

Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil)

Famílias: 141-Boraginaceae e 149-Gesneriaceae

Eduardo Custódio Gasparino^{1,3}, Cintia Neves de Souza¹ e Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros²

Recebido: 5.09.2013; aceito: 25.02.2014

ABSTRACT - (Pollen flora of Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, São Paulo State, Brazil). Families: 141-Boraginaceae and 149-Gesneriaceae). Pollen grains of four species of Boraginaceae (*Cordia sellowiana* Cham., *Heliotropium indicum* L., *Tournefortia breviflora* DC., *T. villosa* Salzm. ex DC.) and of two species of Gesneriaceae [*Nematanthus villosus* (Hanst.) Wiehler, *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler] occurring in the Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga were examined in the present study. Descriptions, illustrations, and observations of all species studied are presented.

Keywords: Boraginaceae, Gesneriaceae, pollen morphology

RESUMO - (Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Famílias: 141-Boraginaceae e 149-Gesneriaceae). No presente estudo foram investigados os grãos de pólen de quatro espécies pertencentes à família Boraginaceae (*Cordia sellowiana* Cham., *Heliotropium indicum* L., *Tournefortia breviflora* DC., *T. villosa* Salzm. ex DC.) e de duas espécies de Gesneriaceae [*Nematanthus villosus* (Hanst.) Wiehler, *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler] ocorrentes na “Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga”. São apresentadas descrições, ilustrações e observações para todas as espécies estudadas.

Palavras chave: Boraginaceae, Gesneriaceae, morfologia polínica

Introdução

A família Boraginaceae está representada na Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga por quatro espécies distribuídas em três gêneros: *Cordia* L. (*C. sellowiana* Cham.), *Heliotropium* L. (*H. indicum* L.), *Tournefortia* L. (*T. breviflora* DC. e *T. villosa* Salzm. ex DC.), como descrito por Nagatani & Rossi (2000). Já Gesneriaceae, segundo Chautems (2000), apresenta na Reserva apenas duas espécies, uma de *Nematanthus* [*N. villosus* (Hanst.) Wiehler] e uma de *Sinningia* [*S. allagophylla* (Mart.) Wiehler].

Segundo os principais trabalhos polínicos, Boraginaceae é uma família euripolínica e apresenta grãos de pólen em mônades, isopolares ou

heteropolares, pequenos a médios, âmbito subcircular, circular, lobado a subtriangular, prolatos, subprolatos, prolato-esferoidais, oblato-esferoidais a suboblato, 3-porados, 3(-4)5(-7-8)9(-11)-colporados, 3(-4)6 heterocolporados, endocingulados, colpos longos ou curtos, estreitos ou largos, endoaberturas lalongadas, lolongadas ou circulares, exina psilada, escabrada, perfurada, microrreticulada, reticulada, granulada, espinhosa, rugulada, verrugosa ou gemada (Erdtman 1952, Barth & Silva 1963, Marticorena 1968, Huang 1972, Nowicke & Ridgway 1973, Sahay 1973, Nowicke & Skvarla 1974, Clarke 1977, Clarke *et al.* 1979, Miranda *et al.* 1980, Diez 1984, Taroda 1984, Palácios-Chávez & Quiroz-Garcia 1985, Quiroz-Garcia & Palácios-Chávez 1985, Qureshi & Qaiser

1. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Departamento de Biologia aplicada à Agropecuária, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14.884-900 Jaboticabal, SP, Brasil
2. Instituto de Botânica, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
3. Autor para correspondência: ecgasparino@fcav.unesp.br

1987, Moncada & Herrera 1988, Miranda & Andrade 1990, Nowicke & Miller 1990, Diez & Valdes 1991, Palácios-Chavez *et al.* 1991, Roubik & Moreno 1991, Ning *et al.* 1995, Perveen *et al.* 1995, Scheel & Barth 1995, Scheel *et al.* 1996, Quiroz-Garcia *et al.* 1997, Hargorve & Simpson 2003, Melhem *et al.* 2003, Melo *et al.* 2006, Maggi *et al.* 2008, Binzet & Orcan 2009, Gasparino & Cruz-Barros 2009, Binzet *et al.* 2010).

Para Gesneriaceae foram descritos grãos de pólen em mônades, isopolares, pequenos a grandes, âmbito subcircular, circular, circular-lobado a subtriangular, prolatos, subprolatos, prolato-esferoidais, oblato-esferoidais, suboblato a oblato, 3-colpados, (2-)3(-4)-colporados, colporoidados, colpos longos ou curtos, estreitos ou largos, endoaberturas lalongadas, lolongadas ou circulares, exina reticulada, microrreticulada, psilada, perfurada, rugulada, verrugosa ou fossalada (Erdtman 1952, Campos 1962, Melhem & Mauro 1973, Salgado-Labouriau 1973, Nowicke 1974, Howard 1975, Williams 1978, Felice *et al.* 1981, Fritze & Williams 1988, Roubik & Moreno 1991, Luegmayer 1993a, b, Yan *et al.* 1995, Xifreda 1996, Yan *et al.* 1997, Schlag-Edler & Kiehn 2001, Melhem *et al.* 2003, Palee *et al.* 2003, Weber 2004, Gasparino 2008, Fourny *et al.* 2010, Gasparino *et al.* 2011, 2013).

