

## Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo<sup>1</sup>

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO<sup>2,3</sup> e MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ BARROS<sup>2</sup>

(recebido: 28 de fevereiro de 2008; aceito: 07 de novembro de 2008)

**ABSTRACT** – (Palynotaxonomy of Cordiaceae (Boraginales) from São Paulo State). The pollen morphology of 18 heterostylic species, representing 2 genera, of Cordiaceae from the state of São Paulo were investigated. The pollen grains were acetolyzed, measured, described and photomicrographed under light microscope, and when necessary, under scanning electron microscope. *Cordia* has 3-colporate pollen grains with long colpus and lalongate endoaperture, the exine is spiny to spinulate-verrucate. *Varronia* has 3-porate pollen grains and pores with operculum, the exine is reticulated, homobrochate to heterobrochate. In most of the species the pollen grains of the long-styled (pin) flowers have higher diameter values. Although *Cordia* and *Varronia* can be easily distinguished based on pollen morphology, both genera are stenopalynous and it is not possible to distinguish species based on pollen grains morphology, though different group of species have pollen grains with different average size, size measures overlap.

Key words - Boraginaceae, Cordiaceae, heterostyly, pollen grains

**RESUMO** – (Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo). É apresentado o estudo polínico das 18 espécies heterostílicas de Cordiaceae, representando dois gêneros, ocorrentes no Estado de São Paulo, visando interpretar a morfologia polínica e fornecer dados para a taxonomia da família. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotomicrografados em microscopia óptica. Para observar detalhes da ornamentação, grãos de pólen não acetolisados foram analisados em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A morfologia polínica revelou dois tipos polínicos: *Cordia* com grãos de pólen 3-colporados, colpos longos e endoaberturas lalongadas, exina espinhosa a espículo-verrugosa e *Varronia* com grãos de pólen 3-porados, poros com opérculos, exina reticulada, homoreticulada a heteroreticulada. Na maioria das espécies estudadas, os grãos de pólen das flores longistilas apresentaram valores maiores de diâmetros. Os dados obtidos mostram Cordiaceae como euripolínica, enquanto que os gêneros *Cordia* L. e *Varronia* P. Br. são estenopolínicos.

Palavras-chave - Boraginaceae, Cordiaceae, grãos de pólen, heterostilia

### Introdução

A família Boraginaceae é tradicionalmente dividida em quatro subfamílias: Ehretioideae, Cordioideae, Helitropioideae e Boraginoideae (Johnston 1950, Nowicke & Miller 1990, Miller 2007). Porém, estudos moleculares recentes evidenciaram a elevação destas subfamílias ao nível de famílias (Gottschling *et al.* 2001, 2005, Miller 2007, Miller & Gottschling 2007).

Cordiaceae é considerada uma família monofilética, cosmopolita e provavelmente a mais complexa de Boraginales (Nowicke & Ridgway 1973, Taroda & Gibbs 1986, Miller & Gottschling 2007). Possui aproximadamente 350 espécies (Judd *et al.* 1999, Miller 2001), com grande diversidade no Novo Mundo e cerca de 65 espécies no

Brasil (Taroda & Gibbs 1986). Atualmente a família abrange os gêneros *Coldenia* L., *Cordia* L. e *Varronia* P. Br., sendo nativas no Brasil somente espécies de *Cordia* L. e *Varronia* P. Br. (Barroso *et al.* 1986, Cavalheiro *et al.* 2003, Miller & Gottschling 2007).

A heterostilia, característica bem conhecida nas espécies de Cordiaceae (Tomlinson 1974, Opler *et al.* 1975, Ganders 1979, Gibbs & Taroda 1983) é um polimorfismo floral controlado geneticamente no qual as flores diferem reciprocamente nos comprimentos de estiletos e estames (Ganders 1979). Este polimorfismo floral é geralmente acompanhado de um sistema de auto-incompatibilidade que impede a autofecundação (Barret 1990, Gibbs 1990, Jung-Mendaçolli & Melhem 1995) e pode ser representado por duas ou três formas florais (distílica e trístílica), havendo, às vezes, diferenças no tamanho e quantidade de grãos de pólen produzidos pelas diferentes formas florais, assim como na ornamentação da exina dos grãos de pólen, nas papilas estigmáticas e no tamanho e morfologia da corola (Ganders 1979).

A partir do trabalho de Erdtman (1952), foram realizados outros estudos sobre a morfologia polínica de

1. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, SP, Brasil.  
2. Instituto de Botânica, Seção de Dicotiledôneas, Caixa Postal 3005, 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.  
3. Autor para correspondência: ebotanic@yahoo.com.br

algumas espécies da família, destacando-se os trabalhos de Nowicke & Ridgway (1973), Taroda (1984), Palácios-Chávez & Quiroz-García (1985), Moncada & Herrera (1988), Nowicke & Miller (1990) e Scheel *et al.* (1996).

Tendo em vista que os trabalhos envolvendo a morfologia polínica de Cordiaceae sempre estão relacionados com espécies isoladas e raramente comparam de forma criteriosa os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas, o objetivo deste trabalho foi estudar a morfologia polínica de 18 espécies da família listadas como nativas para o estado de São Paulo (N. Taroda-Ranga, dados não publicados), fornecendo assim, dados para a sua taxonomia, além de verificar as diferenças quantitativas e qualitativas entre os grãos de pólen das espécies heterostílicas.

### Material e métodos

Os materiais utilizados para as preparações palinológicas foram obtidos a partir de exsicatas dos herbários BOTU, ESA, HRCB, IBGE, R, RB, SJRP, SP, SPF, SPSF, UEC, cujos acrônimos seguem Holmgren & Holmgren (1998).

Foram estudadas separadamente as formas brevistila e longistila. Para cada espécie e forma determinou-se um espécime como “padrão”, que é citado abaixo seguido de asterisco (\*) e que foi utilizado para as descrições e ilustrações polínicas. Procurou-se, sempre que possível, estudar outros espécimes de cada espécie, denominados “material de comparação”. As lâminas com o material polínico encontram-se depositadas na palinoteca da seção de Dicotiledôneas no Instituto de Botânica de São Paulo. Devido à escassez de materiais coletados no Estado de São Paulo, algumas vezes foram examinadas coletas provenientes de outros estados.

*Cordia ecalyculata* Vell.: Brevistila: BRASIL. MINAS GERAIS: Juiz de Fora, Fazenda do Sertão, 25-XI-1946, *E.P. Heringer 1117* (SP)\*. RIO GRANDE DO SUL: Itapuã, Viamão, 13-I-1985, *M. Sobral 3688* (SP). SÃO PAULO: Ribeirão Preto, Fazenda Baixadão, 24-VII-1998, *M.A. Assis et al. 1236* (HRCB); São Paulo, Butantã, I-1921, *A. Gehrt s.n.* (SP5304); Sapopema, Salto das Orquídeas, 8-XI-1997, *C. Medri et al. 501* (HRCB). Longistila: PARANÁ: Cambé, Parque Municipal Peroba Rosa, 7-XI-1997, *V.F. Kinupp & E.M. Francisco 946* (UEC). SÃO PAULO: Mogi-Guaçu, Estação Experimental, 20-X-1977, *P.E. Gibbs & H.F. Leitão Filho 6093* (UEC); Rio Claro, Jardim da Universidade Estadual Paulista, 23-XI-1984, *A. Furlan 207* (HRCB); idem, Sítio Porteira, 12-XI-1987, *C.M. Beltrati 113* (HRCB)\*. *C. glabrata* (Mart.) DC.: Brevistila: BRASIL. GOIÁS: Padre Bernardes, 11-VIII-1974, *E.P.Heringer & Paula 13922* (UEC). MINAS GERAIS: Ituiutaba, Cachoeira Dourada, 16-VI-1946, *A. Macedo 775* (SP)\*. SÃO PAULO: Campinas, Fazenda Santa Elisa, 11-VIII-1983, *J.R. Trigo 15121* (UEC). Longistila: GOIÁS: Piranhas, 27-VII-1977, *G. Hatschbach 40134* (UEC). MATO GROSSO: Santo Antonio de Leverger, Fazenda Experimental da Universidade Federal

do Mato Grosso, 28-VIII-1996, *H.B.N. Borges 35469* (UEC). SÃO PAULO: Campinas, Instituto Agrônomo, 4-IX-1978, *H.M. Souza 8354* (UEC); idem, Bosque das Palmeiras CATI-IAC, 4-IX-1991, *H. Lorenzi s.n.* (SP262131); idem, Parque Ecológico da Universidade Estadual de Campinas, 27-VII-1993, *D.A. Santin 309915* (UEC)\*. *C. magnoliifolia* Cham.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Butantã, 10-XII-1924, *A. Gehrt et al. s.n.* (SP18135)\*; idem, Alto da Lapa, 15-IV-1946, *W. Hoehne s.n.* (SPF11629). Longistila: RIO DE JANEIRO: Petrópolis, Caetiti, II-1944, *O.C. Góes & D. Constantino 143* (RB)\*. *C. rufescens* A. DC.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Itapetininga, XII-1943, *J.I. Lima s.n.* (RB48958)\*. Longistila: PARANÁ: Quatingá, Rodovia BR 92, 19-XI-1976, *G. Hatschbach 39243* (SP)\*; Venceslau Brás, estrada para Arapoti, 3-XII-1988, *A.O.S. Vieira et al. 240* (UEC). *C. sellowiana* Cham.: Brevistila: BRASIL. PARANÁ: Paranaguá, Morro do Joaquim, 9-XI-1985, *R.M. Brites 24695* (UEC). SÃO PAULO: Atibaia, Pico da Pedra Grande, 7-VI-1988, *A.A. Meira Neto et al. 21515* (SJRP); Birigui, Fazenda Água-Branca, 27-VII-2000, *E. Montilha et al. s.n.* (SJRP22970)\*; Campinas, Praça João Lech Júnior, 18-VIII-2000, *R. Cielo Filho 184* (UEC); Pariquera-Açu, Estação Experimental do Instituto Agrônomo, 19-IV-1995, *N.M. Ivanauskas 148* (SJRP); idem, 18-I-1996, *N.M. Ivanauskas 676* (SJRP). Longistila: SÃO PAULO: Birigui, Fazenda Água-Branca, 11-VIII-1999, *E. Montilha et al. s.n.* (SJRP20061)\*. *C. silvestris* Fresen.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Ubatuba, Picinguaba, 6-I-1993, *M.A. Assis 44* (HRCB); idem, Instituto Agrônomo de Campinas, 1-II-1996, *H.F. Leitão Filho et al. s.n.* (SP295159)\*; idem, Estação Experimental, 10-I-1979, *A.F. Silva 10995* (UEC). Longistila: PARANÁ: Morretes, Estrada da Graciosa, 30-I-1974, *G. Hatschbach 33779* (UEC)\*. *C. superba* Cham.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Mogi-Guaçu, Estação Experimental, 30-IV-1996, *G. Marinis 545* (HRCB); Pindamonhangaba, 14-IV-1934, *E. Amaral s.n.* (SP31708)\*. Longistila: SÃO PAULO: Guaratinguetá, Reserva Florestal da Escola Estadual de Especialistas da Aeronáutica, X-2000, *D.C. Cavalcanti 261* (HRCB); Itapetininga, Campo D. Pickel, 12-XI-1948, *A. Jordão s.n.* (SPSF3336)\*; Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, 20-X-1989, *O. César et al. s.n.* (HRCB11286); idem, mata ciliar, 3-III-1993, *J.V. Godoi et al. 283* (SP); Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 20-XI-1984, *A. Furlan 201* (HRCB); Taguaí, estrada para Itaporanga, 28-IX-1994, *J.Y. Tamashiro et al. 685* (UEC). *C. taguayhensis* Vell.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, Parque Estadual, 17-I-1990, *M. Imannoto s.n.* (SPSF13297)\*. Longistila: ESPÍRITO SANTO: Linhares, norte do Rio Doce, 22-II-1988, *W.W. Thomas et al. s.n.* (SPF63507)\*. SÃO PAULO: Ubatuba, Estação Experimental, 1-IX-1939, *A. Gehrt s.n.* (SP44380); idem, Ilha Anchieta, 13-XII-1999, *H.F. Leitão Filho et al. 32579* (UEC). *C. trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Birigui, Fazenda Água-Branca, 26-V-1999, *E. Montilha et al. s.n.* (SJRP19921); Cruzeiro, estrada da Fazenda Boa Vista, 5-IV-1995, *G.J. Shepherd & I. Koch 14* (SP); Gália, Estação Ecológica dos Caetetus, 29-VI-1995,

*F.C. Passos & A.C. Kim* 37 (UEC); Jundiá, Fazenda Malota, 9-V-1977, *N.H. Traldi & S.T. Souza* 25 (UEC); Potirendaba, mata ciliar do Ribeirão Cubatão, 30-IV-1999, *J.C. Souza et al.* 32 (SJRP); Teodoro Sampaio, Parque Estadual do Morro do Diabo, 16-V-1995, *M. Kirizawa et al.* 3077 (SP)\*; Votuporanga, fazenda vizinha da Estação Experimental do IAC, 16-V-1995, *L.C. Bernacci et al.* 1638 (SJRP). Longistila: SÃO PAULO: Campinas, Distrito de Barão Geraldo, 14-VI-1977, *P.E. Gibbs* 4781 (UEC); idem, Parque Ecológico da Universidade Estadual de Campinas, 27-V-1993, *D.A. Santin* 30925 (UEC); Nazaré Paulista, estrada de terra para Piracaia, 10-IV-1995, *J.Y. Tamashiro et al.* 772 (SP)\*. *Varronia calocephala* (Cham.) Fresen.: Brevistila: BRASIL. GOIÁS: Alto do Paraíso, Chapada dos Veadeiros, 18-III-1976, *J. Semir s.n.* (UEC993)\*. Longistila: GOIÁS: Serra Dourada, I-1893, *G.M. Ulle* 677 (R)\*. *V. curassavica* Jacq.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, altura do km 139 da estrada D. Pedro I, 5-X-1992, *A.P. Spina* 38 (SJRP); idem, Barão Geraldo, 16-II-1995, *A.P. Spina* 391 (UEC); Ilha Comprida, Pedrinhas, 23-VI-1999, *N. Hanazaki et al.* 192 (UEC)\*; Zacarias, mata à beira da estrada, 8-X-1999, *N. Taroda s.n.* (SJRP20333). Longistila: SÃO PAULO: Campinas, Barão Geraldo, 26-X-1994, *A.P. Spina* 348 (UEC); Cananéia, Ilha Comprida, 8-IX-1994, *J.R.R. Hoffmann et al.* 62 (HRCB); idem, Ilha Comprida, 8-IX-1994, *J.R.R. Hoffmann et al.* 66 (HRCB); Ubatuba, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Curucutu, 14-IV-2001, *J.P. Souza et al.* 3584 (UEC); idem, Praia do Puruba, 10-XI-1993, *A.P. Spina et al.* 29156 (UEC)\*; idem, Praia do Tenório e Praia do Cedro, 4-II-1996, *H.F. Leitão Filho et al.* 34652 (UEC). *V. discolor* (Cham.) Borhidi: Brevistila: BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Reserva Ecológica do IBGE, 18-XII-1995, *M.A. Silva* 2845 (IBGE). SÃO PAULO: Avaí, Aldeia Guarani, 4-II-1999, *A.P. Bertoncini & A. Cazetta Neto* 978 (SJRP); Pariquera-Açu, 22-XI-1995, *N.M. Ivanauskas* 571 (SJRP)\*; São José do Rio Preto, Bosque Municipal, 30-III-1995, *K.G. Melzi & E.R. Avelisso s.n.* (SJRP13926). Longistila: SÃO PAULO: Sete Barras, Barras de São Miguel, 13-II-1995, *H.F. Leitão Filho et al. s.n.* (SP278122)\*. *V. guazumaefolia* Desv.: Brevistila: BRASIL. GOIÁS: Aporé, margem da estrada km 72, 2-IX-1995, *M.R. Pietrobom da Silva et al.* 2412 (SJRP)\*. Longistila: SÃO PAULO: Cajuru, Fazenda Santa Carlota, 24-IX-1989, *A. Sciamarelli & J. Vicente* 264 (UEC)\*. *V. leucocephala* (Morici.) J.S. Miller: Brevistila: BRASIL. PERNAMBUCO: Sertânia, vegetação de caatinga, 22-XI-1999, *L.S. Figueiredo* 543 (SJRP)\*. Longistila: BAHIA: Montes Claros, margem da estrada BR-262 para Aracatu, 12-XII-1984, *G.P. Lewis et al. s.n.* (SPF36329)\*. *V. monosperma* Jacq.: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Campinas, Mata Santa Genebra, 14-IX-1989, *L.C. Bernacci* 34149 (UEC); idem, espontânea no campo, 25-IX-2001, *G. Figueira & V.C. Souza et al. s.n.* (SJRP25847); Itararé, Estrada de Itararé-Bom Sucesso, 11-XII-1997, *F. Chung et al.* 53 (UEC)\*; Ubatuba, Trilha da Almada, 27-VIII-1994, *M.A. Assis et al.* 300 (HRCB). Longistila: SÃO PAULO: Socorro, Bairro dos Domingues, 7-

