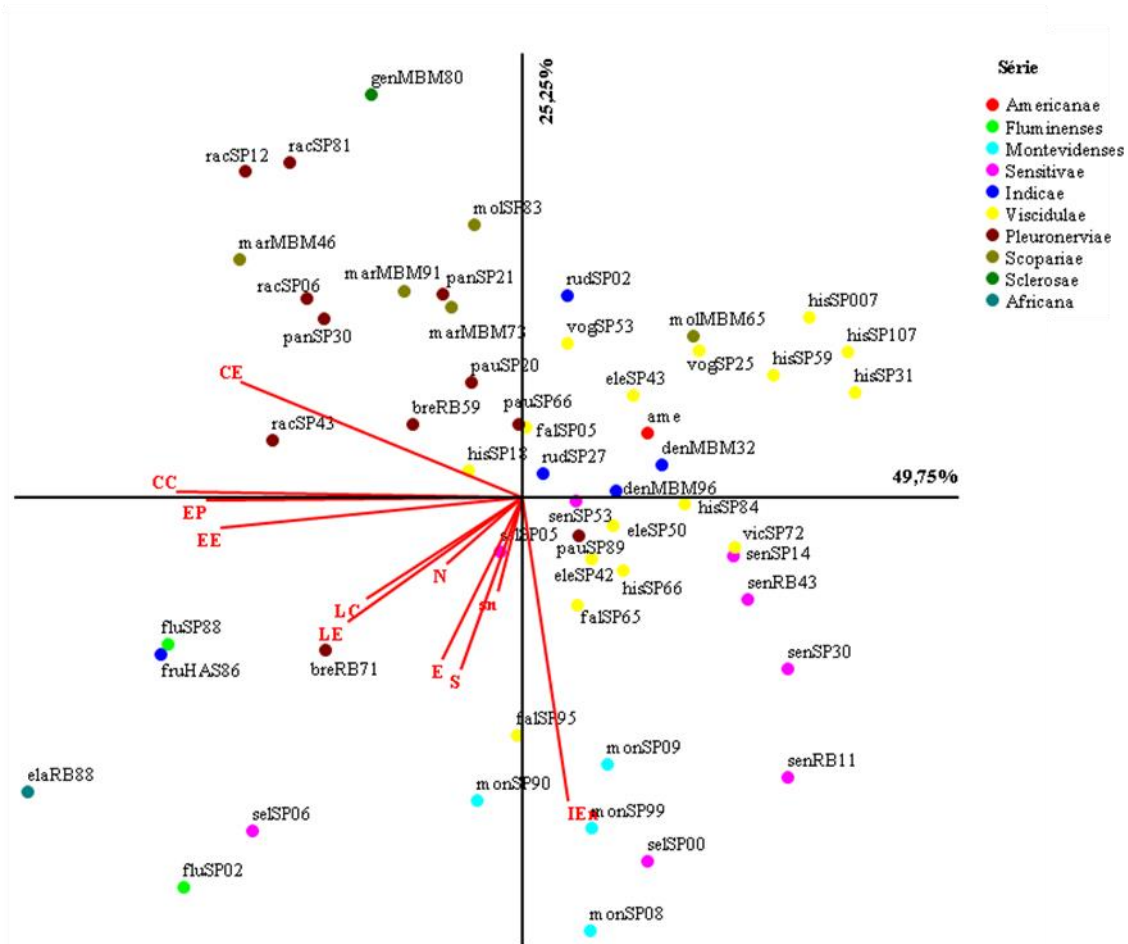


Fig. 9 Análise dos componentes principais a partir dos conjuntos de medidas e índices dos grãos de pólen de *Aeschynomene* L. Os espécimes foram identificados pela abreviatura do epíteto, a sigla do Herbário e os últimos números do voucher. As cores da legenda indicam a Série da espécie. Os espécimes foram identificados pela abreviatura do epíteto, a sigla do Herbário e os últimos números do voucher.

Higor Antonio-Domingues¹, Rubens Teixeira de Queiroz², Monica Lanzoni Rossi³,
Adriana Pinheiro Martinelli³, Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{4*}

**Morfologia Polínica de *Tephrosia* Pers. (Leguminosae – Papilionoideae -
Millettieae): uma abordagem taxonômica as espécies nativas e cultivadas no Brasil**

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brasil

²Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 58051-900, Brasil

³Laboratório de Histopatologia e Biologia Estrutural de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Avenida Centenário, 303, Piracicaba, SP 13400-970, Brasil

⁴Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brasil

*Orientadora

Running title: Pollen of *Tephrosia* Pers. (Leguminosae – Papilionoideae - Millettieae)

e-mail: para contato: higor.domingues@hotmail.com

Introdução

A tribo Millettieae Miq. apresenta cerca de 900 espécies, sendo *Tephrosia* Pers., do clado Millettoid *sens. strict.*, o gênero mais representativo, com mais de 350 espécies (Schrire 2005). Está distribuído nas regiões tropicais semiáridas e pantropicais, principalmente na África e Ásia, com outros representantes nas Austrália e Américas (Geesink 1984). Possui 17 ocorrentes na América do Sul (Queiroz et al. 2013), sendo 12 ocorrentes no Brasil (Queiroz e Tozzi 2015). *Tephrosia* é conhecido por um ser um dos maiores gêneros dentre as Leguminosae (Geesink 1984) e por apresentar um histórico taxonômico complexo (Wood 1949, Lewis et al. 2005). Os trabalhos de taxonomia mais completos para o gênero foram realizados por Wood (1949), enquanto Gillett (1971) atribuiu características relacionados a distribuição e adaptações ao ambiente. A classificação infragenérica mais recente foi proposta por Brummitt (1981) a qual dividiu o gênero em dois subgêneros: *Tephrosia* e *Barbistyla* com base na presença e ausência de tricomas no estilete e no estigma. No entanto algumas espécies sobrepõem algumas dessas características diagnósticas (Lakshmi 2008).

Apesar de o gênero ser considerado monofilético por Hu et al. (2002), com base em poucas espécies analisadas, os dados citogenéticos e moleculares apresentados por eles e por outros autores (Raina et al. 1985, Acharya et al. 2004, Lakshmi 2008), questionaram os subgêneros de Brummitt (1981). Queiroz (2012) estabeleceu três complexos de espécies, representados por *T. purpurea*, *T. cinérea* (L.) Pers. e *T. adunca* Benth. para o subgênero *Tephrosia* a partir na densidade e coloração do indumento, tamanho das flores e posição das flores. Queiroz et al. (2013) se baseou na morfologia das sementes demonstrando que o subgênero *Tephrosia* apresentou ornamentação simplireticulada e *Barbistyla* cristada, enquanto *T. sessiliflora* (Poir.) Hassl., espécie que não se posiciona bem em nenhum dos dois subgêneros, apresentou um padrão multi-foveolado.

A morfologia polínica mostrou-se importante na diagnose de espécies de *Tephrosia* (Perveen e Qaiser 1998). Estudos grãos de pólen realizados por Salgado-Labouriau (1973) agrupou espécies de *Tephrosia*, no mesmo tipo polínico de *Cassia* L., *Hymenaea* L. e *Indigofera* L.. Já Buril et al. (2011) agrupou *Tephrosia* com *Amburana* Schwacke & Taub., *Arachis* L., *Chaetocalix* DC., *Crotalaria* L., *Indigofera* L., *Macroptilium* (Benth.) Urb. e *Sesbania* Adans. Esses dados demonstraram uma variedade quanto ao padrão palinológico do gênero. Os grãos de pólen variaram de pequenos a médios, 3-colporados, de ornamentação microrreticulada (Carreira et al. 1996), psilada ou punctada (perfurada) (Moretti et al. 2007a, 2007b), descrição que pode ser considerada como o padrão geral da morfologia polínica para as Papilionoideae (Buril et al. 2011).

Sendo assim, os dados palinológicos poderão auxiliar na delimitação taxonômica das espécies de *Tephrosia*, e das grupos infragenéricos. Visto isso, foram estudadas palinologicamente 13 espécies de *Tephrosia* Pers. ocorrentes na América do Sul e uma da África, englobando os subgêneros *Tephrosia* e *Barbistyla*.

Material e Métodos

Os botões florais foram selecionados de exsicatas de 29 espécimes divididos em quatorze espécies de *Tephrosia* Pers., dos Herbários SP, RB e MBM (“Apêndice”).

Os grãos de pólen foram preparados de acordo com a acetólise de Erdtman (1960) com as modificações de Melhem et al. (2003). Foram mensurados em microscopia óptica 25 eixos polares (EP) e 25 equatoriais (EE) em vista equatorial, além de 10 medidas do comprimento (CC) e largura (LC) dos cólporos, comprimento (CE) e largura (LE) das endoaberturas; da espessura da nexina (N), espessura da sexina (S = columelas + teto) e do lúmen (Lum). A terminologia adotada foi a de Barth e Melhem (1988), Punt et al. (2007) e Hesse et al. (2009). Foram criadas classes para a endoabertura (CEn), tamanho de lúmens e espessura da exina (Tabela 1). Os espécimes foram identificados pela abreviatura do epíteto e os últimos dois números do voucher. Foram calculadas a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (sx), desvio padrão da amostra (s), coeficiente de variabilidade (V%) e a faixa de variação (FV).

Foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) para avaliação dos conjuntos de medidas de 9 caracteres (EE – comprimento do eixo equatorial na vista equatorial, EP – comprimento do eixo polar na vista equatorial, CC - comprimento do cólporo, LC - largura do cólporo, CE - comprimento da endoabertura, LE - largura da endoabertura, N - espessura da nexina, S – espessura da sexina, E – espessura da exina) e três índices [P/E - classe do pólen quanto à forma (EP/EE), CEn - classe da endoabertura (LE/CE), s/n - índice da relação de espessura entre as camadas da exina (S/N)]. Primeiramente utilizou-se o programa Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x + 1)$] e, após isso, o programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para ordenação a partir de matriz de covariância.

As fotomicrografias foram obtidas usando-se o microscópio OLYMPUS BX 50 com câmera e o software CellSens Standard 1.5 de 2011 para Windows. Para a obtenção de eletromicrografias de varredura (MEV), as anteras foram dissecadas e lavadas em água destilada mantida a 80° C por dois minutos em banho-maria, aplicando-se banho de ultrassom por 10 minutos, sendo posteriormente armazenadas em álcool absoluto. Os grãos de pólen foram depositados em um stub de metal e revestidos por pulverização catódica (Leica EM ACE 600) usando Au com espessura de 120 nm e, observados sob o microscópio JEOL JSM-IT300LV (Tokyo Japan) que opera feixes de elétrons de 20 kV e as imagens foram digitalizadas.

Resultados

As espécies de *Tephrosia* estudadas apresentaram como características polínicas grãos de pólen pequenos a grandes, isopolares, oblatos a prolatos, de âmb. circular a

triangular, com contorno circular ou elipsoidal em vista equatorial (Tabela 2). Sempre 3-zonocolporados, cólporos com terminações afiladas, sem margem ou com margem do cólporo psilado-perfurada ou psilada formando arco entre as aberturas. Opérculos com ornamentação areolado-granulada, granulada ou areolada ou raramente sem opérculo. Membrana do cólporo areolado-granulada ou granulada. Endoabertura lalongada a muito lalongada, lolongada a muito lolongada ou circular, podendo ocorrer proeminência da sexina devido a presença de fastígio.