O objetivo deste trabalho foi descrever os grãos de pólen das espécies de Boraginaceae e Gesneriaceae ocorrentes na Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI).

Material e métodos

O presente estudo faz parte do projeto elaborado por Melhem *et al.* (1984), que visa a caracterização dos grãos de pólen das espécies ocorrentes nesta área complementando os estudos taxonômicos para as espécies nativas como planejado em Melhem *et al.* (1981). O formato atual da Flora Polínica da Reserva segue Cruz-Barros & Souza (2005).

Para a realização do presente estudo foram obtidos botões florais de exsicatas depositadas no Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo” (SP). Quando os materiais selecionados não apresentavam botões florais (estavam em frutos ou não apresentavam material polínico) optou-se por coletas provenientes de outras localidades.

Os grãos de pólen foram acetolisados segundo a técnica clássica de Erdtman (1960) acrescida das modificações propostas por Melhem *et al.* (2003).

As ilustrações foram obtidas digitalmente com um sistema fotográfico Leica IM50 acoplado a um microscópio óptico.

As descrições polínicas e terminologia adotadas foram baseadas nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007). A definição da largura das aberturas seguiu Gasparino *et al.* (2013). Foram utilizadas as seguintes abreviaturas: B: brevistila; ca.: cerca de; compr.: comprimento; diâm.: diâmetro; E: diâmetro equatorial em vista equatorial; L: longistila; larg.: largura; P: diâmetro polar em vista equatorial.

As lâminas utilizadas foram incorporadas à Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Botânica, com duplicatas depositadas na Palinoteca do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV), como material testemunho.

Resultados e Discussão

Família: 141-Boraginaceae

Cordia L.

1. *Cordia sellowiana* Cham.

Figuras 1-5

Forma: esferoidal, âmbito circular.

Aberturas: 3 cólporos, colpos longos, estreitos, sem margem e de extremidade afilada, membrana do colpo ornamentada, endoaberturas lalongadas.

Exina: espiculada.

Medidas (μm): *F.C. Hoehne s.n.*, SP28776 (B): P = $37,6 \pm 0,6$; E = $36,3 \pm 0,4$; diâm. equatorial em vista polar = $40,5 \pm 0,5$; apocolpo ca. 12,2; cólporo compr. ca. 22,6, larg. ca. 2,8; endoabertura compr. ca. 5,4, larg. ca. 8,0; exina ca. 3,1, sexina ca. 2,2, teto ca. 0,5 e nexina ca. 0,9.

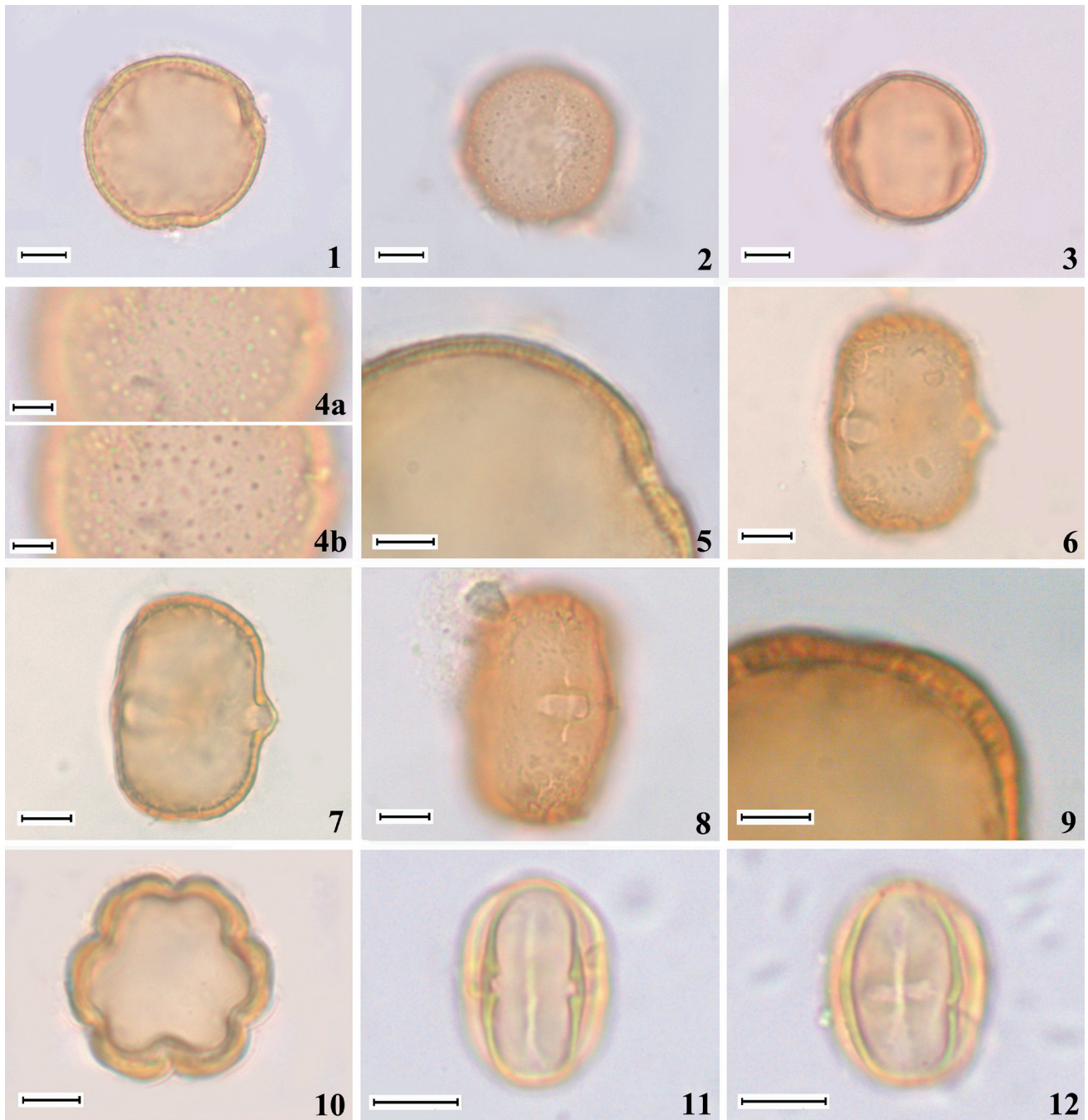
A.M.R. Cruz et al. 45 (B): P = 35,1; E = 41,3; diâm. equatorial em vista polar = 36,8.