III-2000, *M. Groppo Júnior* 375 (SPF)\*. *V. sessilifolia* (Cham.) Borhidi: Brevistila: BRASIL. MINAS GERAIS: Formosa, Parque Nacional Grande Sertão-Veredas, 1-XII-1997, *R.C. Mendonça et al.* 3329 (RB)\*; s.m., X-1862, *Lad Neto* 217 (R). SÃO PAULO: São Paulo, 30-X-1887, *A. Loefgren* 289 (R). Longistila: BRASIL. BAHIA: Pico das Almas, 1300 m altitude, 19-II-1987, *R.M. Harley et al. s.n.* (SPF49775)\*. *V. truncata* (Fresen.) Borhidi: Brevistila: BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Reserva Ecológica do IBGE, 28-I-1987, *M.A. Silva et al.* 347 (IBGE)\*. Longistila: DISTRITO FEDERAL: Fazenda Água Limpa, Universidade de Brasília, 9-I-1990, *D. Alvarenga & F.C.A. Oliveira* 585 (IBGE)\*. *V. urticifolia* (Cham.) J.S. Miller: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Ilha Bela, XI-1990, *V.C. Souza* 9472 (SJRP); Nazaré Paulista, Represa Atibainha, 1-VI-1996, *V.C. Souza et al.* 11203 (ESA); Ubatuba, Estação Experimental, 24-XI-1938, *A.S. Costa & I. Ramos et al. s.n.* (SPSF4421)\*. Longistila: SÃO PAULO: Campinas, Pasto Possi & Borghi, 12-VI-1936, *J. Santoro s.n.* (SPSF637)\*.

Para a análise em microscopia óptica, foi utilizado o método de acetólise de Erdtman modificado (Melhem *et al.* 2003). Os grãos de pólen foram medidos dentro do prazo máximo de uma semana (Melhem & Matos 1972, Salgado-Labouriau 1973). No material padrão foram medidos os diâmetros, em 25 grãos de pólen acetolizados, tomados ao acaso e distribuídos em pelo menos três lâminas (Salgado-Labouriau *et al.* 1965). Para outros caracteres como aberturas, espessura das camadas da exina, espinhos e tamanho dos lumens foram feitas sempre que possível 10 medidas, o mesmo ocorrendo para as medidas dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação. Foram realizados tratamentos estatísticos adequados ao tamanho das amostras. Para comparar as médias duas a duas utilizou-se o intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981, Zar 1984), cujos dados foram representados em gráficos usando o pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows (2003). Com objetivo de ordenar as espécies com características morfológicas polínicas semelhantes, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) nos grãos de pólen 3-colporados e 3-porados, baseada em 10 e nove variáveis métricas respectivamente (tabela 1), utilizando-se o programa FITOPAC (Shepherd 1996) e o programa PC-ORD for Windows versão 4.0 (McCune & Mefford 1999).

Para a análise dos grãos de pólen em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi utilizada a metodologia descrita em Melhem *et al.* (2003), para grãos de pólen não-acetolisados.

As fotomicrografias foram realizadas com auxílio de um microscópio Olympus BX50, com câmara de vídeo acoplada (SONY) e um microcomputador PC, sendo a captura e o tratamento das imagens feitos no programa Image Pro-Plus versão 3.0 para Windows. Já as eletromicrografias foram obtidas através de um microscópio PHILIPS XL Series XL 20, S/W, ver. 5.21.

A terminologia seguiu Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007).

Tabela 1. Variáveis métricas dos grãos de pólen utilizadas na ordenação pela PCA (+ = presente; – = ausente).

Table 1. Pollen grain metric variables used in PCA ordenation (+ = present; – = absent).

Variáveis	Grãos de pólen	
	3-colporados	3-porados
CCOM (comprimento do colpo)	+	–
CLAR (largura do colpo)	+	–
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	+	+
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	+	+
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	+	+
ESPI (altura dos espinhos)	+	–
EXIN (espessura da exina)	+	+
NEXI (espessura da nexina)	+	+
PCOM (comprimento do poro)	–	+
PLAR (largura do poro)	–	+
SEXI (espessura da sexina)	+	+
TETO (espessura do teto)	+	+

## Resultados

Com base no tipo de abertura, as 18 espécies de Cordiaceae (figuras 1-60) aqui analisadas foram divididas em dois tipos polínicos:

Tipo I – Grãos de pólen 3-colporados (*Cordia ecalyculata*, *C. glabrata*, *C. magnoliifolia*, *C. rufescens*, *C. sellowiana*, *C. silvestris*, *C. superba*, *C. taguahyensis* e *C. trichotoma*)

– Grãos de pólen médios a grandes (tabela 2); isopolares; âmbito circular, subcircular a subtriangular (figura 14); suboblato a oblato-esferoidais (tabela 3); 3(-4)-colporados; exina tectado-perfurada (figuras 10, 17, 28), sexina espinhosa a espículo-verrugosa (*C. superba* – figuras 23), espinhos suprategmiais com ápice agudo.

Os golpes são longos ou curtos (*C. silvestris* longistila), estreitos, com margem (*C. glabrata* e *C. trichotoma*) ou não; endoaberturas lalongadas (figuras 5, 29),

Tabela 2. Medidas dos grãos de pólen 3-colporados de espécies de Cordiaceae, em vista equatorial e polar ( $n = 25$ ). (VE = vista equatorial; VP = vista polar; B = brevistila; L = longistila;  $\bar{x}$  = média aritmética;  $s_x$  = desvio padrão da média;  $s$  = desvio padrão da amostra; V = coeficiente de variabilidade; IC = intervalo de confiança).

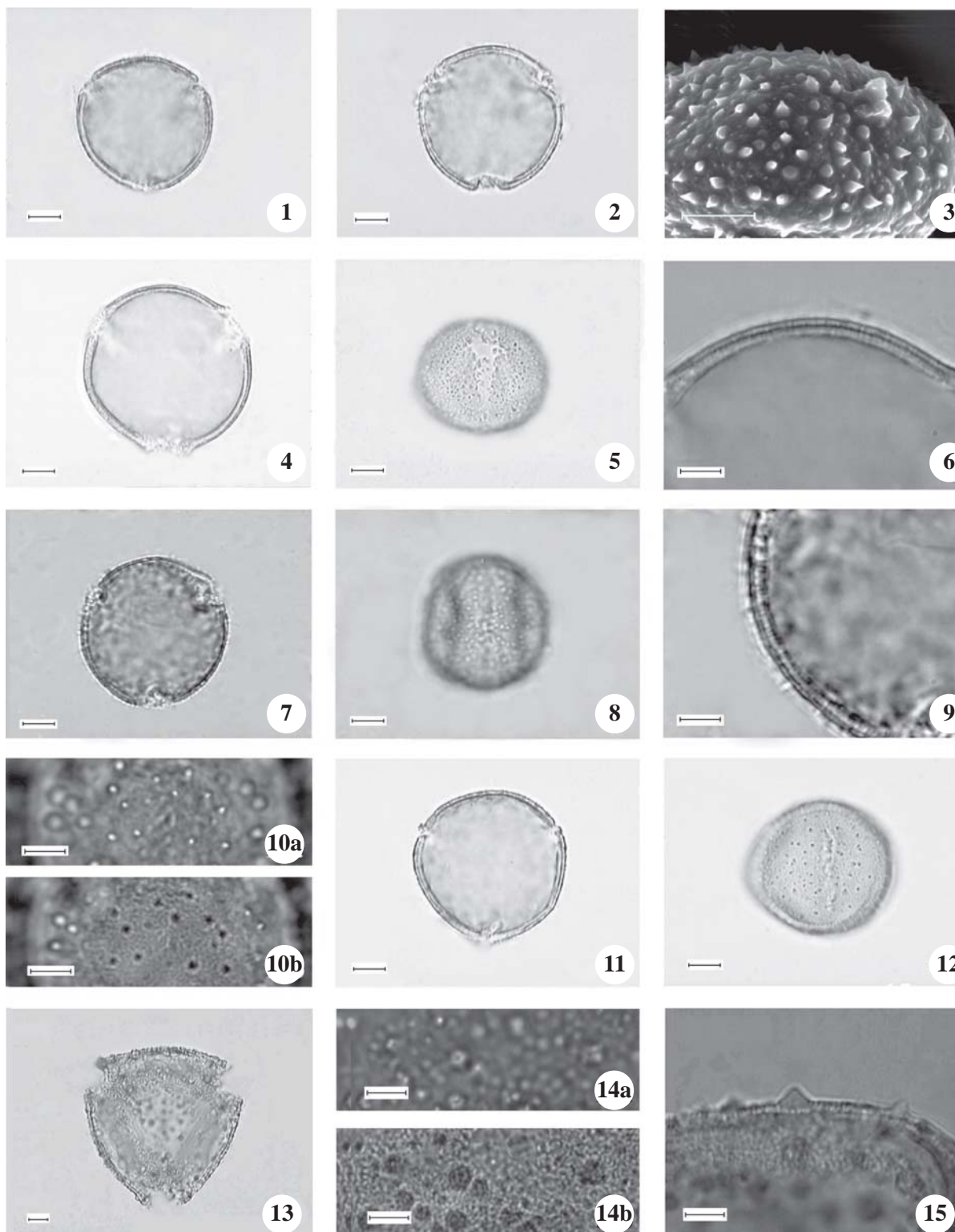
Table 2. Measures of 3-colporate pollen grains of Cordiaceae, in equatorial and polar views ( $n = 25$ ). (VE = equatorial view; VP = polar view; B = shortsyle; L = longstyle;  $\bar{x}$  = arithmetic mean;  $s_x$  = medium standard deviation;  $s$  = sample standard deviation; V = coefficient of variability; I.C. = confidence interval).

Espécies de <i>Cordia</i>	Faixa de variação ( $\mu\text{m}$ )	$\bar{x} \pm s_x$ ( $\mu\text{m}$ )	$s$ ( $\mu\text{m}$ )	V (%)	I.C. ( $\mu\text{m}$ )
Diâmetro polar (VE)					
<i>C. ecalyculata</i> (B)	36,88-43,75	39,92 $\pm$ 0,35	1,75	4,40	39,20-40,64
<i>C. ecalyculata</i> (L)	35,13-47,63	40,51 $\pm$ 0,59	2,97	7,33	39,29-41,73
<i>C. glabrata</i> (B)	39,13-48,88	43,31 $\pm$ 0,53	2,64	6,09	42,22-44,40
<i>C. glabrata</i> (L)	38,75-47,25	43,19 $\pm$ 0,46	2,32	5,37	42,24-44,14
<i>C. magnoliifolia</i> (B)	41,63-47,63	44,68 $\pm$ 0,37	1,84	4,12	43,92-45,44
<i>C. magnoliifolia</i> (L)	46,75-57,50	50,96 $\pm$ 0,57	2,83	5,56	49,79-52,13
<i>C. rufescens</i> (B)	62,50-77,75	68,95 $\pm$ 1,22	4,89	7,10	66,44-71,76