A sexina apresenta diferentes padrões de ornamentação na região do mesocolpo e do apocolpo ou ambos apresentam o mesmo padrão. A sexina pode apresentar vários padrões de ornamentação: nanorreticulado a reticulado, microrreticulado-perfurado, ambos com muros retos a curvos, muros com ou sem perfurações, simplescolumelados, lúmens poligonais a arredondados, com grânulos; rugulado-perfurado, rugulado, simplescolumelados; psilado-perfurado ou psilado com perfurações esparsas, lúmen com ou sem grânulos. Sexina 1,1 a 3,1 vezes mais espessa que a nexina, exina de 0,9 – 2,9 μm de espessura.

1. *Tephrosia adunca* Benth. (Figs. 1-4)

Grãos de pólen pequenos a médios, suboblato a prolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura, lolongada a muito lolongada, circular ou lalongada a muito lalongada, com fastígio; sexina nanorreticulado-perfurada a microrreticulado-perfurada, muros retos, lúmens poligonais a arredondados, com grânulos no mesocolpo e sexina psilada com perfurações esparsas no apocolpo, sexina 1,1 a 2,0 mais espessa que a nexina, exina 0,9 – 1,4 μm .

2. *Tephrosia candida* DC. (Figs. 5-9)

Grãos de pólen médios, oblato esferoidais a subprolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lolongada, circular, lalongada a muito lalongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, perfurações sem grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,5 a 2,4 mais espessa que a nexina, exina 1,5 – 1,9 μm .

3. *Tephrosia cinerea* (L.) Pers. (Figs. 10-12)

Grãos de pólen médios, prolato esferoidais a prolato, contorno elíptico e vista equatorial; opérculo areolado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lolongada, circular a lalongada; sexina perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilada no apocolpo; sexina 1,3 a 2,5 mais espessa que a nexina, exina 0,9 – 1,8 μm .

4. *Tephrosia egregia* Sandw. (Figs. 13-16)

Grãos de pólen pequenos a médios, oblato esferoidais a prolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo e membrana areolado-granulada, margem psilado-

perfurada; endoabertura circular a muito lalongada; sexina nanorreticulada a reticulada no mesocolpo e no apocolpo, muros retos a curvos com perfurações esparsas, lúmens poligonais a circulares, com grânulos; sexina 1,3 a 2,3 mais espessa que a nexina, exina 1,1 – 1,6 μm .

5. *Tephrosia elata* Defflers (Figs. 17-18)

Grãos de pólen médios, prolato esferoidais a subprolatos, contorno elíptico em vista equatorial; opérculo e membrana granulados, margem psilado-perfurada; endoabertura circular a lolongada; sexina rugulado-perfurada, perfurações sem grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,3 a 1,9 mais espessa que a nexina, exina 1,0 – 1,4 μm .

6. *Tephrosia marginata* Hassl. (Figs. 19-21)

Grãos de pólen médios, subprolatos a prolatos, contorno elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lalongada; sexina nanorreticulada a reticulada, muros retos a curvos, sem perfurações, lumens poligonais a arredondados, com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo; sexina 1,3 a 2,0 mais espessa que a nexina, exina 1,0 – 1,5 μm .

7. *Tephrosia nitens* Benth. (Figs. 22-24)

Grãos de pólen médios, oblatos e prolato esferoidais, contorno elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, sem margem; endoabertura circular a muito lalongada; sexina nanorreticulada a microrreticulada, muros retos a curvos, com perfurações esparsas, lúmens circulares a poligonais, com grânulos no mesocolpo e sexina rugulado-perfurada, com grânulos no apocolpo; sexina 1,6 a 2,6 mais espessa que a nexina, exina 1,3 – 1,8 μm .

8. *Tephrosia noctiflora* Bojer ex Baker (Figs. 25-30)

Grãos de pólen médios, prolato esferoidais a prolatos, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura muito lalongada a circular, raramente lolongada; sexina rugulado-perfurada, algumas perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,1 a 2,1 mais espessa que a nexina, exina 1,4 – 1,9 μm .

9. *Tephrosia purpurea* subsp. *purpurea* (Figs. 31-32)

Grãos de pólen pequenos a médio, subprolatos a prolatos, contorno elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lalongada a muito lalongada, com fastígio; sexina microrreticulada no mesocolpo e psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,1 a 1,6 mais espessa que nexina, exina 1,1 – 1,3 μm .

10. *Tephrosia domingensis* (Willd.) Pers.) (Figs. 33-36)

Grãos de pólen pequenos a médios, suboblato a prolato esferoidais, raramente subprolato, contorno elíptico em vista equatorial, raramente circular; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura circular a muito lalongada, com fastígio; sexina perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,4 a 2,3 mais espessa que nexina, exina 1,1 a 1,4 μm .

11. *Tephrosia rufescens* Benth. (Figs. 37-42)

Grãos de pólen médios, prolato esferoidais a prolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lalongada, circular a muito lalongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, com algumas perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilada com perfurações esparsas no apocolpo, sexina 1,2 a 2,3 mais espessa que a nexina, exina 1,1 – 1,4 μm .

12. *Tephrosia sessiliflora* (Poir.) Hassl. (Figs. 43-48)

Grãos de pólen pequenos a médios, oblato a suboblato no SP237149, contorno circular a elíptico em vista equatorial; sem opérculo, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura lalongada a muito lalongada no SP102384 e circular a muito lalongada no SP217149; sexina rugulado-perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo; sexina 1,4 a 2,4 mais espessa que a nexina, exina 1,2 – 2,3 μm .

13. *Tephrosia sinapou* (Buchoz) A. Chev. (Figs. 49-54)

Grãos de pólen pequenos a médios, oblato a prolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo granulado, membrana granulada, margem psilado-perfurada; endoabertura circular a muito lalongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo, sexina 1,4 a 2,5 mais espessa que a nexina, exina 1,0 – 1,7 μm .

14. *Tephrosia vogelii* Hook. f. (Figs. 55-60)

Grãos de pólen médios a grandes, oblato esferoidais a prolato, contorno circular a elíptico em vista equatorial; opérculo areolado-granulado, membrana granulada, margem psilada formando arco entre as aberturas; endoabertura lalongada, circular a muito lalongada, com fastígio; sexina rugulado-perfurada no mesocolpo e psilada no apocolpo, sexina 2,0 a 3,1 mais espessa que a nexina, exina 2,0 – 2,9 μm .

As relações entre os espécimes com base em 9 variáveis métricas e 3 classes (Tabela 3, Fig. 61) foram verificadas utilizando a ACP. Nesta análise não foram consideradas as características quantitativas de tamanho de lúmen e as qualitativas de ornamentação da sexina e tipo de muro. Os dois primeiros eixos representaram 75,24% da variabilidade total dos dados analisados. O primeiro eixo resumiu 57,09% da variância, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0623$) o eixo polar (EP), eixo equatorial (EE), classe

da forma (PE), comprimento do cólporo (CC), largura do cólporo (LC), nexina (N), sexina (S), exina (Ex) e Índice sexina/nexina (S/N) (Tabela 3). O segundo eixo contribuiu menos (18,15%) para a ordenação, tendo como variáveis mais importantes ($>0,0314$) a largura da endoabertura (LE), comprimento da endoabertura (CE) e classe da endoabertura (CEn).

No lado inferior esquerdo do gráfico foram agrupados os dois espécimes de *T. vogelii* (SP8029, MBM270192) pelos maiores valores relacionados as variáveis do primeiro eixo, exceto pela largura do cólporo, apresentando também maior espessura de exina. A estes dois espécimes se agruparam um dos dois espécimes de *T. candida* (SP46915), um dos três de *T. cinerea* (RB605721) e um dos dois de *T. sessiliflora* (SP271749).

No lado superior esquerdo encontram-se os dois espécimes de *T. noctiflora* (SP47028, RB413273) e mais um de *T. cinerea* (SP50291) que foram ordenados também pelos altos valores para o eixo polar e equatorial, apresentando endoaberturas lalongadas, no entanto, exibiram um dos menores valores para largura do cólporo e espessura da sexina dentre todos os grãos de pólen.

Os menores grãos de pólen ficaram situados do lado superior direito, sendo *T. purpurea* (SP360269) o segundo menor dentre todos os analisados, com uma das exinas mais delgadas e com endoabertura lalongada, juntamente com *T. adunca* (SP37777), *T. domingensis* (SP123359, SP118290).

Inversamente, os grãos de pólen agrupados no lado inferior direito do gráfico foram aqueles com endoaberturas lolongadas a muito lolongadas, sendo o *T. sessiliflora* (SP102384) com os menores valores de eixos polar e equatorial e o mais lolongado dentre todos.

Foi possível a separação das espécies através dos caracteres qualitativos e quantitativos dos grãos de pólen, o que tornou possível a criação de uma chave morfopolínica:

Chave Palinológica

- | | | |
|----|--|-----------------------|
| 1 | Sexina no mesocolpo com retículos, com ou sem perfurações ou perfurado | 2 |
| 1 | Sexina no mesocolpo com padrão rugulado, rugulado-perfurado | 2' |
| 2 | Sexina no mesocolpo com padrão perfurado, margem psilado-perfurada, perfuração com grânulos no mesocolpo, opérculo granuloso ou areolado-granuloso | 3 |
| 2 | Sexina no mesocolpo com retículos, margem psilado-perfurada, ou sem margem, opérculo areolado-granuloso | 4 |
| 3. | Grãos de pólen médios; opérculo areolado; endoabertura lolongada, circular a lalongada, sem fastígio; sexina perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilada no apocolpo | <i>T. cinérea</i> |
| 3. | Grãos de pólen pequenos a médios; opérculo areolado-granuloso; endoabertura circular a muito lalongada, com fastígio; sexina perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo | <i>T. domingensis</i> |
| 4. | Sexina entre nanoreticulada a reticulada no mesocolpo, e apocolpo com sexina psilada com perfurações esparsas, ou psilado-perfurada, ou | 5 |

rugulado-perfurada	
4. Sexina nanorreticulada a reticulada tanto no mesocolpo quanto no apocolpo, lúmens com grânulos	<i>T. egrégia</i>
5. Margem psilado-perfurada, endoabertura lalongada a muito lalongada circular, lalongada a muito lalongada	6
5. Sem margem; endoabertura circular a muito lalongada	<i>T. nitens</i>
6. Grãos de pólen com fastígio na abertura	7
6. Grãos de pólen sem fastígio na abertura	<i>T. marginata</i>
7. Sexina nanorreticulado-perfurada a microrreticulado-perfurada no mesocolpo e sexina psilada com perfurações esparsas no apocolpo	<i>T. adunca</i>
7. Sexina microrreticulada no mesocolpo e psilado-perfurada no apocolpo	<i>T. purpurea</i>
2' Grãos de pólen pequenos a médios ou médios, margem psilado-perfurada, sem arco entre as aberturas; sexina psilado-perfurada ou psilada com perfurações esparsas no apocolpo	3
2' Grãos de pólen médios a grandes, margem psilada, com arco entre as aberturas; sexina psilada no apocolpo	<i>T. vogelii</i>
3 Perfurações da sexina sem grânulos no mesocolpo	4
3 Algumas perfurações da sexina com grânulos ou perfurações com grânulos no mesocolpo	5
4 Endoabertura lolongada, circular a muito lalongada, com fastígio, exina 1,5 – 1,9 µm	<i>T. cândida</i>
4 Endoabertura circular a lolongada, sem fastígio, exina 1,0 – 1,4 µm	<i>T. elata</i>
5 Grãos de pólen com opérculo no colporo	6
5 Grãos de pólen sem opérculo no colporo	<i>T. sessiliflora</i>
6 Grãos de pólen com fastígio na abertura	7
6 Grãos de pólen sem fastígio na abertura	<i>T. noctiflora</i>
7 Grãos de pólen médios, opérculo areolado-granulado, endoabertura lolongada, circular a muito lalongada, sexina rugulado-perfurada, com algumas perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilada com perfurações esparsas no apocolpo	<i>T. rufescens</i>
7 Grãos de pólen pequenos e médios, opérculo granulado, endoabertura circular a muito lalongada; sexina rugulado-perfurada, perfurações com grânulos no mesocolpo e sexina psilado-perfurada no apocolpo ...	<i>T. sinapou</i>