M. Goes et al. s.n., SP204164 (B): P = 37,5; E = 44,4; diâm. equatorial em vista polar = 41,2.

N.A. Rosa & J.M. Pires 3746 (B): P = 38,7; E = 40,4; diâm. equatorial em vista polar = 37,7.

M.G.L. Wanderley et al. 113 (L): P = 34,6; E = 36,6; diâm. equatorial em vista polar = 36,7.

Observações: Os materiais da Reserva, *P. Gonçalves & M. Kuhlmann 3177* (SP), *M. Goes et al. s.n.*, SP2040064, *S. Romaniuc Neto 165* (SP), *M. Sugiyama et al. 515* (SP) e *F. Barros 1858* (SP),



Figuras 1-12: Fotomicrografias dos grãos de pólen dos gêneros *Cordia*, *Heliotropium* e *Tournefortia* (Boraginaceae). Figuras 1-5. *Cordia sellowiana* Cham. 1. Vista polar. 2. Vista equatorial evidenciando o cólporo. 3. Vista equatorial em corte óptico. 4. L.O. em dois níveis de focalização. 5. Detalhe da exina em corte óptico. Figuras 6-9. *Heliotropium indicum* L. 6. Vista equatorial evidenciando a ornamentação. 7. Vista equatorial em corte óptico, evidenciando o fastígio. 8. Vista equatorial evidenciando o cólporo. 9. Detalhe da exina em corte óptico. Figuras 10-12. *Tournefortia breviflora* DC. 10. Vista polar. 11. Vista equatorial evidenciando o colpo. 12. Vista equatorial evidenciando o cólporo. Barras das escalas = 5 μ m (Figuras 4-5, 9-10); 10 μ m (Figuras 1-3, 6-8, 11-12).

Figures 1-12: Photomicrographs of pollen grains of the genera *Cordia*, *Heliotropium* and *Tournefortia* (Boraginaceae). Figures 1-5. *Cordia sellowiana* Cham. 1. Polar view. 2. Equatorial view showing aperture. 3. Equatorial view in optical section. 4. L.O. in high and low focus. 5. Exine in optical section. Figures 6-9. *Heliotropium indicum* L. 6. Equatorial view showing ornamentation. 7. Equatorial view in optical section, showing the fastigium. 8. Equatorial view showing aperture. 9. Exine in optical section. Figures 10-12. *Tournefortia breviflora* DC. 10. Polar view. 11. Equatorial view showing the colpus. 12. Equatorial view showing the colporus. Bar = 5 μ m (Figuras 4-5, 9-10); 10 μ m (Figuras 1-3, 6-8, 11-12).

citados por Nagatami & Rossi (2000), não foram estudados pela escassez de material polínico ou por possuírem apenas frutos. O gênero *Cordia* apresenta heterostilia em suas flores e por esse motivo os materiais foram identificados como apresentando flores brevistilas (B) ou longistilas (L). A espécie aqui analisada, foi anteriormente estudada nos trabalhos de Barth & Silva (1963), Taroda (1984), Scheel & Barth (1995), Scheel *et al.* (1996) e Gasparino & Cruz-Barros (2009); nos quais os dados referentes à ornamentação, número e tipo de abertura são similares aos aqui encontrados. Houve divergência somente com os dados de Taroda (1984) em relação à forma dos grãos de pólen, descrita pela autora como prolatoesferoidais. Gasparino & Cruz-Barros (2009) também encontraram valores de diâmetros ligeiramente maiores para os grãos de pólen de flores brevistilas em *C. sellowiana*, o que foi corroborado no presente estudo.

