

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO

**Estudo polínico das espécies do gênero
Cordia L. (Boraginaceae) ocorrentes no Estado
de São Paulo**

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

SÃO PAULO

2005

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO

**Estudo polínico das espécies do gênero
Cordia L. (Boraginaceae) ocorrentes no Estado
de São Paulo**

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

ORIENTADORA: DR^a MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ-BARROS

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Gasparino, Eduardo Custódio
G249e Estudo polínico das espécies do gênero Cordia L.(Boraginaceae)
ocorrentes no Estado de São Paulo / Eduardo Custódio Gasparino -- São Paulo,
2005.
91 p.
Dissertação (mestrado)—Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2005
Bibliografia.
1. Pólen. 2. Cordia. 3. Boraginaceae.I. Título

CDU 581.33

À Deus...

“Mesmo longe dos meus, mesmo na
solidão, Te louvo em verdade! Pois
somente tenho a Ti, Tu és a minha
herança....”

Aos meus pais, Luzia e Francisco,
meus alicerces e porto seguro.
À Maria Amélia, mestre e amiga.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros, pelos ensinamentos, paciência, dedicação e simplicidade. “O aprendizado torna-se lição de vida, e o caminho mais curto quando caminhamos lado a lado”.

À CAPES por ter concedido o apoio financeiro ao meu projeto.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo nas pessoas do Diretor Geral Dr. Luiz Mauro Barbosa e do Diretor da Divisão de Fitotaxonomia Dr. Sérgio Romaniuc Neto.

À seção de Dicotiledôneas onde foi desenvolvido todo o trabalho de mestrado.

À Dr^a Therezinha S’antana Melhem, por acreditar no meu trabalho, pela indicação ao mestrado, e principalmente pela amizade.

À Dr^a Neusa Taroda Ranga, pela orientação durante a graduação, despertando meu interesse pela Botânica e pelos auxílios como taxonomista em Boraginaceae, na obtenção dos materiais.

À minha família, meus pais e meus irmãos Adriano e Marcelo, e à Paula, por estarem presentes em todos os momentos de conquistas e desespero, por terem me dado base sólida para vencer os obstáculos.

À Kênia, Luiz Henrique, Nilson, Rafaela e Roberta, por toda a amizade e o companheirismo em todas as minhas voltas à Pontes Gestal, por estarem juntos nos momentos de tanta alegria e compartilharem da minha vida a cada dia.

Aos curadores dos herbários visitados pela disponibilização do material tão necessário para a pesquisa em palinologia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente nas pessoas da Dr^a Sônia M. Campos Dietrich e Dr^a Solange C. Mazzoni-Viveiros. A todos docentes e alunos, em especial a secretária Márcia Regina Angelo.

Ao pesquisador e amigo Fábio de Barros pelo apoio, dedicação e pela leitura crítica do manuscrito.

Aos pesquisadores da seção de Dicotiledôneas: Angela Maria da Silva Corrêa e Dr. Luciano Maurício Esteves, pela amizade, boa convivência, experiência e pelos ensinamentos; às funcionária D. Maria Aparecida Freitas e Jovelina Maria de Vasconcellos (Jô) pela amizade, carinho e colaboração de todos os dias. Aos estagiários, Carol, Elaine, Eliete, Felipe, Fernando e Renata pela amizade, apoio, e ajuda no decorrer do trabalho.

Às minhas amigas e companheiras de laboratório Angela Maria da Silva Corrêa e Bianca Alsina Moreira pela ajuda diária, por compartilhar suas experiências, pela amizade e carinho.

À amigas Clarice Aoki Osaku, Elisete Araújo da Anunciação (Lili) e Maria Isabel Tauil de Moura Guimarães (Isabel) pelo incentivo, apoio e auxílio em vários momentos do mestrado.

Ao Dr. Jefferson Prado pelo apoio, amizade e pela revisão do Resumo e Abstract.

À Dr^a Agnes Elisete Luchi, Dr^a Edenise Segala Alves, Dr^a Inês Cordeiro, Dr^a Lúcia Rossi, Dr^a Maria das Graças L. Wanderley, Dr^a Mutue T. Fujii, Dr^a Olga Yano, Dr^a Rosangela Simão-Bianchini e Suzana Martins pela amizade.

À Gardene de Souza, Letícia Ribes Lima e Tatiana Ungaretti Paleo Konno pelo convívio e amizade.

Aos meus amigos, Glaucia, Jefferson e Danilo, pela grande amizade, companheirismo e carinho.

À Aline A. Cavalari, Andréa de Araujo, Bárbara Medeiros Fonseca, Diógena Barata, Luciana J. Gimenes e Luciane O. Crossetti minhas amigas e companheiras de todos os momentos, pela colaboração e lição de vida.

Ao Denilson Peralta, meu amigo de graduação e mestrado, pelas ajudas valiosas e pela amizade.

Aos meus amigos do alojamento, Adriano, Aline, Ana, Andréa, Angélica, Bárbara, Berta, Denilson, Diógena, Iane, Josi, Lili, Lu Canez, Lu Crossetti, Patrícia, Sérgio e Suzana, pela grandiosa amizade e por estarmos sempre unidos em todos os momentos buscando nossos ideais.

À minhas madrinhas Odete e Djanira, pelo carinho, cuidado, apoio e orações.

Aos meus avós, José, Maria e Lidia (em memória) e ao meu avô João Gasparino Filho.

À Andréia Lorigiola e Andreza Cataldi, pela lembrança dos momentos inesquecíveis que me deram forças durante o período de mestrado.

Aos meus primos Alexandra, Amanda, e Otávio; e aos meus amigos Ângela, Cássia, Dari, Fabiana, Fabiana Girdelli, Jarbas, Jussara, Karina, Larissa, Osair, Paula, Simone, Tatiana, Vânia, Kitty e Enivaldo pela amizade.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

ÍNDICE DE FOTOGRAFIA PARA OS TÁXONS

<i>Cordia calocephala</i> Cham.	52.
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schultes	52.
<i>Cordia discolor</i> Cham.	53.
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	31.
<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) DC.	26.
<i>Cordia guazumaefolia</i> (Desv.) Roem. & Schultes	53.
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	54.
<i>Cordia magnoliifolia</i> Cham.	31.
<i>Cordia monosperma</i> (Jacq.) Roem. & Schultes	54.
<i>Cordia rufescens</i> A. DC.	37.
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	32.
<i>Cordia sessilifolia</i> Cham.	55.
<i>Cordia silvestris</i> Fresen.	32.
<i>Cordia superba</i> Cham.	37.
<i>Cordia taguahyensis</i> Vell.	38.
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	26.
<i>Cordia truncata</i> Fresen.	55, 56.
<i>Cordia urticifolia</i> Cham.	56.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Considerações gerais	01
1.2. Heterostilia	05
1.3. Palinologia	06
2. MATERIAL E MÉTODOS	09
2.1. Material	09
2.1.1. Lista de espécies	09
2.1.2. Lista dos espécimes estudados	11
2.2. Métodos	17
2.2.1. Microscopia óptica	17
2.2.1.1. Acetólise e tratamento dos grãos de pólen	18
2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen	18
2.2.1.3. Análise de viabilidade	19
2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura	20
2.2.3. Análise estatística	20
2.2.4. Ilustrações	21
2.2.5. Terminologia e descrições polínicas	21
3. RESULTADOS	22
3.1. <i>Cordia</i> L.....	22
3.1.1. Subgênero <i>Myxa</i> Taroda	22
3.1.2. Subgênero <i>Varronia</i> (Browne) Cham.	45
3.2. Chave polínica	64
3.3. Teste de viabilidade	65
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	69
5. RESUMO	83
6. ABSTRACT	84
7. LITERATURA CITADA	85

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Gerais

A família Boraginaceae *sensu lato* é considerada atualmente como uma das famílias basais de Euasteridae I (APG 1998). Compreende cerca de 117 gêneros e 2.400 espécies, com distribuição nos trópicos, subtropicos, regiões temperadas e árticas; possuindo centros de dispersão no Mediterrâneo e nas Américas (Judd *et al.* 1999). No Brasil, a família apresenta nove gêneros nativos: *Auxemma* Miers, *Cordia* L., *Heliotropium* L., *Lepidocordia* Ducke, *Moritzia* DC. ex Meisn., *Patagonula* L., *Rotula* Lour., *Thaumatocaryum* Baill. e *Tournefortia* L. (Barroso *et al.* 1986, Cavalheiro *et al.* 2003).

Boraginaceae é constituída por ervas, subarbustos, arbustos ou árvores, raramente lianas. Folhas simples, alternas, opostas ou verticiladas, sem estípulas. Inflorescências do tipo cimeira escorpióide; flores hermafroditas, em geral regulares, pentâmeras; cálice gamossépalo, tubuloso ou, em determinados gêneros, com sépalas unidas só na base; corola simpétala; androceu geralmente formado por 5 estames epipétalos; gineceu composto de 2-4 carpelos; ovário súpero com 2-4 lóculos, uniovulados, raramente uniloculares com 4 óvulos. Fruto indeiscente, carnosos, constituindo uma drupa com 2-4 lóculos, ou unilocular, às vezes esquizocarpo. Sementes com ou sem endosperma (Smith 1970, Barroso *et al.* 1986).

Segundo Nowicke (1969), algumas espécies de *Cynoglossum* L., *Heliotropium* e *Myosotis* L. são cultivadas e comercializadas como plantas ornamentais; já *Borago* L., *Cordia*, *Pulmonaria* L. e *Symphytum* L. apresentam propriedades medicinais (Saito 1984).

Symphytum officinale L. (“confrei”) talvez seja a espécie medicinal mais popular da família, sendo usada na forma de emplastro sobre feridas e inflamações (Ming & Amaral Júnior 1995).

Boraginaceae é usualmente polinizada por abelhas, borboletas, formigas, morcegos e moscas, os quais coletam néctar (Percival 1974, Carvalho & Marchini 1999, Judd *et al.* 1999).

Melchior (1964), foi quem primeiramente situou Boraginaceae na ordem Tubiflorae pela observação da corola simpétala e estames epipétalos. Posteriormente, Takhtajan (1980) em seu sistema de classificação posicionou a família na ordem Polemoniales; enquanto Cronquist (1981) colocou-a dentro da subclasse Asteridae, na ordem Lamiales junto com Lamiaceae, Lennoaceae e Verbenaceae.

Tanto para Hutchinson (1959) quanto para Dahlgren (1980) a família Boraginaceae pertenceria à ordem Boraginales (superordem Solananae), no entanto, Hutchinson (1959) considerou Boraginaceae como a única família dentro da ordem enquanto, Dahlgren (1980) colocou ao seu lado as famílias Hydrophyllaceae, Ehretiaceae, Wellstediaceae, Lennoaceae e Hoplostigmataceae. Thorne (1992) rebaixou Ehretioidae e Wellstedioideae ao nível de subfamílias dentro de Boraginaceae, e incluiu Boraginaceae na ordem Solanales.

Boraginaceae é definida, em classificações mais recentes que observam dados moleculares (*rbcL*) além dos dados morfológicos, como um grupo irmão ao clado que compreende Grossulariaceae, Convolvulaceae e Solanaceae (Chase *et al.* 1993). Observando-se dados comparados e recentes de biologia molecular a família pode ser situada dentro de Solanales junto com Convolvulaceae, Solanaceae e Hydroleaceae (APG 1998, Soltis *et al.* 2000). O APG (2003), traz a família com posicionamento indefinido dentro de Euasteridae I, junto com a família Vahliaceae e próxima da ordem Gentianales,

que compreende as famílias Apocynaceae, Gelsemiaceae, Gentianaceae, Loganiaceae e Rubiaceae.

A família Boraginaceae é atualmente dividida em cinco subfamílias: Ehretioideae, Wellstedioideae, Cordioideae, Heliotropioideae e Boraginoideae (Gürke 1897, Melchior 1964, Nowicke & Miller 1990, Thorne 1992, Retief & van Wyk 1997).

A subfamília Cordioideae caracteriza-se pelo estilete com quatro ramificações, cotilédones plicados e ausência de endosperma (Judd *et al.* 1999, 2002). O gênero *Cordia* encontra-se na subfamília Cordioideae junto com os gêneros *Auxemma* e *Patagonula* (Nowicke & Miller 1990).

Cordia é um gênero cosmopolita e, provavelmente, o mais complexo de Boraginaceae (Nowicke & Ridgway 1973, Taroda & Gibbs 1986) com aproximadamente 320 espécies (Judd *et al.* 1999), apresentando grande diversidade no Novo Mundo e, cerca de 65 espécies no Brasil (Taroda & Gibbs 1986). É constituído por árvores, arbustos ou subarbustos, com folhas alternadas, homomórficas, algumas vezes dimórficas, pecioladas ou sésseis; inflorescências em panículas axilares ou internodais, espigas, capítulos ou glomérulos; flores normalmente heterostílicas, algumas vezes funcionalmente dióicas; estames 5 ou tantos quantos os lobos da corola, raramente reduzidos, exsertos ou inclusos (Taroda 1984).

Segundo Barroso *et al.* (1986), o estilete terminal bifurcado com cada ramo subdividido em dois, e o cálice tubuloso não aumentado ou pouco aumentado e nem modificado na frutificação são caracteres que diferenciam *Cordia* dos outros gêneros dentro da família.

Quanto à importância econômica, *Cordia curassavica* (Jacq.) Roem. & Schultes (= *Cordia verbenacea* DC.) conhecida como “erva-baleeira”, é usada com finalidades medicinais (Scheel 1993, Panizza 1977), enquanto *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex

Steud., o “freijó” é utilizada na obtenção de madeira (Joly 1976). *Cordia nitida* Vahl. e *C. collococca* L. apresentam grande valor melífero (Izquierdo *et al.* 1999 *apud* Cavalheiro 2004).

Plumier, em 1703, (*apud* Taroda 1984) foi quem primeiramente empregou o nome *Cordia* para o gênero. Na primeira edição de *Genera Plantarum*, Linnaeus (1737) também usou o nome *Cordia* para designar o gênero aceitando a proposta de Plumier, e anos depois Linnaeus (1753) estudou espécies do gênero e apresentou as características genéricas para *Cordia* (Taroda 1984).

De Candolle (1845, *apud* Taroda 1984) organizou o gênero em sete seções: *Cordiopsis* Desv. ex Ham., *Gerascanthus* (P. Browne) Don, *Myxa* (Engl.) Lindl., *Physoclada* (DC.) Lindl., *Pilicordia* A. DC., *Rhabdocalyx* A. DC., *Sebestenoides* DC.

Posteriormente, Johnston (1930) subdividiu *Cordia* em oito seções: *Calyptrocordia* Britton, *Eucordia* Johnston, *Gerascanthus* (P. Browne) Don, *Myxa* (Engl.) Lindl., *Physoclada* DC., *Pilicordia* A. DC., *Rhabdocalix* A. DC., e *Varronia* (P. Browne) Don. Este trabalho foi o mais elaborado e também o mais utilizado na taxonomia do gênero.

Atualmente o gênero está dividido em três subgêneros: *Cordia*, *Varronia* (Browne) Cham. e *Myxa* Taroda, este último, representado no Brasil por três seções: *Gerascanthus* (Browne) Don, *Myxa* (Endl.) DC. e *Superbiflorae* Taroda (Taroda 1984, Taroda & Gibbs 1986). O subgênero *Cordia* não apresenta espécies nativas no Brasil (Taroda & Gibbs 1987); já *Varronia* e *Myxa* incluem respectivamente, 30 e 35 espécies ocorrentes no Brasil (Taroda & Gibbs 1986, 1987).

1.2. Heterostilia

A heterostilia é uma característica bem conhecida nas espécies do gênero *Cordia* (Gibbs & Taroda 1983, Opler *et al.* 1975, Tomlinson 1974, Ganders 1979). Trata-se de um polimorfismo floral controlado geneticamente no qual as flores diferem reciprocamente nos comprimentos de estiletos e estames, e foi estudado pela primeira vez por Darwin (1878).

Este polimorfismo floral é, geralmente, acompanhado de um sistema de auto-incompatibilidade que impede a auto-fecundação (Barret 1990), e pode ser representado por duas formas florais (distilia) ou três formas florais (tristilia), havendo diferenças no tamanho e quantidade de pólen produzido pelas diferentes formas florais, assim como na ornamentação da exina dos grãos de pólen, nas papilas estigmáticas, no tamanho e na morfologia da corola (Ganders 1979).

As diferenças recíprocas nos comprimentos de estiletos e estames das formas florais nas plantas heterostílicas aumenta a probabilidade de que o pólen seja depositado por insetos no estigma de uma planta de forma floral oposta, facilitando, deste modo, a fertilização cruzada (Futuyma 1992).

Para Darwin (1878) a heterostilia aumenta a eficiência de polinização tornando-se uma vantagem seletiva na medida em que aumenta o número de sementes produzidas pela planta. A adaptação do sistema reprodutivo de táxons heterostílicos é dada pela capacidade destes táxons em responder às diferentes pressões ambientais através do balanço entre auto-polinização e polinização cruzada (Vuilleumier 1965).

Na heterostilia, são chamadas de flores brevistilas aquelas que possuem em geral, estilete curto, filetes longos, grãos de pólen grandes e papilas estigmáticas curtas, ao passo

que flores longistilas são aquelas com estilete longo, filetes curtos, pólen de menor tamanho e papilas estigmáticas longas (Dowrick 1956).

A heterostilia pode envolver todo um complexo de caracteres tanto morfológicos quanto fisiológicos (Dowrick 1956, Jung-Mendaçolli & Melhem 1995), e comumente, mas não exclusivamente, a distilia está associada com o mecanismo de auto-incompatibilidade (Gibbs 1990). Assim as flores brevistilas e longistilas são compatíveis entre si, mas a polinização entre plantas da mesma forma é incompatível, isto é, grãos de pólen de plantas brevistilas são compatíveis com estigma das longistilas e vice-versa (Ganders 1979).

Geneticamente, as plantas brevistilas e longistilas não diferem em um loco, mas em dois, ligados muito estreitamente, os quais estão sempre associados e são herdados juntos como se fossem um loco, ou seja um supergene, que raramente é quebrado por recombinação cromossômica (Futuyma 1992). Esta rara recombinação cromossômica, resulta em homostilia, ou seja, indivíduos anormais de espécies distílicas que morfológicamente apresentam a mesma altura de estilete e estames (Ganders 1979).

A distilia é vista como o tipo padrão de heterostilia para o gênero *Cordia*, sendo relatada homostilia somente para poucas espécies: *C. alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *C. sebestena* L. e *C. trichotoma* (Jonhston 1950, Percival 1974, Gibbs & Taroda 1983).

1.3. Palinologia

Do ponto de vista palinológico, as Boraginaceae têm atraído pouca atenção dos pesquisadores, apesar de representarem uma família euripolínica, conforme mostram os trabalhos de Erdtman (1952), Melhem (1978), Clarke (1980) e Schell & Barth (1995). Trata-se de um grupo muito apropriado para estudos palinológicos pois: (a) apresenta ampla variação das características morfológicas dos grãos de pólen; (b) poucas de suas

espécies são bem conhecidas do ponto de vista polínico; (c) as espécies cujo pólen é conhecido, quase sempre, foram estudadas apenas em floras regionais e não em trabalhos palinotaxonômicos, e (d) apresentam heterostilia, portanto, formas florais diferentes cujos grãos de pólen podem ser diferentes.

A família Boraginaceae apresenta, em geral, grãos de pólen suboblatos a prolatos, geralmente 3-colporados (com exceção da subfamília Boraginoideae com 2 a 12 cólporos), exina de estratificação obscura, sexina tegilada ou não, espiculada ou reticulada, geralmente igual ou mais espessa que a nexina (Erdtman 1952, Salgado-Labouriau 1973)

Espécies isoladas do gênero *Cordia* vêm sendo estudadas palinologicamente por alguns autores, destacando-se Erdtman (1952), van der Hammen & Gonzáles (1960), Barth & Silva (1963), Marticorena (1968), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke & Ridgway (1973), Miranda *et al.* (1980), Carrera & Rodrigues (1982), Taroda (1984), Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985), Moncada & Herrera (1988), Nowicke & Miller (1990), Roubik & Moreno (1991), Scheel & Barth (1995) e Melhem *et al.* (2003).

A morfologia polínica do gênero, na maioria dos trabalhos é tratada de maneira isolada levando em consideração poucas espécies e quase nunca comparando os grãos de pólen de flores brevistilas e longistilas.

Um dos trabalhos mais significativos sobre morfologia polínica de *Cordia* foi o de Nowicke & Ridgway (1973), que estudou 40 espécies, tanto em microscopia óptica quanto em microscopia eletrônica de varredura, descrevendo três tipos polínicos: 1º) grãos de pólen 3-porados com sexina reticulada; 2º) grãos de pólen 3-colpados a 3-colporoidados com sexina estriado-reticulada; e 3º) grãos de pólen 3-colpados a 3-colporados com sexina espinulosa.

Taroda (1984) estudou palinologicamente 36 espécies do gênero em seu estudo sobre a taxonomia das espécies brasileiras de *Cordia*, nesse trabalho a autora analisou separadamente os grãos de pólen de quatro espécies considerando as duas formas heterostílicas, e observou a diferença no tamanho polínico entre grãos de pólen de flores brevistilas e longistilas.

Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985) estudaram 17 espécies de *Cordia* de Veracruz, e seus resultados corroboraram os de Nowicke & Ridgway (1973); entretanto os autores constataram um quarto tipo polínico; grãos de pólen 3-colporados e sexina equinada com microverrugas.

Moncada & Herrera (1988), ao estudarem 23 espécies do gênero *Cordia* em Cuba, correlacionaram os tipos de inflorescências das espécies com a ornamentação dos seus respectivos grãos de pólen da seguinte forma: inflorescência em espigas, glomérulos e panículas axilares de flores pequenas, com exina reticulada; inflorescências em cimas corimbiformes e flores grandes, com exina estriado-reticulada; inflorescências em cimas corimbiformes multifloras de flores pequenas, com exina espinhosa; e por fim, inflorescências em cimas grandes e flores pequenas, com exina verrugada, sendo que esta última característica foi observada pelos autores somente em *C. dentata* Poir.

Grãos de pólen de 43 espécies do gênero *Cordia* (subfamília Cordioideae) foram estudados por Nowicke & Miller (1990), que analisaram o tamanho e a variação na ornamentação dos grãos de pólen de nove espécies heterostílicas.

Este trabalho teve como objetivo estudar os grãos de pólen de 18 espécies de Boraginaceae nativas no Estado de São Paulo, visando interpretar a morfologia polínica e fornecer dados para a taxonomia da família. Além disso, pretende-se verificar se existem diferenças qualitativas e quantitativas entre os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Lista das Espécies:

Foram estudadas palinologicamente 18 espécies do gênero *Cordia*, listadas para o Estado de São Paulo (Taroda comunicação pessoal):

Subgênero *Myxa* Taroda

Seção *Gerascanthus* (Browne) Don

C. glabrata (Mart.) DC.

C. trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.

Seção *Myxa* (Endl.) DC.

C. ecalyculata Vell.

C. magnoliifolia Cham.

C. sellowiana Cham.

C. silvestris Fresen.

Seção *Superbiflorae* Taroda

C. rufescens A. DC.

C. superba Cham.

C. taguahyensis Vell.

Subgênero *Varronia* (Browne) Cham.

C. calocephala Cham.

C. curassavica (Jacq.) Roem. & Schultes

C. discolor Cham.

C. guazumaefolia (Desv.) Roem. & Schultes

C. leucocephala Moric.

C. monosperma (Jacq.) Roem. & Schultes

C. sessilifolia Cham.

C. truncata Fresen.

C. urticifolia Cham.

Os materiais utilizados para as preparações palinológicas foram obtidos a partir de exsicatas dos seguintes herbários, cujos acrônimos seguem Holmgren & Holmgren (2004):

BOTU - Herbário, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

ESA - Herbário, Departamento de Botânica, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

HRCB - Herbário Rioclarense, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

IBGE - Herbário, Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística IBGE, Brasília, DF.

R - Herbário, Departamento de Botânica, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

RB - Herbário, Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

SJRP - Herbário, Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP.

SP - Herbário do Estado “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo”, Instituto de Botânica, São Paulo, SP.

SPF - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SPSF - Herbário D. Bento Pickel, Seção de Madeiras e Produtos Florestais, Instituto Florestal, São Paulo, SP.

UEC - Herbário, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

Para cada espécie foram estudadas, separadamente, as formas brevistila e longistila, utilizando no máximo até sete espécimes para confirmação dos dados obtidos; destes, um para cada forma foi utilizado como material padrão para caracterização da morfologia polínica, medidas e ilustrações. A escolha do espécime padrão decorreu da resistência dos grãos de pólen ao processo de acetólise. Os demais espécimes foram utilizados como materiais de comparação.

Todo material examinado segue abaixo estando os espécime-padrão indicados por um asterisco.

2.1.2. Lista dos espécimes estudados:

Subgênero *Myxa* Taroda

Seção *Gerascanthus* (Browne) Don

C. glabrata: 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 Agrônômico, 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)*.

Cordia trichotoma: 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); Jundiaí, 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)*.

Seção *Myxa* (Endl.) DC.

Cordia ecalyculata: 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: Cambe, 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)*.

Cordia magnoliifolia: 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, Caetitri, II-1944, *O.C. Góes & D. Constantino 143* (RB)*.

Cordia sellowiana: Brevistila: BRASIL. PARANÁ: Paranaguá, Morro do Joaquim, 9-XI-1985, *R.M. Britez 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)*.

Cordia silvestris: 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)*.

Seção *Superbiflorae* Taroda

Cordia rufescens: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Itapetininga, XII-1943, *J.I. Lima s.n.* (RB48958)*. Longistila: PARANÁ: Quatinguá, 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).

Cordia superba: 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).

Cordia taguahyensis: 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).

Subgênero *Varronia* (Browne) Cham.

Cordia calocephala: 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)**.

Cordia curassavica: 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).

Cordia discolor: 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)*.