Discussão

O nome *T. purpurea* subsp. *leptostachya* (DC.) Brummitt (espécimes SP: 123359, SP118290) está ranqueado a nível de espécie (Queiroz e Tozi 2015), correspondendo atualmente à *T. domingensis* (Willd.) Pers. Palinologicamente *T. purpurea* pode ser diferenciada de *T. dominguensis*, principalmente pelos caracteres da sexina que é microrreticulada no mesocolpo da primeira espécie e perfurada na segunda. Segundo Barth e Melhem (1988) a diferenciação entre esses dois tipos de ornamentação se dá na relação entre o tamanho da perfuração e a largura do muro, cujos orifícios devem ser menores do que 1 µm de diâmetro e os muros maiores do que isso, enquanto em Punt et al. (2007) e Hesse et al. (2009) não é mencionada a largura dos muros. De acordo com as definições apresentadas pode ocorrer interpretações equivocadas, confundindo as duas. Aqui não consideramos que os muros tenham mais que 1 µm para a sexina ser considerada como perfurada.

Venkateswarlu e Rao (1967), estudando as relações do tamanho dos estiletos, grãos de pólen e tubos polínicos, mensuraram algumas espécies de *Tephrosia pumila* (Lam.) Pers., *T. hirta* Bojer, *T. purpurea*, e *T. maxima* Pers., a fresco. Apesar de corroborar com a classe de tamanho para os grãos de pólen de *T. purpurea*, os dos autores apresentam dimensões maiores que os nossos, mas não fizeram observações quanto aos demais caracteres morfopolínicos.

Salgado-Labouriau (1973) agrupou os grãos de pólen de *Tephrosia adunca* e *T. rufescens* do Cerrado no “Tipo polínico *Cassia*”, subtipo *Tephrosia*, juntamente com quatro espécies de *Cassia* e *Hymenaea stigonocarpa* L. Esse subtipo foi definido pela sexina reticulada, porém, o material aqui analisado de *T. adunca* variou de nanorreticulado-perfurada a microrreticulada-perfurada, e o de *T. rufescens* apresentou ornamentação rugulado-perfurada, com sexina psilada com perfurações esparsas no apocolpo. Essa discrepância provavelmente se deu pela ausência da análise sob microscopia eletrônica de varredura pela referida autora.

Carreira et al. (1996) estudaram os grãos de pólen de *T. toxicaria* (SW.) Pers. da Amazônia, porém essa espécie é reconhecida como *T. sinapou* (Queiroz e Tozzi 2015), que foi aqui analisada. Seus grãos de pólen foram descritos pelos referidos autores como médios, 3-colpados e microrreticulados, o que não corrobora os resultados aqui apresentados, já que a sexina se mostrou rugulado-perfurada no mesocolpo e psilado-perfurada no apocolpo, sempre com 3-cólporos.

Perveen e Qaiser (1998) ao estudarem a flora do Paquistão agruparam *Tephrosia apollinae* (Del.) Link., *T. falciformis* Romaswami, *T. purpurea* (L.) Pers., *T. shamimii* Ali, *T. strigosa* (Dalzell) Santapau & Maheshw., *T. subtriflora* Baker e *T. uniflora* Pers. em quatro tipos polínicos, demonstrando variedade morfopolínica. No Tipo I denominado “*Alysicarpus monilifer*” foi inserida *T. subtriflora* que se separou das outras 17 espécies de Papilionoideae desse grupo pelo teto foveolado, ornamentação não encontrada em nenhum dos espécimes aqui analisados. Já *Tephrosia purpurea* e *T. shamimii* foram posicionadas no grupo *Oxytropis microphylla* do Tipo II “*Astragalus affghanus*”, juntamente com outras onze espécies que não puderam ser separadas entre si, caracterizadas pela exina grosseiramente reticulada. O espécime de *T. purpurea* analisado no presente trabalho apresentou a exina rugulado-perfurada, diferindo do material dos autores citados. No Tipo III “*Colutea armata*” posicionaram *T. uniflora* que se diferenciou das outras 15 espécies pelo teto foveolado-reticulado, ornamentação não encontrada em nenhum dos nossos espécimes. No Tipo VII “*Rhynchosia minima*”, foi alocada *T. strigosa* que se diferenciou das demais por ser suboblata e pelas dimensões do apocolpo. Nesse mesmo tipo polínico, o grupo “*Lotononis platycarpus*” incluiu *T. falciformis*, *T. apollinea* e mais 11 espécies de oito gêneros, que não puderam ser separados entre si pelas características polínicas.

Moretti et al. (2007a, 2007b) estudaram os grãos de pólen de *Tephrosia candida*, planta forrageira de interesse apícola, indicando que são 3-colporados, com ornamentação psilada ou punctada (perfurada). A ornamentação do espécime aqui estudado

corroborou apenas para aquela do apocolpo, sendo o mesocolpo rugulado-perfurado. Pelas fotos apresentadas por estes autores a ornamentação psilada não confere, podendo ser observadas rúgulas e perfurações.

Buril et al. (2011) agruparam os grãos de pólen de *Tephrosia purpurea* da Caatinga no tipo polínico “*Amburana*”, juntamente com *Amburana*, *Arachis*, *Chaetocalix*, *Crotalaria*, *Indigofera*, *Macroptilium* e *Sesbania*, mas ressaltaram a presença de fastígio apenas nos grãos de pólen de *T. purpurea*, que aqui também foi observado. Para os autores, a endoabertura é elíptica, com fastígio. Provavelmente, a denominação “elíptica” corresponde à aqui apresentada como lalongada a muito lalongada. Esses autores afirmaram que uma das características do grupo, é a presença de exina microrreticulada, o que corroborou os nossos resultados para algumas espécies.

Num estudo taxonômico para as *Tephrosia* da Nigéria envolvendo os grãos de pólen (Chukwuma e Ayodele 2016) *T. barbiger* Welw., *T. bracteolata* Guill. & Perr., *T. candida* (Roxb.) DC., *T. elegans*, Schumach., *T. leptostachya* DC., *T. linearis* (Willd.) Pers., *T. mossiensis* A. Chev., *T. pedicellata* Bak., *T. platycarpa* Guill. & Perr., *T. purpurea* (Linn.) Pers., *T. vogelii* Hook. f. não puderam ser separadas entre si. Os únicos dados que corroboraram os nossos são para os grãos 3-colporados. A sexina foi descrita para todas as espécies como psilada, característica ocorrente apenas no apocolpo de *T. vogelii*, psilado-perfurada de *T. purpurea* e psilado com perfurações esparsas de *T. candida* das espécies em comum analisadas. Apesar dos autores terem descrito que *T. vogelii* apresentou as maiores dimensões para os grãos de pólen, não foi observado o tamanho grande nessa espécie.

As variações no padrão da ornamentação da exina, bem como caracteres dos cólporos e endoabertura, permitiram a separação de dois tipos polínicos nas espécies do Brasil, que puderam separaram entre si. O Tipo polínico I, com a sexina no mesocolpo variando no padrão reticulado, nanorreticulado a reticulado, com ou sem perfurações ou padrão perfurado. A partir daí, os caracteres de ornamentação do opérculo, diferença da padrão da sexina no mesocolpo e no apocolpo, e na margem, classe da endoabertura, presença ou ausência de fastígio, permitiram a separação de *T. adunca*, *T. cinerea*, *T. domingensis*, *T. egregia*, *T. marginata*, *T. nitens* e *T. purpurea* Dentro desse tipo polínico, todas as espécies são nativas, exceto *T. purpurea*.

O Tipo polínico II, com a sexina no mesocolpo com padrão rugulado ou rugulado-perfurado. Doravante, o tamanho dos grãos de pólen, caracteres da margem, presença ou ausência de arco entre as aberturas, classe da endoabertura, presença ou ausência de fastígio, de opérculo e de grânulos da sexina e ornamentação do opérculo e do apocolpo, permitem o reconhecimento em nível de espécie para *T. candida*, *T. eleta*, *T. noctiflora*, *T. rufescens*, *T. sessiliflora*, *T. sinapou* e *T. vogelii*. Dentro desse tipo polínico, apenas *T. sessiliflora* e *T. sinapou* são nativas, enquanto as demais são exóticas.

Foi uma constante o fato de nenhum dos autores mencionados terem descrito a presença de opérculo, além de não terem caracterizado a ornamentação da membrana do cólporo e as diferenças nos padrões de ornamentação entre o mesocolpo e o apocolpo. O

opérculo e a membrana foram aqui descritos para a maioria das espécies do gênero, com exceção de *T. sessiliflora* que não apresentou opérculo. Para essa espécie, Hassler (1919) estabeleceu *Tephrosia* sect. *Brissonia* subsect. *Heterophyllae* e a ausência do opérculo nesse grupo, merece atenção em futuras análises filogenéticas.

Quanto a ornamentação distinta entre as duas regiões dos grãos de pólen, só não ocorreu em *T. egregia* e a exina rugulada. Outras características nunca citadas anteriormente para o gênero foi o tamanho grande dos grãos de pólen e a presença de arcos entre as aberturas, que foram observadas aqui em *T. vogelli*. Visto que foram analisadas as espécies representantes da América do Sul, e foi possível observar uma grande variação na ornamentação da exina, uma abordagem, abrangendo as outras espécies americanas, bem como as africanas e asiáticas é necessária.

Tephrosia é um gênero euripolínico, devido a variação nos padrões de ornamentação de sexina. Apesar de ter sido possível separar as espécies nativas e cultivadas no Brasil palinologicamente, os taxons representantes do subgênero *Tephrosia* e do subgênero *Barbistyla* não puderam ser agrupados dentro dos táxons infragênicos aqui pelos dados quantitativos e qualitativos.