Material estudado: 15-XII-1976, *A.M.R. Cruz et al.* 45 (SP); 3-XI-1977, *M. Goes et al. s.n.* (SP204164); 26-I-1932, *F.C. Hoehne s.n.* (SP28776); 30-VI-1980, *N.A. Rosa & J.M. Pires 3746* (SP); 17-XI-1977, *M.G.L. Wanderley et al. 113* (SP).

Heliotropium L.

1. *Heliotropium indicum* L.

Figuras 6-9

Forma: prolata, âmbito circular.

Aberturas: 3 cólporos, colpos curtos, estreitos, sem margem e de extremidades arredondadas; endoaberturas lalongadas com extremidades arredondadas, apresentando fastígio inconspícuo.

Exina: microrreticulada, heterobrocada.

Medidas (μm): P = $45,5 \pm 0,4$; E = $32,3 \pm 0,6$; diâm. equatorial em vista polar = $33,1 \pm 0,4$; cólporo compr. 22,2, larg. ca. 3,1; endoabertura compr. ca. 4,5, larg. ca. 9,8; exina ca. 3,0, sexina ca. 2,3, teto ca. 0,7 e nexina ca. 0,7.

Observações: Os grãos de pólen de *H. indicum* foram anteriormente estudados por Palácios-Chavez *et al.* (1991), Roubik e Moreno (1991), Scheel *et al.* (1996), Quiroz-García *et al.* (1997) e Melo *et al.* (2006). Os dados aqui obtidos comparados com os trabalhos de Palácios-Chavez *et al.* (1991), Roubik e Moreno (1991) e Quiroz-García *et al.* (1997) discordam no que diz respeito ao comprimento dos cólporos, descrito pelos autores como longos, e à ornamentação da exina, descrita como escabrada.

Melo *et al.* (2006) descreveu os grãos de pólen de *H. indicum* com âmbito triangular e fortemente fastigiados, características não observadas no presente estudo. Os trabalhos de Scheel *et al.* (1996) e Melo *et al.* (2006) destacaram ainda que o gênero *Heliotropium* apresenta espécies com grãos de pólen heterocolpados e tricolpados, como os de *H. indicum* aqui analisados.

Material estudado: 17-X-1969, *T. Sendulsky 831* (SP).

Tournefortia L.

Grãos de pólen com âmbito circular a circular-lobado; subprolato a prolato; heterocolpados, 3-colporados, 3-colpados; cólporos longos, largos a estreitos, sem margem e com extremidades arredondadas, intercalados por colpos longo, largos a estreitos, também sem margem e extremidades arredondadas; endoaberturas lalongadas, exina psilada; sexina mais espessa que a nexina.

1. *Tournefortia breviflora* DC.

Figuras 10-13

Forma: prolata, âmbito circular-lobado.