*continua*

continuação

Espécies de <i>Cordia</i>	Faixa de variação ( $\mu\text{m}$ )	$\bar{x} \pm s_x$ ( $\mu\text{m}$ )	<i>s</i> ( $\mu\text{m}$ )	V (%)	I.C. ( $\mu\text{m}$ )
<i>C. rufescens</i> (L)	65,88-88,63	77,92 $\pm$ 1,45	7,26	9,32	74,93-80,91
<i>C. sellowiana</i> (B)	29,13-36,13	32,20 $\pm$ 0,34	1,70	5,28	31,50-32,90
<i>C. sellowiana</i> (L)	29,88-36,38	32,19 $\pm$ 0,30	1,55	4,82	31,57-32,81
<i>C. silvestris</i> (B)	37,50-49,00	44,10 $\pm$ 0,41	2,06	4,67	43,26-44,94
<i>C. silvestris</i> (L)	37,50-43,25	39,40 $\pm$ 0,28	1,42	3,61	38,82-39,98
<i>C. superba</i> (B)	66,25-80,38	72,61 $\pm$ 0,75	3,74	5,15	71,06-74,16
<i>C. superba</i> (L)	67,25-78,00	71,26 $\pm$ 0,63	3,27	4,59	69,96-72,56
<i>C. taguahyensis</i> (B)	66,75-78,88	71,59 $\pm$ 0,71	3,56	4,97	70,13-73,05
<i>C. taguahyensis</i> (L)	59,75-75,00	66,61 $\pm$ 0,80	4,00	6,00	64,96-68,26
<i>C. trichotoma</i> (B)	34,50-43,50	39,31 $\pm$ 0,46	2,26	5,75	38,36-40,26
<i>C. trichotoma</i> (L)	33,13-42,88	37,63 $\pm$ 0,56	2,72	7,23	36,48-38,78
Diâmetro equatorial (VE)					
<i>C. ecalyculata</i> (B)	42,13-49,25	45,75 $\pm$ 0,38	1,91	4,18	44,97-46,53
<i>C. ecalyculata</i> (L)	42,50-52,13	46,62 $\pm$ 0,49	2,47	5,30	45,61-47,63
<i>C. glabrata</i> (B)	44,25-54,63	50,09 $\pm$ 0,48	2,42	4,83	49,10-51,08
<i>C. glabrata</i> (L)	41,38-48,63	45,08 $\pm$ 0,40	2,00	4,44	44,26-45,90
<i>C. magnolifolia</i> (B)	46,13-56,25	51,07 $\pm$ 0,49	2,44	4,78	50,06-52,08
<i>C. magnolifolia</i> (L)	55,00-64,88	59,97 $\pm$ 0,54	2,68	4,46	58,86-61,08
<i>C. rufescens</i> (B)	60,00-90,50	78,78 $\pm$ 1,83	7,34	9,32	75,01-82,55
<i>C. rufescens</i> (L)	79,50-97,50	88,97 $\pm$ 1,00	5,00	5,62	86,91-91,03
<i>C. sellowiana</i> (B)	33,38-41,75	37,06 $\pm$ 0,42	2,10	5,66	36,19-37,93
<i>C. sellowiana</i> (L)	34,13-42,00	38,07 $\pm$ 0,46	2,30	6,04	37,12-39,02
<i>C. silvestris</i> (B)	44,25-52,50	48,91 $\pm$ 0,44	2,22	4,53	48,00-49,82
<i>C. silvestris</i> (L)	41,63-48,25	44,47 $\pm$ 0,34	1,72	3,86	43,77-45,17
<i>C. superba</i> (B)	80,38-90,00	84,42 $\pm$ 0,49	2,43	2,88	83,41-85,43
<i>C. superba</i> (L)	77,63-87,13	82,00 $\pm$ 0,60	2,99	3,64	80,76-83,24
<i>C. taguahyensis</i> (B)	70,38-86,50	78,65 $\pm$ 0,72	3,59	4,56	77,17-80,13
<i>C. taguahyensis</i> (L)	68,63-82,88	73,60 $\pm$ 0,78	3,89	5,29	71,99-75,21
<i>C. trichotoma</i> (B)	35,88-45,63	40,90 $\pm$ 0,57	2,84	6,94	39,73-42,07
<i>C. trichotoma</i> (L)	36,13-43,88	40,07 $\pm$ 0,42	2,03	5,06	39,20-40,94
Diâmetro equatorial (VP)					
<i>C. ecalyculata</i> (B)	41,13-48,50	44,85 $\pm$ 0,37	1,84	4,11	44,09-45,61
<i>C. ecalyculata</i> (L)	41,38-50,00	45,57 $\pm$ 0,45	2,23	4,89	44,64-46,50
<i>C. glabrata</i> (B)	42,00-50,63	47,92 $\pm$ 0,48	2,40	5,01	46,93-48,91
<i>C. glabrata</i> (L)	40,50-48,25	43,50 $\pm$ 0,41	2,07	4,76	42,66-44,34
<i>C. magnolifolia</i> (B)	41,13-51,75	48,01 $\pm$ 0,50	2,50	5,20	46,98-49,04
<i>C. magnolifolia</i> (L)	49,25-60,38	54,15 $\pm$ 0,57	2,83	5,23	52,98-55,32
<i>C. rufescens</i> (B)	72,38-89,88	79,72 $\pm$ 0,94	4,69	5,88	77,78-81,66
<i>C. rufescens</i> (L)	78,13-98,63	88,06 $\pm$ 1,59	6,35	7,21	84,78-91,34
<i>C. sellowiana</i> (B)	32,63-40,50	36,74 $\pm$ 0,41	2,05	5,58	35,90-37,58
<i>C. sellowiana</i> (L)	33,75-40,25	36,21 $\pm$ 0,27	1,30	3,59	35,65-36,77
<i>C. silvestris</i> (B)	43,63-50,25	46,63 $\pm$ 0,34	1,70	3,65	45,93-47,33
<i>C. silvestris</i> (L)	40,75-45,88	43,87 $\pm$ 0,31	1,55	3,52	43,23-44,51
<i>C. superba</i> (B)	75,00-84,75	80,54 $\pm$ 0,58	2,90	3,60	79,35-81,73
<i>C. superba</i> (L)	72,38-87,13	81,20 $\pm$ 0,80	4,02	4,95	79,55-82,85
<i>C. taguahyensis</i> (B)	61,38-86,75	75,71 $\pm$ 1,28	6,39	8,45	73,07-78,35
<i>C. taguahyensis</i> (L)	62,50-84,88	72,38 $\pm$ 0,88	4,40	6,08	70,57-74,19
<i>C. trichotoma</i> (B)	40,13-50,00	44,15 $\pm$ 0,51	2,54	5,75	43,10-45,20
<i>C. trichotoma</i> (L)	36,50-43,75	39,67 $\pm$ 0,43	2,16	5,44	38,78-40,56



Figuras 1-15. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen 3-colpados de espécies de Cordiaceae. 1. *Cordia ecalyculata* brevistila, Vista polar. 2-3. *C. ecalyculata* longistila. 2. Vista polar. 3. Detalhe da ornamentação (MEV). 4-6. *C. glabrata* brevistila. 4. Vista polar. 5. Vista equatorial. 6. Corte óptico. 7-10. *C. glabrata* longistila. 7. Vista polar. 8. Vista equatorial. 9. Corte óptico. 10. L.O. em foco alto e foco baixo. 11-12. *C. magnolifolia* brevistila. 11. Vista polar. 12. Vista equatorial. 13-14. *C. rufescens* brevistila. 13. Vista polar. 14. L.O. em dois níveis de focalização. 15. *C. rufescens* longistila, Corte óptico. Barra = 5 µm (3, 6, 9-10, 14-15); 10 µm (1-2, 4-5, 7-8, 11-13).

raramente subcirculares (*C. ecalyculata* longistila e *C. magnoliifolia* brevistila, tabela 3), algumas vezes com extremidades afiladas (figura 29), raramente constrictas no centro (*C. trichotoma* brevistila), em alguns casos são de difícil visualização (figura 8) e mensuração. A membrana do cólporo é ornamentada com espículos e grânulos (figura 27). Os grãos de pólen de *C. magnoliifolia* longistila apresentam colpos e endoaberturas maiores que os das outras espécies estudadas (tabela 3).

Em geral teto delgado, camada columelar mais espessa (exceção em *C. glabrata* longistila, tabela 3). Nexina mais espessa que a sexina, exceto em *C. rufescens*, *C. sellowiana* brevistila, *C. superba* e *C. taguayensis*. Observou-se, em ambas as formas florais de *C. trichotoma*, 93% de grãos de pólen 3-colporados e 7% de 4-colporados.

Sob MEV observam-se perfurações e grânulos entre os espinhos (figura 28), exceto em *C. superba* que apresenta espículos supra tectais sobre as verrugas.

Morfológicamente os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas neste tipo polínico são similares. Verifica-se, no entanto, que os grãos de pólen das flores longistilas de *C. ecalyculata*, *C. magnoliifolia*, *C. rufescens* e *C. superba* apresentam diâmetro e abertura maiores quando comparados com os grãos de pólen das flores brevistilas. Já os grãos de pólen das flores brevistilas de *C. glabrata*, *C. silvestris*, *C. trichotoma* e *C. taguayensis* são maiores que os das longistilas, enquanto que em *C. sellowiana* não ocorrem diferenças significativas entre os dois tipos de flores (tabela 2, figura 61). Os grãos de pólen das flores longistilas mostram espinhos maiores e mais altos quando comparados com os das flores brevistilas (exceto em *C. superba*) conferindo uma ornamentação mais nítida e consistente; o mesmo ocorrendo em relação à espessura das camadas da exina (exceto em *C. silvestris* e *C. trichotoma*, tabela 3).

Os materiais de comparação analisados apresentaram valores de diâmetros dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação quando comparados com os dos respectivos materiais padrão, exceto nos espécimes *Britez 24695*, *Ivanauskas 676*, *Leitão Filho et al. 32576*, *Medri et al. 501*, *Montilha et al. s.n.*

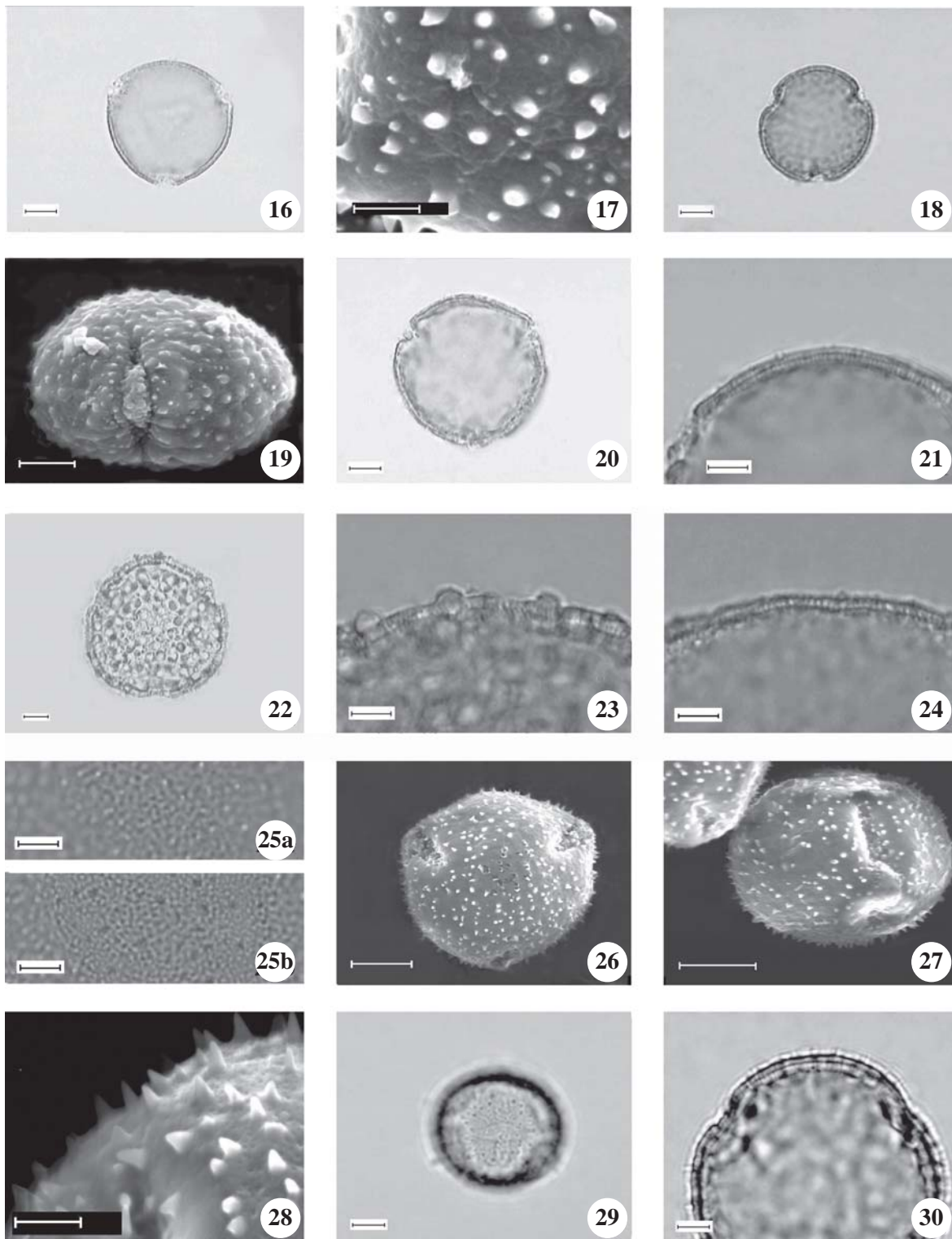
(SJR19921), *Passos & Kim 37*, *Sobral 3688* e *Souza et al. 32* (tabela 4).

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada com 10 variáveis métricas (tabela 1 e 5, figura 62), resumindo em seus dois primeiros eixos 92,8% da variabilidade total dos dados. No lado esquerdo do eixo 1 foram ordenadas as espécies *C. rufescens*, *C. superba*, *C. taguayensis* e *C. magnoliifolia* longistila, associadas aos altos valores das variáveis métricas (>0,5 – tabela 5). Diferentemente, as demais espécies podem ser observadas no lado direito do eixo 1 por apresentarem os menores valores métricos.

Tipo II – Grãos de pólen 3-porados (*Varronia calocephala*, *V. curassavica*, *V. discolor*, *V. guazumaefolia*, *V. leucocephala*, *V. monosperma*, *V. sessilifolia*, *V. truncata* e *V. urticifolia*) – Grãos de pólen médios a grandes (tabela 6); isopolares; âmbito circular a subcircular; oblato-esferoidais a suboblato (*V. monosperma* longistila, tabela 7); 3-porados, poros operculados, recobertos por sexina esculpura, dificultando a visualização destes (figura 34); poros geralmente maiores no comprimento (tabela 7). Sexina semitectada, reticulada, heteroreticulada a homoreticulada (*V. calocephala*); simplescolumelada, lumens lisos, menores em direção às aberturas. Sob MEV é possível observar com nitidez a presença de espículos sobre os muros (figura 36). Nexina mais delgada que a sexina e subdividida em nexina 1 e nexina 2 (tabela 7). Os retículos variam quanto ao tamanho e a forma. Observam-se retículos maiores nos grãos de pólen de *V. curassavica* longistila, *V. discolor* longistila, *V. leucocephala* brevistila, *V. sessilifolia* longistila e *V. urticifolia* brevistila (tabela 7).

Somente os grãos de pólen das flores brevistilas de *V. monosperma*, *V. sessilifolia* e *V. truncata* apresentam diâmetros maiores que os das flores longistilas; nas demais espécies os grãos de pólen das flores longistilas apresentam os maiores diâmetros (tabela 6, figura 63). A ornamentação da exina é mais evidente nos grãos de pólen de flores longistilas, pois possuem lumens maiores que os das brevistilas (exceto em *V. leucocephala*, *V. monosperma* e *V. urticifolia*); *V. truncata* apresenta ornamentação semelhante nos grãos de pólen de ambos tipos de flores.

Figures 1-15. Light and scanning electron micrographs of 3-colpate pollen grains of Cordiaceae. 1. *Cordia ecalyculata* shortstyle, Polar view. 2-3. *C. ecalyculata* longstyle. 2. Polar view. 3. Detail of ornamentation (SEM). 4-6. *C. glabrata* shortstyle. 4. Polar view. 5. Equatorial view. 6. Optical section. 7-10. *C. glabrata* longstyle. 7. Polar view. 8. Equatorial view. 9. Optical section. 10. L.O. in high and low focus. 11-12. *C. magnoliifolia* shortstyle. 11. Polar view. 12. Equatorial view. 13-14. *C. rufescens* shortstyle. 13. Polar view. 14. L.O. in high and low focus. 15. *C. rufescens* longstyle, Optical section. Bar = 5 µm (3, 6, 9-10, 14-15); 10 µm (1-2, 4-5, 7-8, 11-13).