Referências

- Acharyaa LA, Mukherjeeb AK, Pandaa PC (2004) Genome Relationship among Nine Species of Millettieae (Leguminosae: Papilionoideae) Based on Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Z. Naturforsch.* 59c, 868-873.
- Barth MO, Melhem TS (1988) Glossário ilustrado de palinologia. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- Brumitt RK (1981) Reconsideration of the genera *Ptychlobium*, *Caulocarpus*, *Lupinophyllum* and *Requinea* in relation to *Tephrosia*. *Kew Bull.* 35: 459-473.
- Buril MT, Alves M, Santos FAR (2011) Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. *Acta Bot. Bras.* 25(3): 699-712.
- Chukwuma DM, Ayodele EA (2016) Taxonomic studies of the genus *Tephrosia* Pers. (Papilionaceae) in Nigeria. *Plant Sci. Today.* 3(1): 9-18.
- Carreira LMM, Silva, MF, Lopes JRC, Nasciento LAS (1996) Catálogo de Pólen das Leguminosas da Amazônia Brasileira. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém do Para. Coleção Adolpho Ducke.
- Geesink LR (1984) *Scala Millettiearum: A survey of the genera of the Millettieae (Legum.-Pap.) with methodological considerations.* E. J. Brill / Leiden University Press. Leiden. 131pp.

- Gillett JB (1958) Notes on *Tephrosia* in tropical Africa. Kew Bull. 13:111–132.
- Hassler E (1919) Ex herbario Hassleriano: Novitates paraguariensis XXIII. Repertorium Specierum Novarum Regni vegetabilis 16: 161-166.
- Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S (2009) Pollen Terminology: an illustrated handbook. SpringerWien. NewYork.
- Hu J, Lavin M, Wojciechowski MF, Sanderson MJ (2002) Phylogenetic Analysis of Nuclear Ribosomal ITS/5.8S Sequences in the Tribe Millettieae (Fabaceae): Poecilanthe-Cyclolobium, the core Millettieae, and the Callerya Group. Syst. Bot. 27(4): pp. 722–733
- Laksmi P, Khan AAP, Reddy PN, Lakshminarayana K, Ganapaty S (2008) Genetic Relationship Among *Tephrosia* Species as Revealed by RAPD Analysis. Asian J. Biol. Sci. 1 (1): 1-10.
- Lewis G, Schrire B, Mackinder B, Lock M (2005) Legumes of the world. p. 386. Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M (2007a) Fabaceae forrageiras de Interesse Apícola. Aspectos Botânicos e Polínicos. Boletim Científico, Nova Odessa 13:1-98.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M (2007b) Pólen das Principais Plantas da Família Fabaceae com Aptidão Forrageira e Interesse Apícola. R. bras. Bioci. 5:(2) 369-398.
- Perven A, Qaiser M (1998) Pollen Flora of Pakistan – VIII: Leguminosae (Subfamily: Papilionoideae). Tr. J. of Botany 22: 73-91.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson, Le Thomas A (2007) Glossary of pollen and spore terminology. Rev. Palaeobot. Palynol 143: 1-81.
- Queiroz RT, Tozzi AMGA, Lewis GP (2013) Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) from South America. Plant Syst Evol. 299:459–470.
- Queiroz, R.T.,Tozzi, A.M.G.A (2015) *Tephrosia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Raina SN, Srivastav PK, Rao SR (1985) Nuclear DNA variation in *Tephrosia*. Genetica 69: 27-33.
- Raina SN, Srivastav PK, Rao SR (1985) Nuclear DNA variation in *Tephrosia*. Genetica 69: 27-33.
- Salgado-Labouriau ML (1973) Contribuição à palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências: Rio de Janeiro.

Schrire BD (2005) Tribe Millettieae. Pages: 367–387 in GP Lewis, BD Schrire, BA MacKinder, M Lock, eds. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, London, Kew.

Venkateswarlu J., Rao CK. (1967) Pollen size/style length ratio as an evolutionary factor in the genus *Tephrosia* Pers. P INDIAN AS 66: 83.

Wood Jr CE (1949) The American barbistyled species of *Tephrosia* (leguminosae). Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. n. 170

Apêndice: Espécies examinadas

Subgênero *Barbistyla*:

Tephrosia candida DC.: BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, Louveira, Km 83, 10-X-1943 Kuhlmann M 666, (SP49907); BRASIL. MINAS GERAIS: Coronel Pacheco, Estação Experimental, 14-IV-1942 Heringer EP 983 (SP46915); BRASIL. BAHIA: Camacam, RPPN Serra Bonita, 09-IX-2006 Lopes MMM 621 (MBM321071).

Tephrosia nitens Benth.: BRASIL. AMAZONAS: Rio Negro, 30/XI/1948 Fróes RL 23302. Tapera do Padauri (SP56770). BRASIL. MATO GROSSO: Nova Xavantina, Cachimbo 06-X-1966 Hunt DR & Ramos JF 5593 (SP118287).

Tephrosia. sinapou (Buc'hoz) A. Chev.: BRASIL. MINAS GERAIS: Belo Horizonte, Estrada dos Borges, 28-XI-1940, Occhioni P *s.n.* (RB44118); BRASIL. MINAS GERAIS: Coronel Pacheco, Estação Experimental, 9-I-1942 Heringer EP 896 (SP46899); BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, Campo Experimental, 25-III-1942 Siviero P 6719 (SP48517); BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, 15-XI-1936 Handro O *s.n.* (SP35236); BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga 05-III-1942 Handro O *sn* (SP48517*)

Tephrosia vogelii Hook. f.: BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, Fazenda Santa Elisa 24-XI-1949 Pacheco C; Santoro *s.n.* (SP80229); BRASIL. SÃO PAULO: Barra do Turvo, Rio Vermelho 08-IX-2002 Ribas OS *et al.* 4709 (MBM270192).

Subgênero *Tephrosia*:

Tephrosia adunca Benth.: BRASIL. MINAS GERAIS: Santa Luzia 20-XI-1933 Barreto M 5698A (SP37777); BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Campo Grande, Capão Bonito 06-IX-1936 Archer WA & Gehrt A 3970 (SP36389).

Tephrosia cinerea L. Pers: URUGUAI: PAYSANDÚ, Chapicuy, Santa Sofia, Rio Uruguay II/1941 Rosengurt B B-3235 (SP50291); ARGENTINA. BUENOS AIRES: Buenos Aires II-1919 *s.col. s.n.* (SP26070); BRASIL. ALAGOAS: Rio Largo, Usina Leão 28-IX-2006 Rios PAR *et al.* 106 (RB605721).

Tephrosia egregia: BRASIL. CEARÁ: [*s.l.*] 13-X-1918 Curran HM 38 (SP31518).

Tephrosia elata: TANZANIA. MARA: Zanaki, Musoma, Lake Prov. Tanganyika, Musoma 21-II-1959 Tanner RES 4396 (SP66333)

Tephrosia marginata: BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Aquidauana 20-X-1938 Rombouts JE *s.n.* (SP40849).

Tephrosia noctiflora: BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, Fazenda Santa Elisa 15-X-1942 Santoro J *s.n.* (SP47028); BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Grumari

27-VI-2005 Lima HC et al. 6360 (RB413273); BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Barra da Tijuca 24-X-2000 Lima HC 5714 (RB353973*).

Tephrosia purpurea (L.) Pers subsp. *purpurea*: BRASIL. BAHIA: Itiúba 28-I-2002 Nascimento JG & Nunes TS 45 (SP360269).

Tephrosia domingensis: BRASIL.[s.l.] 18-I-1963 Moura C 100 (SP123359); BRASIL. MATO GROSSO: Barra das Garças, Xavantina 13-XI-1966 Hunt DR 5985 (SP118290).

Tephrosia. rufescens: BRASIL. SÃO PAULO: Itapetininga 13-XI-1961 Mattos J 9548 (SP64790); . SÃO PAULO: Itapetininga 13-XI-1962 Mattos J 9612 (SP64742); BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Ponta Porã, Pacori s.d Hatschbach G 45906 (MBM79846*).

Tephrosia sessiliflora: BRASIL. SÃO PAULO: Botucatu, Fazenda Gold Farm 04-III-1986 Bicudo LRH et al. 664 (SP217149).

Sigla e Significado	Classes	Faixa de variação
CEn (largura da endoabertura/comprimento da endoabertura)	Muito lolongada	< 0,50
	Lolongada	0,50- 0,91
	Circular	0,91 – 1,09
	Lalongada	1,09 – 1,50
	Muito lalongada	> 1,50
Lum (Tamanho de lumens)	Nanorreticulado	< 0,50 μm
	Microrreticulado	0,50 – 1,00 μm
	Reticulado	> 1,00 μm

Tabela 1 Classes relacionadas a endoabertura e tamanho dos lumens a partir das Faixas de Variação.

Tabela 2 Medidas (μm) na vista equatorial dos grãos de pólen de *Tephrosia* Pers. em microscopia óptica