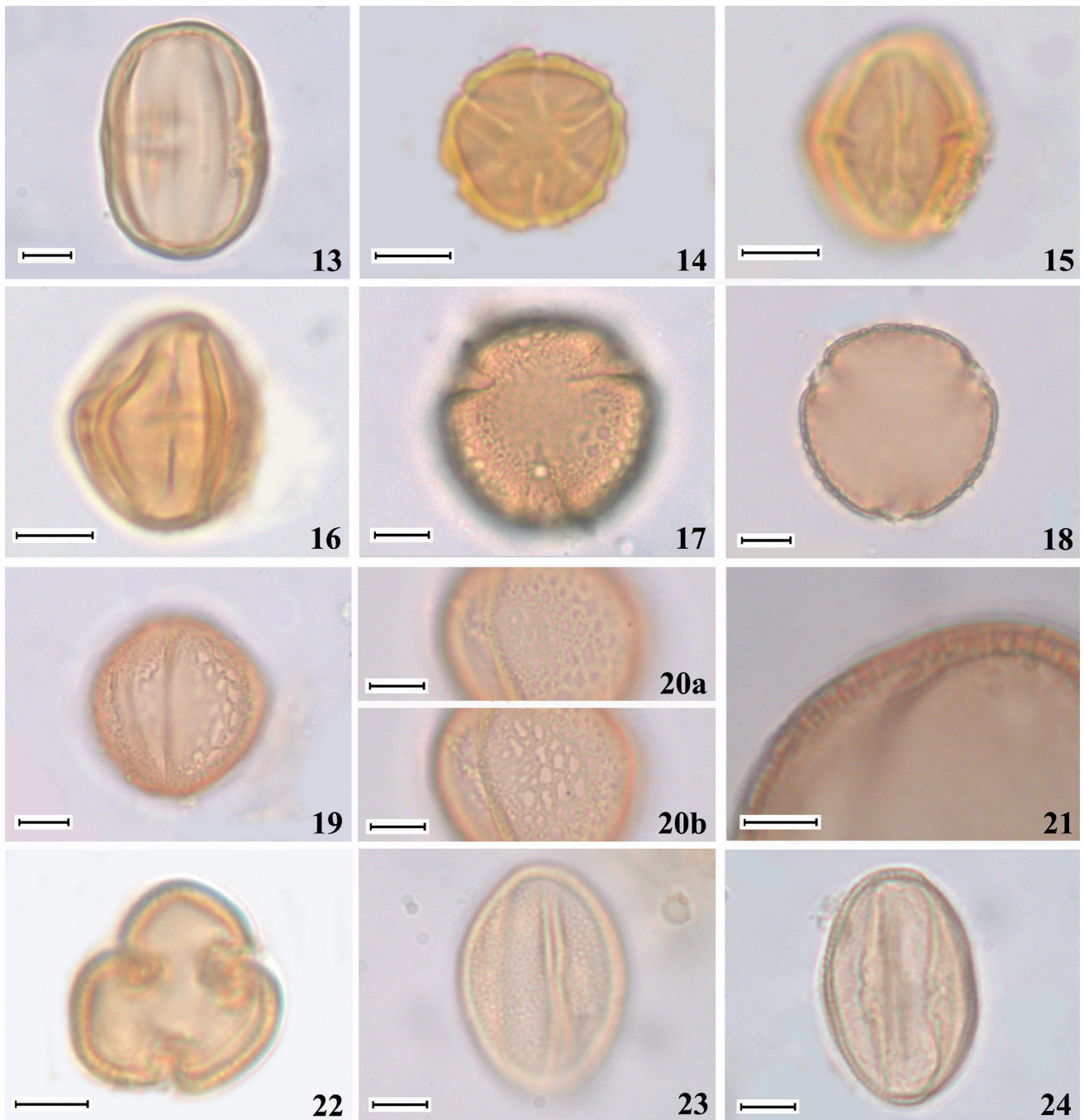
Aberturas: cólporos longos e estreitos; colpos longos e estreitos; endoaberturas lalongadas.

Exina: psilada.

Medidas (μm): P = $26,3 \pm 0,5$; E = $18,2 \pm 0,6$; diâm. equatorial em vista polar = $19,1 \pm 0,5$; apocolpo ca. 11,5; cólporo compr. ca. 22,1, larg. ca. 2,3; colpos compr. ca. 21,8, larg. ca. 3,0; endoabertura compr. ca. 2,6, larg. ca. 8,6; exina ca. 3,4, sexina ca. 2,5, teto ca. 0,5 e nexina ca. 0,9.

Observações: Ao estudar os grãos de pólen da espécie Scheel *et al.* (1996) os incluem dentro do tipo heterocolpado-psilado junto com as outras cinco espécies de *Tournefortia* estudadas pelos autores. Os dados polínicos descritos por Scheel *et al.* (1996) são similares aos aqui encontrados, quanto à forma, âmbito, tipo e número de abertura, valores de diâmetros e ornamentação da exina, no entanto os autores descrevem grãos de pólen com colpos estreitos e as camadas da exina com espessura similares, diferindo do presente estudo. Scheel *et al.* (1996) destacaram a presença de alguns grãos de pólen 4-colporados, 4-colpados para a espécie, o que não foi aqui observado.

Material estudado: 27-VII-1979, *S.A. Corrêa et al. 19* (SP).



Figuras 13-24: Fotomicrografias dos grãos de pólen dos gêneros *Tournefortia* (Boraginaceae), *Nemanthus* e *Sinningia* (Gesneriaceae). Figura 13. *Tournefortia breviflora* DC. Vista equatorial em corte óptico. Figuras 14-16. *Tournefortia villosa* Salzm. ex DC. 14. Vista polar. 15. Vista equatorial evidenciando o colpo. 16. Vista equatorial evidenciando o cólporo. Figuras 17-21. *Nemanthus villosus* (Hanst.) Wiehler. 17. Vista polar evidenciando a ornamentação. 18. Vista polar em corte óptico. 19. Vista equatorial evidenciando o colpo. 20. L.O. em dois níveis de focalização. 21. Detalhe da exina em corte óptico. Figuras 22-24. *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler. 22. Vista polar. 23. Vista equatorial evidenciando o cólporo. 24. Vista equatorial em corte óptico. Barras das escalas = 5 μm (Figuras 13, 21-24); 10 μm (Figuras 14-20).