Figuras 16-30. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen 3-colpados de espécies de Cordiaceae. 16-17. *Cordia sellowiana* brevistila. 16. Vista polar. 17. Vista polar, detalhe da ornamentação (MEV). 18-19. *C. sellowiana* longistila. 18. Vista polar. 19. Vista equatorial evidenciando a abertura (MEV). 20. *C. silvestris* brevistila, Vista polar. 21. *C. silvestris* longistila, Corte óptico. 22-23. *C. superba* brevistila. 22. Vista polar. 23. Corte óptico. 24-25. *C. taguhyensis* longistila. 24. Corte óptico. 25. L.O. em foco alto e foco baixo. 26-28. *C. trichotoma* brevistila. 26. Vista polar (MEV). 27. Vista equatorial (MEV). 28. Detalhe da ornamentação (MEV). 29-30. *C. trichotoma* longistila. 29. Vista equatorial. 30. Corte óptico. Barra = 2  $\mu$ m (17, 22, 28); 5  $\mu$ m (19, 21, 24-25, 30); 10  $\mu$ m (16, 18, 20, 23, 26-27, 29).



Tabela 3. Média aritmética das medidas ( $\mu\text{m}$ ) do colpo, endoabertura e camadas da exina dos grãos de pólen 3-colporados das espécies de Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = brevistila; L = longistila; Compr. = comprimento; Larg. = largura; Marg. = margem; Esp. = espinhos; Alt. = altura; Ver. = verrugas; P = diâmetro polar; E = diâmetro equatorial).

Table 3. Arithmetic average of measures ( $\mu\text{m}$ ) of colpus, endoaperture exine layers in 3-colporate pollen grains of Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = shortstyle; L = longstyle; Compr. = length; Larg. = width; Marg. = margo; Esp. = spines; Alt. = height; Ver. = verruca; P = polar diameter; E = equatorial diameter).

Espécies de <i>Cordia</i>	Colpo			Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto	Esp. Alt.	Ver. Alt.	P/E
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.							
<i>C. ecalyculata</i> (B)	21,95	2,49	–	4,34	5,08	4,56	1,21	1,49	0,59	1,86	–	0,87
<i>C. ecalyculata</i> (L)	26,80	2,71	–	5,39	5,61	4,66	1,35	1,59	0,64	1,72	–	0,87
<i>C. glabrata</i> (B)	31,61	2,41	2,85	6,34	13,14	3,91	1,06	1,55	0,53	1,30	–	0,86
<i>C. glabrata</i> (L)	28,84	2,98	2,96	5,32	9,20	4,38	1,13	1,64	0,62	1,61	–	0,96
<i>C. magnoliifolia</i> (B)	30,86	3,03	–	5,10	5,16	4,64	1,31	1,66	0,68	1,67	–	0,87
<i>C. magnoliifolia</i> (L)	35,13	5,34	–	11,63*	12,71*	4,94	1,40	1,76	0,75	1,78	–	0,85
<i>C. rufescens</i> (B)	53,25*	14,88*	–	9,75*	15,50*	6,75	2,36	1,66	0,96	2,73	–	0,88
<i>C. rufescens</i> (L)	51,88*	8,13*	–	9,38*	13,06*	7,27	2,22	1,56	1,04	3,49	–	0,88
<i>C. sellowiana</i> (B)	21,58	2,69	–	5,26	8,03	2,87	0,87	0,86	0,49	1,14	–	0,87
<i>C. sellowiana</i> (L)	22,40	3,94	–	5,25	8,81	3,52	1,07	1,12	0,63	1,33	–	0,85
<i>C. silvestris</i> (B)	30,95	3,58	–	6,18	8,91	4,89	1,33	1,80	0,71	1,76	–	0,90
<i>C. silvestris</i> (L)	18,04	3,75	–	5,00	7,84	4,32	1,24	1,45	0,72	1,63	–	0,89
<i>C. superba</i> (B)	59,13*	12,00*	–	–	–	6,23	1,84	1,81	0,80	–	2,58	0,86
<i>C. superba</i> (L)	49,50*	4,50*	–	–	–	6,06	2,02	1,54	0,87	–	2,50	0,87
<i>C. taguahyensis</i> (B)	40,57*	4,63*	–	8,75*	9,25*	5,29	2,06	1,70	0,92	1,53	–	0,91
<i>C. taguahyensis</i> (L)	45,00*	6,71*	–	6,13*	7,75*	5,20	1,98	1,57	0,89	1,65	–	0,91
<i>C. trichotoma</i> (B)	24,83	3,12	4,43	6,50	10,40	3,53	1,05	1,45	0,45	1,03	–	0,96
<i>C. trichotoma</i> (L)	22,09	3,13	4,47	4,50	11,89	4,03	1,14	1,44	0,49	1,45	–	0,94

\*  $n < 10$ .

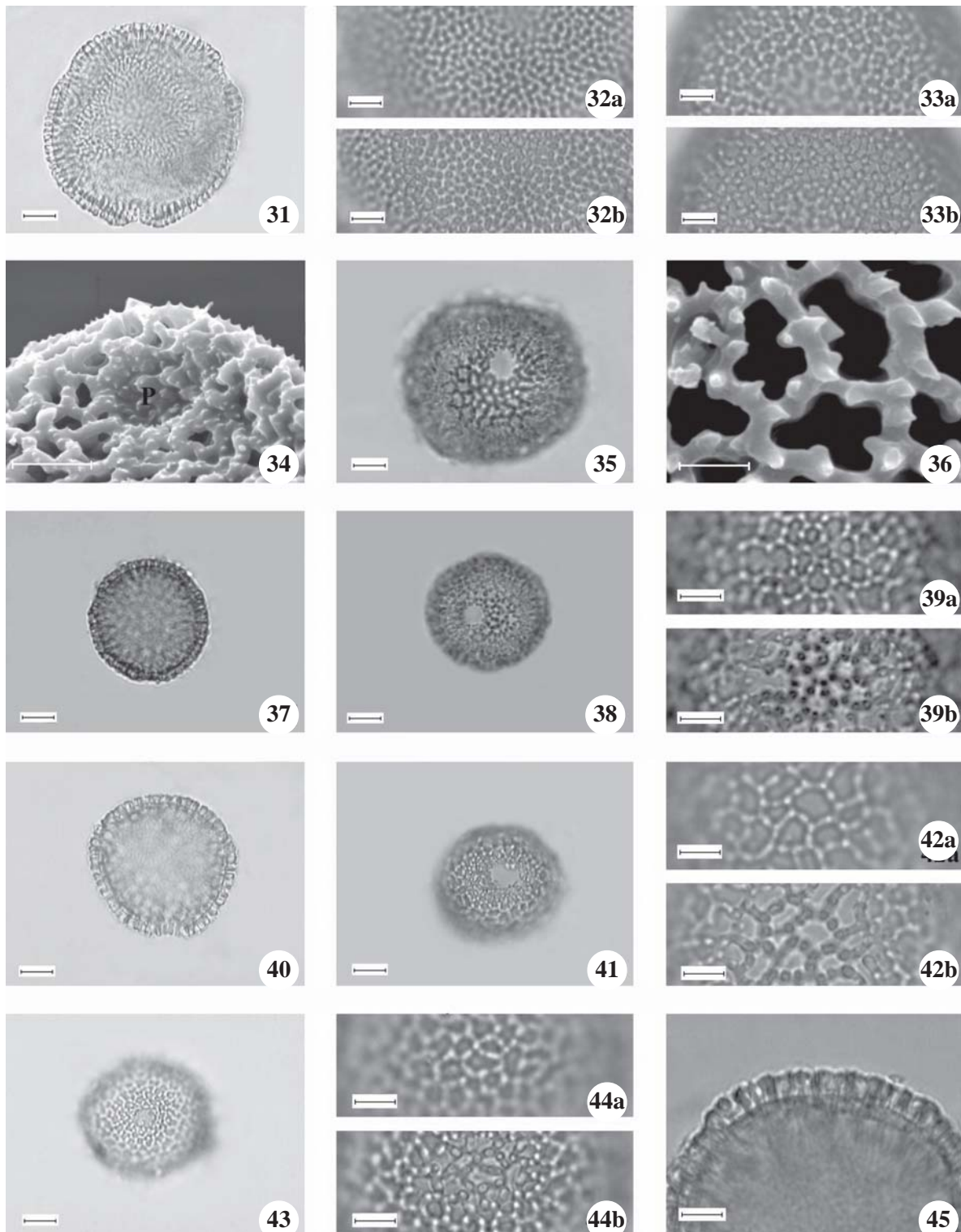
Dentre os materiais de comparação analisados, somente os espécimes *Assis et al. 300*, *Hoffmann et al. 62, 66*, *Leitão Filho et al. 34652*, *Souza 9472*, *Souza et al. 3584, 11203* e *Taroda s.n. (SJRP20333)* apresentaram valores de diâmetros dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação quando comparados com os dos respectivos materiais padrão (tabela 8).

Para a ordenação gráfica das espécies 3-poradas através da análise de componentes principais foram utilizadas nove variáveis métricas dos grãos de pólen (tabela 1, 9). Os dois primeiros eixos representaram

74,1 % da variância total dos dados (figura 64). O primeiro eixo indicou 61,4 % da variabilidade total, tendo como variáveis mais correlacionadas ( $> 0,7$ ) as medidas dos diâmetros e das aberturas, por outro lado, os valores de espessura do teto (0,001) apresentaram a menor influência na ordenação (tabela 9). O eixo 2 resumiu 12,7% da variância dos dados tendo como variáveis mais correlacionada a largura e o comprimento do poro ( $> 0,5$ , tabela 9).

*V. calocephala*, *V. leucocephala* e *V. sessilifolia* ficaram ordenadas no lado esquerdo do eixo 1 pois

Figures 16-30. Light and scanning electron micrographs of 3-colpate pollen grains of Cordiaceae. 16-17. *Cordia sellowiana* shortstyle. 16. Polar view. 17. Polar view, detail of ornamentation (SEM). 18-19. *C. sellowiana* longstyle. 18. Polar view. 19. Equatorial view showing aperture (SEM). 20. *C. silvestris* shortstyle, Polar view. 21. *C. silvestris* longstyle, Optical section. 22-23. *C. superba* shortstyle. 22. Polar view. 23. Optical section. 24-25. *C. taguahyensis* longstyle. 24. Optical section. 25. L.O. in high focus. 26-28. *C. trichotoma* shortstyle. 26. Polar view (SEM). 27. Equatorial view (SEM). 28. Detail of ornamentation (SEM). 29-30. *C. trichotoma* longstyle. 29. Equatorial view. 30. Optical section. Bar = 2  $\mu\text{m}$  (17, 22, 28); 5  $\mu\text{m}$  (19, 21, 24-25, 30); 10  $\mu\text{m}$  (16, 18, 20, 23, 26-27, 29).



Figuras 31-45. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen 3-porados de espécies de Cordiaceae. 31-32. *Varronia calocephala* brevistila. 31. Vista polar. 32. L.O. em foco alto e foco baixo. 33. *V. calocephala* longistila, L.O. em foco alto e foco baixo. 34. *V. curassavica* brevistila, Vista equatorial evidenciando a abertura (MEV). 35-36. *V. curassavica* longistila. 35. Vista equatorial. 36. Detalhe da ornamentação (MEV). 37-39. *V. discolor* brevistila. 37. Vista polar. 38. Vista equatorial. 39. L.O. em foco alto e foco baixo. 40-42. *V. discolor* longistila. 40. Vista polar. 41. Vista equatorial. 42. L.O. em foco alto e foco baixo. 43-44. *V. guazumaefolia* brevistila. 43. Vista equatorial. 44. L.O. em foco alto e foco baixo. 45. *V. guazumaefolia* longistila, Corte óptico. Barra = 2  $\mu$ m (36); 5  $\mu$ m (32-34, 39, 42, 44-45); 10  $\mu$ m (31, 35, 37-38, 40-41, 43).

Tabela 4. Média aritmética das medidas ( $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen 3-colporados dos materiais de comparação de Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = brevistila; L = longistila; P = diâmetro polar; E = diâmetro equatorial).Table 4. Measure ( $\mu\text{m}$ ) of arithmetic average of 3-colporate pollen grains obtained from species of comparison of Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = shortstyle; L = longstyle; P = polar diameter; E = equatorial diameter).

Espécies de <i>Cordia</i> /coletores	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. ecalyculata</i> (B)				
<i>Assis et al. 1236</i>	43,01	48,08	47,68	0,89
<i>Gehrt s.n. (SP5304)</i>	42,80	47,34	46,71	0,90
<i>Medri et al. 501</i>	49,75	55,35	50,96	0,90
<i>Sobral 3688</i>	47,04	52,44	49,81	0,90
<i>C. ecalyculata</i> (L)				
<i>Furlan 207</i>	42,73	49,13	46,59	0,87
<i>Gibbs &amp; Leitão Filho 6093</i>	43,21	47,78	45,16	0,91
<i>Kinupp &amp; Francisco 946</i>	37,44	45,26	42,60	0,83
<i>C. glabrata</i> (B)				
<i>E.P.Heringer &amp; Paula 13922</i>	42,55	46,63	46,40	0,91
<i>Trigo 15121</i>	45,51	48,21	48,80	0,94
<i>C. glabrata</i> (L)				
<i>Borges 35469</i>	43,69	44,99	47,70	0,97
<i>Hatschbach 40134</i>	39,43	44,54	44,75	0,89
<i>Lorenzi s.n. (SP262131)</i>	41,86	48,10	47,05	0,87
<i>Souza 8354</i>	38,75	43,20	43,49	0,90
<i>C. magnoliifolia</i> (B)				
<i>Hoehne s.n. (SPF11629)</i>	50,14	53,89	53,23	0,93
<i>C. rufescens</i> (L)				
<i>Vieira et al. 240</i>	82,78	91,58	86,23	0,90
<i>C. sellowiana</i> (B)				
<i>Britez 24695</i>	39,00	42,45	42,11	0,92
<i>Cielo Filho 184</i>	35,05	40,25	36,73	0,87
<i>Ivanauskas 148</i>	38,79	40,41	38,29	0,96
<i>Ivanauskas 676</i>	37,25	44,38	41,71	0,84
<i>Meira Neto et al. 21515</i>	33,65	37,70	36,22	0,89
<i>C. silvestris</i> (B)				
<i>Assis 44</i>	43,43	49,66	45,62	0,87
<i>Silva 10995</i>	38,00	41,74	40,97	0,91
<i>C. superba</i> (B)				
<i>Marinis 545</i>	70,05	79,60	78,60	0,88

continua

Figures 31-45. Light and scanning electron micrographs of 3-porate pollen grains of Cordiaceae. 31-32. *V. calocephala* shortstyle. 31. Polar view. 32. L.O. in high and low focus. 33. *V. calocephala* longstyle, L.O. in high and low focus. 34. *V. curassavica* shortstyle, Equatorial view showing aperture (SEM). 35-36. *V. curassavica* longstyle. 35. Equatorial view. 36. Detail of ornamentation (SEM). 37-39. *V. discolor* shortstyle. 37. Polar view. 38. Equatorial view. 39. L.O. in high and low focus. 40-42. *V. discolor* longstyle. 40. Polar view. 41. Equatorial view. 42. L.O. in high and low focus. 43-44. *V. guazumaefolia* shortstyle. 43. Equatorial view. 44. L.O. in high and low focus. 45. *V. guazumaefolia* longstyle, Optical section. Bar = 2  $\mu\text{m}$  (36); 5  $\mu\text{m}$  (32-34, 39, 42, 44-45); 10  $\mu\text{m}$  (31, 35, 37-38, 40-41, 43).