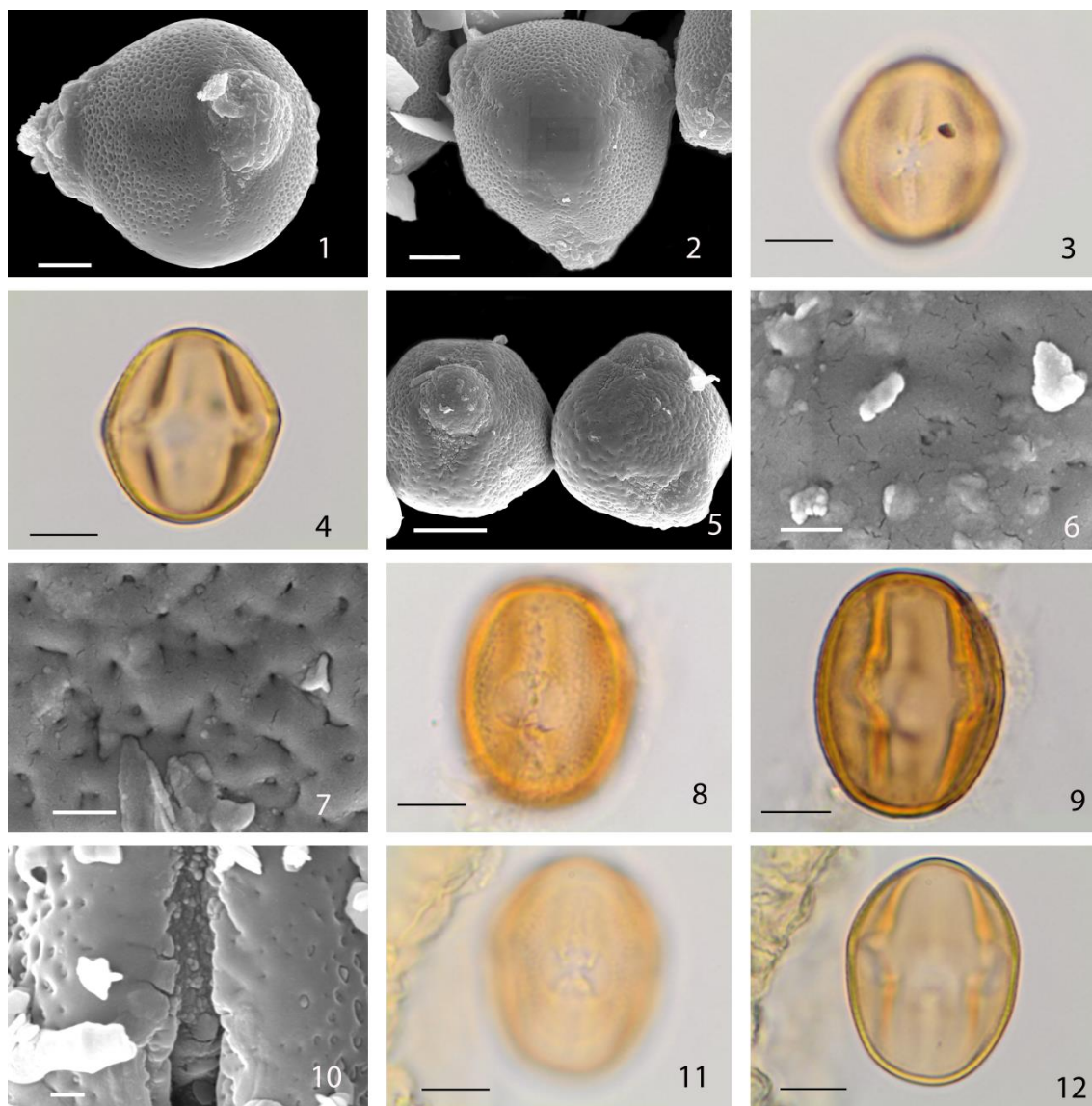
Espécime	Eixo Polar				Eixo Equatorial				P/E	Cólporo	Endoabertura		Exina	
	IC - ($x \pm sx$)	IC +	s	V%	IC - ($x \pm sx$)	IC +	s	V%			x	Comp/Larg	Larg (Cen)	Comp
adu89	31,5 (31,9 \pm 0,2)	32,4	1,5	4,6	24,7 (25,3 \pm 0,3)	25,9	2,0	7,8	1,2	25,5 - 3,5	7,5 (0,7)	10,6	0,5	0,7
adu77	27,7 (28,3 \pm 0,3)	29,0	1,6	5,5	23,7 (24,7 \pm 0,5)	25,9	2,7	10,9	1,1	21,6 - 4,0	10,5 (1,2)	8,4	0,5	0,7
can07	34,1 (34,8 \pm 0,3)	35,4	1,6	4,6	33,0 (33,8 \pm 0,4)	34,5	1,8	5,4	0,6	28,0 - 3,3	7,5 (1,2)	6,2	0,6	1,1
can15	31,1 (33,7 \pm 1,3)	36,4	6,5	19,1	30,7 (31,3 \pm 0,3)	32,0	1,6	5,1	1,1	27,0 - 4,6	10,8 (1,0)	10,4	0,6	1,2
cin21	39,1 (39,6 \pm 0,3)	40,2	1,3	3,3	30,9 (32,0 \pm 0,6)	33,2	2,8	8,6	1,2	29,1 - 3,6	10,6 (0,8)	12,8	0,5	0,9
cin41	35,5 (36,0 \pm 0,3)	36,6	1,4	3,0	29,2 (36,0 \pm 0,4)	31,0	2,2	7,2	1,2	30,6 - 3,6	9,8 (1,1)	9,0	0,4	0,7
cin70	33,5 (34,1 \pm 0,3)	34,7	1,4	4,1	26,8 (27,4 \pm 0,3)	28,2	1,7	6,2	1,4	22,6 - 3,9	9,7 (1,0)	10,0	0,4	0,7
dom90	26,9 (27,8 \pm 0,5)	28,7	2,3	8,2	25,6 (26,0 \pm 0,2)	26,6	1,1	4,1	1,0	23,0 - 3,6	11,0 (1,3)	8,2	0,5	0,7
dom59	27,0 (27,5 \pm 0,3)	28,1	1,3	4,9	26,2 (26,2 \pm 0,3)	27,4	1,5	5,5	1,0	21,1 - 3,3	11,5 (1,6)	7,4	0,5	0,8
egr18	29,1 (29,6 \pm 0,2)	30,1	1,2	4,0	22,6 (23,1 \pm 0,3)	23,7	1,3	5,4	1,1	25,8 - 6,7	9,9 (1,1)	9,0	0,4	0,8
egr87	30,5 (31,2 \pm 0,3)	31,9	1,7	5,3	26,4 (27,0 \pm 0,3)	27,5	1,3	5,0	1,1	23,7 - 4,2	10,2 (1,1)	9,4	0,5	0,9
ela33	33,5 (34,2 \pm 0,4)	35,0	1,8	5,3	27,6 (28,4 \pm 0,4)	29,3	2,1	7,4	1,2	25,6 - 3,9	9,7 (1,0)	10,7	0,4	0,7
mar49	37,5 (38,3 \pm 0,4)	39,1	2,6	6,7	28,4 (29,0 \pm 0,3)	29,7	2,0	7,0	1,3	21,9 - 3,2	11,7 (1,3)	9,7	0,5	0,8
nit70	30,3 (30,9 \pm 0,3)	31,6	1,6	5,1	28,0 (28,5 \pm 0,2)	29,0	1,2	4,2	1,0	23,0 - 4,2	11,8 (1,0)	8,1	0,5	1,0
noc28	38,0 (38,6 \pm 0,3)	39,2	1,7	4,5	29,7 (30,2 \pm 0,3)	30,8	1,6	5,3	1,2	26,5 - 3,7	11,2 (1,1)	10,3	0,6	1,0
noc73	37,5 (37,9 \pm 0,2)	38,4	1,2	3,0	29,6 (30,2 \pm 0,3)	30,9	1,8	5,9	1,2	27,3 - 3,7	11,8 (1,1)	10,3	0,5	0,8
pur69	26,0 (26,6 \pm 0,3)	27,2	1,5	5,5	24,3 (25,0 \pm 0,3)	25,8	1,9	7,6	1,4	21,6 - 3,2	10,8 (1,6)	7,2	0,5	0,7
ruf90	34,8 (35,6 \pm 0,4)	36,5	2,1	5,8	28,2 (28,8 \pm 0,3)	29,5	1,5	5,3	1,2	26,5 - 4,2	8,6 (1,0)	9,3	0,4	0,7
ruf22	32,8 (33,4 \pm 0,3)	34,1	1,6	4,8	28,9 (29,7 \pm 0,4)	30,6	2,0	6,8	1,2	25,6 - 4,0	11,2 (1,5)	7,7	0,5	0,7
ses49	33,2 (34,3 \pm 0,5)	35,5	4,1	12,1	36,1 (37,3 \pm 0,6)	38,7	4,8	12,9	0,9	25,6 - 4,4	4,9 (1,2)	12,0	0,6	1,2
sin18	32,6 (33,5 \pm 0,5)	34,5	2,4	7,1	27,8 (28,5 \pm 0,3)	29,3	1,7	6,0	1,7	26,9 - 3,1	11,5 (1,3)	8,9	0,5	0,7
sin99	30,7 (31,2 \pm 0,3)	31,9	1,5	4,7	25,2 (26,0 \pm 0,4)	26,9	2,1	8,2	1,2	22,6 - 2,7	10,1 (1,1)	8,9	0,4	0,8

sin17	31,5 (32,1 ± 0,3)	32,8	1,6	4,9	28,1 (28,7 ± 0,7)	31,0	3,6	12,1	1,0	25,2 - 3,2	10,9 (1,2)	9,1	0,4	0,8
sin36	31,1 (32,0 ± 0,4)	32,9	2,1	6,7	28,3 (29,0 ± 0,4)	29,8	1,8	6,3	1,1	26,6 - 3,2	11,1 (1,2)	9,2	0,5	0,9
vog29	54,8 (55,5 ± 0,3)	56,2	1,7	3,1	48,9 (52,0 ± 0,7)	52,0	3,7	7,4	0,6	46,0 - 4,7	17,6 (1,3)	13,6	0,7	1,9
vog92	51,0 (52,6 ± 0,8)	54,2	3,9	7,5	45,2 (47,2 ± 1,0)	49,1	4,8	10,1	0,7	44,1 - 6,3	17,0 (1,2)	14,7	0,7	1,6

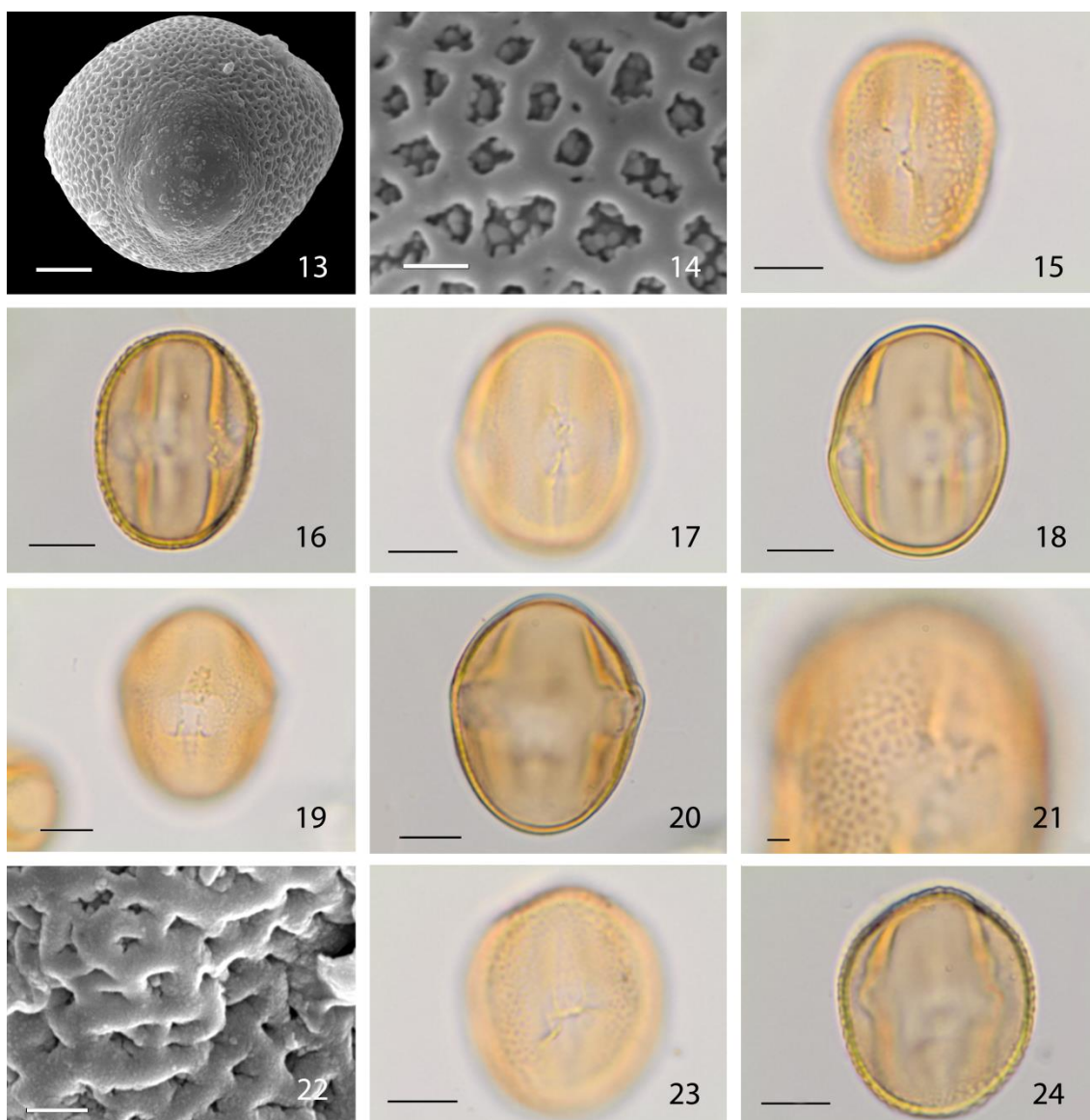
Nota. Os espécimes foram identificados pela abreviatura do epíteto e os últimos números do voucher. Medidas (μm) em vista equatorial (n=25). Intervalo de confiança (IC) 95% valor menor (-) e maior (+), média aritmética (\bar{x}), desvio padrão da média ($s\bar{x}$), desvio padrão da amostra (s), coeficiente de variação (V%); média aritmética (n=10) do comprimento (Comp.) e largura (Larg.) do cólporo e da endoabertura, CEn (razão largura/comprimento da endoabertura), nexina (N), sexina (S) e faixa de variação do lúmen (Lum.).