Figures 13-24: Photomicrographs of pollen grains of the genera *Tournefortia* (Boraginaceae), *Nemanthus* and *Sinningia* (Gesneriaceae). Figure 13. *Tournefortia breviflora* DC. Equatorial view in optical section. Figures 14-16. *Tournefortia villosa* Salzm. ex DC. 14. Polar view. 15. Equatorial view showing the colpus. 16. Equatorial view showing the colporus. Figures 17-21. *Nemanthus villosus* (Hanst.) Wiehler. 17. Polar view showing ornamentation. 18. Polar view in optical section. 19. Equatorial view showing aperture. 20. L.O. in high and low focus. 21. Exine in optical section. Figures 22-24. *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler. 22. Polar view. 23. Equatorial view showing aperture. 24. Equatorial view in optical section. Bar = 5 μm (Figuras 13, 21-24); 10 μm (Figuras 14-20).

2. *Tournefortia villosa* Salzm. ex DC.

Figuras 14-16

Forma: subprolata, âmbito circular.

Aberturas: cólporos longos e estreitos; colpos longos e estreitos; endoaberturas lalongadas.

Exina: psilada.

Medidas (μm): P = $22,1 \pm 0,3$; E = $18,4 \pm 0,5$; diâm. equatorial em vista polar = $19,1 \pm 0,5$; apocolpo ca. 6,2; cólporo compr. ca. 16,3, larg. ca. 1,8; colpos compr. ca. 17,3, larg. ca. 1,9; endoabertura compr. ca. 2,3, larg. ca. 8,9; exina ca. 2,6, sexina ca. 1,8, teto ca. 0,5 e nexina ca. 0,8.

Observações: Os grãos de pólen de *T. villosa* foram analisados por Scheel *et al.* (1996) e são similares aos aqui estudados principalmente quanto à forma, as aberturas e a ornamentação da exina, no entanto, os autores observaram as camadas da exina com espessura similares e descreveram grãos de pólen com diâmetros ligeiramente maiores aos aqui mensurados. Assim como em *T. breviflora*, Scheel *et al.* (1996) observaram a variação no número de cólporos e colpos para os grãos de pólen de *T. villosa*, o que não foi encontrado no presente estudo.

Material estudado: 30-XI-1982, *A.C. Maruffa et al.* 71 (SP).

Chave para as espécies de *Tournefortia*

- 1. Grãos de pólen prolatos, âmbito circular-lobado ...
..... *T. breviflora*
- 1. Grãos de pólen subprolatos, âmbito circular
..... *T. villosa*

Família: 149-Gesneriaceae

Nematanthus Schrad.

1. *Nematanthus villosus* (Hanst.) Wiehler

Figuras 17-21

Forma: subprolata, âmbito subtriangular.

Aberturas: 3 colpos longos, estreitos, com margem, extremidades afiladas.

Exina: reticulada, heterobrocada, muros retos, lumens menores no apocolpo.

Medidas (μm): P = $48,5 \pm 0,9$; E = $39,7 \pm 0,7$; diâm. equatorial em vista polar = $42,5 \pm 0,9$; apocolpia ca. 11,2; colpo compr. ca. 39,2, larg. ca. 3,1, margem ca. 2,0; exina ca. 1,9, sexina ca. 1,1, teto ca. 0,5 e nexina ca. 0,8.

Observações: Os grãos de pólen de *Nematanthus villosus* foram estudados anteriormente por Gasparino *et al.* (2013). Os dados descritos pelos autores são similares aos obtidos no presente estudo quanto à forma, âmbito, aberturas e ornamentação dos grãos de pólen, no entanto os valores de diâmetros aqui medidos são ligeiramente menores que no referido trabalho.

Material estudado: VII-1938, *F.C. Hoehne* (SP39654).

Sinningia Ness

1. *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler

Figuras 22-24

Forma: prolata, âmbito circular-lobado.

Aberturas: 3 cólporos longos, estreitos, com margem, endoaberturas lolongadas de difícil visualização.

Exina: microrreticulada, homobrocada.

Medidas (μm): *F.S. Cavalcante & I.T. Menezes* 9: P = $23,1 \pm 0,6$; E = $16,5 \pm 0,4$; diâm. equatorial em vista polar = $18,2 \pm 0,7$; apocolpia ca. 4,6; cólporo compr. ca. 19,2, larg. ca. 2,3, margem ca. 0,8; endoabertura compr. ca. 3,5, larg. ca. 2,1; exina ca. 1,2, sexina ca. 0,8, teto ca. 0,5 e nexina ca. 0,4.

R. Faria & O.G. Fonseca s.n., SP99413: P = 24,4; E = 18,1; diâm. equatorial em vista polar = 18,6.

Observações: Os grãos de pólen de *S. allagophylla* analisados por Gasparino (2008) apresentaram diâmetros ligeiramente maiores aos aqui observados. A morfologia polínica descrita no presente estudo para a espécie corroboram os dados de Gasparino (2008), pois foram encontrados caracteres similares quanto à forma, âmbito, número e tipo das aberturas e ornamentação da exina.

Material estudado: 24-XI-1976, *F.S. Cavalcante & I.T. Menezes* 9 (SP); 23-XI-1966, *R. Faria & O.G. Fonseca s.n.* (SP99413).

Literatura citada

- Barth, O.M. & Melhem, T.S.** 1988. Glossário ilustrado de palinologia. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Barth, O.M. & Silva, S.A.F.** 1963. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional. IV - Cunoniaceae, Rosaceae e Connaraceae. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 61: 411-427.
- Binzet, R. & Orcan, N.** 2009. Anatomical and Palynological investigations on endemic *Onosma mersinana* Riedl. Pakistan Journal of Botany 41: 503-510.

- Binzet, R., Kandemir, I. & Orcan, N.** 2010. Palynological classification of *Onosma* L. (Boraginaceae) species from east Mediterranean region in Turkey. *Acta Botanica Croatica* 69: 259-274.
- Campos, S.M.** 1962. Pollen grains of plants of the “Cerrado” – IV. *Revista Brasileira da Biologia* 22: 307-315.
- Chautems, A.** 2000. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 149-Gesneriaceae. *Hoehnea* 27: 31-32.
- Clarke, G.C.S.** 1977. The Northwest European Pollen Flora, 10. Boraginaceae. *Review of Paleobotany and Palynology* 24: 50-101.
- Clarke, G.C.S., Chanda, S. & Sahay, S.** 1979. Pollen morphology in the genus *Pardoglossum* (Boraginaceae) with some observations on heterocolpate pollen. *Review of Palaeobotany and Palynology* 28: 301-309.
- Cruz-Barros, M.A.V. & Souza, L.N.** 2005. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 10-Piperaceae. *Hoehnea* 32: 77-85.
- Diez, M.J.** 1984. Contribucion al atlas palinológico de Andalucía Occidental. I. Boraginaceae. *Lagascalia* 13: 147-171.
- Diez, M.J. & Valdes, B.** 1991. Pollen morphology of the tribes Eritrichieae and Cynoglosseae (Boraginaceae) in the Iberian Peninsula and its taxonomic significance. *Botanical Journal of The Linnean Society* 101: 49-66.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms. *Almqvist & Wiksell*, Stockholm.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 61-564.
- Felice, M.A.C., Sanchis, A.M. & Villar, L.M.** 1981. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”* 2:77-89.
- Fourny, A.C.S., Mendonça, C.B.F., Lopes, T.C.C. & Gonçalves-Esteves, V.** 2010. Palinologia de espécies de Gesneriaceae Rich. & Juss. ocorrentes no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 812-824.
- Fritze, K.J. & Williams, N.H.** 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 168-191.
- Gasparino, E.C.** 2008. Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- Gasparino, E.C. & Cruz-Barros, M.A.V.** 2009. Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 33-55.
- Gasparino, E.C., Cruz-Barros, M.A.V., Chautems, A. & Galleti, S.R.** 2011. Palinotaxonomia de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae - Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocorrentes no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 321-333.
- Gasparino, E.C., Cruz-Barros, M.A.V. & Chautems, A.** 2013. Pollen morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). *Grana* 52: 285-274.
- Hargorve, L. & Simpson, M.** 2003. Ultrastructure of heterocolpate pollen in *Cryptantha* (Boraginaceae). *International Journal of Plant Science* 164: 137-151.
- Howard, R.A.** 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* 56: 364-368.
- Huang, T.C.** 1972. Pollen Flora of Taiwan: National Taiwan University, Botany Department Press, Taiwan.
- Luegmayer, E.** 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. *Blumea* 38: 25-38.
- Luegmayer, E.** 1993b. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). *Grana* 32: 221-232.
- Maggi, F., Kolarcik, V. & Martonfi, P.** 2008. Palynological analysis of five selected *Onosma* taxa. *Biologia* 63: 183-186.
- Martcorena, P.C.** 1968. Granos de polen de plantas chilenas. *Gayana Botânica* 17: 36-60.
- Melhem, T.S. & Mauro, C.** 1973. Pollen morphological studies in Gesneriaceae. *Hoehnea* 3: 13-27.
- Melhem, T.S., Giulietti, A.M., Forero, E., Barroso, G.M., Silvestre, M.S.F., Jung, S.L., Makino, H., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.C., Wanderley, M.G.L., Kirizawa, M. & Muniz, C.** 1981. Planejamento para a elaboração da Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 9: 63-74.
- Melhem, T.S., Makino, H., Melo, Silvestre, M.S.F., Cruz, M.A.V. & Jung-Mendacoli, S.L.** 1984. Planejamento para a elaboração da Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 11: 1-7.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F., & Esteves, V.L.G.** 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Melo, J.I.M., Sales, M.F. & Santos, F.A.R.** 2006. Morfologia polínica das espécies de *Heliotropium* L. (Boraginaceae) ocorrentes em Pernambuco, Brasil. *Ernstia* 16: 69-79.
- Miranda, M.M.B. & Andrade, T.A.P.** 1990. Fundamentos de palinologia: principais tipos polínicos do litoral cearense. *Imprensa Universitária: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza*.