continuação

Espécies de <i>Cordia</i> /coletores	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. superba</i> (L)				
<i>Cavalcanti 261</i>	83,33	91,56	84,64	0,91
<i>César et al. s.n.</i> (HRCB11286)	73,23	84,59	77,14	0,87
<i>Godoi et al. 283</i>	69,09	82,44	74,64	0,84
<i>Furlan 201</i>	75,86	84,36	78,95	0,90
<i>Tamashiro et al. 685</i>	79,44	89,04	84,13	0,89
<i>C. taguahyensis</i> (L)				
<i>Gehrt s.n.</i> (SP44380)	63,61	73,91	70,16	0,86
<i>Leitão Filho et al. 32576</i>	80,59	89,88	85,29	0,90
<i>C. trichotoma</i> (B)				
<i>Bernaci et al. 1638</i>	41,48	45,18	42,24	0,92
<i>Montilha et al. s.n.</i> (SJR19921)	38,79	43,65	39,85	0,89
<i>Passos &amp; Kim 37</i>	45,29	48,18	47,44	0,94
<i>Shepherd &amp; Kock 14</i>	44,72	45,77	43,40	0,98
<i>Souza et al. 32</i>	35,95	40,43	38,25	0,89
<i>Traldi &amp; Souza 25</i>	39,61	44,10	43,05	0,90
<i>C. trichotoma</i> (L)				
<i>Gibbs 4781</i>	39,29	43,16	42,97	0,91
<i>Santin 30925</i>	36,28	42,33	40,52	0,86

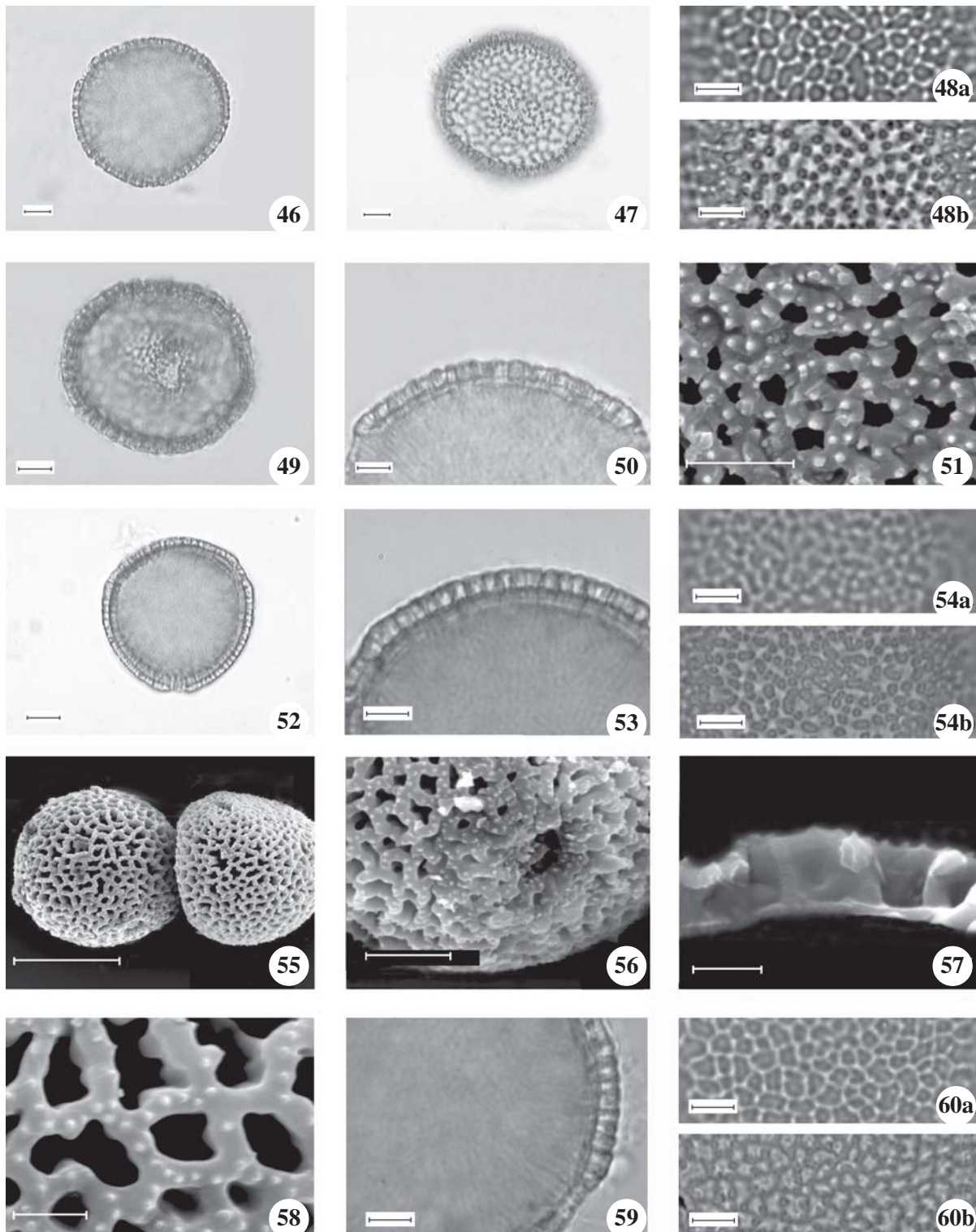
Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen 3-colpados e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas de Cordiaceae.

Table 5. Pearson and Kendall correlation coefficients of metric variables between 3-colpate pollen grains and the first two axis of PCA ordination, family Cordiaceae.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	- 0,963	- 0,217
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	- 0,911	- 0,254
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	- 0,969	- 0,184
CCOM (comprimento do colpo)	- 0,952	- 0,123
CLAR (largura do colpo)	- 0,898	+ 0,439
EXIN (espessura da exina)	- 0,905	- 0,206
SEXI (espessura da sexina)	- 0,949	- 0,093
NEXI (espessura da nexina)	- 0,552	- 0,322
TETO (espessura do teto)	- 0,886	- 0,069
ESPI (altura dos espinhos)	- 0,836	- 0,036

apresentaram os maiores valores para todas as variáveis métricas analisadas em seus grãos de pólen, as demais espécies estão localizadas no lado direito deste primeiro eixo evidenciando as menores medidas observadas; posição intermediária foi ocupada pelas formas

longistilas de *V. curassavica* e *V. urticifolia* (figura 64). No primeiro eixo é interessante notar ainda, a proximidade entre as formas brevistilas e longistilas para os grãos de pólen de *V. discolor* (lado direito) e *V. sessilifolia* (lado esquerdo). As espécies *V. sessilifolia* brevistila e longistila,



Figuras 46-60. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen 3-porados de espécies de Cordiaceae. 46-47. *Varronia leucocephala* brevistila. 46. Vista polar. 47. Equatorial view. 48. *V. monosperma* brevistila, L.O. em foco alto e foco baixo. 49. *V. sessilifolia* brevistila, Vista equatorial. 50-51. *V. sessilifolia* longistila. 50. Corte óptico. 51. Detalhe da ornamentação (MEV). 52-53. *V. truncata* brevistila. 52. Vista polar. 53. Corte óptico. 54. *V. truncata* longistila, L.O. em foco alto e foco baixo. 55-58. *V. urticifolia* brevistila. 55. Vista geral de dois grãos de pólen (MEV). 56. Detalhe da abertura (MEV). 57. Detalhe da exina (MEV). 58. Detalhe da ornamentação (MEV). 59-60. *V. urticifolia* longistila. 59. Corte óptico. 60. L.O. em foco alto e foco baixo. Barra = 2 µm (57-58); 5 µm (48, 50-51, 53-54, 56, 59-60); 10 µm (46-47, 49, 52); 20 µm (55).

Tabela 6. Medidas dos grãos de pólen 3-porados de espécies de Cordiaceae, em vista equatorial e polar ( $n = 25$ ). (VE = vista equatorial; VP = vista polar; B = brevistila; L = longistila;  $\bar{x}$  = média aritmética;  $s_x$  = desvio padrão da média;  $s$  = desvio padrão da amostra; V = coeficiente de variabilidade; IC = intervalo de confiança).

Table 6. Measures of 3-porate pollen grains of Cordiaceae, in equatorial and polar views ( $n = 25$ ). (VE = equatorial view; VP = polar view; B = shortsyle; L = longstyle;  $\bar{x}$  = arithmetic mean;  $s_x$  = medium standard deviation;  $s$  = sample standard deviation; V = coefficient of variability; I.C. = confidence interval).

Espécies de <i>Varronia</i>	Faixa de variação ( $\mu\text{m}$ )	$\bar{x} \pm s_x$ ( $\mu\text{m}$ )	$s$ ( $\mu\text{m}$ )	V (%)	I.C. ( $\mu\text{m}$ )
Diâmetro polar (VE)					
<i>V. calocephala</i> (B)	50,00-58,88	53,83 $\pm$ 0,51	2,57	4,77	52,77-54,88
<i>V. calocephala</i> (L)	52,00-62,38	58,11 $\pm$ 0,49	2,47	4,25	57,09-59,13
<i>V. curassavica</i> (B)	40,00-49,50	45,76 $\pm$ 0,70	2,88	6,28	44,32-47,20
<i>V. curassavica</i> (L)	41,63-55,25	48,66 $\pm$ 0,71	3,53	7,25	47,20-50,12
<i>V. discolor</i> (B)	35,50-41,75	38,44 $\pm$ 0,29	1,44	3,74	37,84-39,04
<i>V. discolor</i> (L)	35,00-43,50	39,24 $\pm$ 0,46	2,29	5,83	38,29-40,19
<i>V. guazumaefolia</i> (B)	32,75-44,25	37,62 $\pm$ 0,54	2,71	7,21	36,50-38,75
<i>V. guazumaefolia</i> (L)	38,13-49,50	41,86 $\pm$ 0,63	3,17	7,58	40,55-43,16
<i>V. leucocephala</i> (B)	57,00-65,75	61,84 $\pm$ 0,43	2,17	3,51	60,95-62,75
<i>V. leucocephala</i> (L)	58,50-74,25	67,47 $\pm$ 0,82	4,12	6,11	65,77-69,16
<i>V. monosperma</i> (B)	44,25-52,75	48,56 $\pm$ 0,48	2,39	4,92	47,57-49,55
<i>V. monosperma</i> (L)	35,63-50,00	43,49 $\pm$ 0,84	4,21	9,69	41,75-45,23
<i>V. sessilifolia</i> (B)	51,38-61,38	56,65 $\pm$ 0,48	2,38	4,20	55,67-57,63
<i>V. sessilifolia</i> (L)	48,63-60,13	55,46 $\pm$ 0,62	3,08	5,56	54,19-56,72
<i>V. truncata</i> (B)	39,50-50,00	44,45 $\pm$ 0,50	2,52	5,66	43,41-45,49
<i>V. truncata</i> (L)	39,38-47,13	44,10 $\pm$ 0,38	1,90	4,30	43,32-44,88
<i>V. urticaefolia</i> (B)	41,25-50,00	45,57 $\pm$ 0,54	2,70	5,92	44,45-46,68
<i>V. urticaefolia</i> (L)	43,63-55,50	50,04 $\pm$ 0,66	3,32	6,64	48,67-51,40
Diâmetro equatorial (VE)					
<i>V. calocephala</i> (B)	54,25-66,50	59,46 $\pm$ 0,63	3,14	5,28	58,17-60,75
<i>V. calocephala</i> (L)	58,88-64,75	61,36 $\pm$ 0,27	1,35	2,20	60,80-61,92
<i>V. curassavica</i> (B)	45,00-55,25	50,18 $\pm$ 0,70	2,88	5,73	48,74-51,62
<i>V. curassavica</i> (L)	45,63-57,38	52,63 $\pm$ 0,57	2,87	5,46	51,46-53,80
<i>V. discolor</i> (B)	38,50-44,13	41,32 $\pm$ 0,36	1,78	4,30	40,58-42,06
<i>V. discolor</i> (L)	39,00-47,25	41,96 $\pm$ 0,43	2,13	5,07	41,07-42,85
<i>V. guazumaefolia</i> (B)	37,00-48,38	41,55 $\pm$ 0,58	2,91	6,99	40,35-42,75
<i>V. guazumaefolia</i> (L)	40,75-54,50	45,86 $\pm$ 0,58	2,89	6,31	44,66-47,05
<i>V. leucocephala</i> (B)	62,00-75,00	66,56 $\pm$ 0,72	3,58	5,38	65,08-68,04
<i>V. leucocephala</i> (L)	65,63-79,25	73,41 $\pm$ 0,73	3,65	4,97	71,90-74,91
<i>V. monosperma</i> (B)	48,13-55,88	51,25 $\pm$ 0,45	2,24	4,37	50,32-52,18
<i>V. monosperma</i> (L)	44,88-53,75	49,45 $\pm$ 0,54	2,70	5,45	48,34-50,56
<i>V. sessilifolia</i> (B)	60,59-62,27	61,43 $\pm$ 0,41	2,04	3,31	60,59-62,27
<i>V. sessilifolia</i> (L)	55,25-64,63	59,98 $\pm$ 0,53	2,65	4,42	58,89-61,07
<i>V. truncata</i> (B)	46,38-53,63	50,03 $\pm$ 0,38	1,91	3,82	49,24-50,82

*continua*

Figures 46-50. Light and scanning electron micrographs of 3-porate pollen grains of Cordiaceae. 46-47. *Varronia leucocephala* shortstyle. 46. Polar view. 47. Equatorial view. 48. *V. monosperma* shortstyle, L.O. in high and low focus. 49. *V. sessilifolia* shortstyle, Equatorial view. 50-51. *V. sessilifolia* longstyle. 50. Optical section. 51. Detail of ornamentation (SEM). 52-53. *V. truncata* shortstyle. 52. Polar view. 53. Optical section. 54. *V. truncata* longstyle, L.O. in high and low focus. 55-58. *V. urticaefolia* shortstyle. 55. Geral view in two pollen grains (SEM). 56. Detail of aperture (SEM). 57. Detail of exine (SEM). 58. Detail of ornamentation (SEM). 59-60. *V. urticaefolia* longstyle. 59. Optical section. 60. L.O. in high and low focus. Bar = 2  $\mu\text{m}$  (57-58); 5  $\mu\text{m}$  (48, 50-51, 53-54, 56, 59-60); 10  $\mu\text{m}$  (46-47, 49, 52); 20  $\mu\text{m}$  (55).