Tabela 3 Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela ACP, para as espécies de *Tephrosia* Pers.

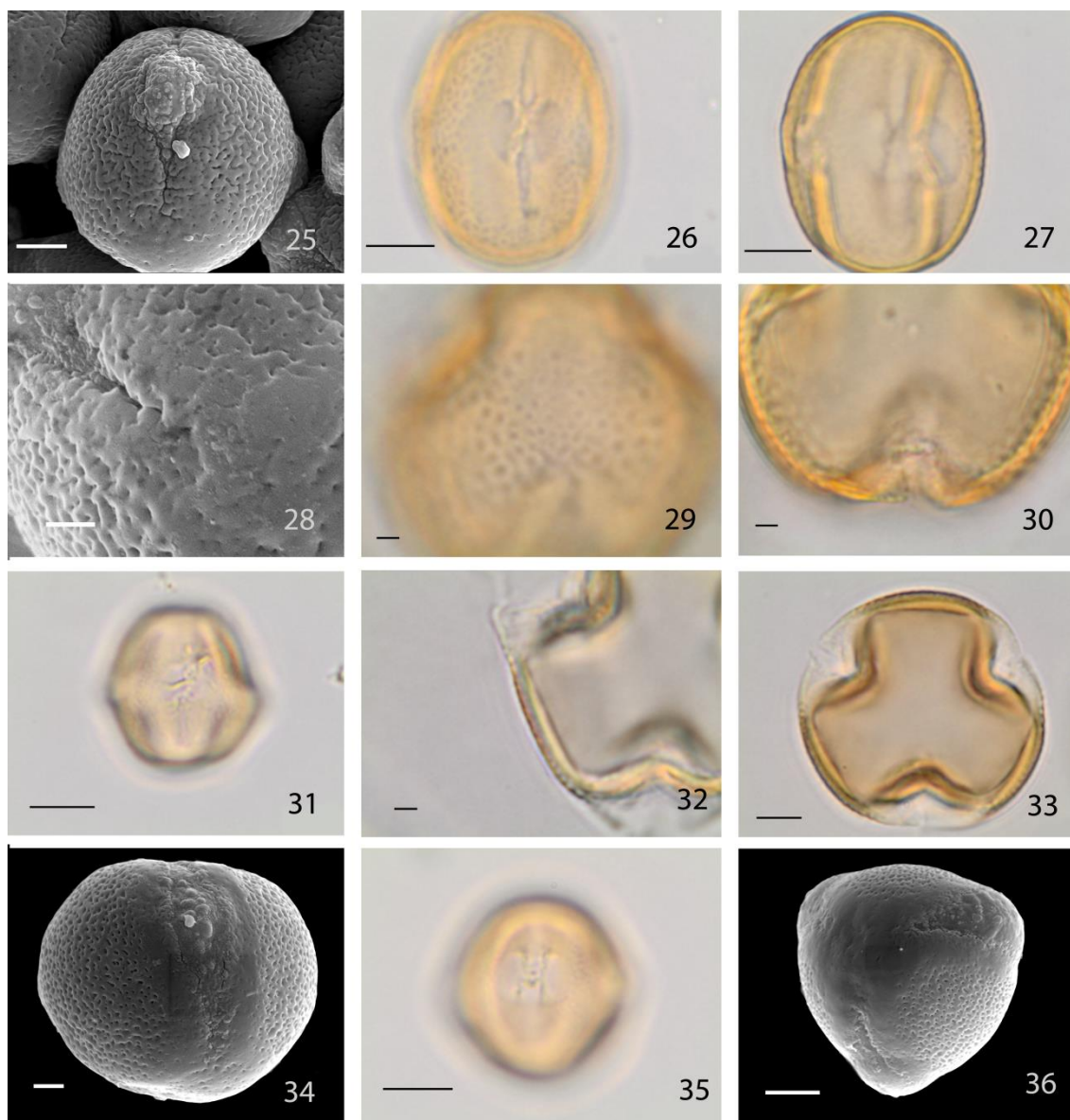
Siglas	Variáveis (significado)	Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
EP	Eixo Polar	-0.3878	-0.0314
EE	Eixo Equatorial	-0.4183	-0.0895
P/E	Classe da forma do pólen (P/E)	0.1606	0.1443
CC	Comprimento do Cólporo	-0.4093	-0.0871
LC	Largura do Cólporo	-0.2298	-0.0988
CE	Comprimento da Endoabertura	-0.2783	-0.3155
LE	Largura da Endoabertura	-0.3857	0.8032
CEn	Classe da Endoabertura (LE/CE)	-0.0623	0.3767
N	Espessura da Nexina	-0.0887	-0.0463
S	Espessura da Sexina	-0.2818	-0.1592
Ex	Espessura da Exina	-0.1900	-0.1240
S/N	Classe da relação entre espessura da Sexina e Nexina (S/N)	-0.0705	-0.1948



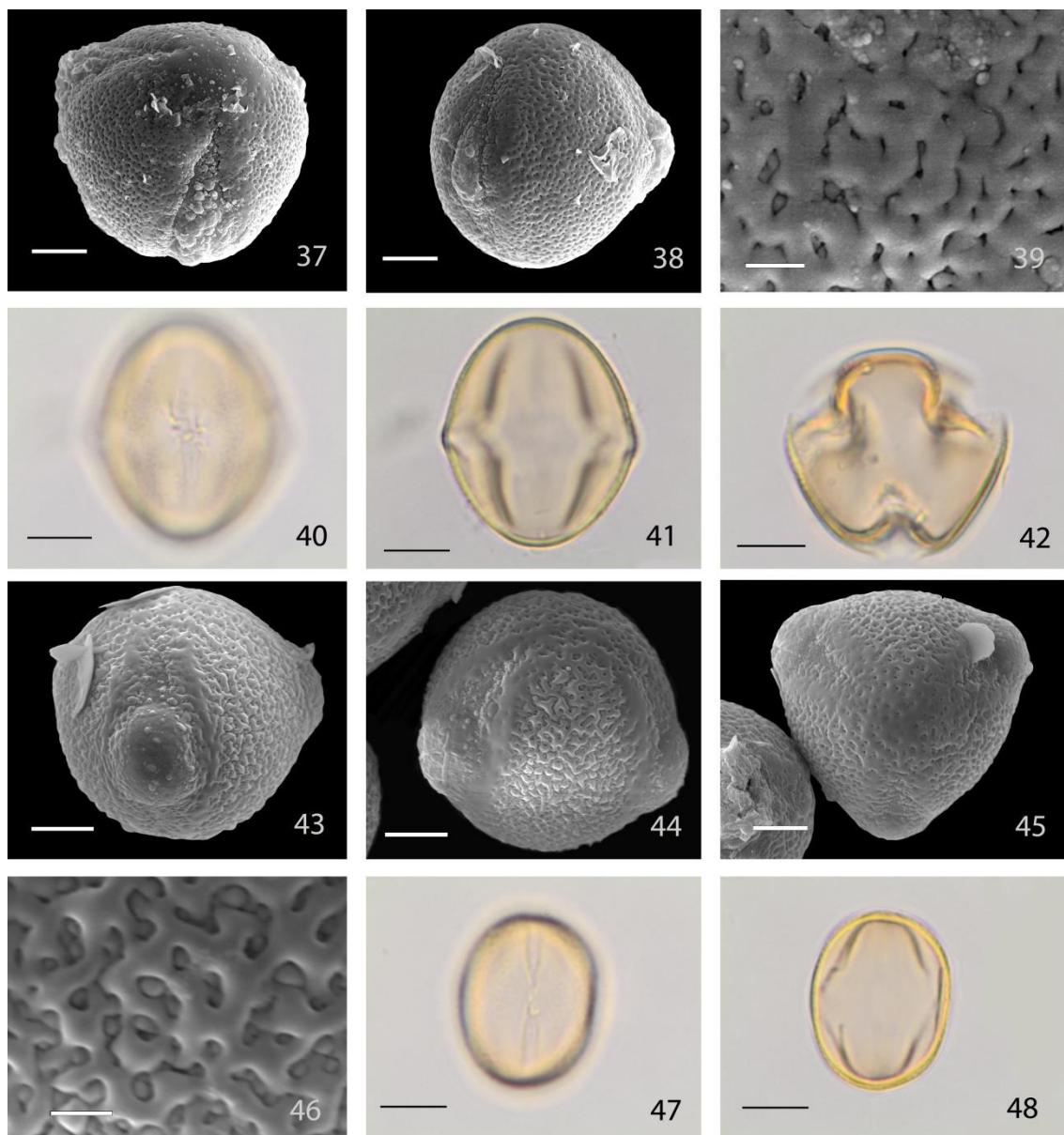
Figuras 1-12 Microscopia eletrônica e óptica dos grãos de pólen de *Tephrosia*. **1-4** *Tephrosia adunca*: **1** vista equatorial, detalhe do mesocolpo e do cólporo operculado. **2** vista polar. **3** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **4** corte óptico em vista equatorial. **5-9** *T. candida*: **5** vista polar e equatorial com detalhe do cólporo operculado e do apocolpo. **6** detalhe da exina no apocolpo. **7** detalhe da exina no mesocolpo. **8** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **9** corte óptico em vista equatorial. **10-12**: *T. cinerea* Pers.: **10** detalhe do cólporo operculado em vista equatorial. **11** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **12** corte óptico em vista equatorial. Barra 10 μm (3-5, 8, 9, 11, 12); 5 μm (1, 2); 1 μm (6, 7, 10)