- Miranda, M.M.B., Cavalcante, M.P.P & Godim, M.E.R.** 1980. Pólen das plantas silvestres do Ceará VI. Litoral. Famílias Anacardiaceae, Annonaceae, Boraginaceae, Combretaceae, Sterculiaceae, Malpighiaceae, Polygonaceae, Rutaceae e Turneraceae. Revista Brasileira de Farmácia 61: 21-28.
- Moncada, M. & Herrera, P.O.** 1988. La palinología del género *Cordia* (Angiospermae: Boraginaceae) en Cuba. Acta Botanica Cubana 58: 1-10.
- Nagatani, Y. & Rossi, L.** 2000. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga - São Paulo, Brasil: 141-Boraginaceae. Hoehnea 27: 95-98.
- Ning, J.C., Xi, Y.Z. & Zhang, Y.L.** 1995. A comparative palynological study on the *Maharanga* and *Onosma* (Boraginaceae): Acta Phytotaxonomica Sinica 33: 52-57.
- Nowicke, J.W.** 1974. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. Brittonia 26: 37-41.
- Nowicke, J.W. & Miller, J.S.** 1990. Pollen morphology of the Cordioideae (Boraginaceae). *Auxemma, Cordia* and *Patagonula*. Plant Systematics and Evolution 5: 103-121.
- Nowicke, J.W. & Ridgway, J.E.** 1973. Pollen studies in the genus *Cordia* (Boraginaceae). American Journal of Botany 60: 584-591.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J.** 1974. A palynological investigation of the genus *Tournefortia* (Boraginaceae). American Journal of Botany 61: 1021-1036.
- Palacios-Chávez, R. & Quiroz-García, D.L.** 1985. Catálogo palinológico para la flora de Veracruz. Familia Boraginaceae, género *Cordia*. Biotica 10: 1-113.
- Palacios-Chávez, R., Ludlow-Wiechers, B. & Villanueva, R.** 1991. Flora palinológica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'Na, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Veracruz.
- Palee, P., Sampson, F.B. & Anusarnsunthorn, V.** 2003. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. The Natural History Bulletin of Siam Society 51: 225-240.
- Perveen, A., Qureshi, U.S. & Qaiser, M.** 1995. Pollen flora of Pakistan-IV Boraginaceae: Pakistan Journal of Botany 27: 327-360.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Paleobotany and Palybology 143: 1-81.
- Quiroz-García, D.L. & Palacios-Chávez, R.** 1985. Catálogo palinológico para la flora de Veracruz: *Heliotropium*. Biótica 10: 344-358.
- Quiroz-García D.L., Palacios-Chávez, R. & Arreguín-Sánchez, M.L.** 1997. Morfología de los granos de polen de la familia Boraginaceae de la estación de biología Chamela, Jalisco, México. Polibotánica 4: 37-53.
- Qureshi, U.S. & Qaiser, M.** 1987. Palynological study of *Onosma* (Boraginaceae) From Pakistan: Pakistan Journal of Botany 19: 99-105.
- Roubik, D. W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. Monograph in Systematic Botany 36: 1-268.
- Sahay, S.K.** 1973. Pollen morphology in *Heliotropium*. Journal of Palynology 9: 167-173.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Salgado-Labouriau, M.L., Vanzolini, P.E. & Melhem, T.S.** 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. Grana Palynologica 6: 166-176.
- Scheel, R. & Barth, O.M.** 1995. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXIX: Boraginaceae. Revista Brasileira de Biologia 55: 769-776.
- Scheel, R., Ybert, J-P. & Barth, O.M.** 1996. Pollen morphology of the Boraginaceae from Santa Catarina State (southern Brazil), with comments on the taxonomy of the family. Grana 35: 138-153.
- Schlag-Eidler, B. & Kiehn, M.** 2001. Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. Grana 40: 192-196.
- Taroda, N.** 1984. Taxonomic studies on Brazilian species of *Cordia* L. (Boraginaceae). Philosophy Doctor Thesis, University of Saint Andrews, Saint Andrews.
- Weber, A.** 2004. Gesneriaceae. In: K. Kubitzki & J. W. Kadereit (eds.). The families and genera of vascular plants. Springer Verlag, Berlin v. 7: 63-158.
- Williams, N.H.** 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. Selbyana 2: 310-322.
- Xifreda, C.C.** 1996. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). Darwiniana 34: 383-388.
- Yan Zhi-jian, Li Zhen-yu & Wang Fu-hsiung** 1995. Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. Cathaya 7: 99-104.
- Yan Zhi-jian, Li Zhen-yu & Wang Fu-hsiung** 1997. Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. Harvard Papers of Botany 10: 113-120.