continuação

Espécies de <i>Varronia</i>	Faixa de variação ( $\mu\text{m}$ )	$x \pm s_x$ ( $\mu\text{m}$ )	$s$ ( $\mu\text{m}$ )	V (%)	I.C. ( $\mu\text{m}$ )
<i>V. truncata</i> (L)	45,25-54,38	49,40 $\pm$ 0,44	2,18	4,41	48,50-50,30
<i>V. urticaefolia</i> (B)	44,00-53,63	48,66 $\pm$ 0,51	2,54	5,21	47,61-49,71
<i>V. urticaefolia</i> (L)	49,50-61,50	55,36 $\pm$ 0,62	3,12	5,64	54,07-56,64
Diâmetro equatorial (VP)					
<i>V. calocephala</i> (B)	52,38-64,13	56,99 $\pm$ 0,59	2,93	5,14	55,78-58,20
<i>V. calocephala</i> (L)	57,00-65,75	60,99 $\pm$ 0,48	2,42	3,97	59,99-61,98
<i>V. curassavica</i> (B)	40,00-53,00	45,53 $\pm$ 0,76	3,82	8,39	43,05-47,10
<i>V. curassavica</i> (L)	45,63-56,00	50,63 $\pm$ 0,62	3,09	6,09	49,35-51,91
<i>V. discolor</i> (B)	37,50-45,75	40,61 $\pm$ 0,39	1,97	4,85	39,81-41,41
<i>V. discolor</i> (L)	37,13-41,88	40,28 $\pm$ 0,35	1,75	4,34	39,56-41,00
<i>V. guazumaefolia</i> (B)	36,63-48,88	40,13 $\pm$ 0,53	2,66	6,62	39,03-41,23
<i>V. guazumaefolia</i> (L)	40,50-49,25	43,97 $\pm$ 0,46	2,31	5,26	43,02-44,92
<i>V. leucocephala</i> (B)	56,88-70,13	64,32 $\pm$ 0,65	3,24	5,03	62,99-65,65
<i>V. leucocephala</i> (L)	62,50-79,25	69,82 $\pm$ 0,87	4,37	6,25	68,02-71,62
<i>V. monosperma</i> (L)	42,38-52,88	47,38 $\pm$ 0,61	3,05	6,44	46,12-48,64
<i>V. sessilifolia</i> (B)	58,53-60,51	59,52 $\pm$ 0,48	2,41	4,06	58,53-60,51
<i>V. sessilifolia</i> (L)	53,88-65,38	59,39 $\pm$ 0,58	2,90	4,88	58,20-60,58
<i>V. truncata</i> (B)	43,88-53,00	48,93 $\pm$ 0,46	2,32	4,75	47,97-49,89
<i>V. truncata</i> (L)	41,25-52,63	46,90 $\pm$ 0,58	2,92	6,25	45,70-48,10
<i>V. urticaefolia</i> (B)	41,13-51,25	46,74 $\pm$ 0,52	2,58	5,52	45,68-47,80
<i>V. urticaefolia</i> (L)	46,50-58,75	52,02 $\pm$ 0,53	2,66	5,12	50,92-53,12

Tabela 7. Média aritmética das medidas ( $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen 3-porados das espécies de Cordiaceae: poro, lúmen e das camadas da exina ( $n = 10$ ). (B = brevistila; L = longistila; Compr. = comprimento; Larg. = largura; P = diâmetro polar; E = diâmetro equatorial).Table 7. Arithmetic average of measures ( $\mu\text{m}$ ) of 3-porate pollen grains of Cordiaceae: pore, lumen and exine layers ( $n = 10$ ). (B = shortstyle; L = longstyle; Compr. = length; Larg. = width; P = polar diameter; E = equatorial diameter).

Espécies de <i>Varronia</i>	Poro		Lúmen	Exina	Sexina	Nexina	Teto	P/E
	Compr.	Larg.	Faixa de variação					
<i>V. calocephala</i> (B)	8,56	6,54	1,17-2,08	4,68	2,80	1,89	1,52	0,91
<i>V. calocephala</i> (L)	7,29	6,95	1,42-3,42	4,92	2,53	2,44	1,07	0,95
<i>V. curassavica</i> (B)	6,46	6,64	1,83-4,58	4,72	3,04	1,09	1,29	0,91
<i>V. curassavica</i> (L)	7,13	7,18	2,08-5,25	5,60	3,64	1,93	1,25	0,92
<i>V. discolor</i> (B)	6,00	5,04	1,75-3,58	3,92	2,35	1,57	1,75	0,93
<i>V. discolor</i> (L)	5,65	5,51	1,58-5,42	4,27	2,61	1,66	1,95	0,94
<i>V. guazumaefolia</i> (B)	6,39	5,71	1,00-3,50	4,49	2,73	1,77	1,34	0,91
<i>V. guazumaefolia</i> (L)	7,24	6,85	1,58-4,08	5,40	3,13	2,27	1,40	0,91
<i>V. leucocephala</i> (B)	7,15	6,61	2,33-6,08	5,14	3,38	1,76	1,35	0,93
<i>V. leucocephala</i> (L)	7,78	6,26	1,42-4,75	5,35	2,93	2,42	2,19	0,92
<i>V. monosperma</i> (B)	6,15	5,83	1,50-4,08	4,36	2,29	2,08	1,66	0,95
<i>V. monosperma</i> (L)	5,15	5,14	1,00-2,75	4,89	3,01	1,88	1,52	0,88
<i>V. sessilifolia</i> (B)	9,49	8,24	1,50-3,42	4,83	2,63	2,20	1,07	0,92
<i>V. sessilifolia</i> (L)	9,98	7,08	1,50-5,75	4,61	2,60	2,01	1,52	0,92
<i>V. truncata</i> (B)	6,05	4,78	1,67-3,08	5,07	2,80	2,27	1,07	0,89
<i>V. truncata</i> (L)	4,69	4,49	1,25-3,25	4,13	2,23	1,90	0,99	0,89
<i>V. urticaefolia</i> (B)	5,55	5,71	1,34-5,16	5,48	3,24	2,24	1,25	0,94
<i>V. urticaefolia</i> (L)	6,79	6,81	1,50-3,83	4,90	3,05	1,85	1,27	0,90

Tabela 8. Média aritmética das medidas ( $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen 3-porados dos materiais de comparação de Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = brevistila; L = longistila).

Table 8. Measure ( $\mu\text{m}$ ) of arithmetic average of 3-porate pollen grains obtained from species of comparison of Cordiaceae ( $n = 10$ ). (B = shortstyle; L = longstyle).

Espécies de <i>Varronia</i> /coletores	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>V. curassavica</i> (B)				
<i>Spina 38</i>	50,44	55,36	52,18	0,91
<i>Spina 391</i>	48,15	54,55	53,25	0,88
<i>Taroda s.n.</i> (SJRP20333)	46,67	53,12	51,25	0,88
<i>V. curassavica</i> (L)				
<i>Hoffmann et al. 62</i>	47,38	54,41	51,41	0,87
<i>Hoffmann et al. 66</i>	49,53	53,39	51,50	0,93
<i>Leitão Filho et al. 34652</i>	43,08	48,99	47,23	0,88
<i>Souza et al. 3584</i>	45,78	51,28	48,13	0,89
<i>Spina 348</i>	53,04	57,90	50,31	0,92
<i>V. discolor</i> (B)				
<i>Bertoncini &amp; Cazetta-Neto 978</i>	47,94	52,58	50,75	0,91
<i>Melzi &amp; Avelisso s.n.</i> (SJRP13926)	43,28	47,07	45,15	0,92
<i>Silva 2845</i>	50,28	52,93	50,83	0,95
<i>V. monosperma</i> (B)				
<i>Bernacci 34149</i>	53,87	56,98	54,10	0,95
<i>Assis et al. 300</i>	45,34	50,23	46,19	0,90
<i>Figueira &amp; Souza s.n.</i> (SJRP25847)	51,70	55,50	54,54	0,93
<i>V. sessilifolia</i> (B)				
<i>Lad Netto 217</i>	48,93	51,51	48,01	0,95
<i>Loefgren 289</i>	51,74	57,53	56,80	0,90
<i>V. urticifolia</i> (B)				
<i>Souza 9472</i>	47,40	52,71	50,29	0,90
<i>Souza et al. 11203</i>	46,06	48,41	47,88	0,95

Tabela 9. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen 3-porados e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas de Cordiaceae.

Table 9. Pearson and Kendall correlation coefficients of metric variables between 3-porate pollen grains and the first two axis of PCA ordination, family Cordiaceae.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	- 0,961	+ 0,225
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	- 0,953	+ 0,254
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	- 0,959	+ 0,263
PCOM (comprimento do poro)	- 0,808	- 0,511
PLAR (largura do poro)	- 0,736	- 0,599
EXIN (espessura da exina)	- 0,499	+ 0,030
SEXI (espessura da sexina)	- 0,243	- 0,169
NEXI (espessura da nexina)	- 0,438	+ 0,406
TETO (espessura do teto)	+ 0,001	- 0,037



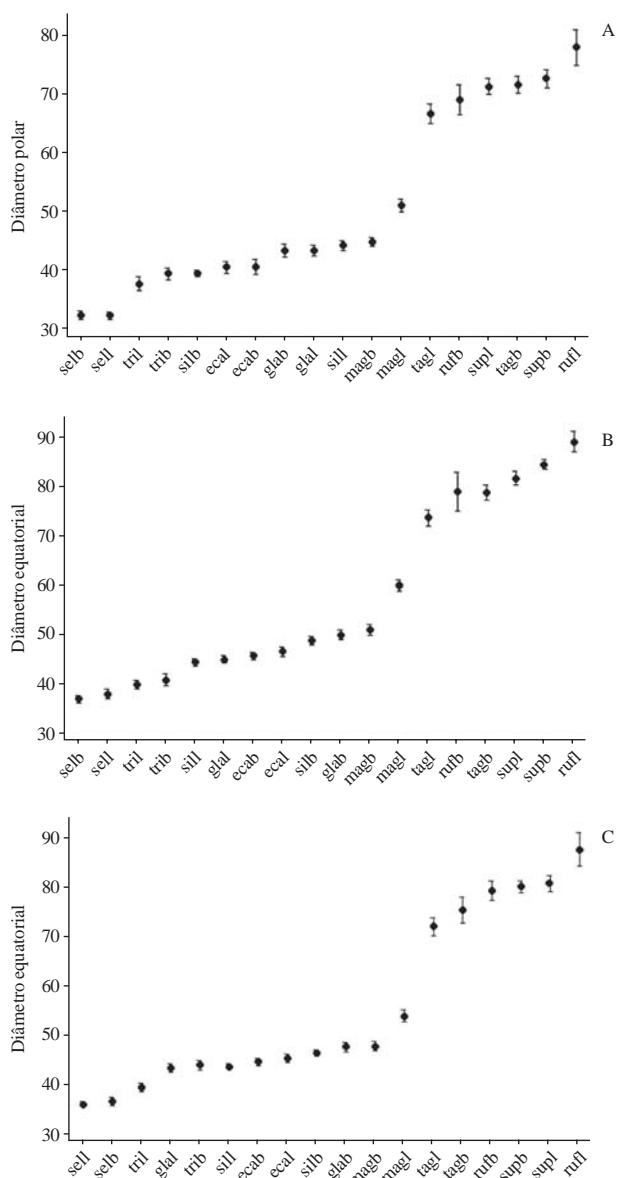


Figura 61. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen 3-colpados de espécies de Cordiaceae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. C. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em  $\mu\text{m}$ . (ecab = *Cordia ecalyculata* brevistila; ecal = *C. ecalyculata* longistila; glab = *C. glabrata* brevistila; glal = *C. glabrata* longistila; magb = *C. magnolifolia* brevistila; magl = *C. magnolifolia* longistila; rufb = *C. rufescens* brevistila; ruf1 = *C. rufescens* longistila; selb = *C. sellowiana* brevistila; sell = *C. sellowiana* longistila; silb = *C. silvestris* brevistila; sill = *C. silvestris* longistila; supb = *C. superba* brevistila; supl = *C. superba* longistila; tagb = *C. taguahyensis* brevistila; tagl = *C. taguahyensis* longistila; trib = *C. trichotoma* brevistila; tril = *C. trichotoma* longistila).

e *V. calocephala* brevistila, apresentaram grãos de pólen com maior valor de comprimento de poro o que conferiu ordenação ao lado inferior do eixo 2, em contraste *V. truncata* longistila, *V. monosperma* longistila e *V. urticifolia* brevistila apresentaram grãos de pólen com os menores valores para esta variável.

## Discussão

Poucos autores analisaram de forma criteriosa as variações dos grãos de pólen da família Cordiaceae, principalmente, levando-se em consideração a heterostilia. Dessa forma, o dimorfismo polínico em espécies heterostílicas foi citado apenas quando se descrevem espécies isoladas (Taroda 1984, Nowicke & Miller 1990) ou algumas vezes, nos trabalhos de biologia floral (Opler *et al.* 1975, Percival 1974, Gibbs & Taroda 1983).

Grãos de pólen 3-colporados, com colpos longos e endoabertura alongadas foram também encontrados por Barth & Silva (1963), Nowicke & Ridgway (1973), Miranda *et al.* (1980), Taroda (1984), Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985), Moncada & Herrera (1988), Nowicke & Miller (1990), Scheel & Barth (1995), Scheel *et al.* (1996) e Melhem *et al.* (2003) ao estudarem o gênero *Cordia*.

Os grãos de pólen de *C. sellowiana* foram estudados por Barth & Silva (1963), Taroda (1984), Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996). Com relação ao presente estudo, houve divergência somente em relação à forma dos grãos de pólen, que foram descritos como oblato-esferoidais (Barth & Silva 1963, Scheel *et al.* 1996), prolato-esferoidais (Taroda 1984) e suboblato (Scheel & Barth 1995). Os dados referentes aos vários espécimes aqui estudados mostram grãos de pólen

Figure 61. Representation of confidence interval of mean in 95% of 3-colpate pollen grains of Cordiaceae. A. Polar diameter in equatorial view. B. Equatorial diameter in equatorial view. C. Equatorial diameter in polar view. The higher and lower boundaries showing the confidence interval; the average circle showing the arithmetic mean. The values are in  $\mu\text{m}$ . (ecab = *Cordia ecalyculata* shortstyle; ecal = *C. ecalyculata* longstyle; glab = *C. glabrata* shortstyle; glal = *C. glabrata* longstyle; magb = *C. magnolifolia* shortstyle; magl = *C. magnolifolia* longstyle; rufb = *C. rufescens* shortstyle; ruf1 = *C. rufescens* longstyle; selb = *C. sellowiana* shortstyle; sell = *C. sellowiana* longstyle; silb = *C. silvestris* shortstyle; sill = *C. silvestris* longstyle; supb = *C. superba* shortstyle; supl = *C. superba* longstyle; tagb = *C. taguahyensis* shortstyle; tagl = *C. taguahyensis* longstyle; trib = *C. trichotoma* shortstyle; tril = *C. trichotoma* longstyle).

variando de suboblato a oblato-esferoidais, corroborando os trabalhos de Barth & Silva (1963), Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996).