Cordia guaumaefolia: Brevistila: BRASIL. GOIÁS: Aporé, margem da estrada 72 km, 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)*.

Cordia leucocephala: 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)*.

C. monosperma: 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)*.

Cordia sessilifolia: Brevistila: BRASIL. MINAS GERAIS: Formosa, Parque Nacional Grande Sertão-Veredas, 1-XII-1997, *R.C. Mendonça et al.* 3329 (RB)*; município indefinido, 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)*.

Cordia truncata: 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)*.

Cordia urticifolia: Brevistila: BRASIL. SÃO PAULO: Ilha Bela, XI-1990, V.C. Souza 9472 (SJRP); Nazaré Paulista, represa Atubainha, 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)*.

2.2. Métodos

De cada exsicata procurou-se retirar flores abertas, para verificar a natureza da heterostilia do espécime e, também, flores fechadas próximas à antese, para retirada de anteras férteis para obtenção dos grãos de pólen. Dessa forma as flores brevistilas e longistilas de cada espécie receberam tratamento palinológico separado a fim de observar-se a morfologia específica de cada material.

Para obter-se uma amostragem representativa de cada espécie procurou-se utilizar pelo menos duas flores de cada planta de acordo com o estabelecido por Salgado-Labouriau *et al.* (1965). Os grãos de pólen foram preparados para estudos em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura.

2.2.1. Microscopia óptica

Para a análise dos grãos de pólen em microscopia óptica as anteras de cada espécie foram tratadas segundo o método clássico de acetólise de Erdtman (1960), modificado por Melhem *et al.* (2003).

2.2.1.1. Acetólise e tratamento dos grãos de pólen

O método de acetólise consiste na hidrólise ácida aplicada aos grãos de pólen através de uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção de 9:1, buscando a eliminação total do conteúdo celular do grão de pólen, o que facilita a visualização e o reconhecimento dos caracteres morfológicos.

O tempo em que os grãos de pólen, imersos na mistura acetolítica, ficaram submetidos ao banho-maria, variou de 1min. 10seg. a 1min. 30seg. conforme a resistência da exina às reações químicas.

As lâminas foram montadas com gelatina glicerizada. Para evitar a compressão dos grãos de pólen foram colocadas esferas de massa de modelar com menos de 1 mm de diâmetro entre a lâmina e a lamínula (Reistma 1969). Posteriormente, as lâminas foram observadas ao microscópio óptico para que fossem tomadas as medidas necessárias.

As lâminas foram incluídas na palinoteca da seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica.

2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen

Todas as medidas foram feitas num microscópio binocular Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica Olympus OSM-4 (10x/13) de fio móvel e com tambor giratório.

Os grãos de pólen foram medidos dentro do prazo máximo de uma semana, para evitar problemas de intumescimento que podem ocorrer com o passar do tempo (Melhem & Matos 1972).

No material padrão foram medidos os diâmetros, em 25 grãos de pólen acetolisados, tomados ao acaso e distribuídos em pelo menos três lâminas visando uma uniformidade da amostra (Salgado-Labouriau *et al.* 1965). Para os outros caracteres como abertura, espessura das camadas da exina (em vista polar), 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.

2.2.1.3. Análise de viabilidade

Os grãos de pólen foram submetidos a uma análise de viabilidade através do método de Carmim acético de Marks (1954, *apud* Dickison & Bell 1974) visando relacionar o heteromorfismo floral com a viabilidade dos grãos de pólen.

A técnica baseia-se na coloração do citoplasma dos grãos de pólen. Os grãos de pólen viáveis absorvem o carmim acético apresentando uma coloração púrpura, já os grãos de pólen não viáveis, nos quais o protoplasma está ausente ou em quantidade muito baixa, ficam transparentes por não absorverem o corante. Para o teste foram utilizadas anteras provenientes de materiais herborizados, as quais foram mantidas por uma hora em ácido acético glacial para a fixação das características naturais e, posteriormente, para retirada dos grãos de pólen, foram dissecadas em uma lâmina com uma gota do carmim acético. A partir dessa preparação foram contados aleatoriamente 100 grãos de pólen e calculada a porcentagem.

2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura

Com a finalidade de observar em detalhes a ornamentação da exina, e a forma das aberturas dos grãos de pólen, para algumas espécies tomadas como representantes de subgêneros e/ou seções, foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura.

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

2.2.3. Análise estatística

Foram realizados tratamentos estatísticos e dada a faixa de variação, sendo calculados: a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da amostra (s), o desvio padrão da média (s_x) e o coeficiente de variabilidade (V) das medidas dos grãos de pólen. Nos casos em que foram tomadas apenas 10 ou menos medidas, calculou-se apenas a média aritmética. Para comparar duas médias utilizou-se o intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981), esses dados foram representados em gráficos de “caixas esquemáticas” usando o pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows (2003).

Foi utilizado o programa FITOPAC (Shepherd 1996) para a transformações dos dados de medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo [$\log(x+1)$], e o programa PC-ORD for Windows versão 4.0 (McCune & Mefford 1999) para a Análise de Componentes Principais (PCA) a partir de matriz de covariância.

2.2.4. Ilustrações

Para as fotomicrografias foi utilizado um microscópio Olympus BX50, com câmara de vídeo acoplada (SONY Camera adaptor CMA-D2) e um microcomputador PC, sendo a captura e o tratamento das imagens feitos no programa Image Pro-plus versão 3 para Windows. As eletromicrografias foram feitas por um microscópio eletrônico de varredura PHILIPS ver. 5.21. A partir destas imagens foram elaboradas pranchas para ilustração dos grãos de pólen analisados.

2.2.5. Terminologia e descrições polínicas

Nesta dissertação foi utilizada a terminologia adotada por Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (1999).

As descrições palinológicas foram feitas considerando o tamanho, a polaridade, a forma, o número e o tipo de aberturas, assim como a ornamentação e a estrutura da exina, critérios estabelecidos por Barth & Melhem (1988).

Tais descrições foram feitas em ordem alfabética dentro dos devidos subgêneros ou seções, com base nos dados observados na análise em microscopia óptica e/ou microscopia eletrônica de varredura. As fotomicrografias e eletromicrografias assim como as tabelas foram apresentadas ao final da descrição de cada subgênero ou seção.

3. RESULTADOS

3.1. *Cordia* L.

3.1.1. Subgênero *Myxa*

Seção *Gerascanthus*

Espécies estudadas:

Cordia glabrata (Figuras 1-8)

C. trichotoma (Figuras 9-15)

Os grãos de pólen de *Cordia glabrata* e *C. trichotoma* variam de médios a grandes (Tabela 1-2); isopolares; oblato-esferoidais (exceto *C. glabrata* brevistila, com grãos de pólen suboblato, Tabela 1, Figura 2); âmbito circular a subcircular (Figuras 1, 5, 9, 12); 3(4)-colporados; espinhosos.

Aberturas: 3-colporadas, zonoaperturadas; colpos longos e estreitos, com margem; endoaberturas lalongadas, com extremidades afiladas (Figura 13), às vezes de difícil visualização e mensuração (Figura 6), raramente constrictas no centro (*C. trichotoma* brevistila), membrana do colpo ornamentada com espículos e grânulos (Figura 10).

Observou-se, em ambas as formas florais de *C. trichotoma*, 93% de grãos de pólen 3-colporados e 7% de 4-colporados.

Exina: sexina espinhosa, tectado-perfurada (Figuras 4, 8, 11, 15). Espinhos supratectais com ápice agudo. Sob MEV observam-se perfurações entre os espinhos (Figura 11). Em geral teto delgado, camada columelar mais espessa (exceção em *C. glabrata* longistila, Tabela 3). Nexina mais espessa que a sexina e subdividida em nexina 1

e 2. Os grãos de pólen de *C. glabrata* apresentam exina mais espessa que os de *C. trichotoma* (Tabela 3).

Heterostilia: morfologicamente os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas de *C. glabrata* e *C. trichotoma* são similares. Tanto em *C. glabrata* quanto em *C. trichotoma*, os grãos de pólen das flores brevistilas apresentam diâmetros e aberturas maiores que nas flores longistilas correspondentes (Tabelas 2-3; Figuras 1, 5, 13); já no que diz respeito à ornamentação, os grãos de pólen das flores longistilas, nas duas espécies, mostram espinhos maiores e mais altos quando comparados com os das flores brevistilas; o mesmo ocorre em relação à espessura das camadas da exina (exceção feita a *C. trichotoma* brevistila na qual a nexina é ligeiramente mais espessa).

As medidas dos grãos de pólen dos espécimes de comparação (Tabela 4) estão dentro do intervalo de confiança dos respectivos materiais padrão ou de suas faixas de variação, exceto em três espécimes estudados de *C. trichotoma* brevistila: *Souza et al. 32*, *Montilha et al. s.n.*, *SJRP19921* e *Passos & Kim 37*.

Quanto à forma, dois espécimes de comparação de *C. glabrata* brevistila: *E.P. Heringer & Paula 13922* e *Trigo 15121*, têm grãos de pólen oblato-esferoidais, enquanto no material padrão estes são suboblato; já os espécimes de comparação *Lorenzi s.n.*, *SP262131* de *C. glabrata* longistila e *Santin 30925* de *C. trichotoma* longistila têm grãos de pólen suboblato enquanto no material padrão e nos outros de comparação estes são oblato-esferoidais.

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Gerascanthus*. B = brevistila, L = longistila, M = médio, G = grande, LA = lalongada, OE = oblato-esferoidal, SO = suboblata.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cólpores	Endoabertura	Exina
<i>C. glabrata</i> (B)	M-G	0,86	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. glabrata</i> (L)	M	0,96	OE	3	LA	Espinhosa
<i>C. trichotoma</i> (B)	M-G	0,96	OE	3 (4)	LA	Espinhosa
<i>C. trichotoma</i> (L)	M	0,94	OE	3 (4)	LA	Espinhosa

Tabela 2. Medidas, dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Gerascanthus* (n = 25). VE = vista equatorial, VP = vista polar, B = brevistila, L = longistila, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%).

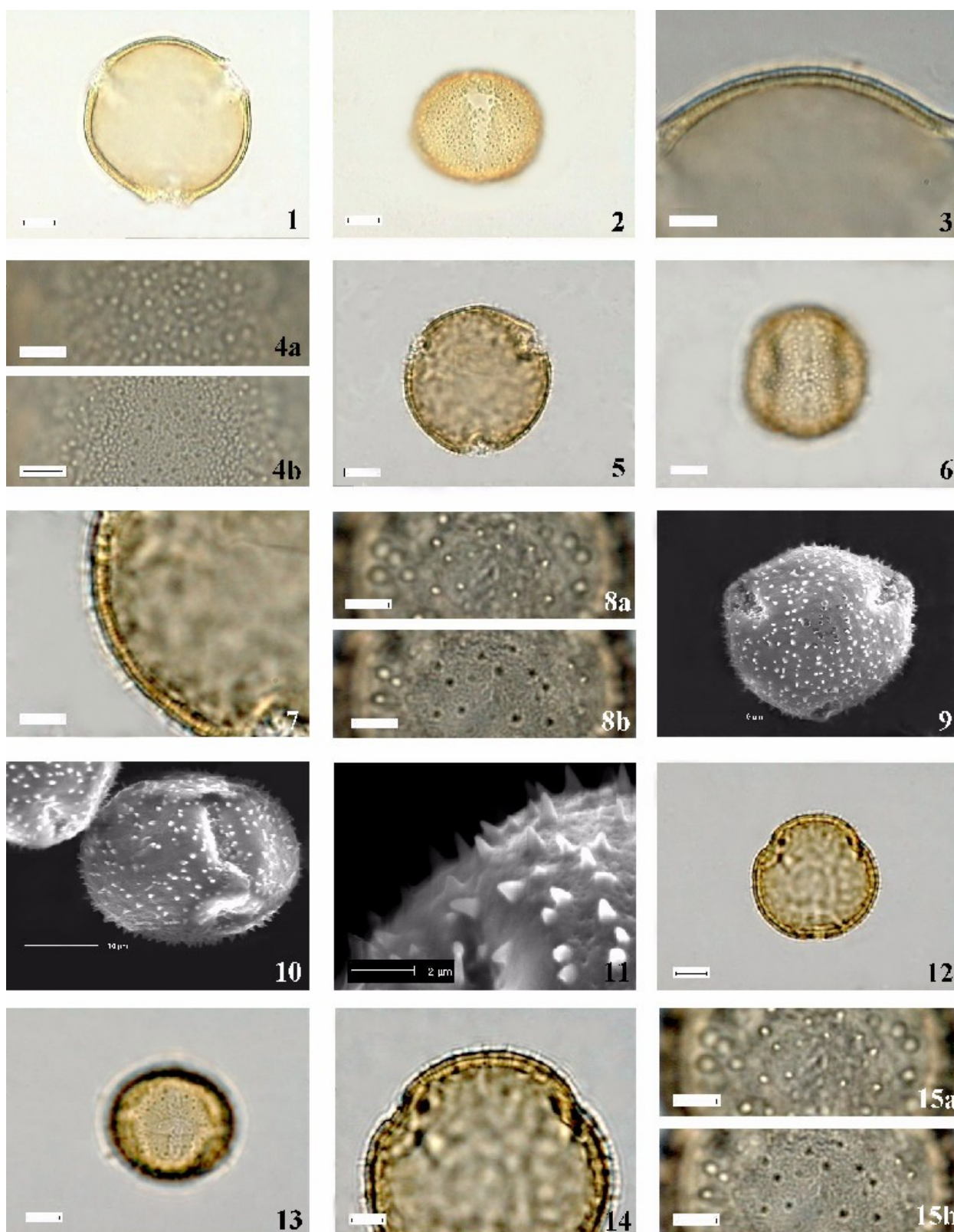
Espécies	Faixa de variação (µm)	x ± s _x (µm)	s (µm)	V (%)	I.C. (µm)
Diâmetro polar (VE)					
<i>C. glabrata</i> (B)	39,13-48,88	43,31 ± 0,53	2,64	6,09	42,22-44,40
<i>C. glabrata</i> (L)	38,75-47,25	43,19 ± 0,46	2,32	5,37	42,24-44,14
<i>C. trichotoma</i> (B)	34,50-43,50	39,31 ± 0,46	2,26	5,75	38,36-40,26
<i>C. trichotoma</i> (L)	33,13-42,88	37,63 ± 0,56	2,72	7,23	36,48-38,78
Diâmetro equatorial (VE)					
<i>C. glabrata</i> (B)	44,25-54,63	50,09 ± 0,48	2,42	4,83	49,10-51,08
<i>C. glabrata</i> (L)	41,38-48,63	45,08 ± 0,40	2,00	4,44	44,26-45,90
<i>C. trichotoma</i> (B)	35,88-45,63	40,90 ± 0,57	2,84	6,94	39,73-42,07
<i>C. trichotoma</i> (L)	36,13-43,88	40,07 ± 0,42	2,03	5,06	39,20-40,94
Diâmetro equatorial (VP)					
<i>C. glabrata</i> (B)	42,00-50,63	47,92 ± 0,48	2,40	5,01	46,93-48,91
<i>C. glabrata</i> (L)	40,50-48,25	43,50 ± 0,41	2,07	4,76	42,66-44,34
<i>C. trichotoma</i> (B)	40,13-50,00	44,15 ± 0,51	2,54	5,75	43,10-45,20
<i>C. trichotoma</i> (L)	36,50-43,75	39,67 ± 0,43	2,16	5,44	38,78-40,56

Tabela 3. Média aritmética, em µm, das medidas das aberturas e exina dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Gerascanthus* (n = 10). B = brevistila, L = longistila, Compr. = comprimento, Larg. = largura, Marg. = margem, Esp. = espinhos, Alt. = altura.

Espécies	Colpo			Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto	Esp. Alt.
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.					
<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
<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
<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
<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

Tabela 4. Média aritmética, em μm , das medidas dos grãos de pólen, dos materiais de comparação, de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Gerascanthus* (n = 10). B = brevistila, L = longistila.

Espécies	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. glabrata</i> (B)				
(E.P.Heringer & Paula 13922)	42,55	46,63	46,40	0,91
(Trigo 15121)	45,51	48,21	48,80	0,94
<i>C. glabrata</i> (L)				
(Borges 35469)	43,69	44,99	47,70	0,97
(Hatschbach 40134)	39,43	44,54	44,75	0,89
(Lorenzi s.n., SP262131)	41,86	48,10	47,05	0,87
(Souza 8354)	38,75	43,20	43,49	0,90
<i>C. trichotoma</i> (B)				
(Bernaci et al. 1638)	41,48	45,18	42,24	0,92
(Montilha et al. s.n., SJRP19921)	38,79	43,65	39,85	0,89
(Passos & Kim 37)	45,29	48,18	47,44	0,94
(Shepherd & Kock 14)	44,72	45,77	43,40	0,98
(Souza et al. 32)	35,95	40,43	38,25	0,89
(Traldi & Souza 25)	39,61	44,10	43,05	0,90
<i>C. trichotoma</i> (L)				
(Gibbs 4781)	39,29	43,16	42,97	0,91
(Santin 30925)	36,28	42,33	40,52	0,86



Figuras 1-15. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Gerascanthus*. 1-4. *C. glabrata* brevistila. 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Corte óptico. 4a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 5-8. *C. glabrata* longistila. 5. Vista polar. 6. Vista equatorial. 7. Corte óptico. 8a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 9-11. *C. trichotoma* brevistila. 9. Vista polar (MEV). 10. Vista equatorial (MEV). 11. Detalhe da ornamentação (MEV). 12-15. *C. trichotoma* longistila. 12. Vista polar. 13. Vista equatorial, evidenciando a abertura. 14. Corte óptico. 15a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 2 μm (11), 5 μm (3-4, 7-8, 14-15), 10 μm (1-2, 5-6, 9-10, 12-13).

Seção *Myxa*

Espécies estudadas:

Cordia ecalyculata (Figuras 16-23)

C. magnolifolia (Figuras 24-29)

C. sellowiana (Figuras 30-37)

C. silvestris (Figuras 38-43)

Grãos de pólen variando de médios a grandes (Tabelas 5-6); isopolares; suboblato, (com exceção de *C. silvestris* brevistila e longistila, com grãos de pólen oblato-esferoidais, Figura 39); âmbito circular a subcircular (Figuras 16, 20, 24, 30, 34, 38, 41); 3-colporados, espinhosos.

Aberturas: 3-colporadas, zonoaperturadas; colpos longos (com exceção dos grãos de pólen de flores longistilas de *C. silvestris* que apresentam colpos curtos), sem margem; endoaberturas lalongadas (Figura 18), raramente subcirculares (*C. ecalyculata* longistila e *C. magnolifolia* brevistila, Tabela 7), membrana do colpo com espículos e grânulos (Figuras 21, 35). Os grãos de pólen de *C. magnolifolia* longistila apresentam colpos e endoaberturas maiores que os das outras espécies estudadas (Tabela 7).

Exina: espinhosa, tectado-perfurada. Espinhos supra-tectais com ápice agudo. Sob MEV observam-se perfurações e grânulos conspícuos entre os espinhos (Figura 19, 23, 32). Camada columelar geralmente estreita (Tabela 7), nexina menos espessa que a sexina (exceto em *C. sellowiana* brevistila) e, subdividida em nexina ₁ e ₂.

Heterostilia: os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas de *C. ecalyculata*, *C. magnolifolia*, *C. sellowiana* e *C. silvestris* são morfológicamente similares. Verifica-se que os grãos de pólen das flores longistilas de *C. ecalyculata* e *C. magnolifolia* 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. silvestris* são maiores que os das longistilas, enquanto que em *C. sellowiana* não ocorrem diferenças significativas entre os dois tipos de flores (Tabela 6). A exina dos grãos de pólen das flores brevistilas é relativamente menos espessa que os das longistilas, exceto em *C. silvestris* (Tabela 7).

Confrontando-se os materiais de comparação com os materiais padrão, observa-se que:

a) nos espécimes de *C. ecalyculata* brevistila (*Assis et al. 1236* e *Gerht s.n., SP5304*), *C. silvestris* longistila (*Assis 44*) assim com em todos os materiais de comparação de *C. ecalyculata* longistila, todas as medidas dos diâmetros encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos seus respectivos materiais padrão;

b) nos espécimes de comparação, *Medri et al. 501* e *Sobral 3688* de *C. ecalyculata* brevistila; *Britez 24695* e *Ivanauskas 676* de *C. sellowiana* brevistila, os grãos de pólen apresentam tamanhos bem distintos estando fora do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos seus respectivos materiais padrão;

c) em *C. magnifolia* brevistila (*Hoehne s.n., SPF11629*) somente os valores dos diâmetros polar e equatorial em vista equatorial estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão;

d) em *C. silvestris* brevistila (*Silva 10995*) somente o valor do diâmetro polar em vista equatorial encontra-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão;

As medidas dos materiais de comparação mostram que somente os espécimes de *C. ecalyculata* longistila (*Furlan 207, Kinupp & Francisco 946*), de *C. sellowiana* brevistila (*Cielo-Filho 184* e *Ivanauskas 676*) e de *C. silvestris* (*Silva 10995*) apresentam forma dos grãos de pólen semelhante aos dos respectivos materiais padrão (Tabela 8).

Tabela 5. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa*. B = brevistila, L = longistila, M = médio, G = grande, OE = oblato-esferoidal, SO = suboblata, LA = lalongada.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cólporos	Endoabertura	Exina
<i>C. ecalyculata</i> (B)	M	0,87	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. ecalyculata</i> (L)	M	0,87	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. magnolifolia</i> (B)	M-G	0,87	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. magnolifolia</i> (L)	M-G	0,85	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. sellowiana</i> (B)	M	0,87	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. sellowiana</i> (L)	M	0,85	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. silvestris</i> (B)	M-G	0,90	OE	3	LA	Espinhosa
<i>C. silvestris</i> (L)	M	0,89	OE	3	LA	Espinhosa

Tabela 6. Medidas dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa* (n= 25). VE = vista equatorial, VP = vista polar, B = brevistila, L = longistila, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	$x \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
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. magnolifolia</i> (B)	41,63-47,63	44,68 \pm 0,37	1,84	4,12	43,92-45,44
<i>C. magnolifolia</i> (L)	46,75-57,50	50,96 \pm 0,57	2,83	5,56	49,79-52,13
<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
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. 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. 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
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. 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. 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

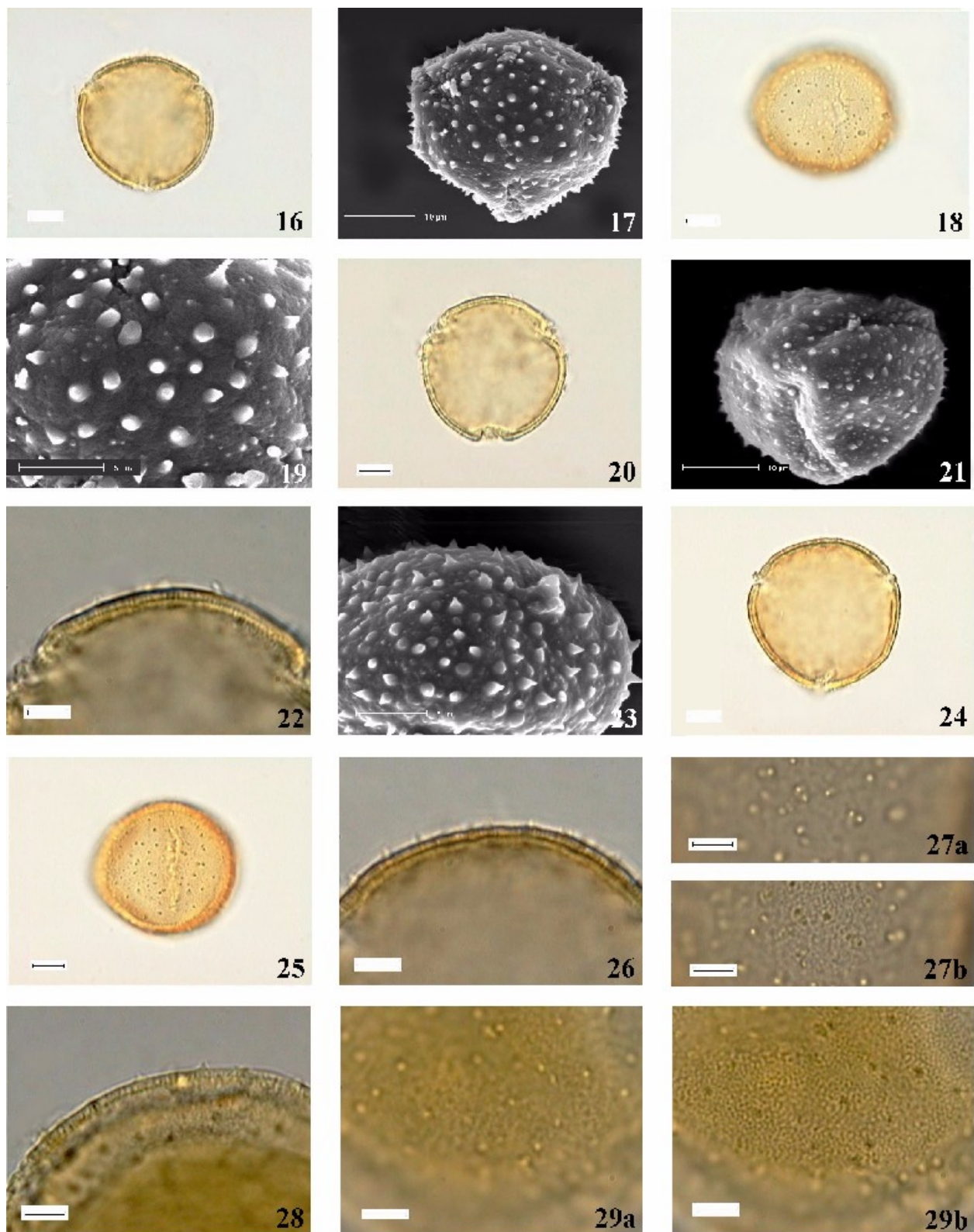
Tabela 7. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e exina dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa* (n = 10). B = brevistila, L = longistila, Compr. = comprimento, Larg. = largura, Esp. = espinhos, Alt. = altura.