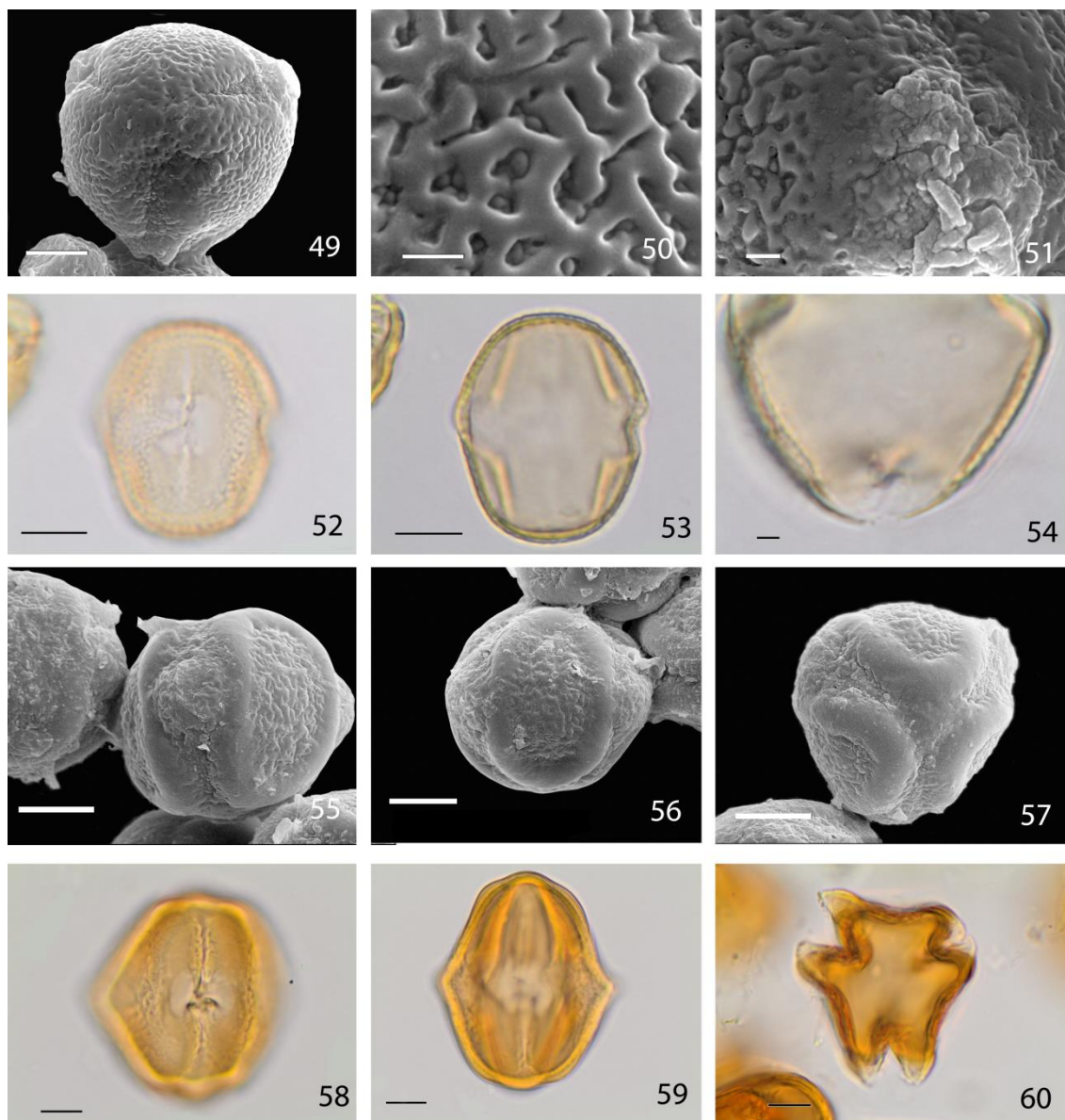
Figuras 13-24 Microscopia eletrônica e óptica dos grãos de pólen de *Tephrosia*. **13-16** *Tephrosia egregia*: **13** vista equatorial, detalhe do cólporo operculado com vista para o mesocolpo e o apocolpo **14** detalhe do apocolpo **15** vista equatorial com detalhe da endoabertura **16** corte óptico em vista equatorial **17, 18** *T. elata*: **17** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **18** corte óptico em vista equatorial **19-21** *T. marginata*: **19** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **20** corte óptico em vista equatorial. **21** LO1 da exina no mesocolpo. **22-24** *T. nitens*: **22** detalhe da exina no apocolpo. **23** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **24** corte óptico em vista equatorial. Barra 10 μm (15 - 20, 23, 24); 5 μm (13); 2 μm (21); 1 μm (14, 22)



Figuras 25-36 Microscopia eletrônica e óptica dos grãos de pólen de *Tephrosia*. **25-30** *Tephrosia noctiflora*: **25** vista equatorial, detalhe do cólporo operculado com vista para o mesocolpo e o apocolpo. **26** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **27** corte óptico em vista equatorial. **28, 29** detalhe da exina no apocolpo. **30** corte óptico em vista polar. **31, 32** *T. purpurea* subsp. *purpurea*: **31** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **32** corte óptico em vista polar. **33-36** *T. domingensis*: **33** corte óptico em vista polar. **34** vista equatorial, detalhe do cólporo operculado com vista para o mesocolpo e o apocolpo. **35** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **36** vista polar. Barra 10 μm (26, 27, 31, 35); 5 μm (25, 33, 36); 2 μm (28-30, 32, 34)



Figuras 37-48 Microscopia eletrônica e óptica dos grãos de pólen de *Tephrosia*. **37-42** *T. rufescens*: **37** vista equatorial, detalhe do cólporo operculado com vista para o mesocolpo e o apocolpo. **38** vista equatorial, detalhe do mesocolpo e do cólporo operculado. **39** detalhe da exina no apocolpo. **40** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **41** corte óptico em vista equatorial. **42** corte óptico em vista polar. **43-48** *T. sessiliflora*: **43, 44** vista equatorial, detalhe do cólporo sem opérculo com vista para o mesocolpo e o apocolpo. **45** vista polar. **46** detalhe da exina no mesocolpo. **47** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **48** corte óptico em vista equatorial. Barra 10 μm (40-42, 47, 48); 5 μm (37, 38, 43-45); 1 μm (39, 46)



Figuras 49-60 Microscopia eletrônica e óptica dos grãos de pólen de *Tephrosia*. **49-54** *Tephrosia sinapou*: **49** vista polar. **50** detalhe da exina no mesocolpo. **51** detalhe do cólporo operculado. **52** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **53** corte óptico em vista equatorial. **54** corte óptico em vista polar. **55-60** *T. vogelii*: **55** vista equatorial, com detalhe do cólporo operculado. **56, 57** vista equatorial e polar com detalhe para os arcos entre as aberturas. **58** vista equatorial com detalhe da endoabertura. **59** corte óptico em vista equatorial. **60** corte óptico em vista polar. Barra 10 μm (52, 53, 55-60) 5 μm (49); 2 μm (54) 1 μm (50, 51)

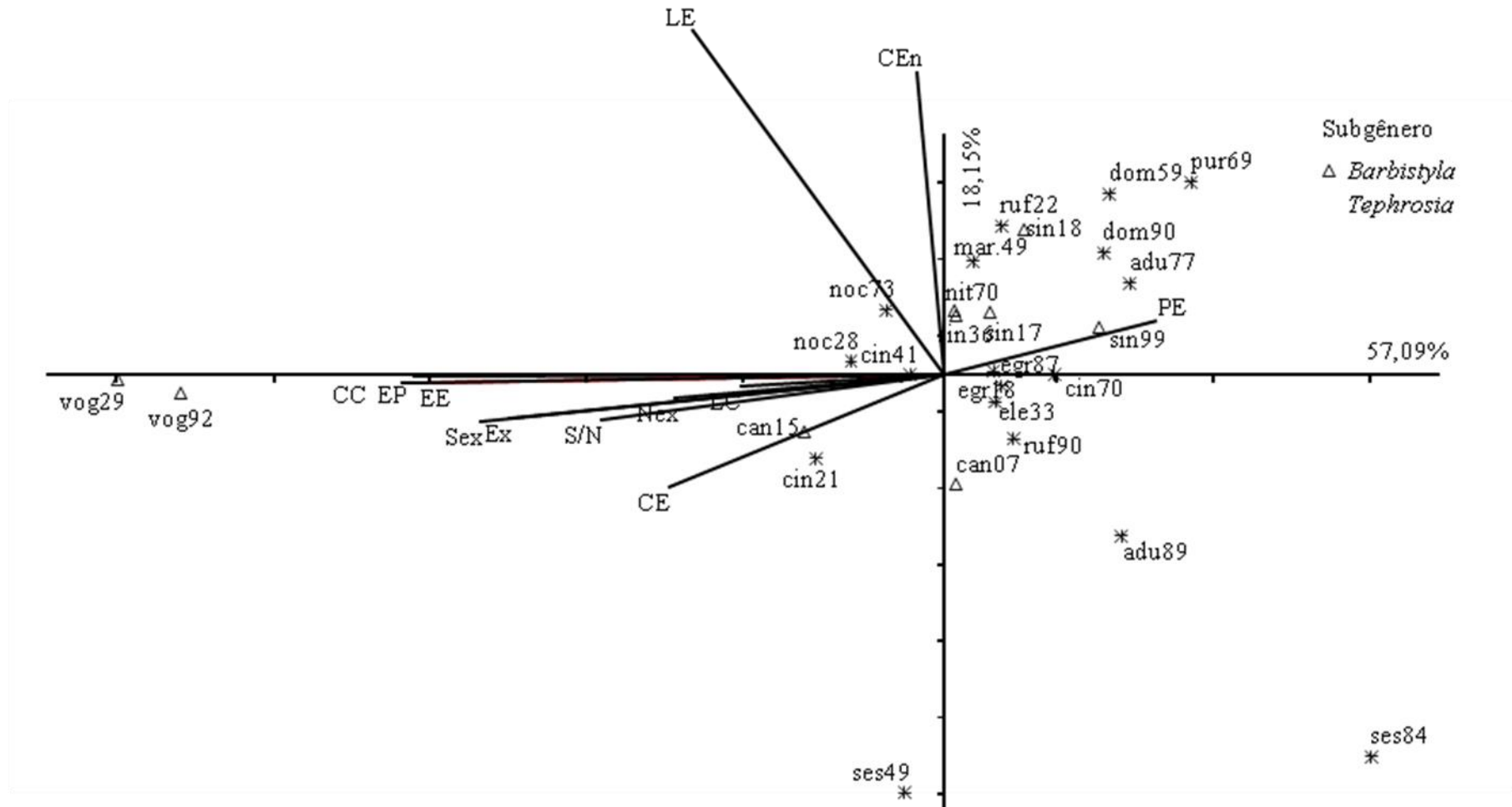


Figura 61 Ordenação, pela ACP, das espécies de *Tephrosia*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.

CONCLUSÃO

Foi possível verificar que a morfologia polínica de *Aeschynomene* pode variar, apenas em relação ao tamanho dos eixos entre os grãos de pólen de dos estames maiores e dos estames menores de uma mesma espécie. Porém, outros caracteres como aberturas e ornamentação da exina, não variaram.

Os padrões palinológicos dos gêneros *Aeschynomene* e *Tephrosia* foi reconhecido e foi possível perceber que os dois gêneros são euripolínicos e os grãos de pólen auxiliam na taxonomia, para as espécies do Brasil. Nossos dados, juntamente com os estudos já existentes para os grãos de pólen, para outros dados morfológicos e moleculares, permitiu o reconhecimento das espécies de *Aeschynomene* e *Tephrosia* ocorrentes no Brasil. Quanto a delimitação dos táxons infragenéricos em *Aeschynomene*, os dados qualitativos e quantitativos dos grãos de pólen, auxiliaram estabelecer novos critérios para o reconhecimento do gênero, secções e séries. Para *Tephrosia*, não foi possível a separação dos dois subgêneros a partir dos resultados fornecidos pela análise polínica, porém, as espécies podem ser delimitadas pela morfologia dos grãos de pólen. Sendo assim, a utilização da morfologia polínica para os dois gêneros, com enfoque na ornamentação da exina e as estruturas relacionadas à abertura, devem ser utilizadas nas futuras análises filogenéticas.

REFERÊNCIAS

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161, 105-121.
- Acharyaa LA, Mukherjeeb AK, Pandaa PC. 2004. Genome Relationship among Nine Species of Millettieae (Leguminosae: Papilionoideae) Based on Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). *Z. Naturforsch.* 59c, 868-873.
- Blanco, H.G. 1978. Catálogo de Espécies de Mato Infestantes de Áreas Cultivadas no Brasil. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria dos Negócios da Agricultura, Campinas, 90pp.
- Brown, R. 1814. *A Voyage to Terra Australis* 2: 551.
- Brumitt RK. 1981. Reconsideration of the genera *Ptycholobium*, *Caulocarpus*, *Lupinophyllum* and *Requinea* in relation to *Tephrosia*. *Kew Bull.* 35: 459-473.
- Buril MT, Alves M, Santos FAR. 2011. Tipificação polínica em Leguminosae de uma área prioritária para conservação da Caatinga: Caesalpinioideae e Papilionoideae. *Acta Bot. Bras.* 25(3): 699-712.
- Carreira LMM, Silva, MF, Lopes JRC, Nasciento LAS (1996) Catálogo de Pólen das Leguminosas da Amazônia Brasileira. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém do Para. Coleção Adolpho Ducke.
- Crisp, M. D. & Doyal, J. J. (Eds.) 1995. *Advances in Legume Systematics: Part 7. Phylogeny.* Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 381p.
- Cronquist, A. *An integrated system of classification of flowering plants.* Columbia University, New York. 1981.

- Doyle, J.J., Doyle, J.L., Ballenger, J.A., Dickson, E.E., Kajita, T. & Ohashi, H. 1997. A phylogeny of the chloroplast gene *rbcl* in the Leguminosae: taxonomic correlations and insights into the evolution of nodulation. *American Journal of Botany* 84: 541-554.
- Ferguson IK, Skvarla JJ (1981) The Pollen Morphology of the subfamily Papilionoideae (Leguminosae) Pages in RME Polhill, PH Raven, eds. *Advances in Legume Systematics 2*. Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Ferguson, I. K. & Tucker, S. C. (Eds.). (1994) *Advances in Legume Systematics: Part 6. Structural Botany*. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 271p.
- Fernandes, A. 1996. O Táxon *Aeschynomene* no Brasil. Edições UFC, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 128p.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 26 Fev. 2017.
- Gillett JB. 1958. Notes on *Tephrosia* in tropical Africa. *Kew Bull.* 13:111–132.
- Herendeen, P. S. & Dilcher, D. L. (Eds.). 1992. *Advances in Legume Systematics: Part 4. The Fossil Record*. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 336p.
- Herendeen, P. S., Bruneae, A. & Pollard, P. S. (Eds.). 2000. *Advances in Legume Systematics: Part 9*. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 403p.
- Hu J, Lavin M, Wojciechowski MF, Sanderson MJ. 2002. Phylogenetic Analysis of Nuclear Ribosomal ITS/5.8S Sequences in the Tribe Millettieae (Fabaceae): *Poecilanthecyclolobium*, the core Millettieae, and the *Callerya* Group. *Syst. Bot.* 27(4): pp. 722–733
- Hutchinson, J. 1964. *The Genera of Flowering Plants*, v. 1. Oxford University Press, Oxford.
- Klitgaard, B. B. & Bruneau A (Eds.). (2003) *Advances in Legume Systematics: Part 10. Higher Level Systematics*. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 422p.

- Klitgaard BB, Lavin M. 2005. Tribe Dalbergieae sens. lat. Pages: 307–335 in GP Lewis, BD Schrire, BA MacKinder, M Lock, eds. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Lakhanpal RN.(1970) Tertiary Floras of India and Their Bearing on the Historical Geology of Region. *Taxon* 19(5): 675-694.
- Laksmi P, Khan AAP, Reddy PN, Lakshminarayana K, Ganapaty S (2008) Genetic Relationship Among *Tephrosia* Species as Revealed by RAPD Analysis. *Asian J. Biol. Sci.* 1 (1): 1-10.
- Lavin M, Pennington RB, Klitgaard BB, Spreti JI, Lima HC, Gasson PE. 2001. The Dalbergioid legumes (Fabaceae): Delimitation of a pantropical monophyletic clade. *Amer. J. Bot.* 88: 503-533.
- Lavin M, Herendeen PS, Wojciechowski MF. 2005. Evolutionary Rates Analysis of Leguminosae Implicates a Rapid Diversification of Lineages during the Tertiary. *Syst. Biol.* 54(4): 575-594.
- Lewis, G.P. & Schrire, B.D. (2003) Leguminosae or Fabaceae?. In B.B. Klitgaard & A. Bruneau (eds.). *Advances in Legume Systematics: Higher Level Systematics. Part 10.* The Royal Botanic Gardens, Kew, p. 1-3.
- Lewis, G.P., Schrire B., Mackinder B. & Lock M. (Eds.) (2005) *Legumes of the World.* Londres, Royal Botanic Gardens, Kew, 577p.
- Lima, L.C.P. ,Oliveira, M.L.A.A.,Souza, V.C. (2015) *Aeschynomene* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22777>>.
- LPWG - The Legume Phylogeny Working Group (2013). Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades *TAXON* 62(2): 217–248.

- LPWG - The Legume Phylogeny Working Group (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *TAXON* 66(1): 44–77.
- Mbah, C.E. and Amao, A.O. (2009). Natural foods and feeding habits of the African honey bee *Apis mellifera adansonii* Latrielle (1804) in Zaria, Northern Nigeria. *Science World Journal*, 4 (1): 11-14.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M (2007a) Fabaceae forrageiras de Interesse Apícola. Aspectos Botânicos e Polínicos. *Boletim Científico*, Nova Odessa 13:1-98.
- Moreti ACCC, Fonseca TC, Rodrigues APM, Monteiro-Hara ACBA, Barth O M (2007b) Pólen das Principais Plantas da Família Fabaceae com Aptidão Forrageira e Interesse Apícola. *R. bras. Bioci.* 5:(2) 369-398.
- Oliveira PP, Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetations of the state of Bahia, Brazil. *Grana* 49(1): 66-75.
- Perven A, Qaiser M. 1998. Pollen Flora of Pakistan – VIII: Leguminosae (Subfamily: Papilionoideae). *Tr. J. of Botany* 22: 73-91.
- Pickersgill B. & Lock J. M. (Eds.). 1996. *Advances in Legume Systematics: Part 8 Legumes of Economic Importance*. . Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 150p.
- Polhill, R.M. Classification of the Leguminosae. In F.A. Bisby, J. Buckingham e J.B. Harborne (eds.). *Phytochemical Dictionary of the Leguminosae*. v.1. Chapman & Hall, New York. p. 35-48. 1994.
- Polhill, R.M. & Raven, P.H. (Eds.). 1981. *Advances in Legume Systematics: Parts 1 & 2*. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 1050p.
- Prakash U. 1962. *Aeschynomene tertiara*, a Fossil Wood from the Deccan Intertrappean Beds of Mahurzari, near Nagpur. *Nature* 194: 314-315.

- Queiroz RT. 2012. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Tephrosia* Pers. (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) ocorrentes na América do Sul. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Biologia para obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal, UNICAMP, Campinas. 315p.
- Queiroz RT, Tozzi AMGA, Lewis GP. 2013. Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) from South America. *Plant Syst Evol.* 299:459–470.
- Queiroz, R.T.,Tozzi, A.M.G.A. 2015. *Tephrosia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Raina SN, Srivastav PK, Rao SR (1985) Nuclear DNA variation in *Tephrosia*. *Genetica* 69: 27-33.
- Raina SN, Srivastav PK, Rao SR (1985) Nuclear DNA variation in *Tephrosia*. *Genetica* 69: 27-33.
- Ramírez-Arriaga E, Navarro-Calvo, LA, Díaz-Carbajal E. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50(1): 40-54.
- Ribeiro RA, Lavin M, Lemos-Filho JP, Filho CVM, Santos FR, Lovato MB 2007 The Genus *Machaerium* (Leguminosae) is More Closely Related to *Aeschynomene* Sect. *Ochopodium* than to *Dalbergia*: Inferences From Combined Sequence Data. *Syst. Botany*, 32(4): 762–771.
- Rudd VE. 1955. The American species of *Aeschynomene* L. *Contr. U. S. Natl. Herb.* 32: 1-172.
- Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências: Rio de Janeiro.

- Schrire B. D. 2005. Tribe Millettieae. Pages 367-387. in GP Lewis, BD Schrire, BA MacKinder, M Lock, eds. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Sprent J. L. & Mckey D. (Eds.). 1994. Advances in Legume Systematics: Part 5. The Nitrogen Factor. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 256p.
- Stirton, C.H. (Ed.). 1987. Advances in Legume Systematics: Part 3. Londres, Royal Botanic Gardens, Kew. 480p.
- Teixeira AFR, Oliveira FF, Viana BF. 2007. Utilization of Flora Resources by Bees of the Genus *Frieseomelitta* Von Ihering (Hymenoptera: Apidae). Neotrop. Entomol. 35(5): 675-684.
- Verdcourt B 1970 Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the 'Flora of Tropical East Africa': I. Kew Bull. 24: 1-170.
- Verdcourt B 2000 Tribes Desmodieae, Psoraleeae and *Aeschynomene*. 175 pages in GV Pope, ed. Flora Zambesiaca 3(6). Royal Botanic Gardens, London, Kew.
- Wood Jr CE. 1949. The American barbistyled species of *Tephrosia* (leguminosae). Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. n. 170