Quando os dados aqui apresentados para *C. ecalyculata* foram confrontados com os de outros autores que também estudaram palinologicamente a mesma

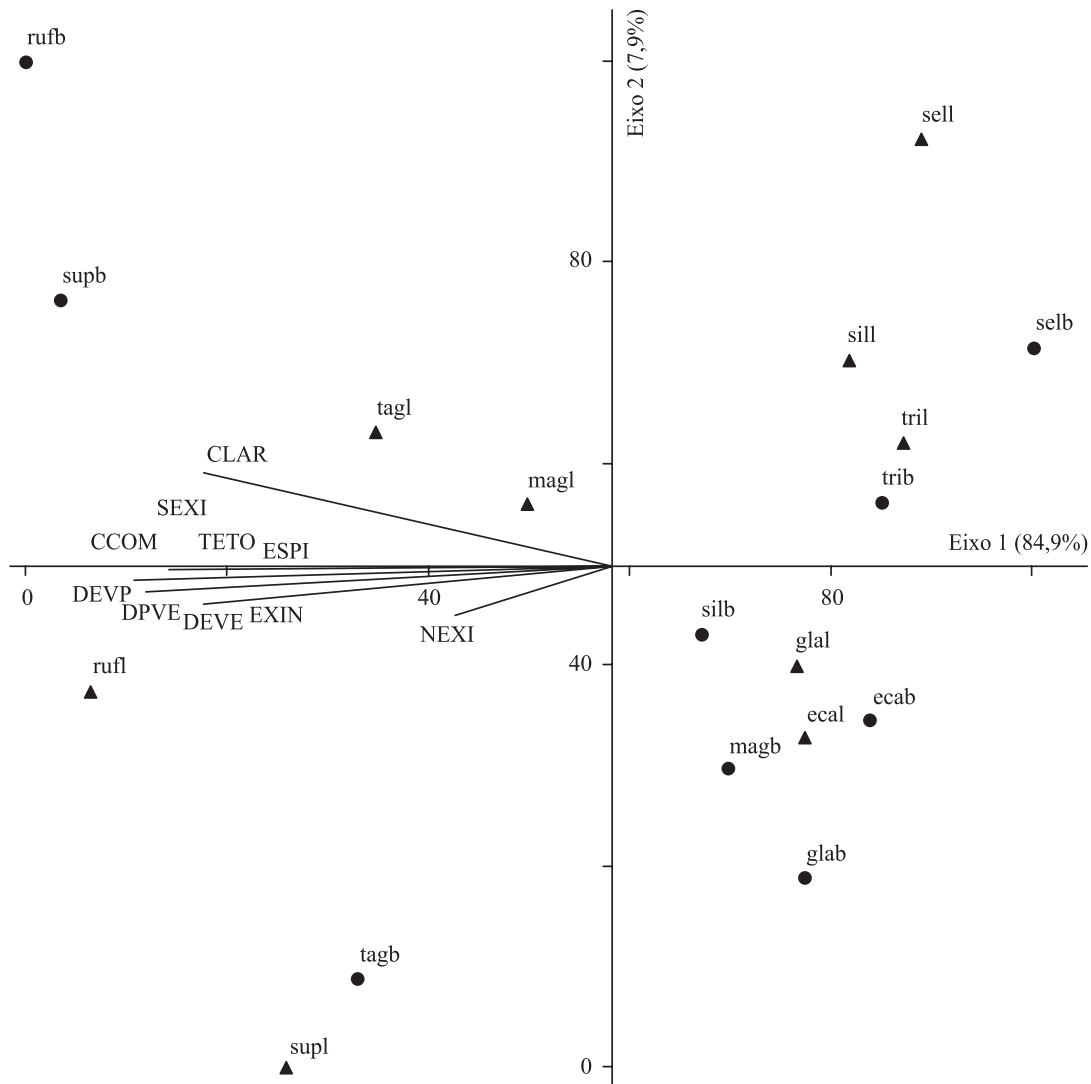


Figura 62. Ordenação, pela PCA, das espécies de Cordiaceae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen 3-colpados. (ecab = *Cordia ecalyculata* brevistila; ecal = *C. ecalyculata* longistila; glab = *C. glabrata* brevistila; glal = *C. glabrata* longistila; magb = *C. magnolifolia* brevistila; magl = *C. magnolifolia* longistila; rufb = *C. rufescens* brevistila; rufll = *C. rufescens* longistila; selb = *C. sellowiana* brevistila; sell = *C. sellowiana* longistila; silb = *C. silvestris* brevistila; sill = *C. silvestris* longistila; supb = *C. superba* brevistila; supl = *C. superba* longistila; tagb = *C. taguahyensis* brevistila; tagl = *C. taguahyensis* longistila; trib = *C. trichotoma* brevistila; tril = *C. trichotoma* longistila; ● = brevistila; ▲ = longistila).

Figure 62. Biplot of PCA for Cordiaceae species, of 3-colpate pollen grains metric variables. (ecab = *Cordia ecalyculata* shortstyle; ecal = *C. ecalyculata* longstyle; glab = *C. glabrata* shortstyle; glal = *C. glabrata* longstyle; magb = *C. magnolifolia* shortstyle; magl = *C. magnolifolia* longstyle; rufb = *C. rufescens* shortstyle; rufll = *C. rufescens* longstyle; selb = *C. sellowiana* shortstyle; sell = *C. sellowiana* longstyle; silb = *C. silvestris* shortstyle; sill = *C. silvestris* longstyle; supb = *C. superba* shortstyle; supl = *C. superba* longstyle; tagb = *C. taguahyensis* shortstyle; tagl = *C. taguahyensis* longstyle; trib = *C. trichotoma* shortstyle; tril = *C. trichotoma* longstyle; ● = brevistila; ▲ = longistila).

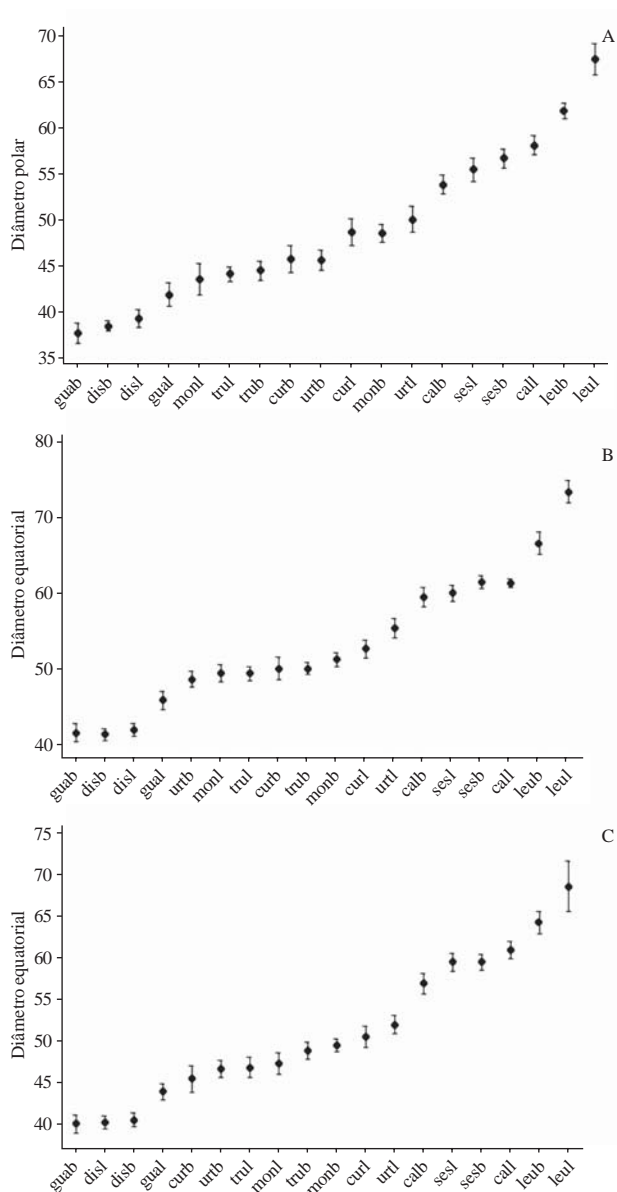


Figura 63. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen 3-porados de espécies de Cordiaceae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. C. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em  $\mu\text{m}$ . (calb = *Varronia calocephala* brevistila; call = *V. calocephala* longistila; curb = *V. curassavica* brevistila; curl = *V. curassavica* longistila; disb = *V. discolor* brevistila; disl = *V. discolor* longistila; guab = *V. guazumaefolia* brevistila; gual = *V. guazumaefolia* longistila; leub = *V. leucocephala* brevistila; leul = *V. leucocephala* longistila; monb = *V. monosperma* brevistila; monl = *V. monosperma* longistila; sesb = *V. sessilifolia* brevistila; sesl = *V. sessilifolia* longistila; trub = *V. truncata* brevistila; trul = *V. truncata* longistila; urtb = *V. urticifolia* brevistila; urtl = *V. urticifolia* longistila).

espécie (Nowicke & Ridgway 1973, Scheel & Barth 1995, Scheel *et al.* 1996), verificou-se uma concordância em relação ao tipo de abertura (3-colporada) com exceção de Nowicke & Ridgway (1973) que definiram os grãos de pólen como 3-colporoidados, o que pode ser explicado pela dificuldade de visualização das aberturas.

*C. trichotoma* foi examinada palinologicamente por Nowicke & Ridgway (1973), Miranda *et al.* (1980), Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996). Houve divergência quanto ao tipo de abertura, pois somente Nowicke & Ridgway (1973) encontraram grãos de pólen 3-colpados, enquanto os demais autores consideram a espécie como 3-colporada, o que está de acordo com o presente trabalho. Quanto à ornamentação da sexina Miranda *et al.* (1980) descrevem-na como granulada, divergindo de Nowicke & Ridgway (1973) e Scheel & Barth (1995) que citaram ornamentação espiculosa. No presente estudo, observou-se que a sexina de *C. trichotoma* é espinhosa confirmando os dados de Scheel *et al.* (1996). Os valores dos diâmetros dos grãos de pólen nos espécimes aqui medidos são semelhantes aos de Nowicke & Ridgway (1973) e menores que os dos demais autores. Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996) observaram a presença de grãos de pólen 4-colporados, embora numa proporção maior (47-53%), quando comparados com este estudo (7%). Os dados aqui apresentados corroboram os de Gibbs & Taroda (1983) que estudando heterostilia em *Cordia alliodora* e *C. trichotoma* encontraram valores de medidas maiores nas flores brevistilas de *C. trichotoma*.

Taroda (1984), Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996) estudaram *C. silvestris* descrevendo os grãos de pólen da espécie como prolato-esferoidais, suboblato e oblato-esferoidais, respectivamente. No presente

Figure 63. Graphic representation of confidence interval of mean in 95% of 3-porate pollen grains of Cordiaceae. A. Polar diameter in equatorial view. B. Equatorial diameter in equatorial view. C. Equatorial diameter in polar view. The higher and lower boundaries showing the confidence interval; the average circle showing the arithmetic mean. The values are in  $\mu\text{m}$ . (calb = *Varronia calocephala* shortstyle; call = *V. calocephala* longstyle; curb = *V. curassavica* shortstyle; curl = *V. curassavica* longstyle; disb = *V. discolor* shortstyle; disl = *V. discolor* longstyle; guab = *V. guazumaefolia* shortstyle; gual = *V. guazumaefolia* longstyle; leub = *V. leucocephala* shortstyle; leul = *V. leucocephala* longstyle; monb = *V. monosperma* shortstyle; monl = *V. monosperma* longstyle; sesb = *V. sessilifolia* shortstyle; sesl = *V. sessilifolia* longstyle; trub = *V. truncata* shortstyle; trul = *V. truncata* longstyle; urtb = *V. urticifolia* shortstyle; urtl = *V. urticifolia* longstyle).

trabalho observou-se grãos de pólen suboblatos a oblato-esferoidais, com diâmetros significativamente maiores que os indicados por Taroda (1984) e semelhantes aos citados por Scheel & Barth (1995) e Scheel *et al.* (1996).

Nowicke & Miller (1990) descreveram os grãos de pólen de *C. rufescens* e *C. taguahyensis* com forma variando de oblato-esferoidal a esferoidal, 3-colporoidados (em ambas espécies), e com ornamentação espiculada

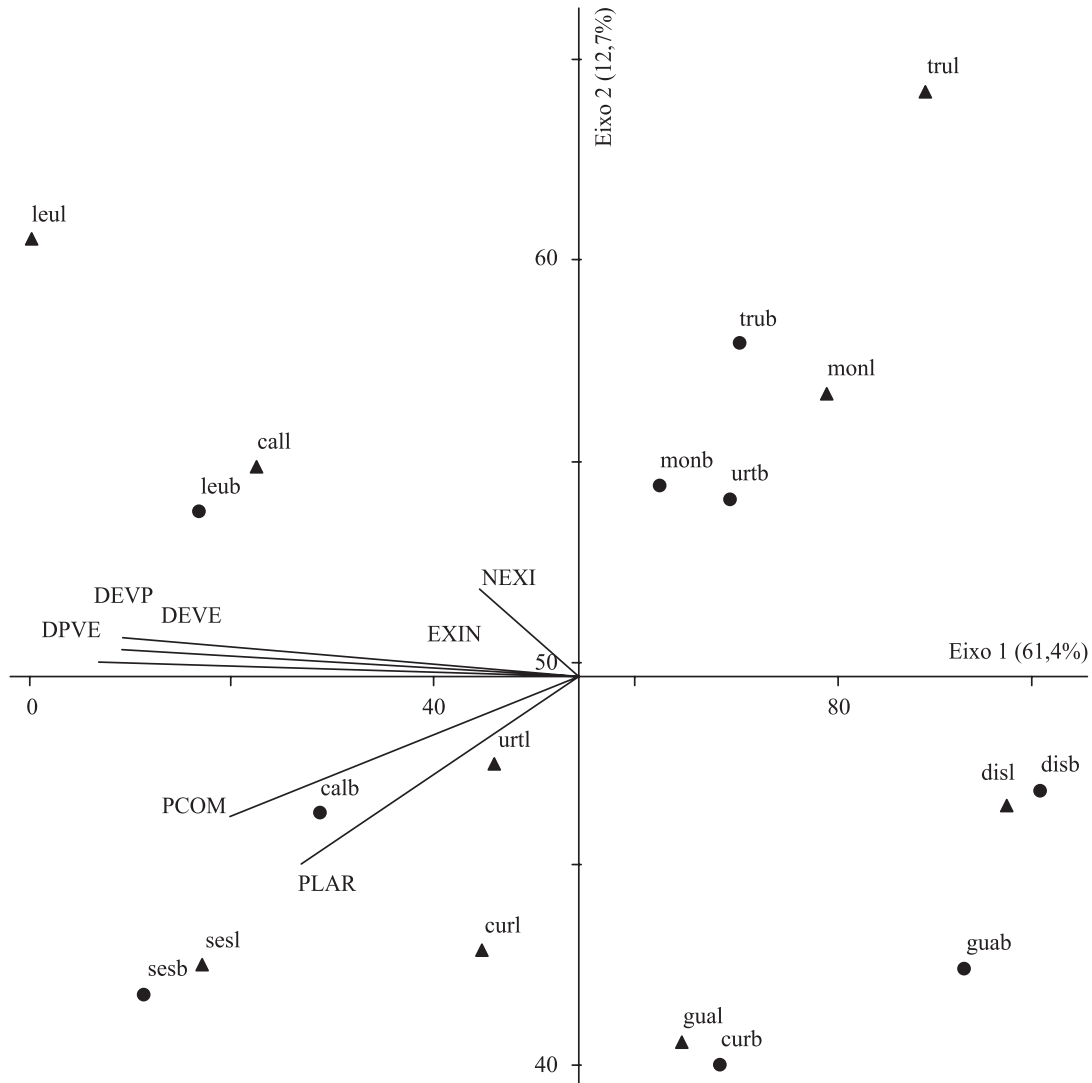


Figura 64. Ordenação, pela PCA, das espécies de Cordiaceae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen 3-porados. (calb = *Varronia calocephala* brevistila; call = *V. calocephala* longistila; curb = *V. curassavica* brevistila; curl = *V. curassavica* longistila; disb = *V. discolor* brevistila; disl = *V. discolor* longistila; guab = *V. guazumaefolia* brevistila; gual = *V. guazumaefolia* longistila; leub = *V. leucocephala* brevistila; leul = *V. leucocephala* longistila; monb = *V. monosperma* brevistila; monl = *V. monosperma* longistila; sesb = *V. sessilifolia* brevistila; sesl = *V. sessilifolia* longistila; trub = *V. truncata* brevistila; trul = *V. truncata* longistila; urtb = *V. urticifolia* brevistila; urtl = *V. urticifolia* longistila; ● = brevistila; ▲ = longistila).