Espécies	Colpo		Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto	Esp. Alt.
	Compr.	Larg.	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
<i>C. ecalyculata</i> (L)	26,80	2,71	5,39	5,61	4,66	1,35	1,59	0,64	1,72
<i>C. magnolifolia</i> (B)	30,86	3,03	5,10	5,16	4,64	1,31	1,66	0,68	1,67
<i>C. magnolifolia</i> (L)	35,13	5,34	11,63*	12,71*	4,94	1,40	1,76	0,75	1,78
<i>C. sellowiana</i> (B)	21,58	2,69	5,26	8,03	2,87	0,87	0,86	0,49	1,14
<i>C. sellowiana</i> (L)	22,40	3,94	5,25	8,81	3,52	1,07	1,12	0,63	1,33
<i>C. silvestris</i> (B)	30,95	3,58	6,18	8,91	4,89	1,33	1,80	0,71	1,76
<i>C. silvestris</i> (L)	18,04	3,75	5,00	7,84	4,32	1,24	1,45	0,72	1,63

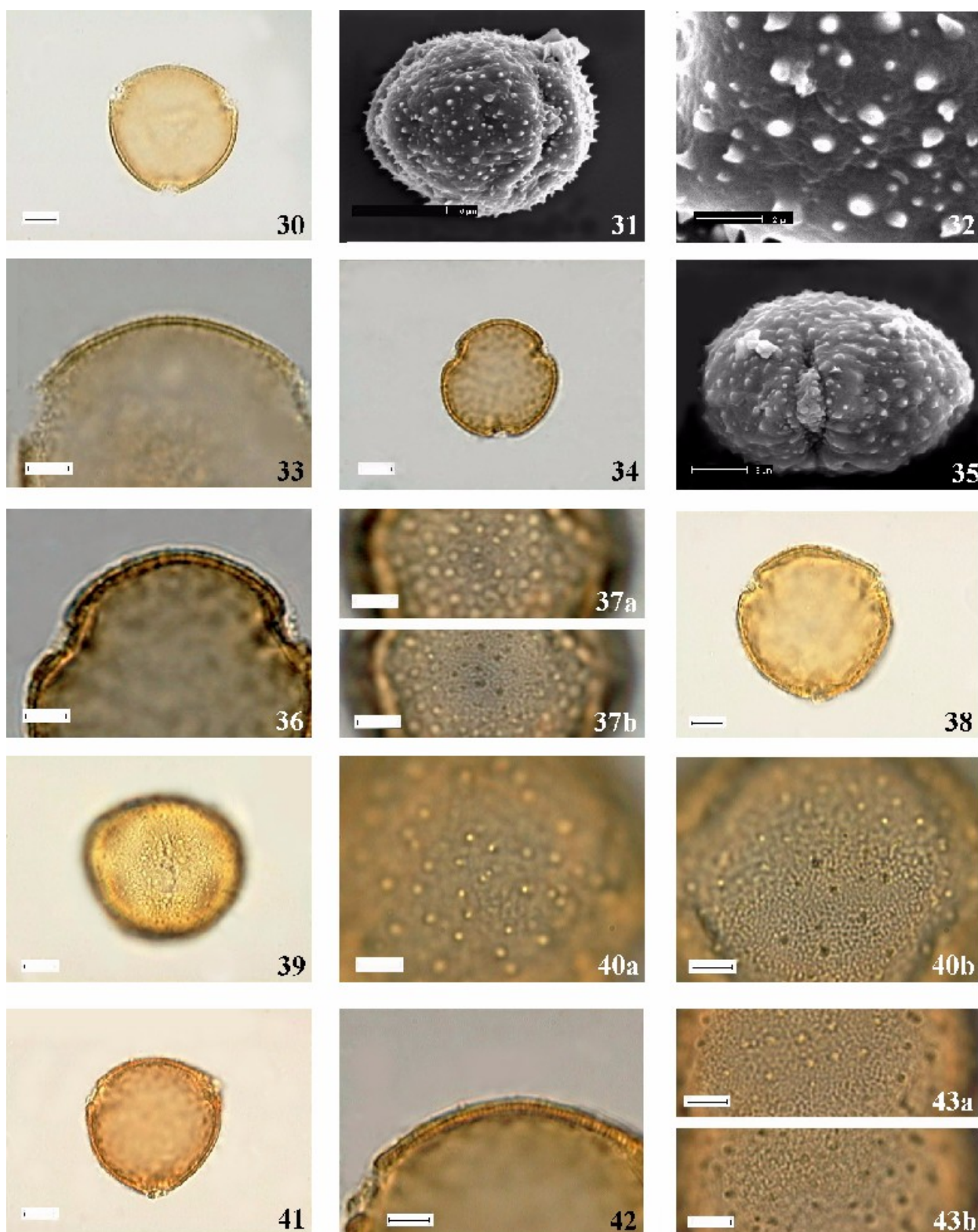
* n < 10.

Tabela 8. Média aritmética, em μm , das medidas dos grãos de pólen, dos materiais de comparação, de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa* (n = 10). B = brevistila, L = longistila.

Espécies	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. ecalyculata</i> (B)				
(Assis et al. 1236)	43,01	48,08	47,68	0,89
(Gehrt s.n., SP5304)	42,80	47,34	46,71	0,90
(Medri et al. 501)	49,75	55,35	50,96	0,90
(Sobral 3688)	47,04	52,44	49,81	0,90
<i>C. ecalyculata</i> (L)				
(Furlan 207)	42,73	49,13	46,59	0,87
(Gibbs & Leitão-Filho 6093)	43,21	47,78	45,16	0,91
(Kinupp & Francisco 946)	37,44	45,26	42,60	0,83
<i>C. magnolifolia</i> (B)				
(Hoehne s.n., SPF11629)	50,14	53,89	53,23	0,93
<i>C. sellowiana</i> (B)				
(Britez 24695)	39,00	42,45	42,11	0,92
(Cielo-Filho 184)	35,05	40,25	36,73	0,87
(Ivanaukas 148)	38,79	40,41	38,29	0,96
(Ivanaukas 676)	37,25	44,38	41,71	0,84
(Meira-Neto et al. 21515)	33,65	37,70	36,22	0,89
<i>C. silvestris</i> (B)				
(Assis 44)	43,43	49,66	45,62	0,87
(Silva 10995)	38,00	41,74	40,97	0,91



Figuras 16-29. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa*. 16-19. *C. ecalyculata* brevistila. 16. Vista polar. 17. Vista polar, evidenciando a ornamentação (MEV). 18. Vista equatorial. 19. Vista equatorial, evidenciando a ornamentação (MEV). 20-23. *C. ecalyculata* longistila. 20. Vista polar. 21. Vista polar ligeiramente inclinada, evidenciando a ornamentação (MEV). 22. Corte óptico. 23. Detalhe da ornamentação (MEV). 24-27. *C. magnolifolia* brevistila. 24. Vista polar. 25. Vista equatorial. 26. Corte óptico. 27a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 28-29. *C. magnolifolia* longistila. 28. Corte óptico. 29a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 5 μm (19, 22, 26-29), 10 μm (16-18, 20-21, 24-25).



Figuras 30-43. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Myxa*. 30-33. *C. sellowiana* brevistila. 30. Vista polar. 31. Vista equatorial (MEV). 32. Vista polar, evidenciando a ornamentação (MEV). 33. Corte óptico. 34-37. *C. sellowiana* longistila. 34. Vista polar. 35. Vista equatorial, evidenciando a abertura (MEV). 36. Corte óptico. 37a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 38-40. *C. silvestris* brevistila. 38. Vista polar. 39. Vista equatorial. 40a-b. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. 41-43. *C. silvestris* longistila. 41. Vista polar. 42. Corte óptico. 43a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 2 μm (32), 5 μm (33, 35-37, 40, 42-43), 10 μm (30-31, 34, 38-39, 41).

Seção *Superbiflorae*

Espécies estudadas:

Cordia rufescens (Figuras 44-49)

C. superba (Figuras 50-56)

C. taguahyensis (Figuras 57-63)

Grãos de pólen grandes (Tabelas 9-10); isopolares; suboblato (*C. rufescens* e *C. superba*) ou oblato-esferoidais (*C. taguahyensis*, Tabela 9, Figura 58); âmbito circular, subcircular a subtriangular (Figuras 44, 47, 50, 54, 57, 61); 3-colporados; exina espinhosa a espículo-verrugosa.

Aberturas: 3-colporadas, zonoaperturadas; colpos longos e estreitos de difícil visualização; endoaberturas alongadas de difícil visualização, membrana do colpo ornamentada com espículos e grânulos. *C. superba* e *C. rufescens* apresentam os maiores colpos (Tabela 11).

Exina: a ornamentação da exina variou de espinhosa em *C. rufescens* e *C. taguahyensis* (Figuras 45-46, 48-49, 59-60, 62-63) a espículo-verrugosa em *C. superba* (Figuras 51-53, 55-56). Sexina tectado-perfurada, com espinhos supra-tectais de ápice agudo. Perfurações e grânulos conspícuos entre os espinhos. Sob MEV observa-se em *C. superba* a presença de espículos sobre as verrugas supra-tectais (Figura 52-53). Teto normalmente mais delgado e camada columelar mais espessa (Tabela 11), sexina mais espessa que a nexina que se subdivide em nexina ₁ e ₂. Convém ressaltar a dificuldade na delimitação das camadas da nexina (Figuras 45, 55, 62). *C. taguahyensis* apresenta ornamentação menos conspícua, com espinhos menores (Figuras 59, 62).

Heterostilia: morfológicamente os grãos de pólen das flores brevístilas e longístilas de *C. rufescens*, *C. superba* e *C. taguahyensis* são similares. A ornamentação dos grãos de pólen das flores brevístilas é mais conspícua, entretanto os espinhos das flores longístilas de *C. rufescens* e *C. taguahyensis* são maiores (Figuras 45, 48, 59, 60, Tabela 11), enquanto em *C. superba* as verrugas são mais visíveis nas flores brevístilas (Figuras 53, 55, Tabela 11).

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação com os dos materiais padrão, observa-se que:

a) em *C. taguahyensis* longístila (*Leitão-Filho et al. 32576*) todos os valores dos diâmetros tanto em vista equatorial quanto em vista polar estão fora do intervalo de confiança ou da faixa de variação quando comparados com os do material padrão;

b) em *C. rufescens* longístila (*Vieira et al. 204*), *C. superba* longístila (*César et al. s.n.*, HRCB11286, *Godoi et al. 283* e *Furlan 201*), e *C. taguahyensis* longístila (*Gerth s.n.*, SP44380) todos os valores dos diâmetros analisados estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão;

c) em *C. superba* brevístila (*Marinis 545*) somente a medida do diâmetro equatorial em vista equatorial encontra-se fora do intervalo de confiança e/ou da faixa de variação do seu material padrão;

d) em *C. superba* longístila (*Cavalcanti 261*) somente a medida do diâmetro equatorial em vista polar coincide com a faixa de variação do material padrão.

Quanto à forma, os espécimes de comparação de *C. rufescens* (*Vieira et al. 240*) e de *C. superba* (*Cavalcanti 261*, *Furlan 201*, *Tamashiro et al. 685*) têm grãos de pólen oblato-esferoidais enquanto no material padrão estes são suboblato. Já o espécime de comparação de *C. taguahyensis*, (*Gehrt s.n.*, SP44380) tem grãos de pólen suboblato enquanto no material padrão estes são oblato-esferoidais (Tabela 12).

Tabela 9. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae*. B = brevistila, L = longistila, G = grande, OE = oblato-esferoidal, SO = suboblata, LA= lalongada.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cóporos	Endoabertura	Exina
<i>C. rufescens</i> (B)	G	0,88	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. rufescens</i> (L)	G	0,88	SO	3	LA	Espinhosa
<i>C. superba</i> (B)	G	0,86	SO	3	-	Espículo-verrugosa
<i>C. superba</i> (L)	G	0,87	SO	3	-	Espículo-verrugosa
<i>C. taguayensis</i> (B)	G	0,91	OE	3	LA	Espinhosa
<i>C. taguayensis</i> (L)	G	0,91	OE	3	LA	Espinhosa

Tabela 10. Medidas dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae* (n= 25) VE = vista equatorial, VP = vista polar, B = brevistila, L = longistila, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	$x \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro polar (VE)					
<i>C. rufescens</i> (B)	62,50-77,75	$68,95 \pm 1,22$	4,89	7,10	66,44-71,76
<i>C. rufescens</i> (L)	65,88-88,63	$77,92 \pm 1,45$	7,26	9,32	74,93-80,91
<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. taguayensis</i> (B)	66,75-78,88	$71,59 \pm 0,71$	3,56	4,97	70,13-73,05
<i>C. taguayensis</i> (L)	59,75-75,00	$66,61 \pm 0,80$	4,00	6,00	64,96-68,26
Diâmetro equatorial (VE)					
<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. 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. taguayensis</i> (B)	70,38-86,50	$78,65 \pm 0,72$	3,59	4,56	77,17-80,13
<i>C. taguayensis</i> (L)	68,63-82,88	$73,60 \pm 0,78$	3,89	5,29	71,99-75,21
Diâmetro equatorial (VP)					
<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. 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. taguayensis</i> (B)	61,38-86,75	$75,71 \pm 1,28$	6,39	8,45	73,07-78,35
<i>C. taguayensis</i> (L)	62,50-84,88	$72,38 \pm 0,88$	4,40	6,08	70,57-74,19

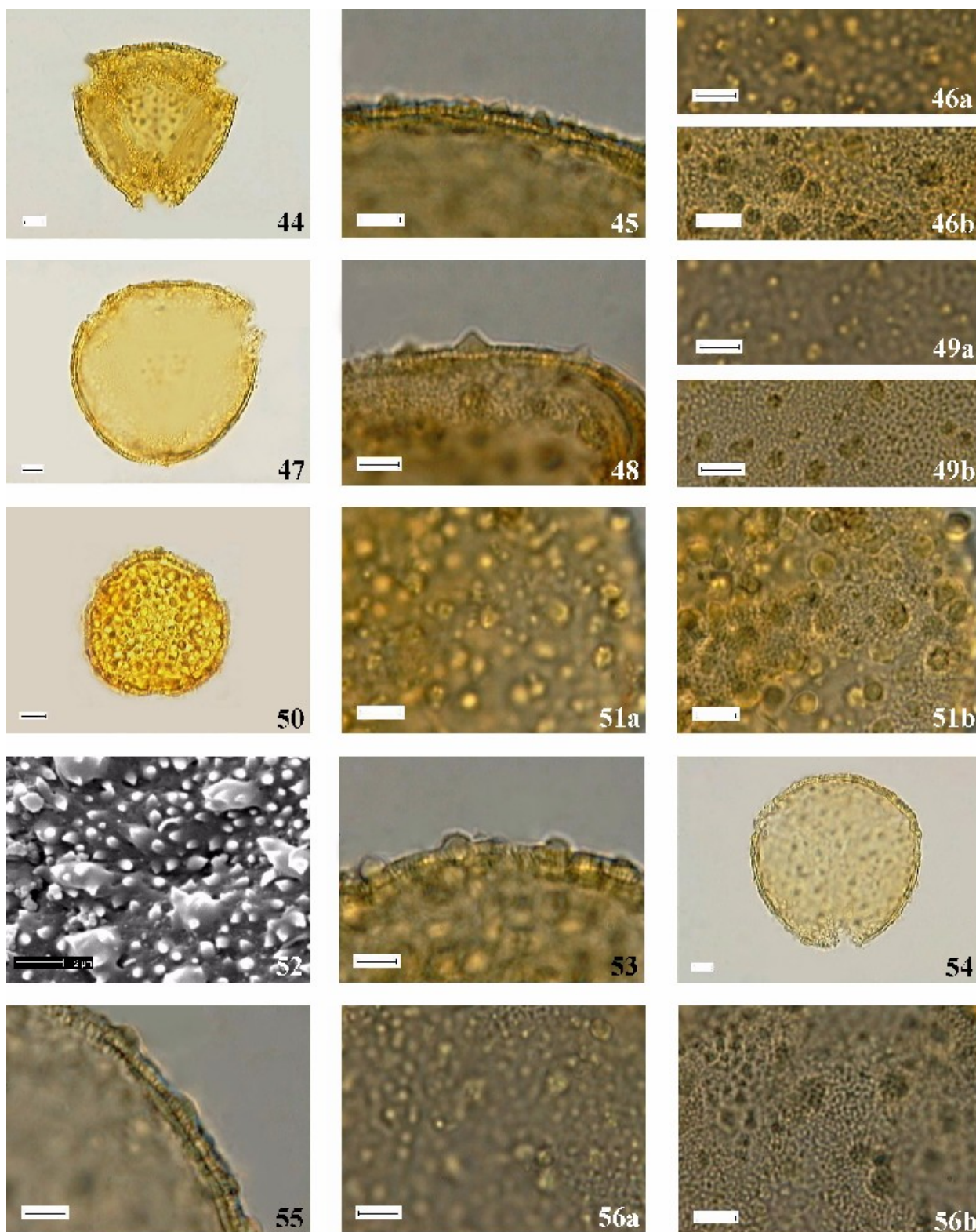
Tabela 11. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e exina dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae* (n = 10). B = brevistila, L = longistila, Compr. = comprimento, Larg = largura, Esp. = espinhos, Ver. = verrugas, Alt. = altura.

Espécies	Colpo		Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto	Esp. Alt.	Ver. Alt.
	Compr.	Larg.	Compr.	Larg.						
<i>C. rufescens</i> (B)	53,25*	14,88*	9,75*	15,50*	6,75	2,36	1,66	0,96	2,73	-
<i>C. rufescens</i> (L)	51,88*	8,13*	9,38*	13,06*	7,27	2,22	1,56	1,04	3,49	-
<i>C. superba</i> (B)	59,13*	12,00*	-	-	6,23	1,84	1,81	0,80	-	2,58
<i>C. superba</i> (L)	49,50*	4,50*	-	-	6,06	2,02	1,54	0,87	-	2,50
<i>C. taguahyensis</i> (B)	40,57*	4,63*	8,75*	9,25*	5,29	2,06	1,70	0,92	1,53	-
<i>C. taguahyensis</i> (L)	45,00*	6,71*	6,13*	7,75*	5,20	1,98	1,57	0,89	1,65	-

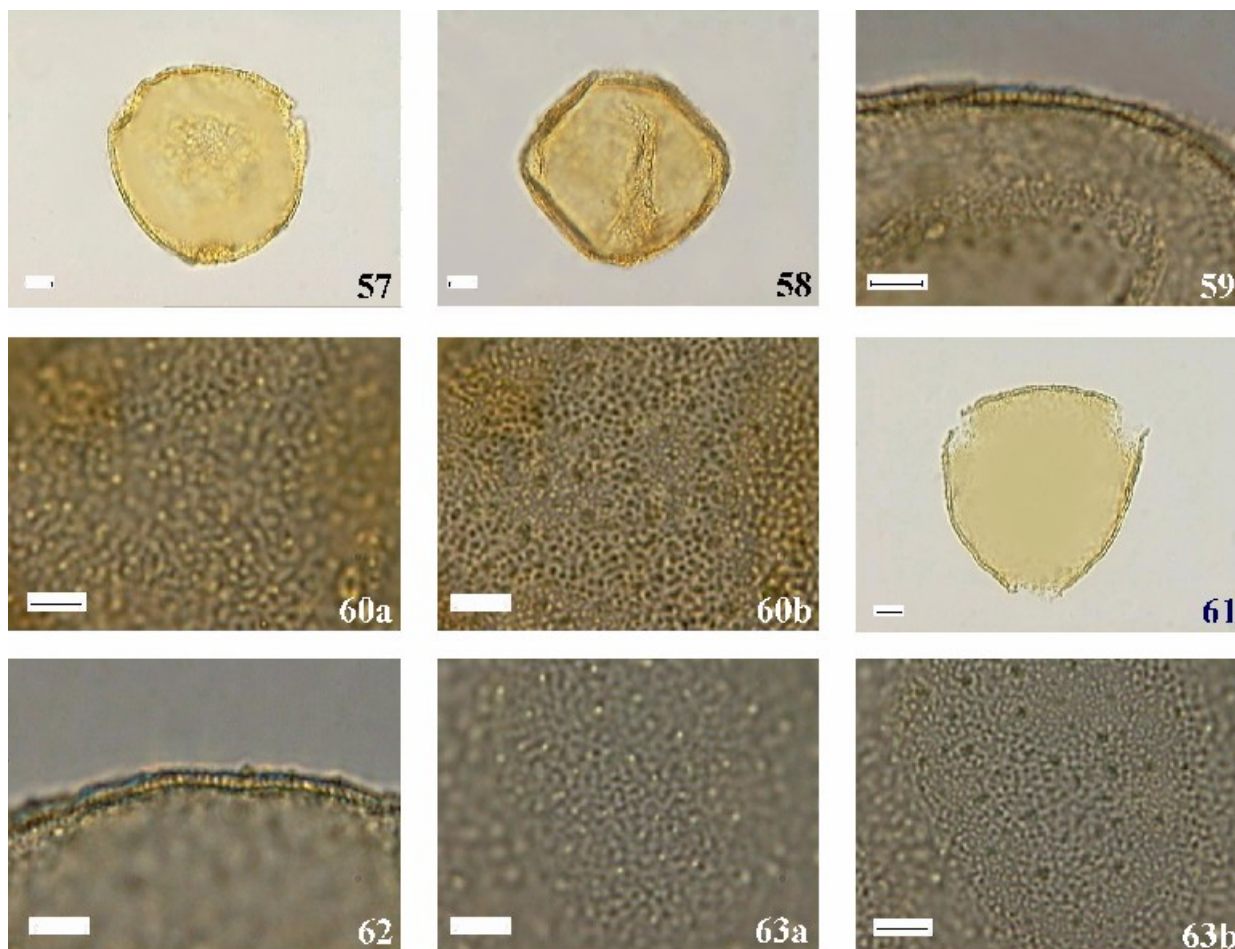
* = n<10.

Tabela 12. Média aritmética, em μm , das medidas dos grãos de pólen dos materiais de comparação de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae* (n= 10). B = brevistila, L = longistila.

Espécies	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. rufescens</i> (L) (Vieira et al. 240)	82,78	91,58	86,23	0,90
<i>C. superba</i> (B) (Marinis 545)	70,05	79,60	78,60	0,88
<i>C. superba</i> (L) (Cavalcanti 261)	83,33	91,56	84,64	0,91
(César et al. s n., HRCB11286)	73,23	84,59	77,14	0,87
(Godoi et al. 283)	69,09	82,44	74,64	0,84
(Furlan 201)	75,86	84,36	78,95	0,90
(Tamashiro et al. 685)	79,44	89,04	84,13	0,89
<i>C. taguahyensis</i> (L) (Gehrt s n., SP44380)	63,61	73,91	70,16	0,86
(Leitão-Filho et al. 32576)	80,59	89,88	85,29	0,90



Figuras 44-56. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae*. 44-46. *C. rufescens* brevistila. 44. Vista polar. 45. Corte óptico. 46a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 47-49. *C. rufescens* longistila. 47. Vista polar. 48. Corte óptico. 49a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 50-53. *C. superba* brevistila. 50. Vista polar. 51a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 52. Detalhe da ornamentação, evidenciando as verrugas e os espinhos (MEV). 53. Corte óptico. 54-56. *C. superba* longistila. 54. Vista polar. 55. Corte óptico. 56a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 2 μm (52), 5 μm (45-46, 48-49, 51, 53, 55-56), 10 μm (44, 47, 50, 54).



Figuras 57-63. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa*, seção *Superbiflorae*. 57-60. *C. taguayensis* brevistila. 57. Vista polar. 58. Vista equatorial. 59. Corte óptico. 60a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 61-63. *C. taguayensis* longistila. 61. Vista polar. 62. Corte óptico. 63a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 5 μm (59-60, 62-63), 10 μm (57-58, 61).

Na representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar de *Cordia*, subgênero *Myxa* (figuras 64A-B e 65) nota-se que:

a) *C. rufescens*, *C. superba* e *C. taguahyensis*, separam-se significativamente das demais espécies por apresentarem os maiores grãos de pólen, mas não se separam entre si. Por outro lado nota-se que, exceto em *C. superba*, os grãos de pólen das flores longistilas e brevistilas separam-se entre si por apresentarem tamanhos distintos do diâmetro polar em vista equatorial;

b) *C. sellowiana* brevistila e longistila apresentam grãos de pólen com menor diâmetro polar em vista equatorial, que os das demais espécies, entretanto, não se separam entre si;

c) *C. sellowiana* brevistila e longistila, e *C. trichotoma* brevistila e longistila, com diâmetro equatorial em vista equatorial menor que o das demais espécies, separam-se das demais espécies por essa característica, mas não separam entre si;

d) *C. trichotoma*, *C. silvestris*, *C. ecalyculata*, *C. glabrata* e *C. magnifolia* brevistila, quando se leva em consideração o diâmetro polar em vista equatorial, formam um grupo contínuo com grãos de pólen intermediários no tamanho. Dentro do grupo é possível separar algumas espécies entre si, mas, no total, a variação das medidas é contínua. Neste grupo observa-se os grãos de pólen das flores brevistilas de *C. glabrata* e *C. silvestris* se separam das flores longistilas por serem maiores no que diz respeito ao diâmetro equatorial das vista polar e equatorial, enquanto que no diâmetro polar em vista equatorial somente os grãos de pólen das flores brevistilas de *C. silvestris* se diferenciam, por serem maiores;

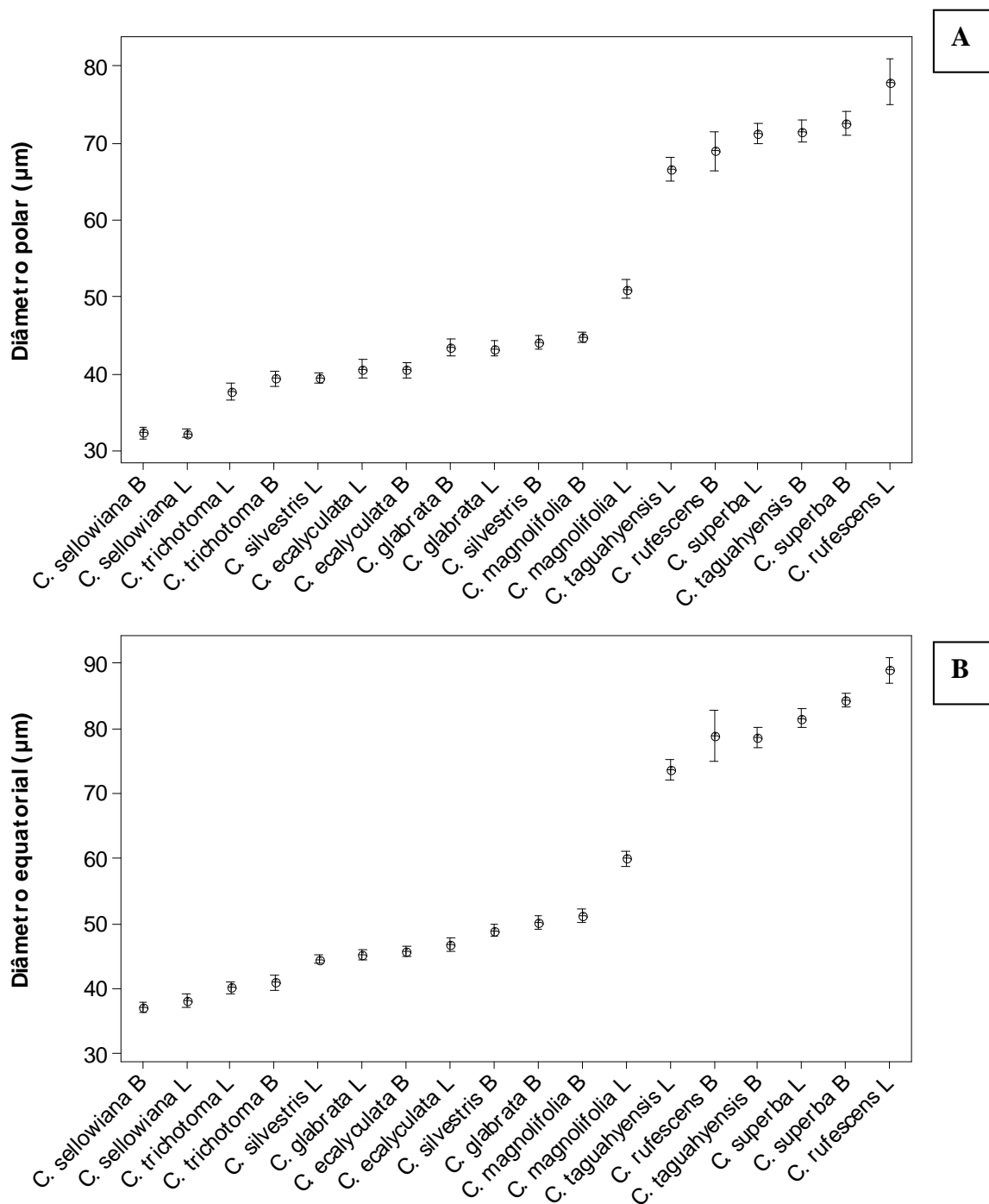


Figura 64. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95 % dos grãos de pólen de espécies de *Cordia* subg. *Myxa*. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm .

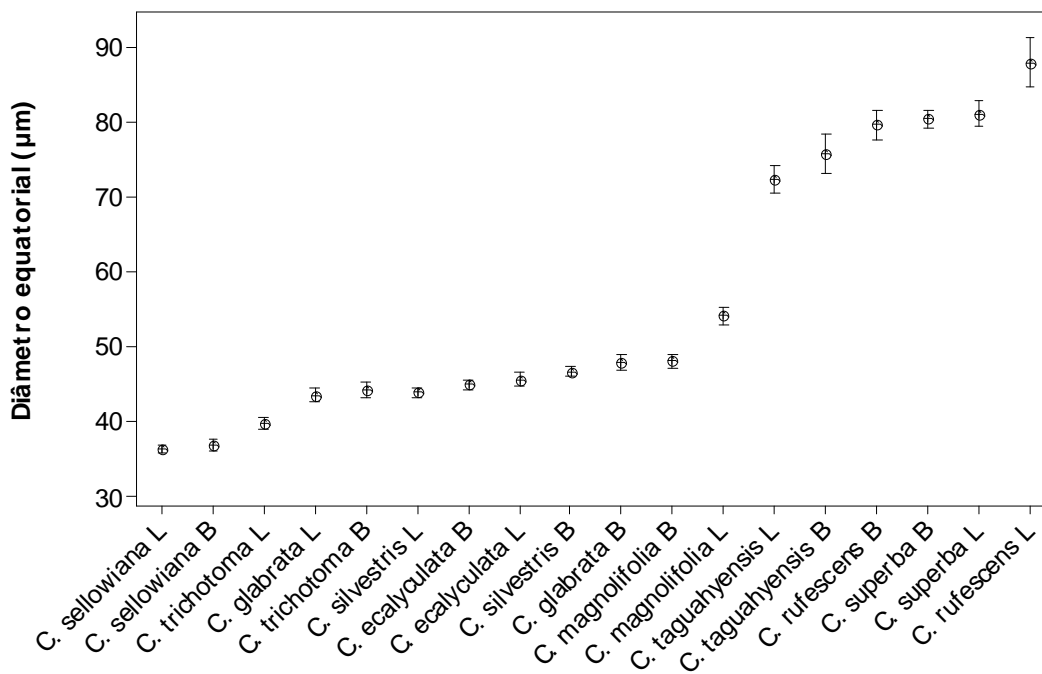


Figura 65. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95 % dos grãos de pólen de espécies de *Cordia* subg. *Myxa*. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm .

e) *C. sellowiana* brevistila e longistila e *C. trichotoma* longistila, apresentam grãos de pólen com diâmetro equatorial em vista polar menor que o das demais espécies, não se separando entre si, mas diferenciam-se das demais espécies;

f) somente em *C. magnoliifolia*, o tamanho dos grãos de pólen das flores longistilas é significativamente maior que o das flores brevistilas, separando-se, também das demais espécies.

Foi realizada, nos grãos de pólen das espécies estudadas do subgênero *Myxa*, uma análise de componentes principais (PCA) com base em dez variáveis métricas: Diâmetro Polar e Equatorial em Vista Equatorial (DPVE e DEVE), Diâmetro Equatorial em Vista Polar (DEVP), Comprimento do Colpo (CCOM), Largura do Colpo (CLAR), Exina

(EXIN), Sexina (SEXI), Nexina (NEXI), Teto (TETO) e Espinhos (ESPI) (Tabela 13). A PCA resumiu em seus dois primeiros eixos (Figura 66) 92,8% da variabilidade total dos seus dados.

O primeiro eixo principal resumiu 84,9% da variância em função dos valores altamente relacionados da maioria das variáveis ($> 0,8$); somente os valores de NEXI mostraram correlação menor (0,552) com este primeiro eixo (Tabela 13).

No lado esquerdo do eixo 1 encontram-se as espécies pertencentes à seção *Superbiflorae* e também *C. magnolifolia* longistila, que se separam das demais espécies do subgênero pelos valores maiores de todas as variáveis métricas analisadas. É interessante notar, também, que as formas heterostílicas das espécies da seção *Superbiflorae*, apesar de estarem todas posicionadas do mesmo lado do eixo, elas não estão próximas entre si. Em contraste, no lado direito do eixo 1 encontram-se as espécies do subgênero que apresentam menores valores nas variáveis observadas, e que pertencem às seções *Gerascanthus* e *Myxa*, exceto *C. magnolifolia* longistila (seção *Myxa*), que apresenta um posicionamento intermediário.

O segundo eixo da PCA resumiu 7,9% da variância dos dados, e as variáveis mais relacionadas com ele são: CLAR (0,439) e NEXI (0,322) (Tabela 13). As espécies *C. rufecens* brevistila, *C. superba* brevistila, *C. taguahyensis* longistila e *C. magnolifolia* longistila, apresentam grãos de pólen com maiores valores de largura do colpo ficando posicionadas no lado de cima do eixo 2, em oposição a *C. glabrata* brevistila e longistila, *C. ecalyculata* brevistila e longistila, *C. magnolifolia* brevistila e *C. silvestris* brevistila que ficam caracterizadas por apresentarem grãos de pólen com os menores valores para esta variável.

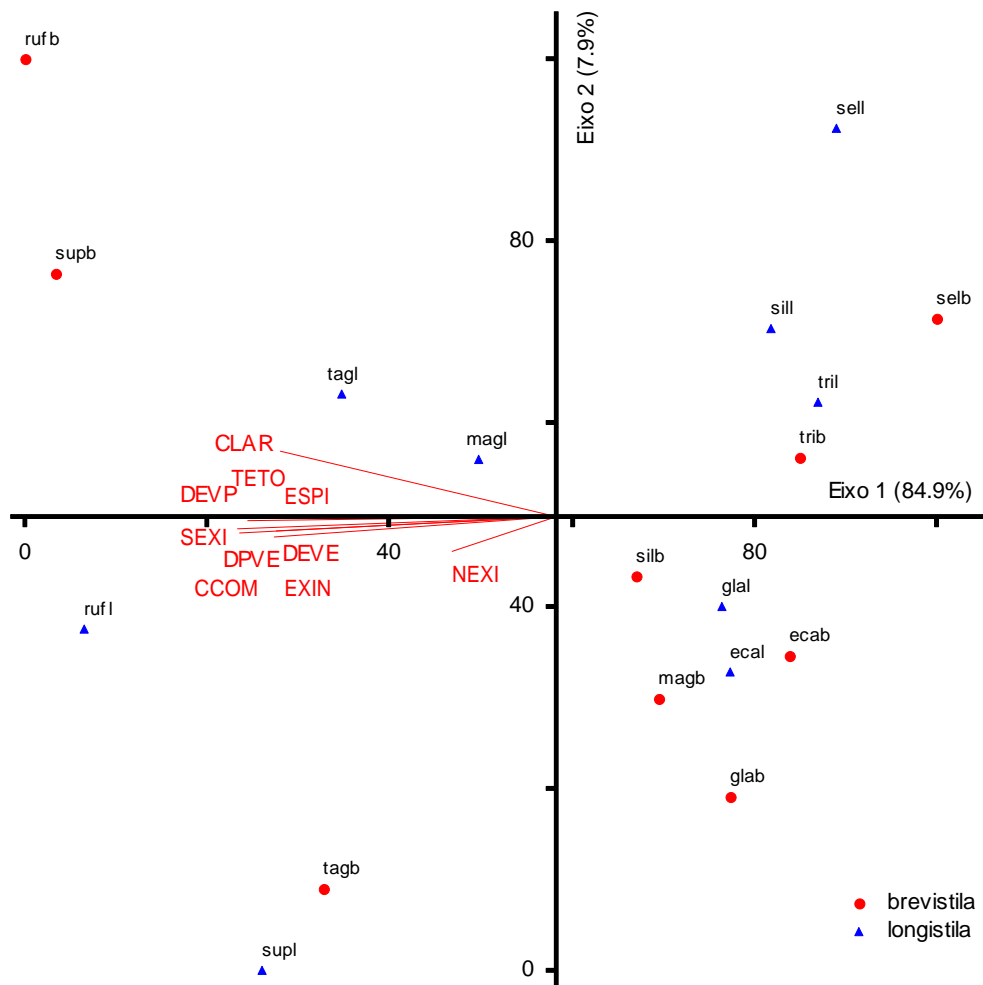


Figura 66: Ordenação, pela PCA, das espécies de *Cordia*, subgênero *Myxa* em função das variáveis métricas. (ecab = *C. ecalyculata* B; ecal = *C. ecalyculata* L; glab = *C. glabrata* B; glal = *C. glabrata* L; magb = *C. magnolifolia* B; magl = *C. magnolifolia* L; rufb = *C. rufescens* B; rufi = *C. rufescens* L; selb = *C. sellowiana* B; sell = *C. sellowiana* L; silb = *C. silvestris* B; sill = *C. silvestris* L; supb = *C. superba* B; supl = *C. superba* L; tagb = *C. taguatyensis* B; tagl = *C. taguatyensis* L; trib = *C. trichotoma* B; tril = *C. trichotoma* L).

Por outro lado, *C. rufescens* longistila, *C. superba* longistila e *C. taguatyensis* brevistila estão posicionadas no lado inferior do segundo eixo por apresentarem grãos de pólen com maiores valores de nexina, em contraste com *C. trichotoma* brevistila e longistila, *C. sellowiana* brevistila e longistila, e *C. silvestris* longistila que possuem os menores valores desta variável para o subgênero.

Tabela 13: Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas do subgênero *Myxa*. As abreviaturas correspondem ao tipo de medida.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DPVE	- 0,963	- 0,217
DEVE	- 0,911	- 0,254
DEVP	- 0,969	- 0,184
CCOM	- 0,952	- 0,123
CLAR	- 0,898	+ 0,439
EXIN	- 0,905	- 0,206
SEXI	- 0,949	- 0,093
NEXI	- 0,552	- 0,322
TETO	- 0,886	- 0,069
ESPI	- 0,836	- 0,036

3.1.2. Subgênero *Varronia*

Espécies estudadas:

Cordia calocephala (Figuras 67-73)

C. curassavica (Figuras 74-81)

C. discolor (Figuras 82-87)

C. guazumaefolia (Figuras 88-95)

C. leucocephala (Figuras 96-103)

C. monosperma (Figuras 104-110)

C. sessilifolia (Figuras 111-118)

C. truncata (Figuras 119-126)

C. urticaefolia (Figuras 127-136)

Grãos de pólen médios a grandes (Tabelas 14-15); isopolares; oblato-esferoidais, (exceto *C. monosperma longistila* com grãos de pólen suboblato), âmbito circular à subcircular (*C. guazumaefolia* Figuras 88, 92); 3-porados; reticulados.

Aberturas: 3-poradas, poros operculados, recobertos por sexina esculpura, dificultando a visualização destes (Figuras 80, 93, 97); maiores no comprimento (com exceção de *C. curassavica* e *C. urticaefolia*).

Exina: sexina semitectada; reticulada, heterorreticulada a homorreticulada (*C. calocephala*); simplescolumelada; lúmens lisos, menores em direção às aberturas. Sob MEV é possível observar com nitidez a presença de espículos sobre os muros (Figuras 130-132). Nexina mais delgada que a sexina e subdividida em nexinas ₁ e nexina ₂ (Tabela 16).

Os retículos variam quanto ao tamanho e a forma. Observam-se retículos maiores (Tabela 16) nos grãos de pólen das espécies: *C. curassavica* longistila (Figura 81), *C. discolor* longistila (Figura 87), *C. leucocephala* brevistila (Figura 99), *C. sessilifolia* longistila (Figura 118) e *C. urticaefolia* brevistila (Figura 132). Quanto à forma verificou-se que a maioria das espécies apresenta muros ligeiramente curvos, exceto em *C. discolor* (Figuras 84, 87) e *C. monosperma* brevistila (Figura 107), as quais apresentam retículos com muros retos e poligonais.

Heterostilia: as espécies estudadas, *C. calocephala*, *C. curassavica*, *C. discolor*, *C. guazumaefolia*, *C. leucocephala*, *C. monosperma*, *C. sessilifolia*, *C. truncata* e *C. urticaefolia*, assim como seus materiais de comparação, apresentam grãos de pólen de flores brevistilas e longistilas morfologicamente similares.

Em *C. monosperma*, *C. sessilifolia* e *C. truncata*, os grãos de pólen das flores brevistilas apresentam diâmetros maiores que os das flores longistilas. Nas demais espécies os grãos de pólen das flores longistilas apresentam os diâmetros maiores (Figuras 137, 138, Tabela 15). A ornamentação da exina é mais evidente nos grãos de pólen de flores longistilas por apresentarem lúmens maiores que os das flores brevistilas (exceto em *C. leucocephala*, *C. monosperma* e *C. urticaefolia*), e semelhante em ambos os tipos de flores de *C. truncata*.

Confrontando as medidas dos grãos de pólen dos materiais de comparação (Tabela 17) com as dos materiais padrão (Tabela 15), verifica-se que:

a) as medidas dos grãos de pólen dos espécimes de *C. curassavica* brevistila (*Taroda s.n.*, SJRP20333), *C. curassavica* longistila (*Hoffmann et al.* 62, 66, *Leitão-Filho et al.* 34652, *Souza et al.* 3584), *C. monosperma* brevistila (*Assis et al.* 300) e *C. urticaefolia* (*Souza* 9472, *Souza et al.* 11203) estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão;

b) *C. discolor* brevistila (Bertoncini & Cazetta Neto 978, Silva 2845), *C. monosperma* brevistila (Berbacci 34149) e *C. sessilifolia* brevistila (Lad-Neto 217) apresentam medidas dos grãos de pólen fora do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão;

c) somente as medidas do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de *C. curassavica* brevistila (Spina 38) e *C. discolor* (Melzi & Avelisso 30395), coincidem com o intervalo de confiança ou a faixa de variação dos materiais padrão, já em *C. sessilifolia* brevistila (Loefgren 289) somente as medidas de diâmetro polar em vista equatorial são similares às do material padrão;

d) em *C. curassavica* brevistila (Spina 391) e *C. monosperma* (Figueira & Souza s.n., SJRP25847) somente as medidas dos diâmetros dos grãos de pólen em vista polar estão fora do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão;

e) em *C. curassavica* longistila (Spina 348) a medida do diâmetro equatorial em vista equatorial difere do respectivo material padrão.

Quanto à forma, os materiais de comparação, Spina 391, Taroda s.n., SJRP20333, Hoffmann et al. 62 e Leitão-Filho et al. 34652, apresentam grãos de pólen suboblatos diferenciando-se, assim, dos respectivos materiais padrão que se caracterizam por apresentar grãos de pólen oblato-esferoidais.

Tabela 14. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. B = brevistila, L = longistila, M = médio, G = grande, OE = oblato-esferoidal, SO = suboblata.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Poros	Exina
<i>C. calocephala</i> (B)	G	0,91	OE	3	Reticulada
<i>C. calocephala</i> (L)	G	0,95	OE	3	Reticulada
<i>C. curassavica</i> (B)	M-G	0,91	OE	3	Reticulada
<i>C. curassavica</i> (L)	M-G	0,92	OE	3	Reticulada
<i>C. discolor</i> (B)	M	0,93	OE	3	Reticulada
<i>C. discolor</i> (L)	M	0,94	OE	3	Reticulada
<i>C. guazumaefolia</i> (B)	M	0,91	OE	3	Reticulada
<i>C. guazumaefolia</i> (L)	M-G	0,91	OE	3	Reticulada
<i>C. leucocephala</i> (B)	G	0,93	OE	3	Reticulada
<i>C. leucocephala</i> (L)	G	0,92	OE	3	Reticulada
<i>C. monosperma</i> (B)	M-G	0,95	OE	3	Reticulada
<i>C. monosperma</i> (L)	M-G	0,88	SO	3	Reticulada
<i>C. sessilifolia</i> (B)	G	0,92	OE	3	Reticulada
<i>C. sessilifolia</i> (L)	M-G	0,92	OE	3	Reticulada
<i>C. truncata</i> (B)	M-G	0,89	OE	3	Reticulada
<i>C. truncata</i> (L)	M-G	0,89	OE	3	Reticulada
<i>C. urticaefolia</i> (B)	M-G	0,94	OE	3	Reticulada
<i>C. urticaefolia</i> (L)	M-G	0,90	OE	3	Reticulada

Tabela 15. Medidas dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia* (n = 25). VE = vista equatorial, VP = vista polar, B = brevistila, L = longistila, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (µm)	x ± s _x (µm)	s (µm)	V (%)	I.C. (µm)
<i>C. calocephala</i> (B)	50,00-58,88	53,83 ± 0,51	2,57	4,77	52,77-54,88
<i>C. calocephala</i> (L)	52,00-62,38	58,11 ± 0,49	2,47	4,25	57,09-59,13
<i>C. curassavica</i> (B)	40,00-49,50	45,76 ± 0,70	2,88	6,28	44,32-47,20
<i>C. curassavica</i> (L)	41,63-55,25	48,66 ± 0,71	3,53	7,25	47,20-50,12
<i>C. discolor</i> (B)	35,50-41,75	38,44 ± 0,29	1,44	3,74	37,84-39,04
<i>C. discolor</i> (L)	35,00-43,50	39,24 ± 0,46	2,29	5,83	38,29-40,19
<i>C. guazumaefolia</i> (B)	32,75-44,25	37,62 ± 0,54	2,71	7,21	36,50-38,75
<i>C. guazumaefolia</i> (L)	38,13-49,50	41,86 ± 0,63	3,17	7,58	40,55-43,16
<i>C. leucocephala</i> (B)	57,00-65,75	61,84 ± 0,43	2,17	3,51	60,95-62,75
<i>C. leucocephala</i> (L)	58,50-74,25	67,47 ± 0,82	4,12	6,11	65,77-69,16
<i>C. monosperma</i> (B)	44,25-52,75	48,56 ± 0,48	2,39	4,92	47,57-49,55
<i>C. monosperma</i> (L)	35,63-50,00	43,49 ± 0,84	4,21	9,69	41,75-45,23
<i>C. sessilifolia</i> (B)	51,38-61,38	56,65 ± 0,48	2,38	4,20	55,67-57,63
<i>C. sessilifolia</i> (L)	48,63-60,13	55,46 ± 0,62	3,08	5,56	54,19-56,72
<i>C. truncata</i> (B)	39,50-50,00	44,45 ± 0,50	2,52	5,66	43,41-45,49
<i>C. truncata</i> (L)	39,38-47,13	44,10 ± 0,38	1,90	4,30	43,32-44,88
<i>C. urticaefolia</i> (B)	41,25-50,00	45,57 ± 0,54	2,70	5,92	44,45-46,68
<i>C. urticaefolia</i> (L)	43,63-55,50	50,04 ± 0,66	3,32	6,64	48,67-51,40

Tabela 15. (continuação)

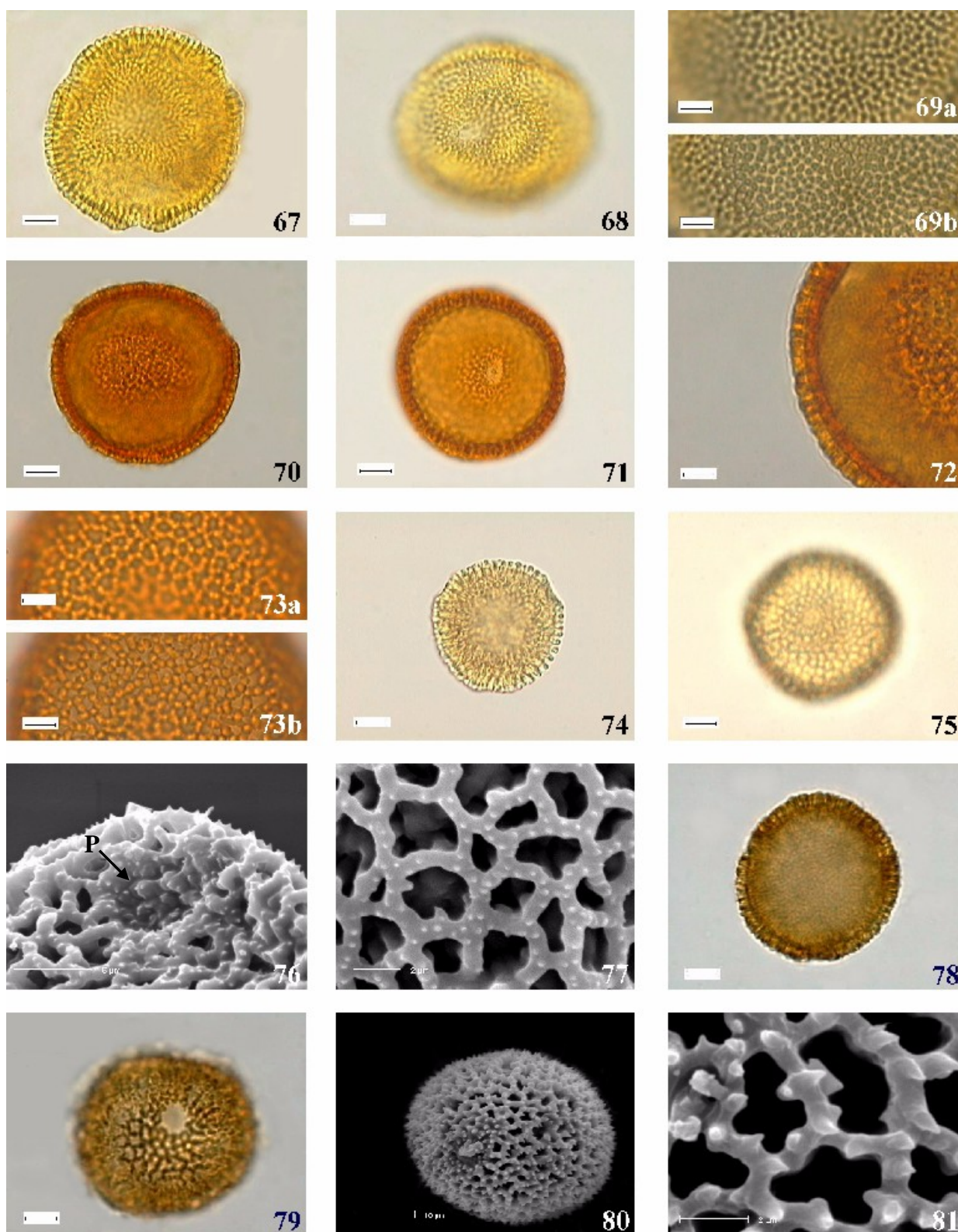
Espécies	Faixa de variação (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro equatorial (VE)					
<i>C. calocephala</i> (B)	54,25-66,50	59,46 \pm 0,63	3,14	5,28	58,17-60,75
<i>C. calocephala</i> (L)	58,88-64,75	61,36 \pm 0,27	1,35	2,20	60,80-61,92
<i>C. curassavica</i> (B)	45,00-55,25	50,18 \pm 0,70	2,88	5,73	48,74-51,62
<i>C. curassavica</i> (L)	45,63-57,38	52,63 \pm 0,57	2,87	5,46	51,46-53,80
<i>C. discolor</i> (B)	38,50-44,13	41,32 \pm 0,36	1,78	4,30	40,58-42,06
<i>C. discolor</i> (L)	39,00-47,25	41,96 \pm 0,43	2,13	5,07	41,07-42,85
<i>C. guazumaefolia</i> (B)	37,00-48,38	41,55 \pm 0,58	2,91	6,99	40,35-42,75
<i>C. guazumaefolia</i> (L)	40,75-54,50	45,86 \pm 0,58	2,89	6,31	44,66-47,05
<i>C. leucocephala</i> (B)	62,00-75,00	66,56 \pm 0,72	3,58	5,38	65,08-68,04
<i>C. leucocephala</i> (L)	65,63-79,25	73,41 \pm 0,73	3,65	4,97	71,90-74,91
<i>C. monosperma</i> (B)	48,13-55,88	51,25 \pm 0,45	2,24	4,37	50,32-52,18
<i>C. monosperma</i> (L)	44,88-53,75	49,45 \pm 0,54	2,70	5,45	48,34-50,56
<i>C. sessilifolia</i> (B)	60,59-62,27	61,43 \pm 0,41	2,04	3,31	60,59-62,27
<i>C. sessilifolia</i> (L)	55,25-64,63	59,98 \pm 0,53	2,65	4,42	58,89-61,07
<i>C. truncata</i> (B)	46,38-53,63	50,03 \pm 0,38	1,91	3,82	49,24-50,82
<i>C. truncata</i> (L)	45,25-54,38	49,40 \pm 0,44	2,18	4,41	48,50-50,30
<i>C. urticaefolia</i> (B)	44,00-53,63	48,66 \pm 0,51	2,54	5,21	47,61-49,71
<i>C. urticaefolia</i> (L)	49,50-61,50	55,36 \pm 0,62	3,12	5,64	54,07-56,64
Diâmetro equatorial (VP)					
<i>C. calocephala</i> (B)	52,38-64,13	56,99 \pm 0,59	2,93	5,14	55,78-58,20
<i>C. calocephala</i> (L)	57,00-65,75	60,99 \pm 0,48	2,42	3,97	59,99-61,98
<i>C. curassavica</i> (B)	40,00-53,00	45,53 \pm 0,76	3,82	8,39	43,05-47,10
<i>C. curassavica</i> (L)	45,63-56,00	50,63 \pm 0,62	3,09	6,09	49,35-51,91
<i>C. discolor</i> (B)	37,50-45,75	40,61 \pm 0,39	1,97	4,85	39,81-41,41
<i>C. discolor</i> (L)	37,13-41,88	40,28 \pm 0,35	1,75	4,34	39,56-41,00
<i>C. guazumaefolia</i> (B)	36,63-48,88	40,13 \pm 0,53	2,66	6,62	39,03-41,23
<i>C. guazumaefolia</i> (L)	40,50-49,25	43,97 \pm 0,46	2,31	5,26	43,02-44,92
<i>C. leucocephala</i> (B)	56,88-70,13	64,32 \pm 0,65	3,24	5,03	62,99-65,65
<i>C. leucocephala</i> (L)	62,50-79,25	69,82 \pm 0,87	4,37	6,25	68,02-71,62
<i>C. monosperma</i> (B)	46,00-53,88	49,61 \pm 0,37	1,87	3,77	48,85-50,37
<i>C. monosperma</i> (L)	42,38-52,88	47,38 \pm 0,61	3,05	6,44	46,12-48,64
<i>C. sessilifolia</i> (B)	58,53-60,51	59,52 \pm 0,48	2,41	4,06	58,53-60,51
<i>C. sessilifolia</i> (L)	53,88-65,38	59,39 \pm 0,58	2,90	4,88	58,20-60,58
<i>C. truncata</i> (B)	43,88-53,00	48,93 \pm 0,46	2,32	4,75	47,97-49,89
<i>C. truncata</i> (L)	41,25-52,63	46,90 \pm 0,58	2,92	6,25	45,70-48,10
<i>C. urticaefolia</i> (B)	41,13-51,25	46,74 \pm 0,52	2,58	5,52	45,68-47,80
<i>C. urticaefolia</i> (L)	46,50-58,75	52,02 \pm 0,53	2,66	5,12	50,92-53,12

Tabela 16. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e exina dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia* (n = 10). B = brevistila, L = longistila, Compr. = comprimento; Larg = largura.

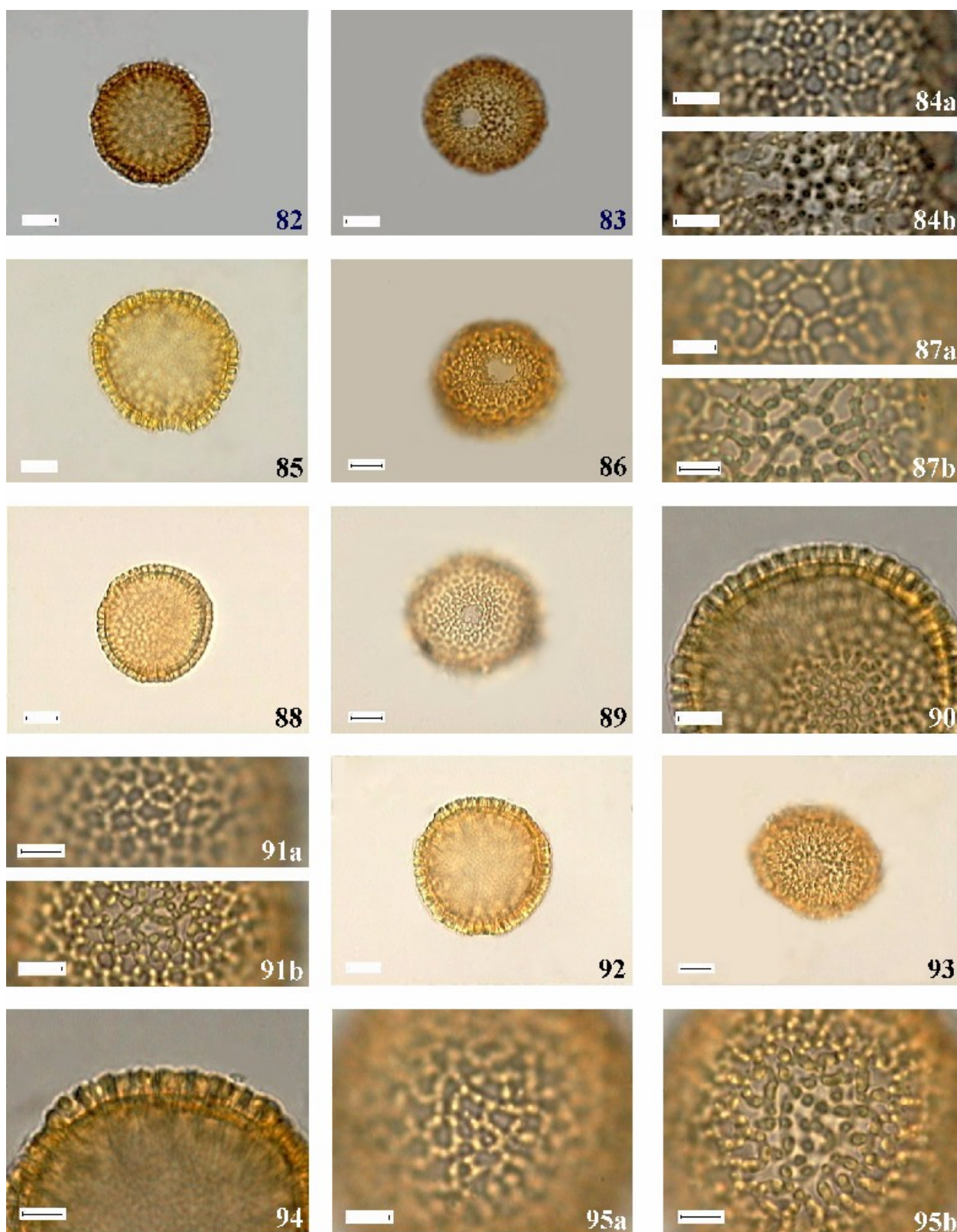
Espécies	Poros		Lúmen	Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Faixa de variação				
<i>C. calocephala</i> (B)	8,56	6,54	1,17-2,08	4,68	2,80	1,89	1,52
<i>C. calocephala</i> (L)	7,29	6,95	1,42-3,42	4,92	2,53	2,44	1,07
<i>C. curassavica</i> (B)	6,46	6,64	1,83-4,58	4,72	3,04	1,09	1,29
<i>C. curassavica</i>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

Tabela 17. Média aritmética, em μm , das medidas dos grãos de pólen dos materiais de comparação de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia* (n= 10). B = brevistila, L = longistila.

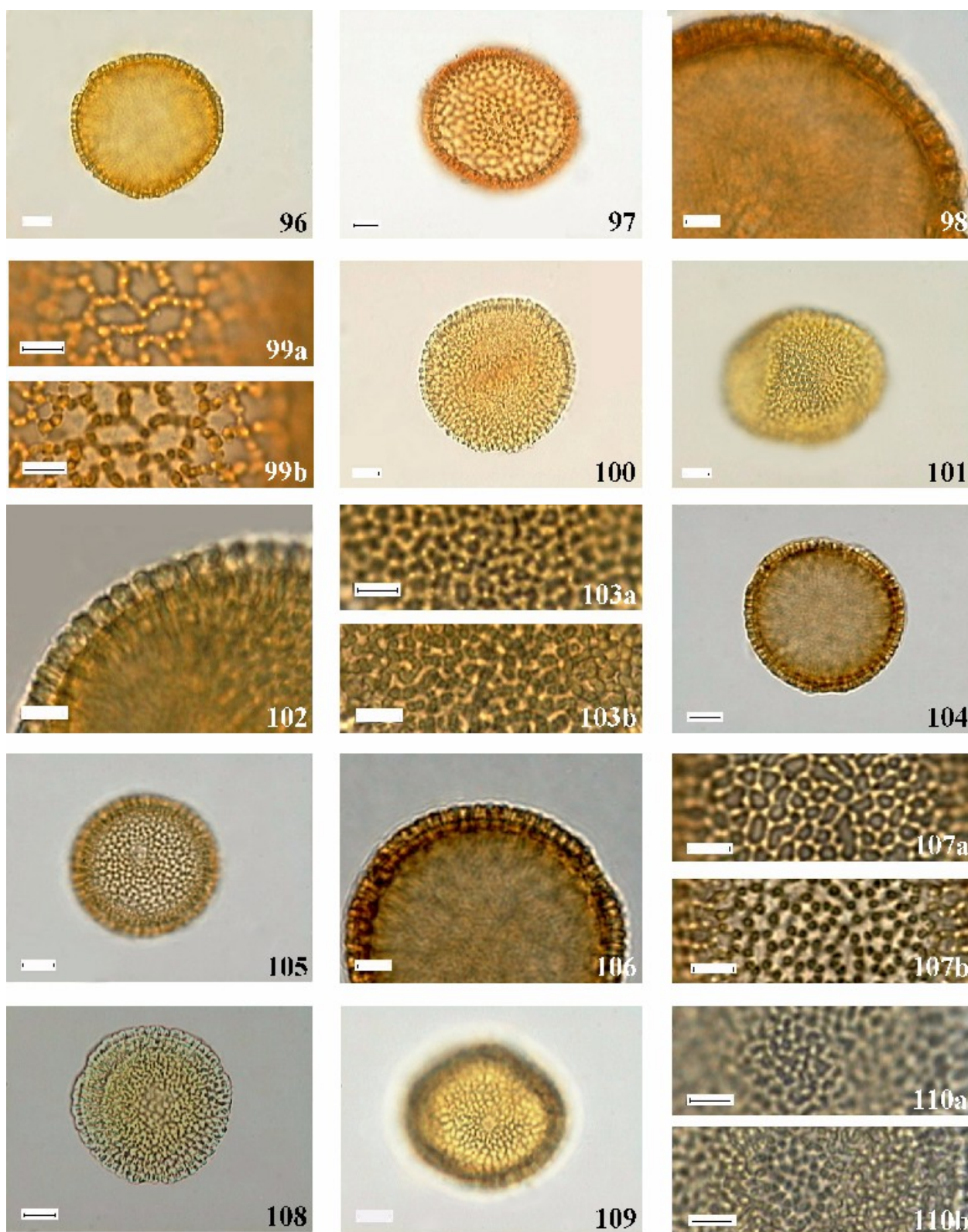
Espécies	Vista equatorial		Vista polar	P/E
	Diâmetro polar	Diâmetro equatorial	Diâmetro equatorial	
<i>C. curassavica</i> (B)				
(Spina 38)	50,44	55,36	52,18	0,91
(Spina 391)	48,15	54,55	53,25	0,88
(Taroda s.n., SJRP20333)	46,67	53,12	51,25	0,88
<i>C. curassavica</i> (L)				
(Hoffmann et al. 62)	47,38	54,41	51,41	0,87
(Hoffmann et al. 66)	49,53	53,39	51,50	0,93
(Leitão-Filho et al. 34652)	43,08	48,99	47,23	0,88
(Souza et al. 3584)	45,78	51,28	48,13	0,89
(Spina 348)	53,04	57,90	50,31	0,92
<i>C. discolor</i> (B)				
(Bertoncini & Cazetta-Neto 978)	47,94	52,58	50,75	0,91
(Melzi & Avelisso 30395)	43,28	47,07	45,15	0,92
(Silva 2845)	50,28	52,93	50,83	0,95
<i>C. monosperma</i> (B)				
(Bernacci 34149)	53,87	56,98	54,10	0,95
(Assis et al. 300)	45,34	50,23	46,19	0,90
(Figueira & Souza s.n., SJRP25847)	51,70	55,50	54,54	0,93
<i>C. sessilifolia</i> (B)				
(Lad-Netto 217)	48,93	51,51	48,01	0,95
(Loefgren 289)	51,74	57,53	56,80	0,90
<i>C. urticaefolia</i> (B)				
(Souza 9472)	47,40	52,71	50,29	0,90
(Souza et al. 11203)	46,06	48,41	47,88	0,95



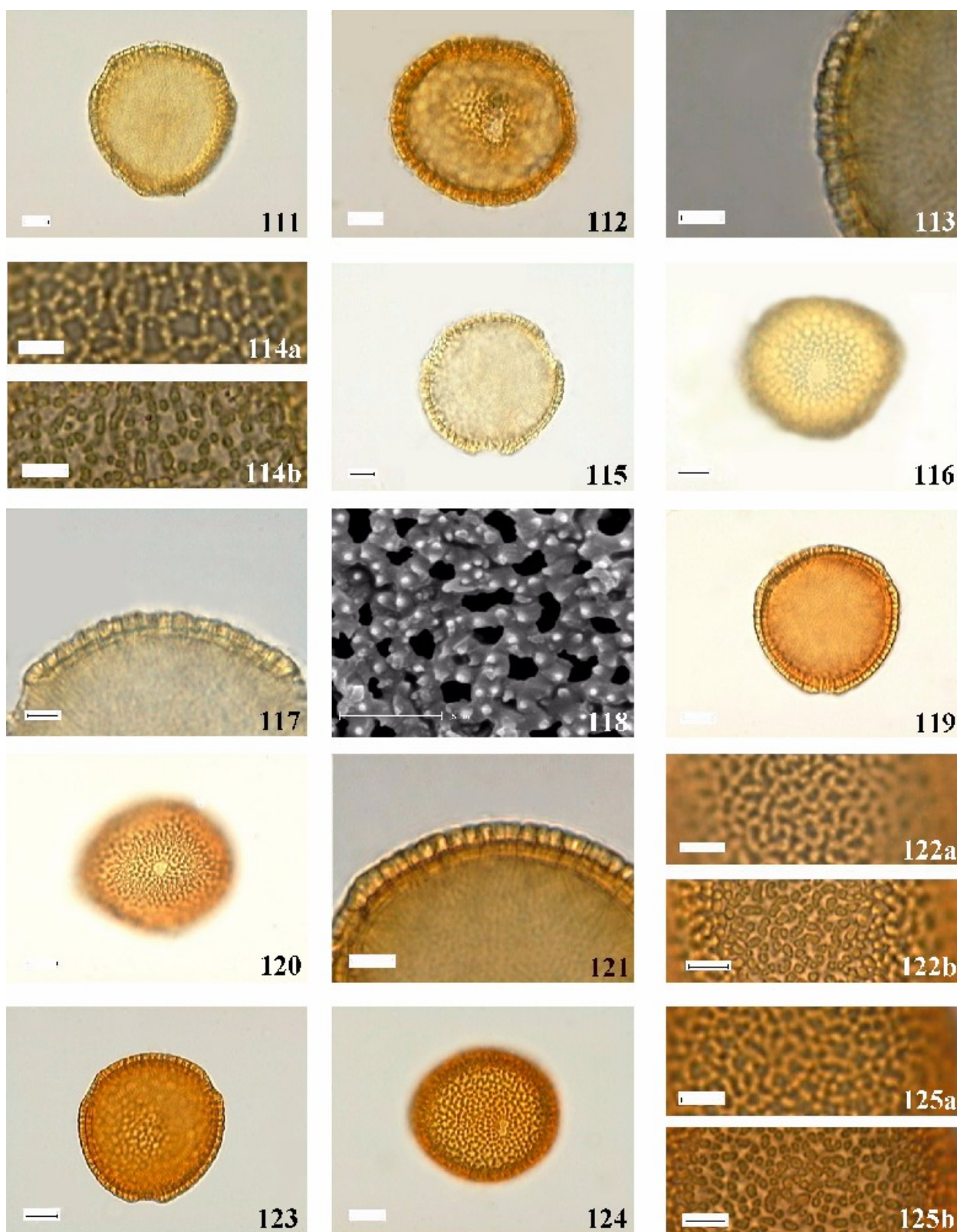
Figuras 67-81. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. 67-69. *C. calocephala* brevistila. 67. Vista polar. 68. Vista equatorial. 69a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 70-73. *C. calocephala* longistila. 70. Vista polar. 71. Vista equatorial. 72. Corte óptico. 73a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 74-77. *C. curassavica* brevistila. 74. Vista polar. 75. Vista equatorial, evidenciando o poro. 76. Detalhe do poro operculado (MEV). 77. Detalhe da ornamentação (MEV). 78-81. *C. curassavica* longistila. 78. Vista polar. 79. Vista equatorial, evidenciando o poro. 80. Vista equatorial (MEV). 81. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: 2 μm (77, 81), 5 μm (69, 72-73, 76), 10 μm (67-68, 70-71, 74-75, 78-80).



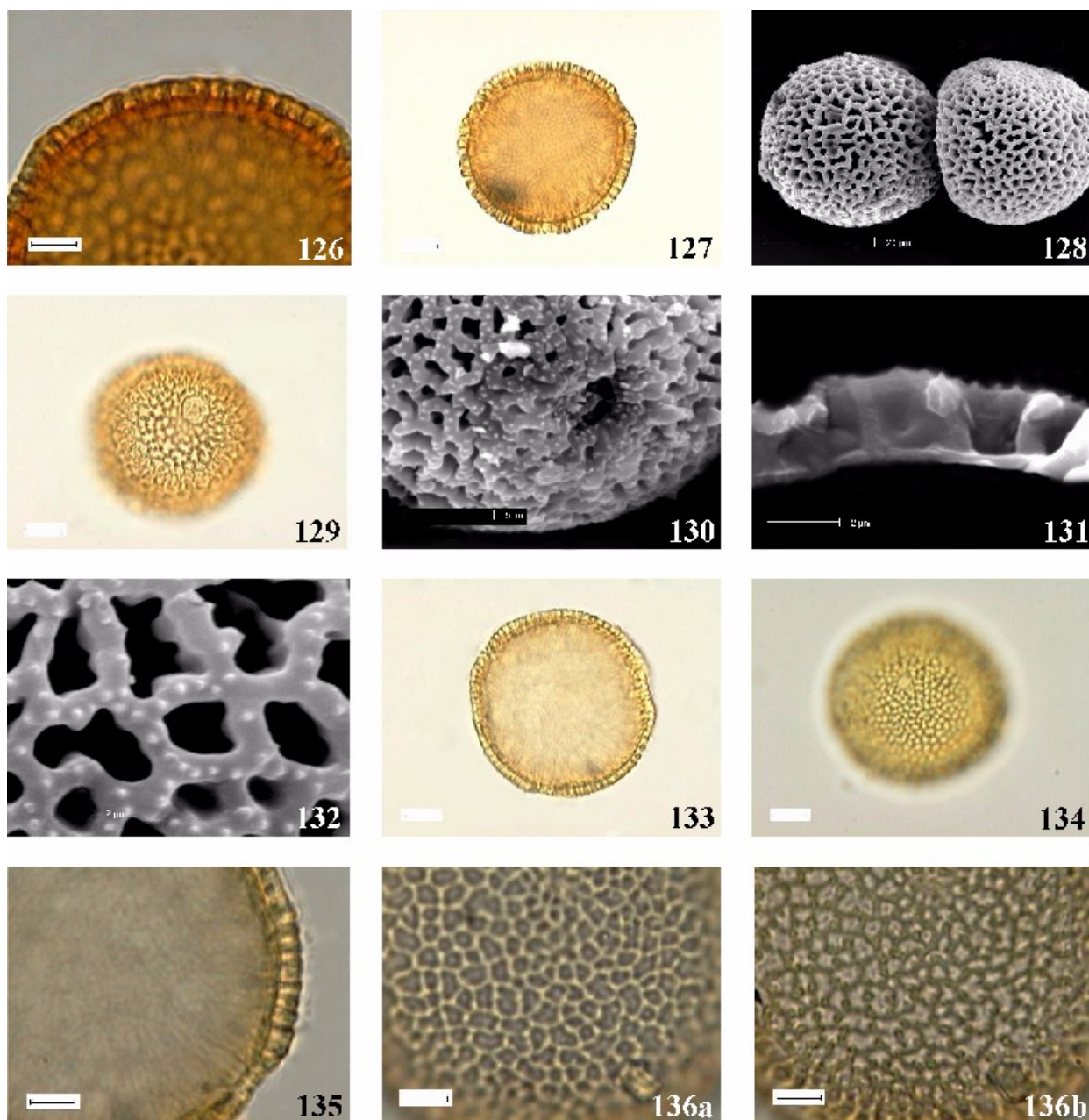
Figuras 82-95. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. 82-84. *C. discolor* brevistila. 82. Vista polar. 83. Vista equatorial, evidenciando o poro. 84a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 85-87. *C. discolor* longistila. 85. Vista polar. 86. Vista equatorial, evidenciando o poro. 87a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 88-91. *C. guazumaefolia* brevistila. 88. Vista polar. 89. Vista equatorial, evidenciando o poro. 90. Corte óptico. 91a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 92-95. *C. guazumaefolia* longistila. 92. Vista polar. 93. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado. 94. Corte óptico. 95a-b. Análise de L.O. em dois nível de focalização. Escalas: 5 μ m (84, 87, 90-91, 94-95), 10 μ m (82-83, 85-86, 88-89, 92-93).



Figuras 96-110. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. 96-99. *C. leucocephala* brevistila. 96. Vista polar. 97. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado, recoberto pela sexina esculpura. 98. Corte óptico. 99a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 100-103. *C. leucocephala* longistila. 100. Vista polar. 101. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado, recoberto pela sexina esculpura. 102. Corte óptico. 103a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 104-107. *C. monosperma* brevistila. 104. Vista polar. 105. Vista equatorial, evidenciando o poro esculpura. 106. Corte óptico. 107a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 108-110. *C. monosperma* longistila. 108. Vista polar. 109. Vista equatorial, evidenciando o poro. 110a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 5 μ m (98-99, 102-103, 106-107, 110), 10 μ m (96-97, 100-101, 104-105, 108-109).



Figuras 111-125. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. 111-114. *C. sessilifolia* brevistila. 111. Vista polar. 112. Vista equatorial, evidenciando o poro esculturado. 113. Corte óptico. 114a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 115-118. *C. sessilifolia* longistila. 115. Vista polar. 116. Vista equatorial, evidenciando o poro. 117. Corte óptico. 118. Detalhe da ornamentação (MEV). 119-122. *C. truncata* brevistila. 119. Vista polar. 120. Vista equatorial, evidenciando o poro. 121. Corte óptico. 122a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 123-125. *C. truncata* longistila. 123. Vista polar. 124. Vista equatorial, evidenciando o poro. 125a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: 5 μ m (113-114, 117-118, 121-122, 125), 10 μ m (111-112, 115-116, 119-120, 123-124).



Figuras 126-136. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia*. 126. *C. truncata* longistila, vista polar em corte óptico. 127-132. *C. urticaefolia* brevistila. 127. Vista polar. 128. Vista geral de dois grãos de pólen. 129. Vista equatorial, evidenciando o poro. 130. Detalhe da abertura (MEV). 131. Detalhe da exina (MEV). 132. Detalhe da ornamentação (MEV). 133-136. *C. urticaefolia* longistila. 133. Vista polar. 134. Vista equatorial, evidenciando o poro. 135. Corte óptico. 136a-b. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. Escalas: 5 μm (126, 135-136), 10 μm (127, 129, 133-134).

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% (Figuras 137A-B, 138) dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar das espécies estudadas de *Cordia*, subgênero *Varronia*, verifica-se que:

a) os grãos de pólen de *C. leucocephala* brevistila e longistila, separam-se das demais espécies por serem maiores, tanto em vista equatorial quanto em vista polar; os grãos de pólen das flores longistilas de *C. leucocephala* são significativamente maiores que os das brevistilas (Figuras 137A-B, 138);

b) *C. calocephala* brevistila e longistila, e *C. sessilifolia* brevistila e longistila, separam-se das demais espécies pelos valores de diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial, porém os grãos de pólen destas espécies não se separam entre si (Figuras 137A-B);

c) em *C. guazumaefolia* brevistila e *C. discolor* brevistila e longistila, os grãos de pólen não diferem entre si quanto ao tamanho, mas levando-se em consideração os diâmetros em vista equatorial e vista polar, separam-se das demais espécies por serem menores (Figuras 137A-B, 138);

d) observa-se que *C. guazumaefolia* longistila, *C. monosperma*, *C. truncata*, *C. curassavica* e *C. urticaefolia*, formam um grupo intermediário quanto à medida do diâmetro polar em vista equatorial, com base na qual é possível separar algumas espécies (Figura 137A);

e) *C. calocephala*, *C. guazumaefolia* e *C. urticaefolia* apresentam grãos de pólen com medidas dos diâmetros em vista equatorial e polar, maiores nas flores longistilas do que nas brevistilas (Figuras 137A-B, 138);

f) observando-se o diâmetro polar em vista equatorial e também o diâmetro equatorial em vista polar, os grãos de pólen das flores brevistilas de *C. monosperma* separam-se dos das longistilas por apresentarem diâmetros maiores (Figuras 137A, 138);

g) *C. guazumaefolia* longistila separa-se das demais espécies, pela medida do diâmetro equatorial em vista equatorial dos grãos de pólen; o mesmo ocorre para *C. urticaefolia* longistila (Figura 137B);

h) *C. urticaefolia*, *C. monosperma*, *C. truncata* e *C. curassavica* formam um grupo intermediário no qual é possível separar algumas espécies pelas medidas do diâmetro equatorial em vista equatorial (Figura 137B);

i) *C. calocephala* longistila e *C. sessilifolia* brevistila e longistila, separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetros equatorial em vista polar dos grãos de pólen, porém, os grãos de pólen dessas espécies não se separam entre si por essa característica (Figura 138);

j) os grãos de pólen de *C. calocephala* brevistila, separam-se de todos os das demais espécies pelo diâmetro equatorial em vista polar (Figura 138);

k) quando se leva em consideração as medidas de diâmetro equatorial em vista polar, as espécies *C. guazumaefolia* longistila, *C. monosperma*, *C. truncata*, *C. curassavica* e *C. urticaefolia*, formam um grupo intermediário no qual é possível separar algumas espécies. (Figura 138);

l) os grãos de pólen das flores longistilas de *C. curassavica* separam-se dos das flores brevistilas por apresentarem maiores valores do diâmetro equatorial em vista polar (Figuras 137A-B, 138).

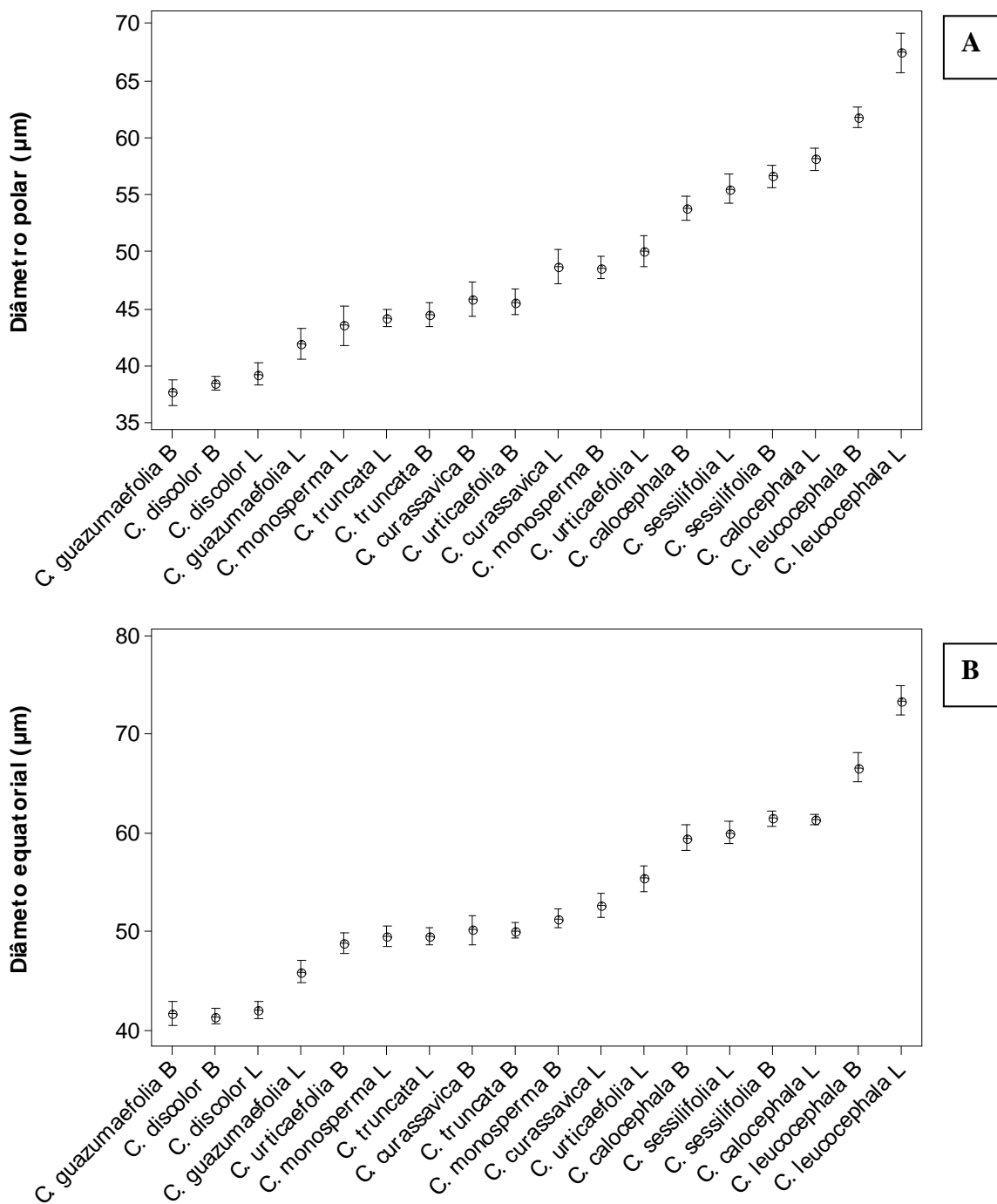


Figura 137. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95 % dos grãos de pólen entre espécies de *Cordia* subg. *Varronia*. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm .

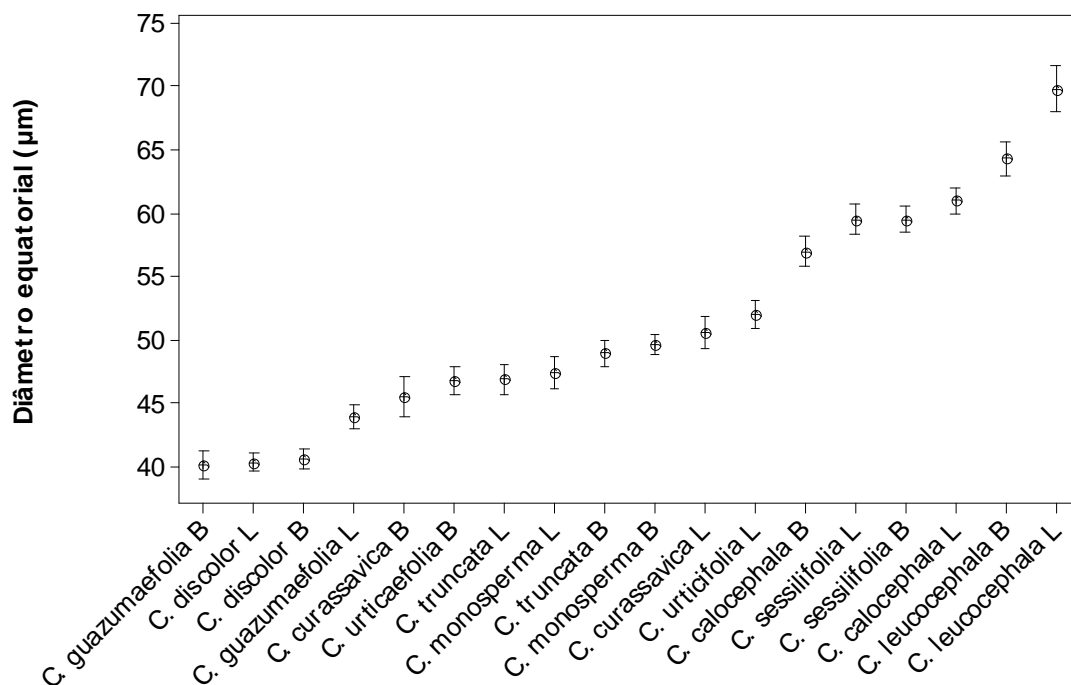


Figura 138. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95 % dos grãos de pólen entre espécies de *Cordia* subg. *Varronia*. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em µm.

A análise de componentes principais (PCA) para os grãos de pólen das espécies estudadas do subgênero *Varronia* foi baseada em nove variáveis métricas: Diâmetro Polar e Equatorial em Vista Equatorial (DPVE e DEVE), Diâmetro Equatorial em Vista Polar (DEVP), Comprimento do Poro (PCOM), Largura do Poro (PLAR), Exina (EXIN), Sexina (SEXI), Nexina (NEXI), e Teto (TETO) (Tabela 18). Os dois primeiros eixos representaram 74,1% da variância total dos dados (Figura 139).

O primeiro eixo resumiu 61,4% da variabilidade tendo como variáveis mais relacionadas ($> 0,7$) as medidas dos diâmetros (DEVE, DPVE e DEVP) e de abertura (PCOM e PLAR) por outro lado, os valores de espessura do teto (0,001) apresentaram a menor influência (Tabela 18).

C. calocephala, *C. leucocephala* e *C. sessilifolia* ficaram posicionadas no lado esquerdo do eixo 1 por apresentarem maiores valores para todas as variáveis métricas analisadas em seus grãos de pólen, em oposição as demais espécies do subgênero estão posicionadas no lado direito deste primeiro eixo, evidenciando menores medidas observadas; uma posição intermediária é ocupada pelas formas longistilas de *C. curassavica* e *C. urticaefolia* (Figura 139).

Ainda observando o primeiro eixo é interessante notar a proximidade entre as formas brevistilas e longistilas para os grãos de pólen de *C. discolor* (lado direito) e *C. sessilifolia* (lado esquerdo).

Para o subgênero *Varronia*, o eixo 2 da PCA resumiu 12,7% da variância dos dados, sendo que as variáveis mais relacionadas são os valores de comprimento e largura do poro (0,511 e 0,599 respectivamente) e a espessura da nexina (0,406); aqui também os valores do teto apresentam pouca influência na análise, apesar de maiores quando comparado com o primeiro eixo (Tabela 13). As espécies *C. sessilifolia* brevistila e longistila, e *C. calocephala* brevistila, apresentam grãos de pólen com maior valor de comprimento do poro ficando posicionadas no lado inferior do eixo 2, em oposição a *C. truncata* longistila, *C. monosperma* longistila e *C. urticaefolia* brevistila que apresentaram grãos de pólen com os menores valores para esta variável. Comparando as espécies quanto à largura do poro, *C. sessilifolia* brevistila e longistila e *C. curassavica* longistila destacam-se por apresentarem as maiores medidas (Figura 139, lado inferior esquerdo do eixo 2 da PCA), enquanto *C. truncata* brevistila e longistila apresentam os menores valores, ficando posicionadas no extremo oposto, no lado direito superior do eixo.

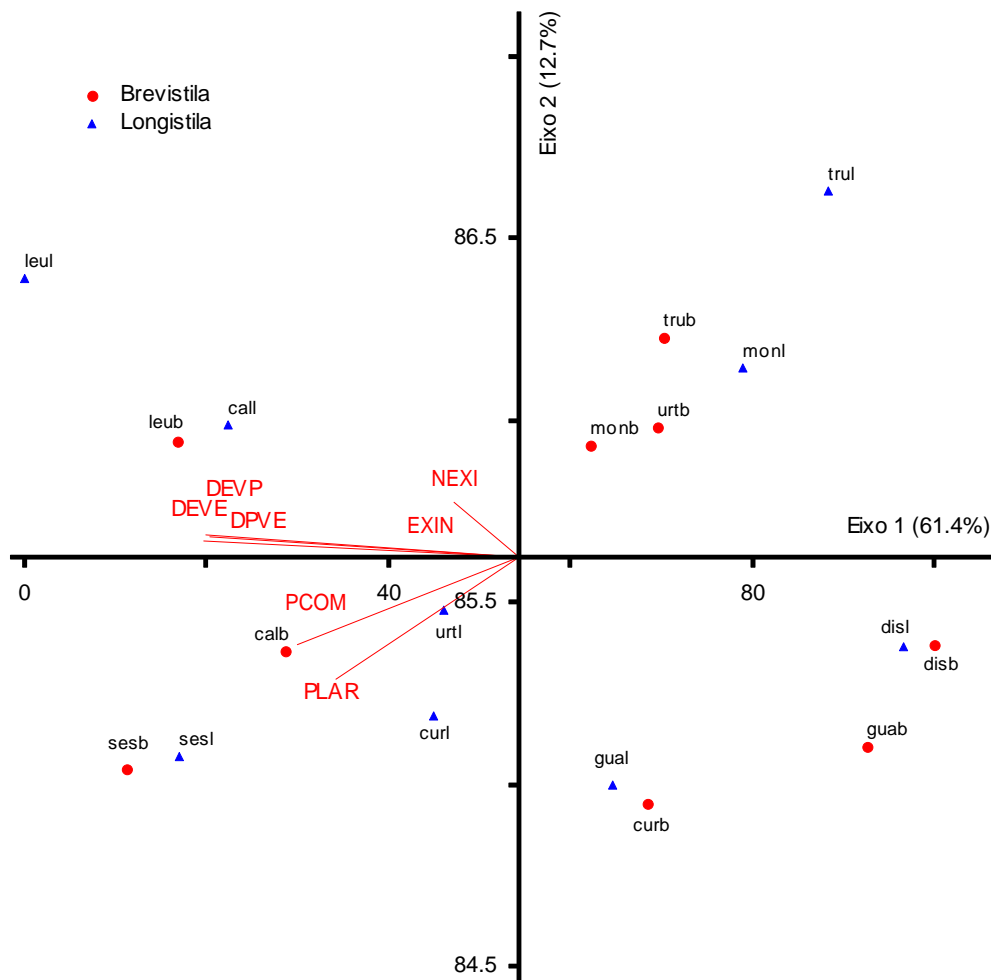


Figura 139. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Cordia*, subgênero *Varronia* em função das variáveis métricas. (calb = *C. calocephala* B; call = *C. calocephala* L; curb = *C. curassavica* B; curl = *C. curassavica* L; disb = *C. discolor* B; disl = *C. discolor* L; guab = *C. guazumaefolia* B; gual = *C. guazumaefolia* L; leub = *C. leucocephala* B; leul = *C. leucocephala* L; monb = *C. monosperma* B; monl = *C. monosperma* L; sesb = *C. sessilifolia* B; sesl = *C. sessilifolia* L; trub = *C. truncata* B; trul = *C. truncata* L; urtb = *C. urticaefolia* B; urtl = *C. urticaefolia* L).

A espessura da nexina revela, do lado superior do eixo 2, grãos de pólen com os maiores valores em *C. calocephala* longistila e *C. leucocephala* longistila, em oposição a *C. curassavica* brevistila e *C. discolor* brevistila e longistila com os menores valores desta variável.

Tabela 18: Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas do subgênero *Varronia*. As abreviaturas correspondem ao tipo de medida.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DPVE	- 0,961	+ 0,225
DEVE	- 0,953	+ 0,254
DEVP	- 0,959	+ 0,263
PCOM	- 0,808	- 0,511
PLAR	- 0,736	- 0,599
EXIN	- 0,499	+ 0,030
SEXI	- 0,243	- 0,169
NEXI	- 0,438	+ 0,406
TETO	+ 0,001	- 0,037

3.2. Chave polínica

1. Grãos de pólen colporados

2. Exina espículo-verrugosa *C. superba*

2. Exina espinhosa *C. ecalyculata*

C. glabrata

C. magnifolia

C. rufescens

C. sellowiana

C. silvestris

C. taguahyensis

C. trichotoma

1. Grãos de pólen porados

3. Exina reticulada, homorreticulada *C. calocephala*

3. Exina reticulada, heterorreticulada *C. curassavica*

C. discolor

C. guazumaefolia

C. leucocephala

C. monosperma

C. sessilifolia

C. truncata

C. urticaefolia

3.3. Teste de viabilidade

Todas as espécies estudadas do gênero *Cordia* de ambos os subgêneros *Myxa* e *Varronia*, foram analisadas através do teste de carmim acético a fim de verificar a viabilidade dos grãos de pólen (Figuras 140-148). Para a análise foram observados tanto os materiais padrão como os de comparação, totalizando 92 espécimes.

Somente cinco espécimes apresentaram porcentagem de grãos de pólen não viáveis superior a 50%: *E.P. Heringer & Paula 13922* (*C. glabrata* brevistila); *Gibbs 4781* e *Santin 30925* (*C. trichotoma* longistila); *Assis et al. 1236* (*C. ecalyculata* brevistila); e *Furlan et al. 201* (*C. superba* longistila). Nos demais espécimes a porcentagem de grãos de pólen viáveis foi superior a de não viáveis (Tabela 19).

Em onze das espécies estudadas, as flores brevistilas apresentam porcentagem de grãos de pólen não viáveis maior que as longistilas, enquanto apenas em sete - *C. magnolifolia*, *C. monosperma*, *C. sellowiana*, *C. superba*, *C. taguahyensis*, *C. trichotoma* e *C. truncata* - as flores longistilas apresentam maior porcentagem de grãos de pólen não viáveis.

A porcentagem de grãos de pólen não viáveis nas flores brevistilas e longistilas de *C. calocephala*, *C. curassavica*, *C. guazumaefolia*, *C. magnolifolia*, *C. leucocephala*, *C. sessilifolia* e *C. urticaefolia* foi igual ou inferior a 11%.

A ausência de materiais de comparação para algumas espécies e suas respectivas formas florais impediu uma verificação mais precisa da viabilidade dos grãos de pólen entre flores brevistilas e longistilas.

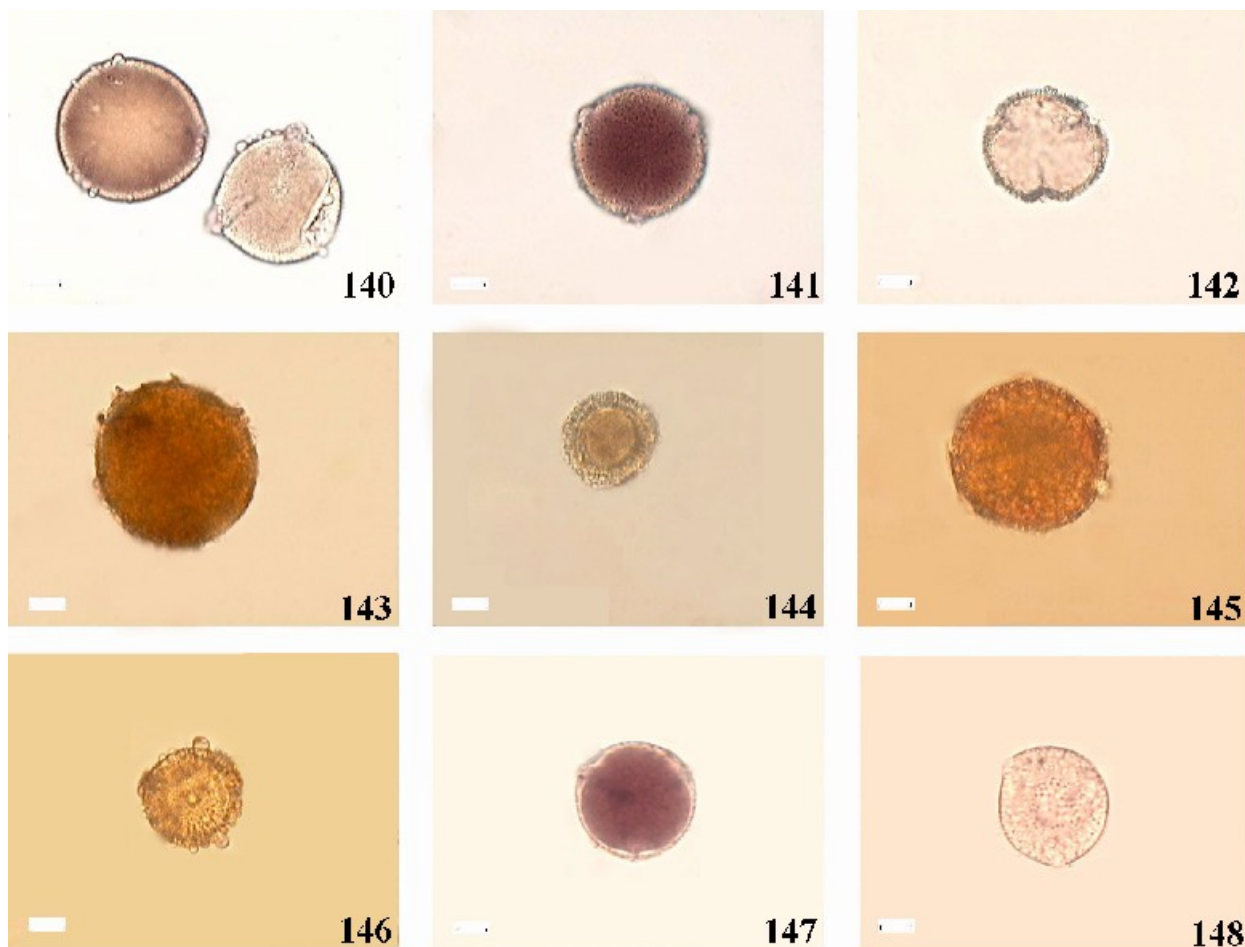
Tabela 19. Viabilidade, em porcentagem (%), dos grãos de pólen das espécies estudadas de *Cordia*. V. = viáveis, NV. = não viáveis, B = brevistila, L = longistila.

Espécies	V.	NV.	Espécies	V.	NV.
Subg. <i>Myxa</i>			<i>C. sellowiana</i> (L)		
Seção <i>Gerascanthus</i>			(Montilha et al. s.n., SJRP20061)*	77	23
<i>C. glabrata</i> (B)			<i>C. silvestris</i> (B)		
(E.P. Heringer & Paula 13922)	0	100	(Assis 44)	95	5
(Macedo 775)*	94	6	(Leitão-Filho et al. s.n., SP295159)*	95	5
(Trigo 15121)	94	6	(Silva 10995)	66	34
<i>C. glabrata</i> (L)			<i>C. silvestris</i> (L)		
(Borges 35469)	91	9	(Hatschbach 33779)	95	5
(Hatschbach 40134)	97	3	Seção <i>Superbiflorae</i>		
(Lorenzi s.n., SP262131)	97	3	<i>C. rufescens</i> (B)		
(Santin 30915)*	88	12	(Lima s.n., RB48958)*	77	23
(Souza 8354)	54	46	<i>C. rufescens</i> (L)		
<i>C. trichotoma</i> (B)			(Hatschbach 39243)*	91	9
(Bernaci et al 1638)	98	2	(Vieira et al. 240)	93	7
(Kirizawa et al. 3077)*	92	8	<i>C. superba</i> (B)		
(Montilha et al s.n., SJRP19921)	91	9	(Amaral s.n., SP31708)*	69	31
(Passos & Kim 37)	92	8	(Marinis 545)	85	15
(Shepherd & Kock 14)	96	4	<i>C. superba</i> (L)		
(Souza et al 32)	73	27	(Cavalcanti 261)	74	26
(Traldi & Souza 25)	99	1	(César et al. s. n., HRCB11286)	95	5
<i>C. trichotoma</i> (L)			(Godoi et al. 283)	69	31
(Gibbs 4781)	16	84	(Furlan 201)	37	63
(Santin 30925)	19	81	(Jordão s.n., SPSF3336)*	77	23
(Tamashiro et al 772)*	96	4	(Tamashiro et al. 685)	67	33
Seção <i>Myxa</i>			<i>C. taguahyensis</i> (B)		
<i>C. ecalyculata</i> (B)			(Imannoto s.n., SPSF13297)*	85	15
(Assis et al. 1236)	47	53	<i>C. taguahyensis</i> (L)		
(Gehrt s.n., SP5304)	100	0	(Gehrt s. n., SP44380)	70	30
(Heringer 1117)*	96	4	(Leitão-Filho et al. 32579)	67	33
(Medri et al. 501)	96	4	(Thomas et al. s.n., SPF63507)*	87	13
(Sobral 3688)	63	37	Subg. <i>Varronia</i>		
<i>C. ecalyculata</i> (L)			<i>C. calocephala</i> (B)		
(Beltrati 113)*	98	2	(Barreto et al. 2997)*	89	11
(Furlan 207)	79	21	<i>C. calocephala</i> (L)		
(Gibbs & Leitão-Filho 6093)	96	4	(Ulle 677)*	99	1
(Kinupp & Francisco 946)	60	40	<i>C. curassavica</i> (B)		
<i>C. magnoliafolia</i> (B)			(Hanazaki et al. 192)*	94	6
(Gehrt s.n., SP18135)*	97	3	(Spina 38)	89	11
(Hoehne s.n., SPF11629)	97	3	(Spina 391)	99	1
<i>C. magnoliafolia</i> (L)			(Taroda s.n., SJRP20333)	100	0
(Gões & Constantino 143)	89	11	<i>C. curassavica</i> (L)		
<i>C. sellowiana</i> (B)			(Hoffmann et al. 62)	99	1
(Britez 24695)	70	30	(Hoffmann et al. 66)	96	4
(Cielo-Filho 184)	80	20	(Leitão-Filho et al. 34652)	98	2
(Ivanauskas 148)	95	5	(Souza et al. 3584)	92	8
(Ivanauskas 676)	94	6	(Spina 348)	96	4
(Meira-Neto et al. 21515)	67	33	(Spina et al. 29156)*	95	5
(Montilha et al. s.n., SJRP22970)*	94	6			

Tabela 19. (continuação)

Espécies	V.	NV.	Espécies	V.	NV.
<i>C. discolor</i> (B)			(<i>Figueira & Souza s.n.</i> , SJRP25847)	93	7
(<i>Bertoncini & Cazetta-Neto 978</i>)	82	18	<i>C. monosperma</i> (L)		
(<i>Ivanauskas 571</i>)*	98	2	(<i>Grosso Jr 375</i>)*	85	15
(<i>Melzi & Avelisso s.n.</i> , SJRP13926)	96	4	<i>C. sessilifolia</i> (B)		
(<i>Silva 2845</i>)	96	4	(<i>Lad-Netto 217</i>)	98	2
<i>C. discolor</i> (L)			(<i>Loefgren 289</i>)	94	6
(<i>Leitão-Filho et al. s.n.</i> , SP278122)*	95	5	(<i>Mendonça et al. 3329</i>)*	95	5
<i>C. guazumaefolia</i> (B)			<i>C. sessilifolia</i> (L)		
(<i>Silva et al. 2412</i>)*	96	4	(<i>Harley et al. 24373</i>)*	97	3
<i>C. guazumaefolia</i> (L)			<i>C. truncata</i> (B)		
(<i>Sciamarelli & Vicente 264</i>)*	100	0	(<i>Silva et al. 347</i>)*	87	13
<i>C. leucocephala</i> (B)			<i>C. truncata</i> (L)		
(<i>Figueiredo 543</i>)*	96	4	(<i>Alvarenga & Oliveira 585</i>)*	80	20
<i>C. leucocephala</i> (L)			<i>C. urticaefolia</i> (B)		
(<i>Lewis et al. s.n.</i> , SPF36329)*	99	1	(<i>Costa & Ramos s.n.</i> , SPSF4421)*	98	2
<i>C. monosperma</i> (B)			(<i>Souza 9472</i>)	100	0
(<i>Berbacci 34149</i>)	91	9	(<i>Souza et al. 11203</i>)	90	10
(<i>Cavalcanti 259</i>)	93	7	<i>C. urticaefolia</i> (L)		
(<i>Chung et al. 53</i>)*	85	15	(<i>Santoro s.n.</i> , SPSF637)*	99	1

* = material padrão



Figuras 140-148. Viabilidade dos grãos de pólen de *Cordia* (grãos de pólen não acetolizados). 140. *C. glabrata* brevistila, grãos de pólen viável e não viável. 141-142. *C. glabrata* longistila. 141. Grão de pólen viável. 142. Grão de pólen não viável. 143-144. *C. sessilifolia* brevistila. 143. Grão de pólen viável. 144. Grão de pólen não viável. 145-146. *C. sessilifolia* longistila. 145. Grão de pólen viável. 146. Grão de pólen não viável. 147-148. *C. trichotoma* brevistila. 147. Grão de pólen viável. 148. Grão de pólen não viável. Escalas = 10 μ m.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Boraginaceae, apesar de ser pouco conhecida palinologicamente, mostra, segundo os dados da literatura, uma grande variabilidade morfopolínica, com grãos de pólen 2-12 colporados, 6-heterocolpados, 3-porados, com exina psilada, microrreticulada, reticulada, espinulosa, granulada, rugulada, clavada ou gemada (Erdtman 1952, Nowicke & Skvarla 1974, Melhem 1978, Clarke 1980, Schell & Barth 1995).

A família Boraginaceae apresenta heterostilia em alguns gêneros como *Amsinckia* Lehm., *Anchusa* L., *Arnebia* Forssk., *Cordia*, *Cryptantha* Lehm. ex Fisch. & Mey., *Echioides* Moench., *Lithodora* Griseb., *Lithospermum* L. e *Pulmonaria* L. (Dulberger 1970, Higgins 1971, Ganders 1975, Ornduff 1976). A heterostilia está intimamente ligada às diferenças dos caracteres morfopolínicos dos táxons (Darwin 1878, Dowrick 1956, Ganders 1979, Barret 1990).

Poucos são os autores que analisaram de forma criteriosa as variações dos grãos de pólen do gênero *Cordia*, principalmente levando em conta a heterostilia; dessa forma o dimorfismo polínico em espécies heterostílicas é 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).

As 18 espécies do gênero *Cordia* analisadas no presente estudo representam 27,6 % das espécies ocorrentes no Brasil e, de todas elas, foram estudados os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas, verificando-se diferenças qualitativas e quantitativas.

Os resultados obtidos neste estudo mostram dois tipos polínicos para o gênero *Cordia* cuja separação inicial leva em conta o tipo de abertura.

O primeiro tipo (I) caracteriza-se por ser 3-colporado (raro 4-colporado), com golpes em geral longos e endoaberturas lalongadas. Com base na ornamentação da exina, este tipo polínico pode ser subdividido em dois subtipos: I.1. - grãos de pólen com exina espinhosa; espinhos com altura variável entre as espécies, com perfurações e grânulos entre os espinhos; I.2. - grãos de pólen com exina espículo-verrugosa, com perfurações e espículos entre as verrugas e, sobre estas espículos.

Os grãos de pólen acima descritos correspondem ao tipo polínico III, de Nowicke & Ridgway (1973), que os autores caracterizaram pelas aberturas 3-colpadas a 3-colporadas e a sexina espiculosa. Taroda (1984), Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985) e Moncada & Herrera (1988), baseados no trabalho de Nowicke & Ridgway (1973), também observaram o mesmo tipo polínico em várias espécies de *Cordia*.

O segundo tipo polínico (II) caracteriza-se por ser 3-porado, poros geralmente maiores no comprimento, com opérculo, exina reticulada, heterorreticulada a homorreticulada, simplesbaculada, apresentando espículos sobre os muros do retículo. Os grãos de pólen acima descritos correspondem ao tipo I de Nowicke & Ridgway (1973), com pólen 3-porado e sexina reticulada. Taroda (1984), Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985) e Moncada & Herrera (1988) também baseados no trabalho de Nowicke & Ridgway (1973) observaram este tipo polínico em espécies do gênero.

Na discussão a seguir, as espécies serão organizadas pelos tipos e subtipos polínicos apresentados.

I. Grãos de pólen 3-colporados

Dentro desse tipo, oito espécies caracterizaram-se pela exina com ornamentação espinhosa (*C. ecalyculata*, *C. glabrata*, *C. magnoliifolia*, *C. rufescens*, *C. sellowiana*, *C.*

silvestris, *C. taguahyensis* e *C. trichotoma*), e uma espécie pela exina com ornamentação espículo-verrugosa (*C. superba*).

I.1. Grãos de pólen com ornamentação da exina espinhosa

Os grãos de pólen das espécies estudadas neste subtipo são médios a grandes, com faixa de variação de 29,13 a 98,63 μm . *C. sellowiana* apresentou os menores valores de diâmetro para os grãos de pólen, enquanto *C. rufescens* e *C. taguahyensis* apresentaram os maiores valores.

Quanto à forma, os grãos de pólen variaram de suboblatos a oblato-esferoidais. Não foi possível separar as espécies levando-se em conta este caráter, pois os materiais de comparação dentro de cada espécie variaram de suboblatos a oblato-esferoidais.

C. rufescens e *C. taguahyensis* apresentaram as exinas mais espessas, diferenciando-se das demais espécies pela nexina mais delgada que a sexina.

Quanto à ornamentação da exina, as espécies estudadas foram descritas como espinhosas tomando-se como base o glossário de Barth & Melhem (1988) que definem espinho como “elemento da ornamentação da exina, formado por sexina, cuja altura é maior ou igual a 1 μm ”. Essa interpretação difere das apresentadas anteriormente por Erdtman (1952), Barth & Silva (1963), Marticorena (1968), Nowicke & Rigway (1973), Salgado-Labouriau (1973), Miranda *et al.* (1980), Carreira & Rodrigues (1982), Taroda (1984), Palacios-Chávez & Quiroz-Garcia (1985), Moncada & Herrera (1988), Nowicke & Miller (1990), Roubik & Moreno (1991), Scheel & Barth (1995), que estudaram os grãos de pólen de várias espécies do gênero definindo a ornamentação como espiculada.

Os grãos de pólen de *C. sellowiana* foram estudados por Barth & Silva (1963), Taroda (1984) e Schell & Barth (1995). Houve divergência somente em relação à forma

dos grãos de pólen, que foram descritos como oblato-esferoidais por Barth & Silva (1963), prolato-esferoidais por Taroda (1984) e suboblato por Schell & Barth (1995). Os dados referentes aos vários espécimes aqui estudados mostram grãos de pólen variando de suboblato a oblato-esferoidais, corroborando os trabalhos de Barth & Silva (1963) e Schell & Barth (1995).

Quando os dados obtidos para *C. ecalyculata* foram confrontados com os de outros autores que também estudaram a mesma espécie (Nowicke & Ridgway 1973, Schell & Barth 1995), eles concordaram, quanto ao tipo de abertura (3-colporada) com Schell & Barth (1995). Já Nowicke & Ridgway (1973) definiram os grãos de pólen como 3-colporoidados, o que pode ser explicado pela dificuldade de visualização das aberturas. Constatou-se divergências quanto à forma e ao tamanho dos grãos de pólen que foram descritos como prolato-esferoidais, com 39 x 35 µm por Nowicke & Ridgway (1973) e suboblato a oblato-esferoidais, com 41 x 36 µm por Schell & Barth (1995). As medidas obtidas no presente estudo são ligeiramente maiores que as citadas pelos autores. Quanto à forma os espécimes aqui analisados variaram de suboblato a oblato-esferoidais, corroborando os dados de Schell & Barth (1995).

C. trichotoma foi examinada palinologicamente por Nowicke & Ridgway (1973), Miranda *et al.* (1980) e Scheel & Barth (1995). Quanto ao tipo de abertura, Nowicke & Ridgway (1973) encontraram grãos de pólen 3-colpados, enquanto os demais autores consideraram a espécie como 3-colporada, o que é confirmado no presente estudo. Constatou-se divergência em relação à forma e ao tamanho dos grãos de pólen, que foram descritos como prolato-esferoidais, com 39 x 35 µm por Nowicke & Ridgway (1973), subprolato, com 54 x 44 µm por Miranda *et al.* (1980) e subprolato, com 45 x 47 µm por Schell & Barth (1995); no presente estudo a forma foi definida como suboblato a oblato-esferoidal, e os valores dos espécimes aqui medidos são semelhantes aos de Nowicke &

Ridgway (1973) e inferiores aos dos demais autores. Com relação à ornamentação da exina Miranda *et al.* (1980) mencionam sexina granulada, enquanto no presente estudo ela foi definida como espinhosa. Quanto à abertura, *C. trichotoma* foi a única espécie que apresentou 7% de grãos de pólen 4-colporados (tanto no material padrão quanto nos de comparação) corroborando o trabalho de Schell & Barth (1995) que também constataram grãos de pólen 4-colporados, embora numa proporção maior (47-53%).

Gibbs & Taroda (1983), estudando heterostilia em *Cordia alliodora* e *Cordia trichotoma*, mediram cerca de 50 grãos de pólen de flores brevistilas e longistilas de *C. trichotoma* e encontraram valores das medidas maiores nas flores brevistilas. Os dados aqui apresentados corroboram os de Gibbs & Taroda (1983).

Taroda (1984) e Schell & Barth (1995) estudaram *C. silvestris* descrevendo os grãos de pólen da espécie como prolato-esferoidais e suboblato, respectivamente. No presente trabalho observou-se grãos de pólen suboblato a oblato-esferoidais, com diâmetros significativamente maiores que os indicados por Taroda (1984) e semelhantes aos citados por Schell & Barth (1995).

Nowicke & Miller (1990) descreveram os grãos de pólen de *C. rufescens* e *C. taguahyensis* com forma variando de oblato-esferoidal a esferoidal, 3-colporados, e com ornamentação espiculada (*C. rufescens*) a clavada (*C. taguahyensis*). No presente estudo os grãos de pólen dessas espécies foram descritos como suboblato em *C. rufescens* e oblato-esferoidais em *C. taguahyensis*, 3-colporados e com exina espinhosa.

Taroda (1984) estudou os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas de *C. glabrata*, descrevendo-os como prolato-esferoidais e com tamanho maior nas flores brevistilas. No presente estudo *C. glabrata* apresentou, também, grãos de pólen maiores nas flores brevistilas. Houve divergência apenas quanto à forma, que foi definida nos espécimes aqui estudados, como suboblato a oblato-esferoidal.

No presente estudo, as flores brevistilas apresentaram grãos de pólen com medidas dos diâmetros maiores em *C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. silvestris* e *C. taguahyensis*. Em *C. ecalyculata*, *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, e *C. rufescens* as maiores medidas dos diâmetros foram observadas nas flores longistilas. Os resultados do presente trabalho confirmam 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.

Comparando morfológicamente as flores brevistilas e longistilas das espécies estudadas pelos caracteres polínicos verifica-se que os grãos de pólen das flores longistilas apresentam ornamentação da exina mais evidente quando comparados com a de flores brevistilas, dados que confirmam o trabalho Nowicke & Miller (1990).

I.2. Grãos de pólen com ornamentação da exina espículo-verrugosa

C. superba foi a única espécie que apresentou ornamentação da exina espículo-verrugosa. Seus grãos de pólen foram descritos como grandes, suboblatos, 3-colporados, colpos grandes e estreitos, endoabertura de difícil visualização, exina espículo-verrugada, com espículos sobre as verrugas supra-tectais, e perfurações entre estas, sexina mais espessa que a nexina.

Os grãos de pólen de *C. superba* foram estudados por Nowicke & Miller (1990) e Melhem *et al.* (2003). Os dados aqui obtidos concordam com os da descrição geral de Melhem *et al.* (2003), discordando dos de Nowicke & Miller (1990) quanto à forma, a abertura e a ornamentação da exina, que segundo esses autores varia de oblato-esferoidal a esferoidal, são 3-colporoidados com exina espiculada. Quanto ao tamanho as medidas

obtidas para os espécimes aqui analisados são significativamente maiores que as observadas por Melhem *et al.* (2003) e Nowicke & Miller (1990).

Quanto à heterostilia, os grãos de pólen de flores longistilas de *C. superba* apresentam diâmetros maiores quando comparados com os de flores brevistilas, já a ornamentação da exina foi mais evidente em grãos de pólen de flores brevistilas.

II. Grãos de pólen 3-porados com exina reticulada

Este tipo foi observado em nove espécies: *C. calocephala*, *C. curassavica*, *C. discolor*, *C. guazumaefolia*, *C. leucocephala*, *C. monosperma*, *C. sessilifolia*, *C. truncata* e *C. urticifolia*.

Os grãos de pólen das espécies aqui estudadas neste tipo são médio a grandes, com faixa de variação de 32,75 a 79,25 μm . *C. guazumaefolia* brevistila e *C. discolor*, apresentaram os menores valores de diâmetros, tanto em vista polar quanto em vista equatorial, enquanto que *C. sessilifolia*, *C. calocephala* e *C. leucocephala*, apresentaram os maiores valores desses diâmetros.

Em relação às aberturas, as espécies estudadas apresentam, em geral, poros maiores no comprimento, exceto em *C. curassavica* e *C. urticifolia*.

A forma dos grãos de pólen varia de oblato-esferoidal a suboblata (*C. monosperma* longistila). Os materiais de comparação de *C. curassavica* e *C. monosperma* variam de suboblatos a oblato-esferoidais; já nos demais espécimes das outras espécies a forma oblato-esferoidal mostrou-se constante.

Os grãos de pólen apresentam retículos com lúmens de tamanhos diferentes (heterorreticulados) exceto em *C. calocephala* (homorreticulados). Nota-se que a diferença

no tamanho dos lúmens ocorre não só entre as diferentes espécies, mas também entre as flores brevistilas e longistilas de uma mesma espécie.

Várias das espécies estudadas por Erdtman (1952), van der Hammen & Gonzáles (1960), Nowicke & Ridgway (1973), Salgado-Labouriau (1973), Miranda *et al.* (1980), Taroda (1984), Palacios-Chavez & Quiroz-Garcia (1985), Moncada & Herrera (1988) e Nowicke & Miller (1990), também apresentaram grãos de pólen 3-porados, reticulados. Contudo, somente as espécies *C. curassavica* (Nowicke & Ridgway 1973, Taroda 1984, Nowicke & Miller 1990), *C. calocephala*, *C. discolor*, *C. guazumaefolia*, *C. monosperma* e *C. truncata* (Taroda 1984) coincidem com o presente trabalho.

Para *C. curassavica* há dados polínicos nos trabalhos de Nowicke & Ridgway (1973), Taroda (1984) e Nowicke & Miller (1990), havendo divergências entre as suas descrições e também em relação aos dados obtidos no presente estudo. Nowicke & Ridgway (1973) citam para essa espécie grãos de pólen esferoidais ($E = 45 \mu\text{m}$); já Taroda (1984) os descreve como prolato-esferoidais ($P = 52 \mu\text{m}$, $E = 51 \mu\text{m}$); e Nowicke & Miller (1990), como oblato-esferoidais ($E = 43 \mu\text{m}$). No presente estudo os grãos de pólen de *C. curassavica* se caracterizam por serem oblato-esferoidais ($E > 50 \mu\text{m}$), corroborando o trabalho de Nowicke & Miller (1990) quanto à forma, e o de Taroda (1984), quanto ao tamanho. Nowicke & Miller (1990) estudaram também os grãos de pólen das flores brevistilas de *C. curassavica* comparando-os com os das longistilas, e os seus resultados divergiram do presente estudo por apresentarem grãos de pólen com diâmetro maior nas flores brevistilas.

Taroda (1984) apresentou dados sobre a forma dos grãos de pólen e seus respectivos diâmetros para *C. calocephala* longistila, *C. discolor* brevistila, *C. guazumaefolia* brevistila, *C. monosperma* longistila e *C. truncata* longistila. As espécies estudadas pela autora apresentaram grãos de pólen prolato-esferoidais com exceção

somente de *C. monosperma longistila* que apresentou grãos de pólen oblato-esferoidais. O presente trabalho difere do de Taroda (1984) pois aquelas espécies apresentaram grãos de pólen oblato-esferoidais, com exceção de *C. monosperma longistila*, que apresentou grãos de pólen suboblato; além disso, *C. monosperma longistila* e *C. truncata longistila* estudadas pela autora, apresentam valores dos diâmetros superiores aos aqui observados.

Segundo Nowicke & Miller (1990) as aberturas poradas raramente aparecem em Boraginaceae, 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.

Os dados aqui obtidos confirmam o caráter estenopolinico das espécies estudadas com grãos de pólen 3-porados, muito embora algumas vezes tenha sido possível distinguir discretas diferenças entre as espécies.

Quanto à heterostilia, somente *C. monosperma*, *C. sessilifolia* e *C. truncata* apresentam grãos de pólen com tamanho maior nas flores brevistilas. Nas demais espécies foram observados valores de diâmetros maiores nos grãos de pólen das flores longistilas.

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

Os grãos de pólen das flores brevistilas e longistilas, apresentam poucas diferenças qualitativas, entretanto, diferenças quantitativas podem ocorrer dentro de uma mesma espécie.

Comparando os dados de morfologia polínica de *Cordia* e a taxonomia do gênero, verifica-se que as diferenças dos tipos polínicos coincidem com a delimitação taxonômica proposta por Taroda 1984, para os dois subgêneros com espécies nativas no Brasil. Dessa forma, as espécies com padrão polínico 3-colporado e exina espinhosa a espículo-verrugosa enquadram-se no subgênero *Myxa*, o qual é subdividido em três seções: *Gerascanthus* (*C. glabrata* e *C. trichotoma*), *Myxa* (*C. ecalyculata*, *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana* e *C. silvestris*), e *Superbiflorae* (*C. rufescens*, *C. superba* e *C. taguahyensis*). Este subgênero é caracterizado por possuir espécies arbóreas (raramente arbustivas) com inflorescência em panículas. As seções dentro do subgênero *Myxa* diferem principalmente pela deiscência da corola, formato do fruto e tamanho das flores (Taroda 1984, Taroda & Gibbs, 1987).

No subgênero *Myxa*, as seções *Gerascanthus* e *Myxa* possuem grãos de pólen 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 e entre as seções 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. *C. glabrata* brevistila e longistila, *C. ecalyculata* brevistila e longistila, *C. magnoliifolia* brevistila e *C. silvestris* brevistila mostraram-se próximas dentro deste grupo por apresentarem menor valor de largura dos colpos. Por outro lado, as espécies da seção *Superbiflorae* (*C. rufescens*, *C. superba* e *C. taguahyensis*) aparecem isoladas das outras duas seções dentro do subgênero, pelos maiores valores dos dados quantitativos, apesar dos grãos de pólen de *C. superba* possuírem ornamentação diferente.

As espécies com o tipo polínico 3-porado e exina reticulada (*C. calocephala*, *C. curassavica*, *C. discolor*, *C. guazumaefolia*, *C. leucocephala*, *C. monosperma*, *C. sessilifolia*, *C. truncata* e *C. urticifolia*) estão no subgênero *Varronia* (Taroda 1984). Este subgênero é caracterizado por possuir espécies arbustivas ou herbáceas com inflorescências em espigas, capítulos ou glomérulos (Taroda 1984, Taroda & Gibbs 1986).

A análise de componentes principais incluindo as espécies do subgênero *Varronia*, mostrou *C. sessilifolia* brevistila e longistila e *C. curassavica* longistila isoladas em função das maiores medidas de largura do poro. O mesmo ocorreu com *C. calocephala* longistila e *C. leucocephala* longistila que se isolaram por apresentarem maiores medidas de espessura da nexina. Portanto, apesar da grande similaridade entre os grãos de pólen do subgênero, essas características permitem separar algumas espécies.

As diferenças polínicas constatadas, tanto qualitativas quanto quantitativas, parecem não ter correlação com os polinizadores.

Segundo Opler *et al.* (1975) as espécies de *Cordia* são polinizadas principalmente por insetos (moscas, besouros, abelhas, borboletas) e por aves (beija-flores). O polinizador de cada espécie está diretamente ligado ao tamanho das flores; desta forma insetos pequenos tendem a ser polinizadores de espécies com flores pequenas; já beija-flores ou insetos maiores como borboletas e abelhas polinizariam as espécies com flores grandes devido às limitações energéticas e à eficiência no forrageio (Heinrich & Raven 1972).

Tanto as espécies do subgênero *Myxa* quanto as do subgênero *Varronia*, possuem flores com tamanho variado, podendo-se deduzir que vários tipos de polinizadores estão envolvidos na polinização de suas espécies. No subgênero *Myxa*, as seções *Myxa* e *Gerascanthus* possuem flores com cerca de 10 mm de comprimento, já a seção *Superbiflorae* possui flores com até 7 cm de comprimento (Taroda & Gibbs 1987). Portanto não é possível dizer que os grãos de pólen 3-colporados com exina espinhosa a

espículo-verrugosa são transportados por um único polinizador, já que as espécies estudadas tanto por Percival (1974) quanto por Opler *et al.* (1975) não coincidem com as espécies observadas no presente estudo. Esta variação do tamanho floral também se manifesta nas espécies do subgênero *Varronia* (Taroda & Gibbs 1986).

Para os espécimes submetidos à coloração por carmim acético para observação da viabilidade polínica, o resultado obtido não obedeceu a um padrão correlacionado com as formas florais da heterostilia. Houve variação na proporção de grãos de pólen viáveis e não viáveis independentemente para cada espécime, sem qualquer relação com o fato das flores serem brevistilas ou longistilas. Contudo, na maioria das espécies analisadas as flores brevistilas apresentam maior quantidade de grãos de pólen não viáveis, exceto em *C. magnoliifolia*, *C. monosperma*, *C. sellowiana*, *C. superba*, *C. taguahyensis*, *C. trichotoma* e *C. truncata*. O fato de uma flor possuir pólen mas este não ser viável, faz com que flores aparentemente hermafroditas funcionem, na prática, como flores femininas. Este resultado apóia os dados de Taroda (1984) indicando que as espécies heterostílicas do gênero são, algumas vezes, funcionalmente dióicas.

Os resultados polínicos apresentados para as espécies aqui estudadas, confirmam a variabilidade registrada na literatura para a família Boraginaceae, e reafirmam o caráter euripolínico do gênero *Cordia*. Já os subgêneros *Myxa* e *Varronia* são estenopolínicos apresentando, respectivamente, grãos de pólen 3-colporados, espinhosos a espículo-verrugados e grãos de pólen 3-porados reticulados.

Embora parte das 18 espécies de *Cordia* aqui tratadas já ter sido estudada palinologicamente por outros autores, o presente trabalho destaca-se por ser o único a: (a) analisar as duas formas heterostílicas para todas as espécies; (b) testar a viabilidade dos grãos de pólen comparativamente em flores brevistilas e longistilas; (c) analisar as espécies utilizando microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica, o que permitiu não só

uma excelente visualização dos detalhes da escultura, mas também a utilização de análise de L.O. e corte óptico; (d) utilizar análise de componentes principais (PCA) na avaliação das características quantitativas.

Assim, pode-se concluir que:

1) O tipo de abertura e a ornamentação da exina são as características polínicas que permitem separar as espécies dos subgêneros *Myxa* e *Varronia*.

2) Os grãos de pólen 3-colporados das espécies ocorrentes no subgênero *Myxa* se diferenciam entre si com base na ornamentação da exina espículo-verrugosa (*C. superba*) a espinhosa (nas demais espécies).

3) Os grãos de pólen variam de médios a grandes, observando-se os menores valores de diâmetros em *C. sellowiana* (subgênero *Myxa*) e *C. guazumaefolia* brevistila (subgênero *Varronia*) e os maiores valores de diâmetros em *C. rufescens* (subgênero *Myxa*) e *C. leucocephala* (subgênero *Varronia*).

4) A forma polínica variou, nos dois subgêneros, de suboblata a oblato-esferoidal.

5) Somente em *C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. silvestris* e *C. taguahyensis* (subgênero *Myxa*) e *C. monosperma*, *C. sessilifolia* e *C. truncata* (subgênero *Varronia*), os grãos de pólen das brevistilas apresentaram valores de diâmetro maior, enquanto nas demais espécies os diâmetros maiores foram encontrados nos grãos de pólen das longistilas.

6) Houve maior proporção de grãos de pólen não viáveis nas brevistilas da maioria das espécies, exceto em *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, *C. superba*, *C. taguahyensis*, *C. trichotoma* (subgênero *Myxa*), *C. monosperma* e *C. truncata* (subgênero *Varronia*).

O número de espécies do gênero *Cordia* estudadas no presente trabalho cobre apenas parcialmente as espécies ocorrentes no Brasil, não esgotando as possibilidades de pesquisa em morfologia polínica no gênero. Entretanto, os dados apresentados têm grande

importância como subsídios tanto para análises polínicas quanto para a taxonomia do gênero. Além disso, podem contribuir para a análise comparativa dos caracteres morfolínicos em táxons heterostílicos.

5. RESUMO

Foram estudados os grãos de pólen de 18 espécies do gênero *Cordia* L. (Boraginaceae) ocorrentes no estado de São Paulo. O material utilizado neste estudo foi obtido a partir de exsicatas dos seguintes herbários: BOTU, ESA, HRCB, IBGE, R, RB, SJRP, SP, SPF, SPSF, UEC. Uma vez que o gênero *Cordia* apresenta heterostilia, todas as análises foram aplicadas aos grãos de pólen tanto das flores brevistilas quanto das longistilas. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotografados em microscopia óptica e, em alguns casos, também em MEV. As medidas receberam tratamento estatístico adequado ao tamanho da amostra. Os dados quantitativos foram, também, ordenados através de PCA, visando avaliar se eles permitiriam a delimitação de grupos. Foi também testada, a viabilidade dos grãos de pólen. De acordo com a abertura dos grãos de pólen as espécies estudadas podem ser arranjadas em dois grupos: tipo I : 3-colporados (raramente 4-colporados), colpos longos e endoaberturas alongadas e com base na ornamentação da exina este tipo se subdivide em dois subtipos: I.1.- exina espinhosa, com perfurações e grânulos entre os espinhos (*C. ecalyculata* Vell., *C. glabrata* (Mart.) DC., *C. magnoliifolia* Cham., *C. rufescens* A. DC., *C. sellowiana* Cham., *C. silvestris* Fresen., *C. taguahyensis* Vell., *C. trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. – subgênero *Myxa* Taroda); I.2.- exina espículo-verrugosa, com perfurações e espículos entre as verrugas e sobre estas espículos (*C. superba* Cham. – subgênero *Myxa* Taroda). O tipo II: 3-porados, poros com opérculo, exina reticulada, homoreticulada a heteroreticulada, com espículos sobre os muros (*C. calocephala* Cham., *C. curassavica* (Jacq.) Roem. & Schultes, *C. discolor* Cham., *C. guazumaefolia* (Desv.) Roem. & Schultes, *C. leucocephala* Moric., *C. monosperma* (Jacq.) Roem. & Schultes, *C. sessilifolia* Cham., *C. truncata* Fresen., *C. urticifolia* Cham. - subgênero *Varronia* (Browne) Cham.). Os grãos de pólen das flores longistilas apresentaram maiores valores de diâmetro exceto em *C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. silvestris* e *C. taguahyensis* (subgênero *Myxa*) e *C. monosperma*, *C. sessilifolia* e *C. truncata* (subgênero *Varronia*). Em todas as espécies estudadas os grãos de pólen das flores brevistilas apresentaram maior proporção de grãos de pólen não-viáveis exceto em *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, *C. superba*, *C. taguahyensis*, *C. trichotoma* (subgênero *Myxa*), *C. monosperma* e *C. truncata* (subgênero *Varronia*). Os dados obtidos mostram ser o gênero *Cordia* euripolínico, enquanto que os subgêneros *Myxa* e *Varronia* são estenopolínicos.

6. ABSTRACT

Pollen grains of eighteen species of the genus *Cordia* L. (Boraginaceae) from São Paulo State were studied. The material for this study was taken from exsiccates of the following herbaria: BOTU, ESA, HRCB, IBGE, R, RB, SJRP, SP, SPF, SPSF, UEC. As *Cordia* presents heterostyly all analysis were applied to the pollen grains from short-styled and long-styled flowers separately. The pollen grains were acetolysed, measured, described and photographed by optical microscopy and, in some cases, by SEM. The measures were stastically treated according to the sample size. The quantitative data were also ordenate using PCA to verify the delimitation of groups of species. The viability of the pollen grains was also tested. According to the aperture of the pollen grains the studied species can be put into groups: type I: 3-colporate (rarely 4-colporate), colpus long and endoaperture lalongate and based on the exine ornamentation this type can be divided in two sub-types: I.1. – exine spiny, with perforations and granules among the spines (*C. ecalyculata* Vell., *C. glabrata* (Mart.) DC., *C. magnoliifolia* Cham., *C. rufescens* A. DC., *C. sellowiana* Cham., *C. silvestris* Fresen., *C. taguahyensis* Vell., *C. trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. – subgenus *Myxa* Taroda); I.2. – exine spinule-verrucate, with perforations and spinules among verrucae and on these spinules (*C. superba* Cham. – subgenus *Myxa* Taroda). Type II: 3-porate, pores with operculum, exine reticulated, homobrochate to heterobrochate, with spinules on the muri (*C. calocephala* Cham., *C. curassavica* (Jacq.) Roem. & Schultes, *C. discolor* Cham., *C. guazumaefolia* (Desv.) Roem. & Schultes, *C. leucocephala* Moric., *C. monosperma* (Jacq.) Roem. & Schultes, *C. sessilifolia* Cham., *C. truncata* Fresen., *C. urticifolia* Cham. - subgenus *Varronia* (Browne) Cham.). The pollen grains of the long-styled flowers presented higher diameter values except in *C. glabrata*, *C. trichotoma*, *C. silvestris* e *C. taguahyensis* (subgenus *Myxa*) and *C. monosperma*, *C. sessilifolia* e *C. truncata* (subgenus *Varronia*). In all species studied the pollen grains of short-styled presented higher proportion of non-viable pollen grains except in *C. magnoliifolia*, *C. sellowiana*, *C. superba*, *C. taguahyensis*, *C. trichotoma* (subgenus *Myxa*), *C. monosperma* e *C. truncata* (subgenus *Varronia*). The obtained data showed *Cordia* as eurypalynous, while the subgenera *Myxa* and *Varronia* are stenopalynous.

7. LITERATURA CITADA

- APG** 1998. An Ordinal Classification for the families of Flowering Plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.
- APG** 2003. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- 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, 326 p.
- Barth, O.M. & Silva, S.A.F.** 1963. Catálogo sistemático dos pólenes da 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, 75p.
- Carrera, L.M.M. & Rodrigues, L.F.M.** 1982. Morfologia polínica de plantas cultivadas no Parque do Museu Goeldi – gênero *Cordia* L. (Boraginaceae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 58: 1-7.
- Carvalho, C.A.L. & Marchini, L.C.** 1999. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 333-338.

- Cavalheiro, L.** 2004. Estudos taxonômicos das espécies brasileiras extra-amazônicas de *Tournefortia* L. (Boraginaceae s. l.). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 120 p.
- Cavalheiro, L., Peralta, D.F. & Furlan, A.** 2003. Flórula fanerogâmica da planície litorânea de Picinguaba, Ubatuba, SP, Brasil: Boraginaceae. *Hoehnea* 30: 173-179.
- Chase, M.W., Soltis, D.E., Olmstead, R.G., Morgan, D., Les, D.H., Mishler, B.D., Duvall, M.R., Price, R.A., Hills, H.G., Qui, Y., Kron, K.A., Rettig, J.H., Conti, E., Palmer, J.D., Manhart, J.R., Sytsma, K.L., Michaels, H.J., Kress, W.J., Karol, K.G., Clark, W.D., Hedrén, M., Gaut, B.S., Jansen, R.K., Kim, K., Wimpee, C.F., Smith, J.F., Furnier, G.R., Strauss, S.H., Xiang, Q., Plunkett, G.M., Soltis, P.S., Swensen, S.M., Williams, S.E., Gadek, P.A., Quinn, C.J., Eguiarte, L.E., Golenberg, E., Learn Junior, G.H., Graham, S.W., Barrett, S.C.H., Dayanandan, S. & Albert, V.A.** 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 528-580.
- Clarke, G.C.S.** 1980. X. Boraginaceae. *In*: W. Punt & G.C.S. Clarke (eds.) *The northwest european pollen flora II*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, pp. 59-101.
- Cronquist, A.** 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York, 1262 p.
- Dahlgren, R.M.T.** 1980. A revised system of classification of the angiosperms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 80: 91-124.
- Darwin, C.** 1878. *The different forms of flowers on plants of the same species*. John Murray, London, 361 p.

- Dickison, W.C. & Bell, R.C.** 1974. Palynological evidence. *In*: A.E. Radford, W.C. Dickison, J.R. Massey & C. Ritchie-Bell (eds.). Vascular plant systematics. Harper & Row Publishers, New York, pp. 211-222.
- Dowrick, V.P.J.** 1956. Heterostyly and homostyly in *Primula obconica*. *Heredity* 10: 219-235.
- Dulberger, R.** 1970. Floral dimorphism in *Anchusa hybrida* Ten. *Israel Journal of Botany* 19: 37-41.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 539 p.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Futuyma, D.J.** 1992. *Biologia evolutiva*. 2 ed. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 631 p.
- Ganders, F.R.** 1975. Mating patterns in self-incompatible distylous populations of *Amsinkia* (Boraginaceae). *Canadian Journal of Botany* 53: 773-779.
- 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.
- Gürke, M.** 1897. Boraginaceae. *In*: A. Engler & K. Prantl (eds.). *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Band. 4.3a. Wilhelm Engelmann, Leipzig, 183 p.
- Heinrich, B. & Raven, P.H.** 1972. Energetics and pollination ecology. *Science* 176: 597-602.

- Higgins, L.C.** 1971. A revision of *Cryptantha* subgenus *Oreocarya*. Brigham Young University Science Bulletin 8: 1-63.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H.** 2004. Online edition of Index Herbariorum <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp> (acesso em 05/11/2004).
- Hutchinson, J.** 1959. The families of flowering plants. Clarendon Press, Oxford, 394 p.
- Johnston, I.M.** 1930. Studies in Boraginaceae. VIII. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 92: 1-89.
- Johnston, I.M.** 1950. Studies in the Boraginaceae. XIX. *Cordia* section *Gerascanthus* in Mexico and Central America. Journal of the arnold Arboretum 31: 179-187.
- Joly, A. B.** 1976. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. Companhia Editora Nacional, São Paulo, 777 p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 1999. Plant systematics: a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Sunderland, 464 p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.E. & Donoghue, M.J.** 2002. Plant Systematics: a Phyllogenetic approach. 2 ed. Sinauer Associates, Sunderland, 576 p.
- Jung-Mendaçolli, S.L. & Melhem, T.S.** 1995. Grãos de pólen de espécies heterostílicas de Rubiaceae. Revista Brasileira de Botânica 18: 61-63.
- Linnaeus, C.** 1737. Genera plantarum. Weinheim J. Cramer, Amsterdam, 500 p.
- Linnaeus, C.** 1753. Species Plantarum: tomus I, II. 1 ed. Laurentii Salvii, Stockholm, 1200 p.
- Martcorena, C.P.** 1968. Granos de pólen de plantas chilenas. Gayana botanica 17: 3-66.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.10. MjM Software Design, Oregon, 47 p.

- Melhem, T.S.** 1978. Palinologia suas aplicações e perspectivas no Brasil. Coleção Museu Paulista, série ensaios 2: 325-368.
- 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. & Golçalves-Esteves, 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.
- Melchior, H.** 1964. Boraginaceae. In: H. Melchior & E. Werdermann (eds.). Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. 12 ed. Gebrüder Bornträger, Berlin-Nikolassee, v. 2, 666 p.
- Ming, L.C. & Amaral Júnior, A.** 1995. Aspectos etnobotânicos de plantas medicinais na Reserva Extrativista "Chico Mendes", Acre, Brasil. <http://www.herbario.com.br/cie/universi/teoria/1027nybg.htm#log> (acesso em 10/08/2003).
- Minitab for Windows** [Minitab-Inc, USA] 2003. Versão 10.3 Copyright [C].
- Miranda, M.M.B., Cavalcanta, 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.** 1969. Flora of Panama: Boraginaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden 56: 33-69.

- 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.
- 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.
- Ornduff, R.** 1976. The reproductive system of *Amsinckia grandiflora*, a distylous species. *Systematic Botany* 1: 57-66.
- Palacios-Chávez, R. & Quiroz-García, D.L.** 1985. Catálogo palinológico para la flora de Veracruz. Família Boraginaceae, género *Cordia*. *Biotica* 10: 1-113.
- Panizza, S.** 1997. Plantas que curam: cheiro de mato. Instituição Brasileira de Difusão Cultural IBRASA, São Paulo, 318 p.
- Percival, M.** 1974. Floral ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. *Biotropica* 6: 104-129.
- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A.** 1999. Glossary of pollen and spore terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glo-int.htm> (acesso em 31/10/2002).
- Reistma, T.** 1969. Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Review of Paleobotany and Palynology* 9: 175-202.
- Retief, E. & Wyk, A.E.** 1997. Palynology of southern African Boraginaceae: the genera *Lobostemon*, *Echiostachys* and *Echium*. *Grana* 36: 271-278.

- Roubik, D.W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Monograph In Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 36: 1-268.
- Saito, M.L.** 1984. Farmacognisia de *Cordia ecalyculata* Vell. (Boraginaceae). Dissertação Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 154 p.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 291 p.
- 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: 98-105.
- Scheel, R.** 1993. Morfologia Polínica de Boraginaceae nativas do estado de Santa Catarina, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 67 p.
- 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.
- Shepherd, G.J.** 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, 95p.
- Smith, L.B.** 1970. Boragináceas. In: P.R. Reitz (ed.). Flora Iustrada Catarinense, Conselho Nacional de Pesquisa, Itajai, pp. 1-85.
- Soltis, D.E., Soltis, P.S., Chase, M.W., Mort, M.E., Albach, D.C., Zanis, M., Savolainen, V., Hahn, W.H., Hoot, S.B., Fay, M.F., Axtell, M., Swensen, S.M., Prince, L.M., Kress, W.J., Nixon, K.C. & Farris, J.S.** 2000. Angiosperm phylogeny inferred from 18SrDNA, rbcL, and atpB sequences. Botanical Journal of the Linnean Society 1333: 381-461.
- Takhtajan, N.** 1980. Outline of the classification of flowering plants. The Botanical Review 46: 225-359.

- Taroda, N.** 1984. Taxonomic studies on Brazilian species of *Cordia* L. (Boraginaceae).
Philosophy Doctor Thesis, University of Saint Andrews, Saint Andrews, 231 p.
- Taroda, N. & Gibbs, P.E.** 1986. Studies on the genus *Cordia* L. (Boraginaceae) in Brazil.
1. A new infra-generic classification and conspectus. *Revista Brasileira de Botânica*
9: 31-42
- Taroda, N. & Gibbs, P.E.** 1987. Studies on the genus *Cordia* L. (Boraginaceae) in Brazil.
2. An outline taxonomic revision of subgenus *Myxa* Taroda. *Hoehnea* 14: 31-52.
- Tomlinson, P.B.** 1974. Breeding mechanisms in trees native to tropical florida – A
morphological assessment. *Journal of the Arnold Arboretum* 55: 269-290.
- Thorne, R.F.** 1992. Classification and geography of the flowering plants. *The Botanical
Review* 58: 225-348.
- van der Hammen & Gonzales, E.** 1960. Upper Pleistocene and Holocene climate and
vegetation os the “Sabana de Bogotá”. *Leidse Geologische Mededelingen* 25: 261-
315.
- Vieira, S.** 1981. *Introdução à Bioestatística*. Campus, Rio de Janeiro, 294 p.
- Vuilleumier, B.S.** 1965. The origin and evolutionary development of heterostyly in
Angiosperms. *Evolution* 21: 210-226.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1-15. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> , seção <i>Gerascanthus</i> . 1-4. <i>C. glabrata</i> brevistila. 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Corte óptico. 4a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 5-8. <i>C. glabrata</i> longistila. 5. Vista polar. 6. Vista equatorial. 7. Corte óptico. 8a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 9-11. <i>C. trichotoma</i> brevistila. 9. Vista polar (MEV). 10. Vista equatorial (MEV). 11. Detalhe da ornamentação (MEV). 12-15. <i>C. trichotoma</i> longistila. 12. Vista polar. 13. Vista equatorial, evidenciando a abertura. 14. Corte óptico. 15a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	26
Figuras 16-29. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> , seção <i>Myxa</i> . 16-19. <i>C. ecalyculata</i> brevistila. 16. Vista polar. 17. Vista polar, evidenciando a ornamentação (MEV). 18. Vista equatorial. 19. Vista equatorial, evidenciando a ornamentação (MEV). 20-23. <i>C. ecalyculata</i> longistila. 20. Vista polar. 21. Vista polar ligeiramente inclinada, evidenciando a ornamentação (MEV). 22. Corte óptico. 23. Detalhe da ornamentação (MEV). 24-27. <i>C. magnolifolia</i> brevistila. 24. Vista polar. 25. Vista equatorial. 26. Corte óptico. 27a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 28-29. <i>C. magnolifolia</i> longistila. 28. Corte óptico. 29a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	31
Figuras 30-43. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> , seção <i>Myxa</i> . 30-33. <i>C. sellowiana</i> brevistila. 30. Vista polar. 31. Vista equatorial (MEV). 32. Vista polar, evidenciando a ornamentação (MEV). 33. Corte óptico. 34-37. <i>C. sellowiana</i> longistila. 34. Vista polar. 35. Vista equatorial, evidenciando a abertura (MEV). 36. Corte óptico. 37a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 38-40. <i>C. silvestris</i> brevistila. 38. Vista polar. 39. Vista equatorial. 40a-b. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. 41-43. <i>C. silvestris</i> longistila. 41. Vista polar. 42. Corte óptico. 43a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	32
Figuras 44-56. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> , seção <i>Superbiflorae</i> . 44-46. <i>C. rufescens</i> brevistila. 44. Vista polar. 45. Corte óptico. 46a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 47-49. <i>C. rufescens</i> longistila. 47. Vista polar. 48. Corte óptico. 49a–b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 50-53. <i>C. superba</i> brevistila. 50. Vista polar. 51a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 52. Detalhe da ornamentação, evidenciando as verrugas e os espinhos (MEV). 53. Corte óptico. 54-56. <i>C. superba</i> longistila. 54. Vista polar. 55. Corte óptico. 56a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	37
Figuras 57-63. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> , seção <i>Superbiflorae</i> . 57-60. <i>C. taguahyensis</i> brevistila. 57. Vista polar. 58. Vista equatorial. 59. Corte óptico. 60a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 61-63. <i>C. taguahyensis</i> longistila. 61. Vista polar. 62. Corte óptico. 63a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	38

Figura 64. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95 % dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> subg. <i>Myxa</i> . A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial	40
Figura 65. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95 % dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> subg. <i>Myxa</i> . Diâmetro equatorial em vista polar	41
Figura 66. Ordenação, pela PCA, das espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Myxa</i> em função das variáveis métricas. (ecab = <i>C. ecalyculata</i> B; ecal = <i>C. ecalyculata</i> L; glab = <i>C. glabrata</i> B; glal = <i>C. glabrata</i> L; magb = <i>C. magnolifolia</i> B; magl = <i>C. magnolifolia</i> L; rufb = <i>C. rufescens</i> B; rufl = <i>C. rufescens</i> L; selb = <i>C. sellowiana</i> B; sell = <i>C. sellowiana</i> L; silb = <i>C. silvestris</i> B; sill = <i>C. silvestris</i> L; supb = <i>C. superba</i> B; supl = <i>C. superba</i> L; tagb = <i>C. taguahyensis</i> B; tagl = <i>C. taguahyensis</i> L; trib = <i>C. trichotoma</i> B; tril = <i>C. trichotoma</i> L).....	43
Figuras 67-81. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> . 67-69. <i>C. calocephala</i> brevistila. 67. Vista polar. 68. Vista equatorial. 69a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 70-73. <i>C. calocephala</i> longistila. 70. Vista polar. 71. Vista equatorial. 72. Corte óptico. 73a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 74-77. <i>C. curassavica</i> brevistila. 74. Vista polar. 75. Vista equatorial, evidenciando o poro. 76. Detalhe do poro operculado (MEV). 77. Detalhe da ornamentação (MEV). 78-81. <i>C. curassavica</i> longistila. 78. Vista polar. 79. Vista equatorial, evidenciando o poro. 80. Vista equatorial (MEV). 81. Detalhe da ornamentação (MEV). P = poro	52
Figuras 82-95. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> . 82-84. <i>C. discolor</i> brevistila. 82. Vista polar. 83. Vista equatorial, evidenciando o poro. 84a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 85-87. <i>C. discolor</i> longistila. 85. Vista polar. 86. Vista equatorial, evidenciando o poro. 87a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 88-91. <i>C. guazumaefolia</i> brevistila. 88. Vista polar. 89. Vista equatorial, evidenciando o poro. 90. Corte óptico. 91a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 92-95. <i>C. guazumaefolia</i> longistila. 92. Vista polar. 93. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado. 94. Corte óptico. 95a-b. Análise de L.O. em dois nível de focalização.....	53
Figuras 96-110. Fotomicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> . 96-99. <i>C. leucocephala</i> brevistila. 96. Vista polar. 97. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado, recoberto pela sexina esculpura. 98. Corte óptico. 99a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 100-103. <i>C. leucocephala</i> longistila. 100. Vista polar. 101. Vista equatorial, evidenciando o poro operculado, recoberto pela sexina esculpura. 102. Corte óptico. 103a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 104-107. <i>C. monosperma</i> brevistila. 104. Vista polar. 105. Vista equatorial, evidenciando o poro esculpura. 106. Corte óptico. 107a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 108-110. <i>C. monosperma</i> longistila. 108. Vista polar. 109. Vista equatorial, evidenciando o poro. 110a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	54

Figuras 111-125. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> . 111-114. <i>C. sessilifolia</i> brevistila. 111. Vista polar. 112. Vista equatorial, evidenciando o poro esculturado. 113. Corte óptico. 114a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 115-118. <i>C. sessilifolia</i> longistila. 115. Vista polar. 116. Vista equatorial, evidenciando o poro. 117. Corte óptico. 118. Detalhe da ornamentação (MEV). 119-122. <i>C. truncata</i> brevistila. 119. Vista polar. 120. Vista equatorial, evidenciando o poro. 121. Corte óptico. 122a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 123-125. <i>C. truncata</i> longistila. 123. Vista polar. 124. Vista equatorial, evidenciando o poro. 125a-b. Análise de L.O., em dois níveis de focalização	55
Figuras 126-136. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> . 126. <i>C. truncata</i> longistila, vista polar em corte óptico. 127-132. <i>C. urticaefolia</i> brevistila. 127. Vista polar. 128. Vista geral de dois grãos de pólen. 129. Vista equatorial, evidenciando o poro. 130. Detalhe da abertura (MEV). 131. Detalhe da exina (MEV). 132. Detalhe da ornamentação (MEV). 133-136. <i>C. urticaefolia</i> longistila. 133. Vista polar. 134. Vista equatorial, evidenciando o poro. 135. Corte óptico. 136a-b. Análise de L.O. em dois níveis de focalização	56
Figura 137. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95 % dos grãos de pólen entre espécies de <i>Cordia</i> subg. <i>Varronia</i> . A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial	59
Figura 138. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95 % dos grãos de pólen entre espécies de <i>Cordia</i> subg. <i>Varronia</i> . Diâmetro rquatorial em vista polar	60
Figura 139. Ordenação, pela PCA, das espécies de <i>Cordia</i> , subgênero <i>Varronia</i> em função das variáveis métricas. (calb = <i>C. calocephala</i> B; call = <i>C. calocephala</i> L; curb = <i>C. curassavica</i> B; curl = <i>C. curassavica</i> L; disb = <i>C. discolor</i> B; disl = <i>C. discolor</i> L; guab = <i>C. guazumaefolia</i> B; gual = <i>C. guazumaefolia</i> L; leub = <i>C. leucocephala</i> B; leul = <i>C. leucocephala</i> L; monb = <i>C. monosperma</i> B; monl = <i>C. monosperma</i> L; sesb = <i>C. sessilifolia</i> B; sesl = <i>C. sessilifolia</i> L; trub = <i>C. truncata</i> B; trul = <i>C. truncata</i> L; urtb = <i>C. urticaefolia</i> B; urtl = <i>C. urticaefolia</i> L)	62
Figuras 140-148. Viabilidade dos grãos de pólen de <i>Cordia</i> (grãos de pólen não acetolizados). 140. <i>C. glabrata</i> brevistila, grãos de pólen viável e não viável. 141-142. <i>C. glabrata</i> longistila. 141. Grão de pólen viável. 142. Grão de pólen não viável. 143-144. <i>C. sessilifolia</i> brevistila. 143. Grão de pólen viável. 144. Grão de pólen não viável. 145-146. <i>C. sessilifolia</i> longistila. 145. Grão de pólen viável. 146. Grão de pólen não viável. 147-148. <i>C. trichotoma</i> brevistila. 147. Grão de pólen viável. 148. Grão de pólen não viável	68

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.