Figure 64. Biplot of PCA for Cordiaceae species, of 3-porate pollen grain metric variables. (calb = *Varronia calocephala* shortstyle; call = *V. calocephala* longstyle; curb = *V. curassavica* shortstyle; curl = *V. curassavica* longstyle; disb = *V. discolor* shortstyle; disl = *V. discolor* longstyle; guab = *V. guazumaefolia* shortstyle; gual = *V. guazumaefolia* longstyle; leub = *V. leucocephala* shortstyle; leul = *V. leucocephala* longstyle; monb = *V. monosperma* shortstyle; monl = *V. monosperma* longstyle; sesb = *V. sessilifolia* shortstyle; sesl = *V. sessilifolia* longstyle; trub = *V. truncata* shortstyle; trul = *V. truncata* longstyle; urtb = *V. urticifolia* shortstyle; urtl = *V. urticifolia* longstyle; ● = brevistila; ▲ = longistila).

(*C. rufescens*) a clavada (*C. taguahyensis*). Observou-se aqui, grãos de pólen suboblato em *C. rufescens* e oblato-esferoidais em *C. taguahyensis*, 3-colporados e com exina espinhosa.

Os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas de *C. glabrata* foram estudados por Taroda (1984) que os descreveu como prolato-esferoidais e com tamanho maior nas flores brevistilas, fato que também foi observado neste estudo.

*C. superba* apresenta grãos de pólen 3-colporados, confirmando dados também observados por Melhem *et al.* (2003). Entretanto, Nowicke & Miller (1990) mencionam a ocorrência de grãos de pólen 3-colporoidados, talvez devido à difícil visualização da endoabertura. Os dados aqui obtidos, assim como os de Melhem *et al.* (2003), mostraram, ainda, forma suboblata e exina com ornamentação espículo-verrugosa, sendo estas observações contrárias às de Nowicke & Miller (1990) que mencionaram grãos de pólen oblato-esferoidais com exina espiculada. As medidas dos diâmetros dos grãos de pólen, obtidas para os espécimes aqui analisados são significativamente maiores que as observadas por Melhem *et al.* (2003) e Nowicke & Miller (1990).

Grãos de pólen com medidas de diâmetros maiores em flores brevistilas de *C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. silvestris* e *C. taguahyensis*, e em flores longistilas de *C. ecalyculata*, *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, *C. rufescens* e *C. superba* confirmaram as afirmações de Ganders (1979), que menciona a ocorrência de pólen com diâmetros maiores tanto em flores brevistilas quanto em flores longistilas, dependendo do táxon analisado.

Taxonomicamente, as espécies aqui estudadas, que apresentaram padrão polínico 3-colporado e exina espinhosa a espículo-verrugosa enquadram-se no gênero *Cordia*, clado *Collococcus*, o qual compreende as espécies do Novo Mundo (antiga seção *Myxa*) e as seis espécies brasileiras que Taroda & Gibbs (1986) haviam posicionado na seção *Superbiflorae* (Miller & Gottschling 2007).

As espécies de *Cordia* possuem grãos de pólen morfologicamente semelhantes, o que não permite separá-las com base nos dados polínicos já que caracteres como o diâmetro dos grãos de pólen e a medida de espessura das camadas da exina são bastante similares. Esta afinidade polínica entre as espécies foi comprovada através da análise de componentes principais, na qual somente os grãos de pólen de *C. magnoliifolia* longistila, ficaram isolados das demais espécies, por apresentarem valores métricos maiores. Por outro lado, as espécies da antiga seção *Superbiflorae* (*C. rufescens*, *C. superba* e *C. taguahyensis*) de Taroda & Gibbs (1986) aparecem isoladas das outras

espécies dentro do gênero, pelos maiores valores dos dados quantitativos, apesar dos grãos de pólen de *C. superba* possuírem ornamentação espículo-verrugosa.

Grãos de pólen 3-porados, com poros operculados, exina reticulada, de homo a heterorreticulada, simplesbaculada, com espículos sobre os muros dos retículos encontrados nas espécies do gênero *Varronia*, foram descritos anteriormente por Nowicke & Ridgway (1973), Taroda (1984), Palacios-Chavez & Quiroz-Garcia (1985), Moncada & Herrera (1988), Nowicke & Miller (1990) e Scheel *et al.* (1996). Sendo que todos estes autores trataram as espécies estudadas como pertencentes ao gênero *Cordia*.

Para *V. curassavica* há dados polínicos nos trabalhos de Nowicke & Ridgway (1973), Taroda (1984), Nowicke & Miller (1990) e Scheel *et al.* (1996), havendo divergências entre as suas descrições e também em relação aos dados aqui obtidos. Nowicke & Ridgway (1973) citaram para a espécie grãos de pólen esferoidais, Taroda (1984) os descreveu como prolato-esferoidais, já Nowicke & Miller (1990) e Scheel *et al.* (1996), como oblato-esferoidais. No presente estudo os grãos de pólen de *V. curassavica* se caracterizaram por serem oblato-esferoidais, corroborando os dados de Nowicke & Miller (1990) e Scheel *et al.* (1996) quanto à forma.

Segundo Taroda (1984) os grãos de pólen de *V. calocephala* longistila, *V. discolor* brevistila, *V. guazumaefolia* brevistila e *V. truncata* longistila apresentaram forma prolato-esferoidais com exceção de *V. monosperma* longistila, que apresentou grãos de pólen oblato-esferoidais. O presente trabalho difere do de Taroda (1984), pois os espécimes aqui estudados apresentaram grãos de pólen oblato-esferoidais, com exceção de *V. monosperma* longistila, que apresentou grãos de pólen suboblato.

Para Nowicke & Miller (1990) as aberturas poradas raramente aparecem em Boraginaceae (incluindo Cordiaceae *sensu* Johnston (1950)), mas os autores não esclarecem se o poro presente nos grãos de pólen das espécies do gênero surgiu devido a uma diminuição gradual de um colpo ou se este representa uma endoabertura com ausência de colpo.

As espécies com grãos de pólen 3-porado e exina reticulada (*V. calocephala*, *V. curassavica*, *V. discolor*, *V. guazumaefolia*, *V. leucocephala*, *V. monosperma*, *V. sessilifolia*, *V. truncata* e *V. urticifolia*) pertencem ao gênero *Varronia* descrito por Taroda (1984) como subgênero de *Cordia*, o qual posteriormente com base em dados moleculares foi reestabelecido por Miller & Gottschling (2007), corroborando o trabalho de Borhidi *et al.* (1988).

A análise de componentes principais incluindo essas espécies mostrou *V. sessilifolia* brevistila e longistila e *V. curassavica* longistila associadas às maiores medidas de largura do poro. O mesmo ocorreu com *V. calocephala* longistila e *V. leucocephala* longistila, que se associaram as maiores medidas de espessura da nexina. Portanto, apesar da grande similaridade entre os grãos de pólen do subgênero, essas características permitem separar algumas espécies.

Entre todas as espécies cujo pólen foi analisado, 11 delas (*C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. ecalyculata*, *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, *V. calocephala*, *V. curassavica*, *V. discolor*, *V. guazumaefolia*, *V. leucocephala* e *V. monosperma*) apresentam maior espessura de exina nos grãos de pólen das flores longistilas, enquanto nas outras sete (*C. silvestris*, *C. rufescens*, *C. superba*, *C. taguayensis*, *V. sessilifolia*, *V. truncata* e *V. urticifolia*), os grãos de pólen das flores brevistilas é que apresentam exina com maior espessura.

Após analisar a morfologia polínica de Cordiaceae neste estudo e compará-la com a taxonomia da família, verifica-se que as diferenças dos tipos polínicos coincidem com a delimitação taxonômica proposta primeiramente por Borhidi *et al.* (1988), e recentemente por Gottschling *et al.* (2001), Gottschling *et al.* (2005) e Miller & Gottschling (2007), sustentando com dados polínicos (abertura e ornamentação da exina) a separação dos gêneros *Cordia* e *Varronia*.

Agradecimentos – À Dra. Neusa Taroda Ranga, pela listagem dos táxons ocorrentes no Estado de São Paulo. Ao Dr. Fábio de Barros, pela leitura do manuscrito inicial. À Capes (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

### Referências bibliográficas

- BARRET, S.C.H. 1990. The evolution and adaptative significance of heterostyly. *Tree* 5:144-149.
- BARROSO, G.M., PEIXOTO, A.L., ICHASO, C.L., COSTA, C.G., GUIMARÃES, E.F. & LIMA, H.C. 1986. Sistemática de Angiospermas do Brasil. v.3, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa.
- 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.
- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. Glossário ilustrado de palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BORHIDI, A., GONDÁR, E. & OROSZ-KOVÁCS, Zs. 1988. The reconsideration of the genus *Cordia*. *Acta Botanica Hungarica* 34:375-423.
- CAVALHEIRO, L., PERALTA, D.F. & FURLAN, A. 2003. Flórula fanerogâmica da planície litorânea de Picinguaba, Ubatuba, SP, Brasil: Boraginaceae. *Hoehnea* 30:173-179.
- ERDTMAN, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- GANDERS, F.R. 1979. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany* 17:607-635.
- GIBBS, P. 1990. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. *Revista Brasileira de Botânica* 13:125-136.
- GIBBS, P. & TARODA, N. 1983. Heterostyly in the *Cordia alliodora*-*C. trichotoma* complex in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 6:1-10.
- GOTTSCHLING, M., HILGER, H.H., WOLF, M. & DIANE, N. 2001. Secondary structure of the ITS1 transcript and its application in a reconstruction of the phylogeny of Boraginales. *Plant Biology* 3:629-636.
- GOTTSCHLING, M., MILLER, J.S., WEIGEND, M. & HILGER, H.H. 2005. Congruence of a phylogeny of Cordiaceae (Boraginales) inferred from ITS1 sequence data with morphology, ecology and biogeography. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92:425-437.
- HOLMGREN, P.K. & HOLMGREN, N.H. 1998 (onwards). Online edition of Index Herbariorum. <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp> (acesso em 05/11/2004).
- JOHNSTON, I.M. 1950. Studies in the Boraginaceae 19. *Cordia* sect. *Gerascanthus* in Mexico and Central America. *Journal of the Arnold Arboretum* 31:179-187.
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A. & STEVENS, P.F. 1999. Plant systematics: a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Sunderland.
- JUNG-MENDAÇOLLI, S.L. & MELHEM, T.S. 1995. Grãos de pólen de espécies heterostílicas de Rubiaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 18:61-63.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.10. MjM Software Design, Oregon.
- MELHEM, T.S. & MATOS, M.E.R. 1972. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. *Labiatae*. *Hoehnea* 2:1-10.
- MELHEM, T.S., CRUZ-BARROS, M.A.V., CORRÊA, A.M.S., MAKINO-WATANABE, H., SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F. & GONÇALVES-ESTEVEZ, V.L. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo* 16:1-104.
- MILLER, J.S. 2001. New Boraginaceae from tropical America 4: Three new species of *Cordia* from South America. *Novon* 11:421-428.
- MILLER, J.S. 2007. New Boraginales from Tropical America 5: New names and typifications for Neotropical species of *Cordia* and *Varronia*. *Novon* 17:372-375.

- MILLER, J.S. & GOTTSCHLING, M. 2007. Generic classification in the Cordiaceae (Boraginales): resurrection of the genus *Varronia* P. Br. *Taxon* 56:163-169.
- MINITAB FOR WINDOWS [MINITAB-INC, USA]. 2003. Versão 10.3.
- 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.
- NOWICKE, J.W. & RIDGWAY, J.E. 1973. Pollen studies in the genus *Cordia* (Boraginaceae). *American Journal of Botany* 60:584-591.
- NOWICKE, J.W. & MILLER, J.S. 1990. Pollen morphology of the Cordioideae (Boraginaceae). *Auxemma*, *Cordia* and *Patagonula*. *Plant Systematics and Evolution* 5:103-121.
- OPLER, P.A., BAKER, H.G. & FRANKIE, G.W. 1975. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). *Biotropica* 7:234-247.
- PALACIOS-CHÁVEZ, R. & QUIROZ-GARCIA, D.L. 1985. Catálogo palinológico para la flora de Veracruz. Familia Boraginaceae, género *Cordia*. *Biotica* 10:1-113.
- PERCIVAL, M. 1974. Floral ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. *Biotropica* 6:104-129.
- PUNT, W., HOEN, P.P., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143:1-81.
- 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* 6:166-176.
- SHEEL, R. & BARTH, O.M. 1995. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXIX: Boraginaceae. *Revista Brasileira de Biologia* 55:769-776.
- SHEEL, 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.
- SHEPHERD, G.J. 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- TARODA, N. 1984. Taxonomic studies on Brazilian species of *Cordia* L. (Boraginaceae). Philosophy Doctor Thesis, University of Saint Andrews, Saint Andrews.
- TARODA, N. & GIBBS, P.E. 1986. Studies on the genus *Cordia* L. (Boraginaceae) in Brazil. 1. A new infrageneric classification and conspectus. *Revista Brasileira de Botânica* 9:31-42
- TOMLINSON, P.B. 1974. Breeding mechanisms in trees native to tropical Florida – A morphological assessment. *Journal of the Arnold Arboretum* 55:269-290.
- VIEIRA, S. 1981. Introdução à bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.
- ZAR, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs.