

**PALINOTAXONOMIA DE ESPÉCIES BRASILEIRAS DE *TONTELEA* AUBL.
(HIPPOCRATEACEAE JUSS.)**

Vania Gonçalves-Esteves

*Departamento de Botânica, Museu Nacional-UFRI
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 Rio de Janeiro, Rl. Brasil
e-mail: esteves@plugue.com.br*

Therezinha Sant Anna Melhem

*Serção de Dicotiledôneas, Instituto de Botânica
Caixa de Postal 4005
01061-970 São Paulo - SP, Brasil
e-mail: melhem@uol.com.br*

RESUMEN

A pollen taxonomy study of 20 Brazilian species of *Tontelea* Aubl. (Hippocrateaceae Juss) was conducted, with the objective of contributing to a better characterization of the genus. Polliniferous samples were acetolized, measured, and studied by optical microscopy and SEM. The optical microscopy results were used to prepare a pollen key. Pollen turned out to be provide good diagnostic characters at a specific level. *Tontellea* pollen grains are predominantly small and microreticulate with a prominent apertural area. The type of aperture, exine sculpture, shape and size classes proved to be constant for each species, based on the examination of several specimens of each. It was possible to distinguish the different species of *Tontelea*, based on pollen, except: *T. corymbosa* (Huber) A.C.Sm. from *T. martiana* (Miers) A.C.Sm.; *T. congestiflora* A.C. Sm. from *T. laxiflora* (Benth.) A.C.Sm., *T. cylindrocarpa* (A.C.Sm.)

A.C.Sm. and *T. riedeliana* (Peyr.) A.C.Sm.; thus also *T. scandens* Aubl. from *T. tenuicula* (Miers) A.C.Sm. The present work concludes that *Tontelea* is palynologically a more or less heterogenous group.

Key words: Palynotaxonomy, *Tontelea*, Hippocrateaceae, pollen.

ABSTRACT

Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Tontelea* Aubl. - Hippocrateaceae Juss. En el presente trabajo se propuso el estudio palinotaxonomico de 20 especies brasileñas de *Tontelea* Aubl. (Hippocrateaceae Juss.) con el objetivo de contribuir a una mejor caracterización del género. Los granos de polen fueron acetolizados, medidos y estudiados bajo el microscopio óptico y el MEB. Los resultados obtenidos con el microscopio óptico se utilizaron para la elaboración de la clave taxonómica. El polen resulto un

buen carácter diagnóstico a nivel específico. Así, el tipo de abertura y de la ornamentación de la exina, otros caracteres como la forma y las clases de tamaño se mostraron constantes para cada especie, con base en los resultados obtenidos de varios especímenes examinados para cada taxón. Se verificó que en *Tontelea* los granos de polen son predominantemente pequeños, con la exina microrreticulada y el área apertural prominente. El polen permitió la separación de la mayoría de las especies de *Tontelea*, excepto: *T. corymbosa* (Huber) A. C. Sm. de *T. martiana* (Miers) A. C. Sm.; *T. congestiflora* A. C. Sm. de *T. laxiflora* (Benth.) A. C. Sm., *T. cylindrocarpa* (A. C. Sm.) A. C. Sm. y *T. riedeliana* (Peyr.) A. C. Sm., así también *T. scandens* Aubl. de *T. tenuicula* (Miers) A. C. Sm. El presente trabajo concluyó que *Tontelea* es un grupo palinológicamente más o menos heterogéneo.

Palabras claves: Palinotaxonomía, *Tontelea* Aubl., Hippocrateaceae, polen.

INTRODUÇÃO

Historicamente são muitos os problemas taxonômicos relacionados com as Hippocrateaceae, tanto no que diz respeito à sua circunscrição inicial por Jussieu (1811), como também com a correta delimitação de seus gêneros e espécies, estribada em caracteres morfológicos tênues e imprecisos (Miers, 1872).

Coube a Smith (1940), ao estudar as Hippocrateaceae da América do Sul, realizar uma revisão taxonômica para o conjunto de espécies brasileiras da família, usando a inflorescência e os frutos como caracteres para a separação dos 12 gêneros aceitos por ele (*Anthodon* Ruiz & Pav., *Cheiloclinium* Miers, *Cuervea* Triana ex

Miers, *Elachyptera* A.C.Sm., *Hemiangium* A.C.Sm., *Hippocratea* L., *Hylenaea* Miers, *Peritassa* Miers, *Pristimera* Miers, *Prionostemma* Miers, *Salada* L. e *Tontelea* Aubl.).

Smith (1940) aceitou 29 espécies de *Tontelea*, para a América do Sul, destacando que os gêneros de Hippocrateaceae apresentam afinidades nos caracteres vegetativos e, principalmente, nos reprodutivos embora haja diferenças importantes permitindo que *Tontelea* tenha um *status* bem definido e estável.

Macbride (1951) estudou taxonomicamente as Hippocrateaceae e ponderou que o gênero *Tontelea*, mantido por Smith (1940), principalmente, com base no formato curto-tubular do disco nectarífero, deveria ser subordinado ao gênero *Salacia*, sob o *status* de seção, devido à grande variabilidade observada no desenvolvimento deste caráter. Assim, Macbride (1951) considerou como pertencentes ao gênero *Salacia* sete espécies que estavam sob o gênero *Tontelea* senso Smith (1940) destas, quatro foram aqui estudadas, ou seja: *S. attenuata* (Miers) Macbr., *S. corymbosa* Huber, *S. divergens* (A.C.Sm.) Macbr. e *S. fluminensis* Peyr. No presente estudo, como foi adotada a revisão taxonômica de Smith (1940), estas entidades foram analisadas palinologicamente como pertencentes a *Tontelea*.

O próprio Smith (1940) sugeriu que os botânicos ficassem atentos as Hippocrateaceae, principalmente, no que se refere à anatomia do lenho, anatomia floral e morfologia polínica.

A validade de Hippocrateaceae como categoria taxonômica distinta tem sido questionada, mesmo em trabalhos relativamente recentes como o de Hou (1964) que, apoiando-se em observações palinológicas, anatômicas e citotaxonômicas, terminou por subordinar seus táxons à família Celastraceae. Outros autores corroboraram esse posicionamento, dentre eles Proctor (1982) que considerou Hippocrateoideae como urna das duas subfamílias de Celastraceae.

Sob este prisma o estudo palinológico das Hippocrateaceae de Gonçalves-Esteves (1994) foi de grande utilidade, para sustentar a validade dessa família confrontando os seus dados polínicos com aqueles disponíveis na literatura para a família Celastraceae e Hippocrateaceae, ambas, pouco estudadas do ponto de vista palinológico, até então.

O presente estudo visa a análise palinotaxonômica de 20 espécies brasileiras encontradas nos vários ecossistemas, principalmente, na floresta pluvial tropical.

MATERIAL EMÉTODOS

O material analisado foi retirado de exsicatas depositadas nos seguintes herbários: CEPEC, GUA, HRB, IAN, INPA, MBM, MG, NY, R, RB, SP, SPF e US (siglas de acordo com Holmgren *et al.* 1990).

Para cada espécie determinouse um espécimen que foi considerado «padrão» e, é apresentado a seguir, precedido de asterisco. Procurouse estudar outros espécimens de cada espécie (um máximo de cinco), sendo denominados então, «materiais de comparação». Segue a relação do material estudado, coletado em diferentes regiões do Brasil:

T. attenuata Miers Amazonas: Itapiranga, C.A. Cid & al. s.n., 24-VIII-1979 (NY670); rio Tocantins, R.L. Fróes 25561, 27-X-1949 (JAN); rio Negro, Vaupés, I.M. Pires 514, I-V-1947 (JAN); rio Negro, G.T. Prance & al. 16225, 10-XI-1971 (MG); * base do Rio Negro, Costas das Onças, J.F. Ramos & I. Ribamar s.n., 13-1-1978 (NY286); Bahia: Teixeira de Freitas, T.S. Santos 2097, 11-X-1971 (CEPEC).

T. brachypoda Miers. Mato Grosso: * Cuiabá, rio Caxipozinho, C.A. Cid & al. 6546, 4-X-1985 (NY); 12°49'S, 51°46'W, R.M. Harley & R. Souza 10138, 20-IX-1968 (JAN); Mato Grosso do Sul: Rio Brilhante, P.I. Oliveira 89, 19-IX-1979 (MBM); São Paulo: Itirapina, G.A. Black 51-11272, 23-1-1951 (JAN).

T. chlorantha A.C.Sm. Amazonas: * Marañ, Maguarizinho, C.A. Cid & J. Lima 3400, 29-X 1982 (JNPA).

T. congestiflora A.C.Sm. Amazonas: * Manaus-Caracará, C.A. Cid & al. s.n., 5-VIII-1979 (NY35).

T. corymbosa (Huber) A.C.Sm. Amazonas: * Santa Bárbara, 9°10'S, 63°01'W, L.O.A. Teixeira & al. 861, 29-VI-1982 (INPA).

T. cylindrocarpa (A.C.Sm.) A.C.Sm. Rondonia: * Humaitá, 80S, 63°W, L.O.A. Teixeira & al. 239, 5-V-1982 (INPA).

T. divergens A.C.Sm. Amazonas: * Marañ, rio Japurá, I.L. Amaral & al. s.n., 28-X-1982 (NY 106580).

T. fluminensis (Peyr.) A.C.Sm. Mato Grosso: BR 70, 15°31' lat. S, 52°51' long. W, M.S.SR. Magnago 53 (HRB); Rio de Janeiro: * Mundo Novo, Botafogo, J.G. Kuhlmann

s.n., 21-XII-1920 (RBI6265); Icarahy, Morro da Boa Viagem, *A. Lallemand s.n.*, 30-X-1887 (R74160).

T. lanceolata (Miers) A.C.Sm. Rio de Janeiro: * Madalena, *L.E. Mello F° 1190*, 19-I-1957(US); Nova Friburgo, *Glaziou 18157 2-III-1891* (R).

T. laxiflora (Benth.) A.C.Sm. Amazonas: * São Paulo de Olivença, *A. Ducke s.n.*, 4-XI-1927 (RB20850); rio Juruá, 7°30'S 70°15' W, *B.A. Krukoff s.n.*, 12-VI-1933 (SP34826); Pará: Óbidos, *R. Spruce 514*, XII-1849 (MG); rio Jari, *N. T. Silva 2572*, 2-VIII-1969 (IAN).

T. leptophylla A.C.Sm. Minas Gerais: Caratinga, 14°40'S, 41°50'W, *K.B. Strier 1295*, 13-XI-1983 (NY); Rio de Janeiro: * Macaé, *J.P.P. Carauta 1208*, 18-X-1970 (GUA).

T. martiana (Miers) A.C.Sm. Pará: * rio Cuminá, Lago Salgado, *A. Ducke 8872*, 24-XI-1907 (INPA).

T. mauritioides A.C.Sm. Mato Grosso: *Vila Bela da Santíssima Trindade, *W. Thomas & al. s. n.*, 3-XI-1985 (NY 4800).

T. micrantha (Mart.) A.C.Sm. Bahia: Cândido Sales, *G. Hatschbach 50034 & J.M. Silva*, 20-XII-1965 (CEPEC); Goiás: Chapada da Serra dos Cristais, *Glaziou 20846*, 23-IX-1895 (R); BR-020, 10 km S de Posse, *G. Hatschbach 39063*, 8-X-1976 (SPF); * Burití, *H.S. bwin & T.K. Soderstrom 5459*, 22- VIII-1964 (NY); Minas Gerais: Serra do Espinhaço entre Montes Claros e riacho dos Machados, *A. Castellanos 24297*, 20-IX-1963 (GUA); Lagoa Santa, *Melo Barreta 9221*, 28-IX-1937 (R).

T. miersii (Peyr.) A.C.Sm. Paraná: Campina Grande do Sul, *G. Hatschbach s.n.*, 13-XI-1960 (MBM7427); * Campina Grande do Sul, *G. Hatschbach 18177*, 26-XII-1967 (NY).

T. ovalifolia (Miers) A.C.Sm. Amazonas: Marañ, 1050'S, 65°43'W, *C.A. Cid & J. Lima 3505*, 4-XI-1982 (NY); * São Paulo de Olivença, *A. Krukoff 8315*, 11-IX a 26-X-1936 (NY).

T. riedeliana (Peyr.) A.C.Sm. Rio de Janeiro: * Nova Friburgo, Parque Estadual de Fumas do Catete, *A. Vaz 432*, 26-X-1986 (HRB).

T. scandens Aubl. Amazonas: * rio Ituxi, próximo da Boca do Curuquetê, *G. T. Prance & al. s.n.*, 9-VII-1971 (INPA32235).

T. tenuicula (Miers) A.C.Sm. * *Sellow 479* (US).

T. ulei (Loes.) A.C.Sm. Amazonas: Maray, rio Juruá, *Ule 5050*, IX-1900 (MG).

Os grãos de pólen foram acetolisados (Erdtman 1960) e, posteriormente, medidos, examinados, foto e elétron-micrografados. As medidas foram realizadas dentro de um prazo máximo de sete dias após a acetólise (Salgado-Labouriau 1973). Para as amostras com 25 medidas foram calculados a média aritmética (x); o desvio padrão da amostra (s); o desvio padrão da média (sx); o coeficiente de variabilidade (CV) e o intervalo de confiança a 95% (Vieira 1981). Quando não foram conseguidas 25 mensurações, calculouse apenas a média aritmética e o resultado é apresentado precedido da abreviatura «ca.».

Foram realizadas para cada espécie, somente dez medidas da abertura (comprimento e largura, excluída a margem) e da espessura da margem, bem como das camadas da exina (sexina e nexina) e dos diâmetros do pólen do material de comparação. A medida da exina foi feita sempre com os grãos de pólen em vista polar e na região do mesocólporo. O teto e a nexina 1 foram medidas sempre que possível. Quanto à nexina 2, foi difícil de se estabelecer sua espessura apesar de em algumas espécies, ser discernível.

Para a ornamentação da exina, os termos retículo e microrretículo estão de acordo com a classificação de Praglowski & Punt (1973). A definição de área apertural está de acordo com Barth & Melhem (1988).

RESULTADOS

As espécies de *Tontelea* (Figs. 1-67) têm grãos de pólen de tamanho pequeno a médio; isopolares; suboblato, oblato-esferoidais ou prolato-esferoidais; âmbito subcircular, subtriangular ou triangular; goniotremados; área polar pequena (muito pequena apenas em *T. lanceolata*); 3-colporados; microrreticulados a reticulados (Tabelas 1 e 2).

Os colpos são longos (muito longos apenas em *T. lanceolata*), estreitos, com margem ornamentada, espessa ou não, endoaberturas alongadas, às vezes tendendo a circulares ou alongadas (Tabela 3), com margem ornamentada, espessa ou não. A área apertural, na maioria das espécies, é proeminente ou muito proeminente (quando mais salientes e destacadas em relação ao contorno do grão de pólen -Tabela 1).

Poucos espécimens mostraram variabilidade quanto ao número de aberturas; em *T. cylindrocarpa* foram encontrados 1 % de grãos de pólen 2- e 4-colporados; *T. martiana* apresentou 18 % de grãos de pólen alongados (deformados) e, em toda a amostragem, apenas dois grãos de pólen 4-colporados; o espécimen de comparação de *T. attenuata* (Pires 514) apresentou raros grãos de pólen 2-colporados.

A exina apresentou-se homobrocada, microrreticulada ou heterobrocada, reticulada com regiões microrreticuladas nos pólos e ou junto da aberturas; lúmens com tamanho e contornos variáveis, muros lisos ou ondulados devido à presença de columelas proeminentes nos pontos de inserção dos muros (Tabela 2). Nos grãos de pólen microrreticulados, os microrretículos são conspícuos em *T. attenuata* e *T. congestiflora*. Nas demais, estes são inconspícuos. Sexina com camada infratectal simples columelada, mais espessa no mesocólporo e gradativamente mais fina próximo das aberturas; quando comparada com a nexina estas podem ter igual espessura ou variar, dependendo do táxon (Tabela 4).

Foram analisados sob MEV os grãos de pólen de *T. attenuata* (Fig. 4 - muros ondulados) e *T. brachypoda* (Fig. 5 - muros lisos).

As medidas dos diâmetros dos grãos de pólen em vistas equatorial e polar encontraram-se nas tabelas 5 a 7, para o material padrão e na tabela 8 para os materiais de comparação.

CHAVE POLÍNICA PARA SEPARAÇÃO DAS ESPÉCIES BRASILEIRAS DE *TONTELEA*

1. Grãos de pólen médios ($\geq 25,0 \mu\text{m}$)
 2. Exina homobrocada, mierorreticulada; colpos $\geq 15,0 \mu\text{m}$ de comprimento.
 3. Grãos de pólen suboblato; endoabertura ca. $3,9 \times 4,3 \mu\text{m}$ *T. mauritioides* (Figs. 35-37)
 3. Grãos de pólen oblato-esferoidais; endoabertura ca. $2,7 \times 3,1 \mu\text{m}$ *T. brachypoda* (Figs. 5-6)
 - Exina heterobrocada, reticulada; colpos $\leq 14,0 \mu\text{m}$ de comprimento.
 4. Grãos de pólen prolato-esferoidais; área apertural proeminente; endoabertura ca. $3,7 \times 3,1 \mu\text{m}$ *T. ulei* (Figs. 63-67)
 4. Grãos de pólen suboblato; área apertural muito proeminente; endoabertura ca. $2,6 \times 3,6 \mu\text{m}$ *T. ovalifolia* (Figs. 46-50)
1. Grãos de pólen pequenos ($< 25,0 \mu\text{m}$)
 5. Exina heterobrocada, reticulada
 6. Área apertural muito proeminente *T. divergens* (Figs. 15-18)
 6. Área apertural proeminente
 7. Colpo $< 15,0 \mu\text{m}$ comprimento, endoabertura $\leq 2,5 \times 3,5 \mu\text{m}$
 8. Grãos de pólen suboblato *T. miersii* (Figs. 43-45)
 8. Grãos de pólen oblato-esferoidais *T. chlorantha* (Figs. 7-9)
 7. Colpo ca. $17,3 \mu\text{m}$ comprimento, endoabertura ca. $4,0 \times 4,6 \mu\text{m}$ *T. fluminensis* (Figs. 19-20)
 5. Exina homobrocada, microrreticulada
 9. Área apertural muito proeminente
 10. Grãos de pólen suboblato, área polar muito pequena.. *T. lanceolata* (Figs. 21-24)
 10. Grãos de pólen oblato-esferoidais, área polar pequena *T. micrantha* (Figs. 38-42)
 9. Área apertural proeminente
 11. Endoabertura nitidamente lalongada
 12. Grãos de pólen suboblato *T. congestiflora* (Figs. 10-11), *T. laxiflora* (Figs. 25-27)
 12. Grãos de pólen oblato-esferoidais *T. attenuata* (Figs. 1-4), *T. corymbosa* (Fíg. 12), *T. martiana* (Figs. 31-34)
 11. Endoabertura \pm circular
 13. Grãos de pólen suboblato *T. leptophylla* (Figs. 28-30)
 13. Grãos de pólen oblato-esferoidais *T. cylindrocarpa* (Figs. 13-14), *T. riedeliana* (Figs. 51-53), *T. scandens* (Figs. 54-58), *T. tenuicula* (Figs. 59-62)

DISCUSSÃO

As espécies de *Tontelea* aqui estudadas estão distribuídas, segundo Smith (1940), nos seguintes grupos: Attenuate (*T. attenuata*, *T. brachypoda*, *T. fluminensis*, *T. lanceolata*, *T. leptophylla*, *T. micrantha*

e *T. ovalifolia*); Laxiflorae (*T. corymbosa*, *T. laxiflora*, *T. mauritioides*, *T. miersii*, *T. riedeliana* e *T. scandens*); Tenuiculae (*T. divergens*, *T. martiana*, *T. laxiflora* e *T. tenuicula*); Congestiflorae (*T. congestiflora*) e Nectandriifoliae (*T. cylindrocarpa* e *T. ulei*), o autor incluiu *T.*

laxiflora, simultaneamente, nos grupos Laxiflorae e Tenuiculae. Os dados obtidos mostram que em *Tontelea* não existe uma relação entre as características polínicas com as vegetativas e reprodutivas usadas por Smith (1940) para a formação dos cinco grupos em que dividiu o gênero.

No presente trabalho pôde-se separar a maioria das espécies utilizando-se como características diagnósticas o tamanho, a forma, os atributos das aberturas e, principalmente, a ornamentação da exina através das observações realizadas em microscópio óptico. Pôde-se também, verificar e valorizar a presença do espessamento ao redor dos cólporos não tendo sido observado, no entanto, a dobra duplicada apontada por Lobreau (1969). Denominouse «área apertural proeminente», a esse espessamento das camadas na região da abertura.

As espécies *Tontelea attenuata*, *T. corymbosa*, *T. divergens* e *T. fluminensis* foram consideradas por Macbride (1951) como pertencentes ao gênero *Salada* L. (Hippocrateaceae). Gonçalves-Esteves (1994) descreveu palinologicamente várias espécies de *Salada* que são distintas das espécies de *Tontelea* pela presença de grãos de pólen predominantemente médios, oblato-esferoidais e exina com superfície reticulada. Os dados aqui obtidos mostram que: *T. attenuata* e *T. corymbosa*, pelas características polínicas devem ser mantidas como *Tontelea*. O mesmo é válido para *T. divergens* e *T. fluminensis*, cujos grãos de pólen têm o padrão-*Tontelea*.

Roubik & Moreno (1991) estudaram os grãos de pólen de *Tontelea richardii* que, embora ocorra no Brasil, não foi aqui analisada por falta de material botânico

disponível. Os grãos de pólen desta espécie diferem daqueles estudados no presente trabalho pela presença de exina psilada e forma oblata.

Mennega (1992) sinonimizou *Tontelea fluminensis* e *T. ovalifolia* subsp. *richardii* (Peyr.) G6rts & A. M. Mennega, devido a presença de flores e frutos grandes de paredes espessadas, características observadas no material coletado por M. Monsalve B762 na Colômbia, Valle del Cauca. Os resultados palinológicos aqui obtidos mostram que *T. fluminensis* afastase de *T. ovalifolia* pelo tamanho, forma dos grãos de pólen, comprimento do colpo e da endoabertura e pela relação sexina/nexina enquanto, a exina de ambas as espécies é reticulada, com microrretículos nos pólos e ao redor das aberturas e com muros ondulados. Estes resultados palinológicos, no entanto, não são suficientemente conclusivos para discordar de Mennega (1992) no estabelecimento de sua subespécie.

Tontelea ulei foi transferida por Mennega (1992) para *Salada ulei*, devido à presença de um disco nectarífero duplo. Esta autora justificou esta posição, com base no fato de Smith (1940) ter incluído no grupo Arboreae de *Salada* três espécies (*S. amplexens*, *S. cuspidata* e *S. mosenii*) que apresentavam esta mesma característica. O material de *T. ulei* aqui estudado foi o mesmo usado por Smith (1940) e por Mennega (1992); os resultados obtidos, comparados com os de Gonçalves-Esteves (1994) para o gênero *Salacia*, mostraram que as características polínicas de *T. ulei* são semelhantes às de *S. amplexens* e de *S. mosenii* quando se considera o tamanho (grãos de pólen médios); com relação à ornamentação da exina, apenas *S. amplexens* é semelhante a *T. ulei* (exina

reticulada). Assim, as características polínicas encontradas em *T. ullei* corroboram a posição de Mennega (1992).

O pólen permitiu a separação das diferentes espécies, exceto *Tontelea corymbosa* de *T. martiana*; *T. congestiflora* de *T. laxiflora*; *T. cylindrocarpa* e *T. riedeliana*; assim também *T. scandens* de *T. tenuicula*, mostrando que o gênero apresenta urna certa heterogeneidade morfológica.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade de Brasília por fornecer condições de trabalho para a obtenção de elétrono-micrografias; ao CNPq pelo apoio a T.S. Melhem através de Bolsa de Produtividade Científica.

LITERATURA CITADA

- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. *Glossário ilustrado de Palinologia*. Campinas, Edit. Universidade Estadual de Campinas, 75 pp.
- Erdtman, G. 1960. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Stockholm, Almqvist & Wiksell, 539p.
- Gonçalves-Esteves, V. 1994. Estudo palinotaxonomico da família Hippocrateaceae Juss. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Brasil, 187 p.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Bainett, L.G. 1990. *Index Herbariorum*. New York, NYBG, 8 ed., v. 1, 639p.
- Hou, D. 1964. Celastraceae-II. *Flora Malesiana Bull.*, 6(3):389-421.
- Jussieu, A. L. 1811. Dixième mémoire sur les caractères généraux de familles tirés des graines, et confirmés ou rectifiés per les observations de Gaertner. *Annls Mus. Hist. nat. Marseille*, 18:472-487.
- Lobreau, D. 1969. Les limites de L' «Ordre» des Célastrales D'après le pollen. *Pollen Spores* 11:499-555.
- Macbride, J. F. 1951. Hippocrateaceae. In: Flora do Peru. *Publs Field Mus. nat. Hist. Botanica*, ser. 13(3a):200-220.
- Mennega, A.M.W. 1992. New combinations and nomenclatural notes on the genera *Salacia* and *Tontelea* (Celastraceae, *sensu lato*) in the Neotropics. *V. Novon* 2:232-234.
- Miers, J. 1872. On the Hippocrateaceae of South America. *Trans. Linn. Soc. Lond. Botany* 28:319-432.
- Praglowski, J. & Punt, W. 1973. An elucidation of the microreticulate structure of the exine. *Grana palynol.* 13:45-50.
- Proctor, G.R. 1982. More additions to the flora of Jamaica. *J. Arnold Arbor.* 63: 262-266.
- Roubik, D.W. & Moreno, J.P. 1991. Hippocrateaceae. In: Pollen and Spores of Barro Colorado Island *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 36:94-95.
- Salgado-Labouriau. M. L. 1973. *Contribuição à palinologia dos cerrados*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 291 pp.
- Smith, A.C. 1940. The american species of Hippocrateaceae. *Brittonia* 3: 341-571.
- Vieira, S. 1981. *Introdução à Bioestatística*. Rio de Janeiro. Ed. Campus Ltda, 294p.

TABELA 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Tonlelea*

Espécies	Tamanho	Forma	P/E	Âmbito	Endoabertura	Área apertural	Figuras
<i>T. attenuata</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,92	triangular	alongada	proeminente	1-4
<i>T. brachyoides</i>	médio	oblata-esferoidal	0,90	subcircular	± circular	proeminente	5-6
<i>T. chlorantha</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,94	subcircular	alongada	proeminente	7-9
<i>T. congestiflora</i>	pequeno	suboblata	0,78	triangular	alongada	proeminente	10-11
<i>T. corymbosa</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,89	triangular	alongada	proeminente	12
<i>T. cylindrocarpa</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,92	triangular	± circular	proeminente	13-14
<i>T. divergens</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,98	subtriangular	alongada	muito proeminente	15-18
<i>T. fluminensis</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,89	subcircular	± circular	proeminente	19-20
<i>T. lanceolata</i>	pequeno	suboblata	0,82	triangular	alongada	muito proeminente	21-24
<i>T. laxiflora</i>	pequeno	suboblata	0,83	subtriangular	alongada	proeminente	25-27
<i>T. leptophylla</i>	pequeno	suboblata	0,87	triangular	± circular	proeminente	28-30
<i>T. murilana</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,91	triangular	alongada	proeminente	31-34
<i>T. mauritioides</i>	médio	suboblata	0,82	subtriangular	alongada	proeminente	35-37
<i>T. micrantha</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,92	triangular	± circular	muito proeminente	38-42
<i>T. miersii</i>	pequeno	suboblata	0,87	triangular	alongada	proeminente	43-45
<i>T. ovalifolia</i>	médio	suboblata	0,85	triangular	alongada	muito proeminente	46-50
<i>T. riedeliana</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,89	subcircular	± circular	proeminente	51-53
<i>T. scandens</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,90	subtriangular	± circular	proeminente	54-58
<i>T. tenuicula</i>	pequeno	oblata-esferoidal	0,88	subtriangular	± circular	proeminente	59-62
<i>T. ides</i>	médio	prolata- esferoidal	1,10	triangular	alongada	proeminente	63-67

TABELA 2. Ornamentação da sexina dos grãos de pólen de espécies de *Tontelea*, em microscopia óptica.

Espécies	Sexina
<i>T. attenuata</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. brachypoda</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. chlorantha</i>	heterobrocada, reticulada, muros lisos
<i>T. congestiflora</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. corymbosa</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. cylindrocarpa</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. divergens</i>	heterobrocada, reticulada, muros ondulados
<i>T. fluminensis</i>	heterobrocada, reticulada, muros ondulados
<i>T. lanceolata</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. laxiflora</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. leptophylla</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. maritima</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. mauritioides</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. micrantha</i>	homobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. miersii</i>	heterobrocada, microrreticulada, muros lisos
<i>T. ovalifolia</i>	heterobrocada, reticulada, muros ondulados
<i>T. riedeliana</i>	heterobrocada, reticulada, muros ondulados
<i>T. scandens</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. tenuicula</i>	homobrocada, microrreticulada, muros ondulados
<i>T. ullei</i>	heterobrocada, reticulada, muros ondulados

TABELA 3. Média aritmética (em μm) das medidas das aberturas dos grãos de pólen de espécies de *Tontelea*, em vista equatorial ($n=10$)

Espécies	Colpo			Endoabertura		
	compr.	larg.	margem	compr.	larg.	Margem
<i>T. attenuata</i>	14,2	0,7	0,9	2,1	3,3	0,8
<i>T. brachypoda</i>	16,8	0,8	1,1	2,7	3,1	0,9
<i>T. chlorantha</i>	13,4	0,9	1,2	2,1	3,5	0,9
<i>T. congestiflora</i>	11,5*	0,6*	0,9*	4,3*	5,6*	0,7*
<i>T. corymbosa</i>	12,0*	0,5*	0,7*	1,3*	3,0*	0,6*
<i>T. cylindrocarpa</i>	15,1*	0,6*	0,8*	2,9*	3,0*	0,7*
<i>T. divergens</i>	13,0	0,6	1,0	1,3	2,3	0,8
<i>T. fluminensis</i>	17,3	0,8	1,8	4,0	4,6	1,5
<i>T. lanceolata</i>	13,3	1,2	1,8	2,2	4,1	1,4
<i>T. laxiflora</i>	12,8	0,9	1,1	2,5	4,1	0,8
<i>T. leptophylla</i>	14,5	1,2	1,6	3,2	2,9	1,3
<i>T. martiana</i>	12,7	0,8	1,1	1,7	3,3	1,1
<i>T. mauritioides</i>	15,6	1,4	1,0	3,9	4,3	1,0
<i>T. micrantha</i>	15,0*	0,1*	1,2*	2,8*	3,0*	1,5*
<i>T. miersii</i>	14,1*	0,9*	1,2*	2,5*	3,1*	0,7*
<i>T. ovalifolia</i>	13,8	0,8	1,1	2,6	3,6	1,0
<i>T. riedeliana</i>	12,6	0,6	1,0	1,7	1,9	0,8
<i>T. scandens</i>	12,2	0,5	0,8	2,0	2,2	0,7
<i>T. tenuicula</i>	12,9	0,5	0,7	2,0	2,7	0,6
<i>T. ullei</i>	12,5	0,9	1,2	3,7	3,1	1,3

* $n < 10$

TABELA 4. Média aritmética (em μm) das medidas das camadas da exina dos grãos de pólen de espécies de *Tofieldia*, em vista polar ($n=10$)

Espécies	Exina	Nexina	Nexina I	Sexina	Teto
<i>T. attenuata</i>	2,6	1,2	0,7	1,3	0,6
<i>T. brachypoda</i>	2,4	1,0	0,6	1,3	0,6
<i>T. chlorantha</i>	2,6	1,3	0,7	1,3	0,5
<i>T. congestiflora</i>	2,4	1,1	0,7	1,3	0,6
<i>T. corymbosa</i>	2,0	0,9	0,6	1,0	0,4
<i>T. cylindrocarpa</i>	2,0	1,1	0,7	0,9	0,4
<i>T. divergens</i>	2,1	1,1	0,8	1,0	0,5
<i>T. fluminensis</i>	2,6	1,4	0,7	1,2	0,6
<i>T. lanceolata</i>	2,6	1,4	0,8	1,2	1,7
<i>T. laxiflora</i>	2,4	1,2	0,7	1,2	0,5
<i>T. leptophylla</i>	2,2	1,2	0,7	1,0	0,4
<i>T. martiana</i>	2,4	1,2	0,7	1,2	0,6
<i>T. mauritoides</i>	2,3	1,0	0,8	1,3	0,4
<i>T. micrantha</i>	3,0	1,3	0,8	1,7	0,7
<i>T. miersi</i>	2,7	1,2	0,7	1,5	0,7
<i>T. ovalifolia</i>	2,5	1,2	0,8	1,3	0,8
<i>T. riedeliana</i>	2,4	1,1	0,7	1,3	0,7
<i>T. scandens</i>	1,8	0,9	0,7	0,9	-
<i>T. tenuicula</i>	2,5	1,2	0,8	1,3	-
<i>T. ulei</i>	3,0	1,2	-	0,9	1,8

TABELA 5. Medidas dos grãos de pólen de espécies de *Tontelea*, em vista equatorial (n= 25)

Espécies	Diâmetro		Polar		Diâmetro		Equatorial	
	Faixa de variação (µm)	$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (µm)	s (µm)	CV %	Faixa de variação (µm)	$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (µm)	s (µm)	CV %
<i>T. attenuata</i>	17,9-22,6	20,3±0,1	0,7	3,6	20,3-24,4	22,1±0,1	0,7	3,3
<i>T. brachypoda</i>	20,4-26,1	23,1±0,2	0,9	3,7	23,3-29,3	25,6±0,2	1,1	4,2
<i>T. chlorantha</i>	17,3-22,8	20,4±0,2	0,9	4,3	19,7-23,3	21,6±0,2	0,9	4,3
<i>T. congestiflora</i>	13,4-20,5	17,6±0,1	0,6	3,4	19,9-26,5	22,5±0,2	1,0	4,4
<i>T. corymbosa</i>	15,8-20,6	18,0±0,2	0,7	4,1	18,1-22,5	20,3±0,1	0,7	3,3
<i>T. cylindrocarpa</i>	18,1-21,0	19,4±0,2	0,7	3,8	19,6-22,6	21,0±0,2	0,9	4,3
<i>T. divergens</i>	18,3-20,8	19,7±0,1	0,7	3,5	18,4-21,1	20,1±0,2	0,8	4,2
<i>T. fluminensis</i>	19,0-25,2	21,9±0,2	0,9	4,3	22,8-28,0	24,5±0,2	0,9	3,6
<i>T. francoalata</i>	18,2-22,2	19,5±0,2	0,8	4,0	21,0-26,8	23,7±0,2	1,0	4,4
<i>T. laetiflora</i>	17,4-21,8	19,4±0,2	0,8	4,1	20,5-25,7	23,5±0,2	0,9	3,8
<i>T. leptophylla</i>	17,3-21,2	18,7±0,1	0,7	3,6	19,9-23,3	21,6±0,1	0,6	2,7
<i>T. martiniana</i>	17,7-22,4	20,3±0,2	0,8	3,8	19,1-25,0	22,4±0,2	0,9	3,9
<i>T. mauritioides</i>		22,1*				27,1*		
<i>T. micrantha</i>	20,0-23,8	22,1±0,1	0,7	3,0	22,5-26,2	24,0±0,2	1,0	4,0
<i>T. miersii</i>	18,6-20,4	19,2±0,1	0,3	1,5	19,1-23,8	22,0±0,2	0,8	3,4
<i>T. ovalifolia</i>	19,0-25,3	22,6±0,2	0,9	4,1	22,6-29,4	26,6±0,2	1,1	4,0
<i>T.riedeliana</i>	16,7-19,9	18,4±0,2	0,8	4,1	19,1-21,9	20,7±0,1	0,5	2,3
<i>T. scandens</i>	16,9-19,7	18,1±0,1	0,5	2,9	19,0-22,0	20,2±0,1	0,5	2,3
<i>T. tenuicala</i>	15,8-19,4	17,2±0,1	0,6	3,7	18,3-22,1	19,6±0,2	0,7	3,8
<i>T. ulter</i>	27,2-32,5	29,6±0,3	1,0	3,2	24,8-28,6	26,8±0,2	0,7	2,8

* n < 25

TABELA 6. Medidas dos grãos de pólen de espécies de *Tonolea*, em vista polar: diâmetro equatorial ($n=25$); lado da apocolpia LA e índice da área polar IAP ($n=10$)

Espécies	Diâmetro		Equatorial		CV %	L.A \bar{x} (μm)	IAP
	Faixa de variação (μm)	$\bar{x} \pm s$ (μm)	s (μm)				
<i>T. attenuata</i>	20,7-24,4	22,4 \pm 0,2	0,9		4,0	6,2	0,28
<i>T. brachypoda</i>	22,9-29,5	26,5 \pm 0,2	1,0		3,8	7,9	0,30
<i>T. chlorantha</i>	18,1-22,8	20,4 \pm 0,2	0,8		4,1	7,5	0,37
<i>T. congestiflora</i>	19,5-24,4	21,6 \pm 0,2	0,8		3,7	6,9	0,32
<i>T. corymbosa</i>	17,6-21,6	19,2 \pm 0,2	0,8		4,3	7,3	0,38
<i>T. cylindrocarpa</i>	18,3-22,6	20,5 \pm 0,1	0,1		3,3	6,0	0,29
<i>T. divergen</i>	18,8-20,4	19,6 \pm 0,1	0,6		3,1	6,9	0,35
<i>T. fluminensis</i>	22,5-27,0	24,4 \pm 0,2	0,8		3,2	6,9	0,28
<i>T. lanceolata</i>	20,8-27,4	24,0 \pm 0,2	1,0		4,2	4,8	0,20
<i>T. laxiflora</i>	20,4-24,6	22,1 \pm 0,2	1,0		4,3	8,1	0,37
<i>T. leptophylla</i>	19,7-22,8	21,2 \pm 0,1	0,6		2,8	5,5	0,26
<i>T. martiana</i>	19,9-23,8	22,3 \pm 0,1	0,6		2,8	8,4	0,38
<i>T. mauritioides</i>	26,0*	7,3	0,3				
<i>T. micrantha</i>	22,5-27,5	25,0 \pm 0,2	0,8		3,4	6,5	0,26
<i>T. miersii</i>	17,9-22,8	20,5 \pm 0,2	0,8		4,0	5,7	0,28
<i>T. ovalifolia</i>	21,0-27,1	24,2 \pm 0,2	1,0		4,3	7,0	0,29
<i>T. riedeliana</i>	19,6-22,2	20,7 \pm 0,1	0,5		2,6	6,9	0,33
<i>T. scandens</i>	18,3-21,6	20,0 \pm 0,1	0,6		2,8	5,8	0,29
<i>T. tenuicula</i>	17,4-20,9	19,1 \pm 0,2	0,8		4,0	6,0	0,31
<i>T. ullei</i>	26,9*	7,3	0,3				

* $n < 25$

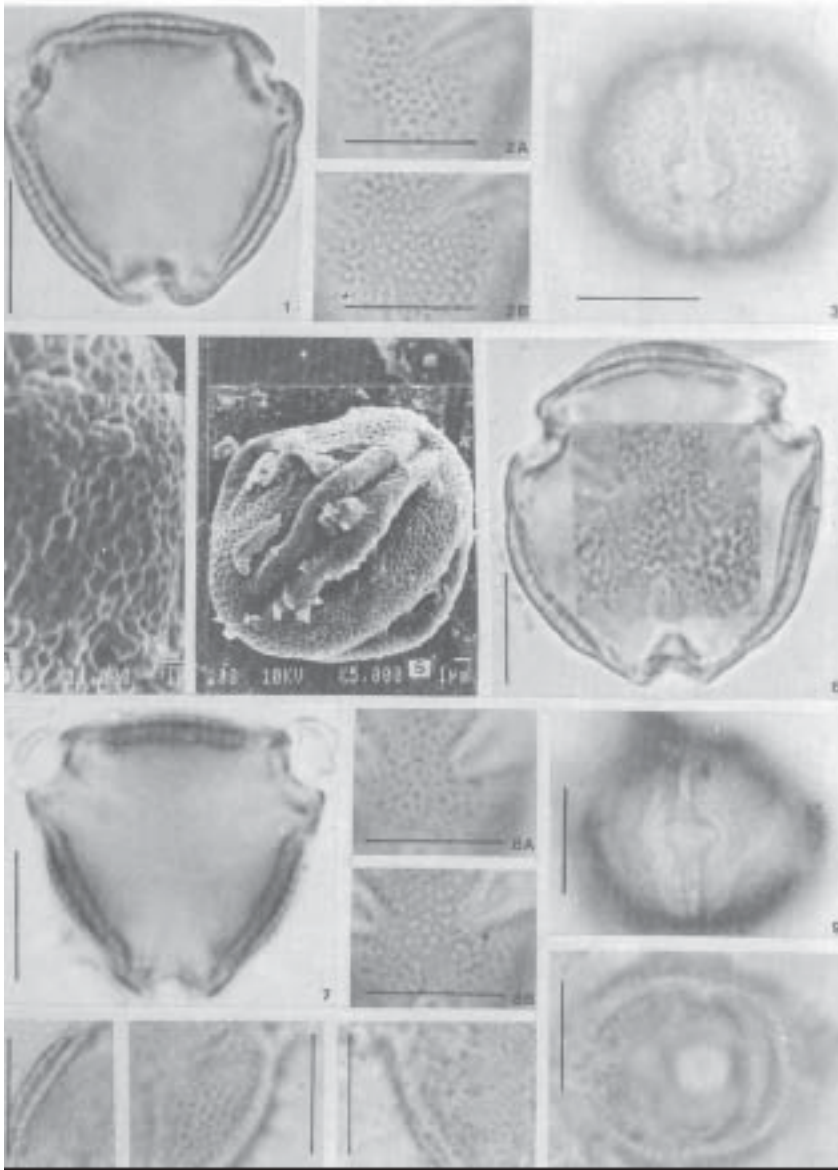
TABELA 7. Valores do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen de espécies de *Tonolea*, em vista equatorial e polar (n= 25)

Espécies	Vista equatorial		Vista polar	
	Diâmetro Polar (µm)	Diâmetro Equatorial (µm)	Diâmetro Equatorial (µm)	Diâmetro Equatorial (µm)
<i>T. attenuata</i>	20,1-20,5	21,9-22,3	22,0-22,8	
<i>T. brachypoda</i>	22,7-23,5	25,2-26,0	26,1-26,9	
<i>T. congestiflora</i>	17,4-17,8	22,1-22,9	21,2-22,0	
<i>T. corymbosa</i>	17,6-18,4	20,1-20,5	18,8-19,6	
<i>T. cylindrocarpa</i>	19,0-19,8	20,6-21,4	20,3-20,7	
<i>T. divergens</i>	19,5-19,9	19,7-20,5	19,4-19,8	
<i>T. fluminensis</i>	21,5-22,3	24,1-24,9	24,0-24,8	
<i>T. lanceolata</i>	19,1-19,9	23,3-24,1	23,6-24,4	
<i>T. laxiflora</i>	19,0-19,8	23,1-23,9	21,7-22,5	
<i>T. leptophylla</i>	18,5-18,9	21,4-21,8	21,0-21,4	
<i>T. martiana</i>	19,9-20,7	22,0-22,8	22,1-22,5	
<i>T. micrantha</i>	21,9-22,3	23,6-24,4	24,6-25,4	
<i>T. miersii</i>	19,0-19,4	21,6-22,4	20,1-20,9	
<i>T. ovalifolia</i>	22,2-23,0	26,2-27,0	23,8-24,6	
<i>T. riedeliana</i>	18,0-18,8	20,5-20,9	20,5-20,9	
<i>T. scandens</i>	17,9-18,3	20,0-20,4	19,8-20,2	
<i>T. tenuicula</i>	17,0-17,4	19,2-20,0	18,7-19,5	
<i>T. ullet</i>	29,2-30,0	26,4-27,2	-	

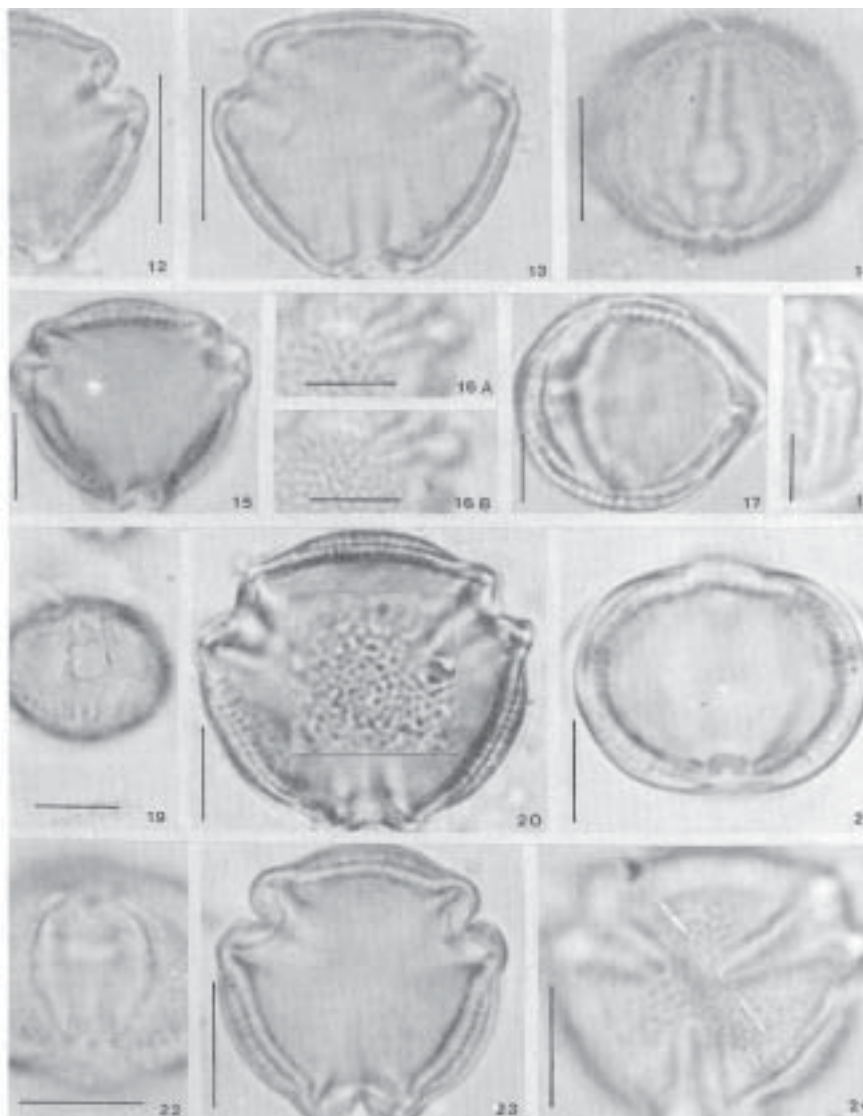
TABELA 8. Forma e média aritmética (em μm) das medidas dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) dos grãos de pólen de espécies de *Tontelea*, em vista equatorial (materiais de comparação, $n=10$)

Espécies	DP	DE	P/E	Forma
<i>T. attenuata</i>				
NY670	22,5 ^a	24,0 ^b	0,94	oblato-esferoidal
R.L. Fróes 23561	20,4 ^a	22,1 ^a	0,92	oblato-esferoidal
J.M. Pires 314	20,5 ^a	23,2 ^b	0,89	oblato-esferoidal
J.F. Ramos 16025	21,1 ^a	23,7 ^b	0,89	oblato-esferoidal
T.S. Santos 2097	20,9 ^a	23,7 ^b	0,88	oblato-esferoidal
<i>T. brachyoides</i>				
R.M. Harley & R. Souza 10138	22,4 ^b	23,5 ^b	0,88	oblato-esferoidal
P.L. Oliveira 89	23,0 ^a	25,8 ^b	0,89	oblato-esferoidal
G.A. Bielec 51-11272	25,0 ^a	26,2 ^b	0,95	oblato-esferoidal
<i>T. flammovata</i>				
Megregio 53	21,8 ^a	23,8 ^b	0,92	oblato-esferoidal
R74160	22,4 ^a	24,2 ^b	0,93	oblato-esferoidal
<i>T. lanceolata</i>				
Glicione 18157	18,6 ^b	21,9 ^b	0,85	suboblata
<i>T. laniflora</i>				
R. Oliveira 314	20,5 ^b	25,5 ^b	0,80	suboblata
M.T. Silva 2572	20,0 ^a	23,1 ^b	0,87	suboblata
<i>T. leptophylla</i>				
K.R. Saver 1295	19,9 ^a	23,2 ^b	0,86	suboblata
<i>T. macroantha</i>				
G. Hantschbarch 50934	22,6 ^a	25,2 ^b	0,90	oblata-esferoidal
Glicione 20846	23,1 ^b	25,8 ^b	0,90	oblata-esferoidal
Hantschbarch 39063	23,5 ^b	26,0 ^b	0,90	oblata-esferoidal
A. Castellanos 24297	23,2 ^a	25,0 ^b	0,93	oblata-esferoidal
Melo Barreto 9221	23,2 ^a	26,1 ^b	0,89	oblata-esferoidal
<i>T. ovata</i>				
MEM7427	19,9 ^a	23,0 ^b	0,86	suboblata
<i>T. ovalifolia</i>				
C.A. Cordeiro Lima 3505	21,2 ^a	24,6 ^b	0,86	suboblata

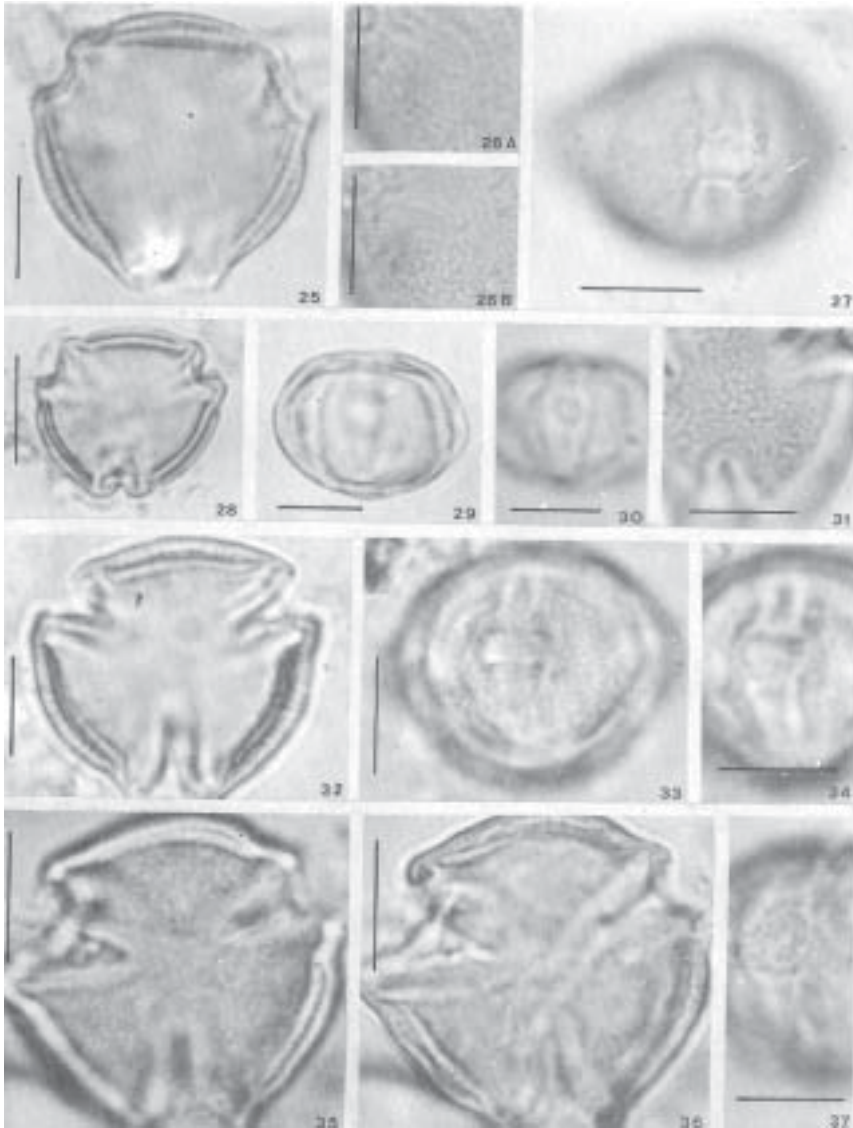
a= valor dentro do IC do material padrão; b= dentro da faixa de variação do material padrão



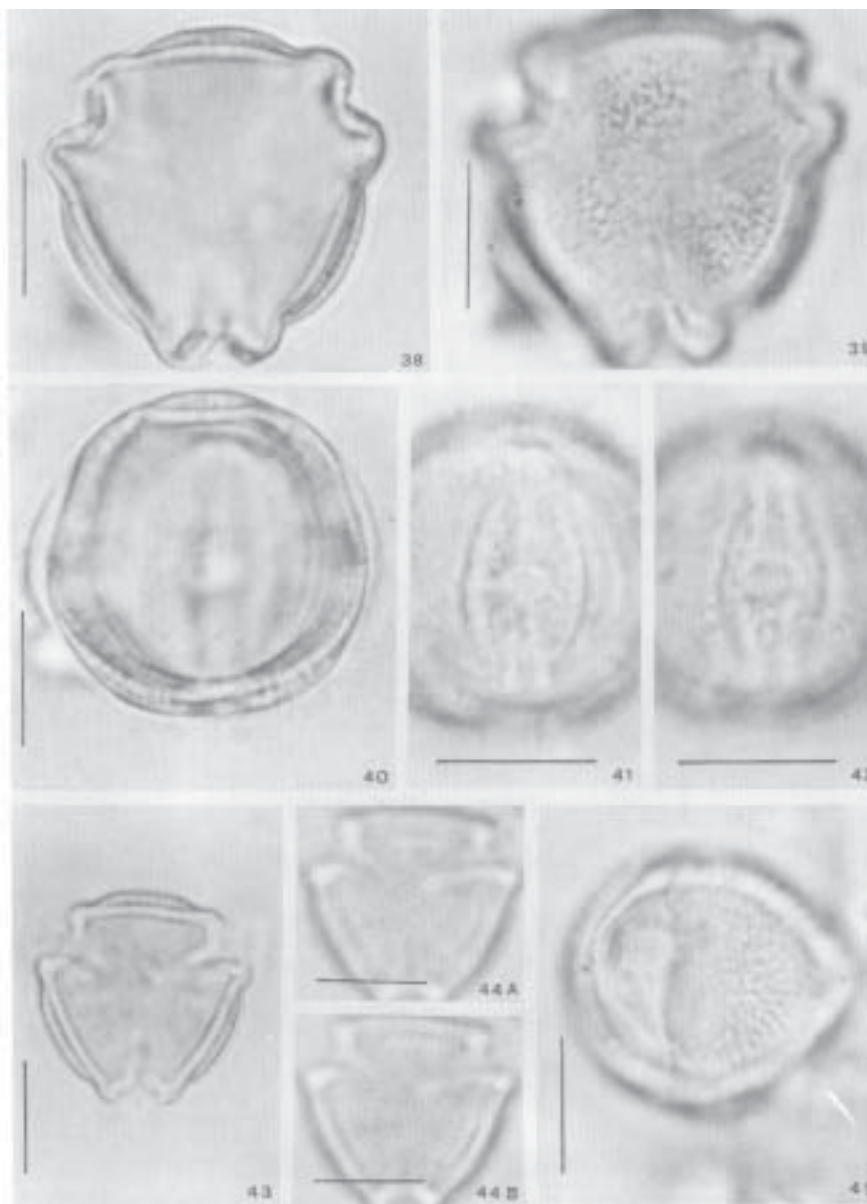
Figuras 1-11. Grãos de pólen de *Tontelea attenuata*. Vista polar: (1) corte óptico, (2A, B) análise de L. O.; vista equatorial: (3) abertura, (4) superfície (MEV). (5-6). *T. brachypoda*. Vista equatorial: (5) evidenciando a abertura (MEV) e superfície; vista polar (6) corte óptico e detalhe da superfície. (7-9). *T. chlorantha*. Vista polar: (7) corte óptico, (8A, B) análise de L.O.; vista equatorial: (9) abertura. (10-11). *T. congestiflora*. Vista polar: (10A) corte óptico (10B; C) análise de L.O.; (11) vista equatorial. Escala = 10 µm.



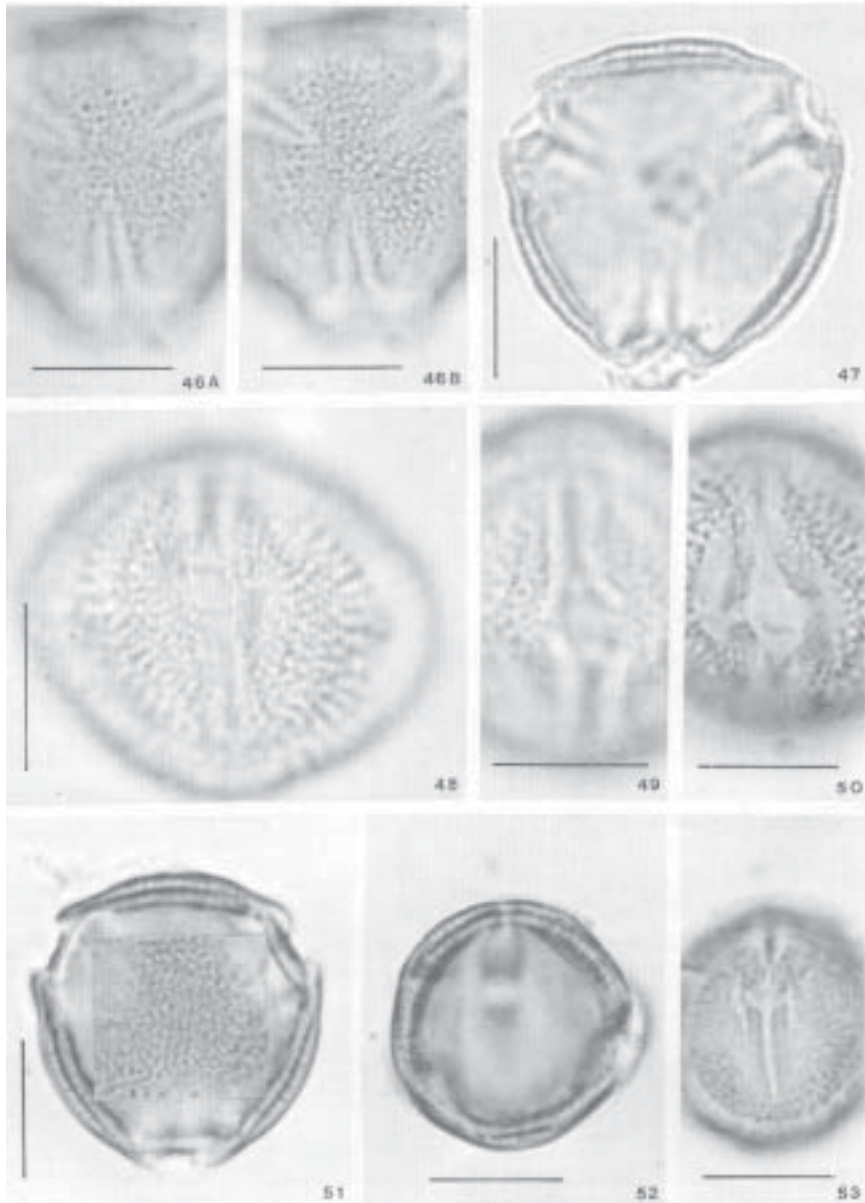
Figuras 12-24. Grãos de pólen de *Tontelea corymbosa*. Vista polar: (12) corte óptico. (13-14). *T. cylindrocarpa*. Vista polar: (13) corte óptico; vista equatorial: (14) abertura, (15-18). *T. divergens*. Vista polar: (15) corte óptico, (16A, B) análise de L.O.; vista equatorial: (17) contorno, (18) abertura. (19-20). *T. fluminensis*. Vista equatorial: (19) abertura; vista polar: (20) corte óptico e detalhe da superfície. (21-24) *T. lanceolata*. Vista equatorial: (21) contorno, (22) detalhe da abertura; vista polar: (23) corte óptico, (24) superfície. Escala = 10 μ m.



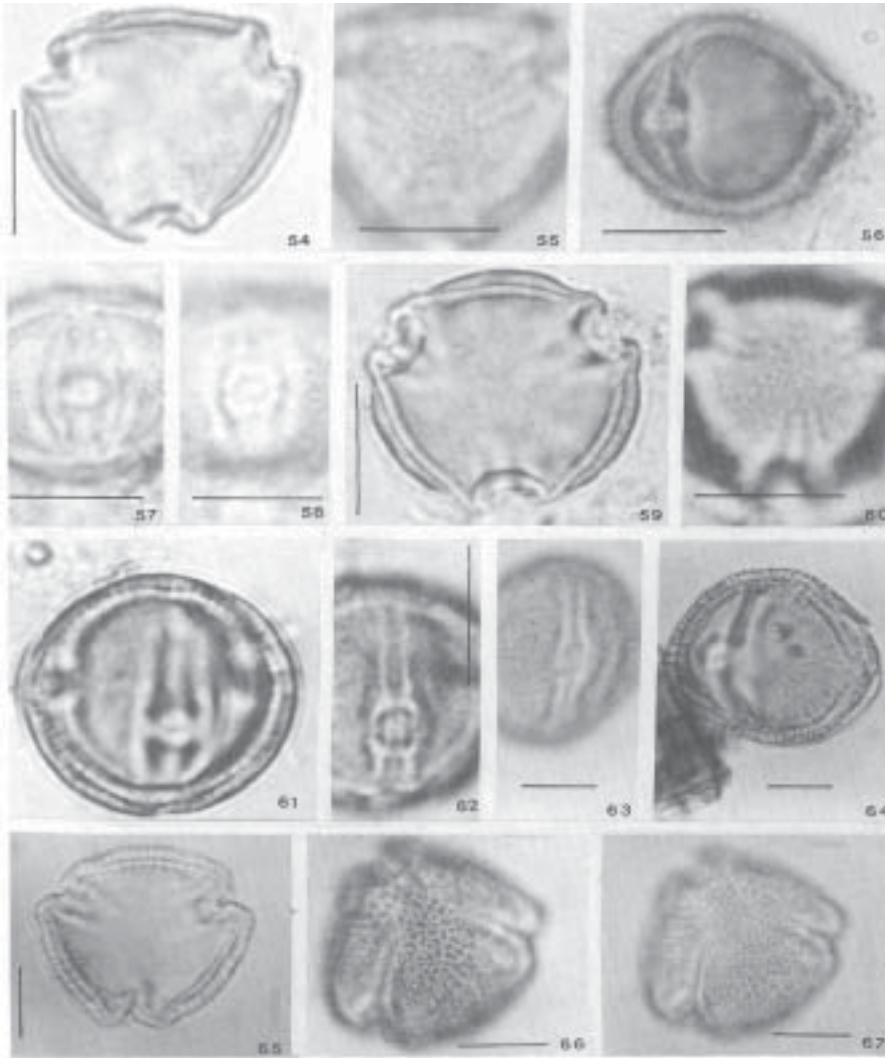
Figuras 25-37. Grãos de pólen de *Tontealea laxiflora*. Vista polar: (25) corte óptico, (26A, B). análise de L.O.; vista equatorial: (27) abertura. (28-30) *T. leptophylla*. Vista polar: (28) corte óptico; vista equatorial: (29) contorno, (30) detalhe da abertura. (31-34) *T. martiana*. Vista polar: (31) detalhe da superfície, (32) corte óptico, vista equatorial: (33) superfície e abertura, (34) detalhe da abertura. (35-37). *T. mauritoides*. Vista polar: (35) superfície, (36) contorno; vista equatorial: (37) detalhe da abertura. Escala = 10 μ m.



Figuras 38-45. Grãos de pólen de *Tontelea micrantha*. Vista polar: (38) corte óptico, (39) superfície; vista equatorial: (40) contorno. (41-42) detalhes da abertura. (43-45). *T. miersii*. Vista polar: (43) corte óptico, (44A, B) análise de L.O.; vista equatorial: (45) abertura. Escala = 10 μ m.



Figuras 46-53. Grãos de pólen de *Tonatelea ovalifolia*. Vista polar: (46A, B) análise de L. O.; (47) corte óptico; vista equatorial: (48) contorno, (49, 50) abertura. (51,53) *T. riedeliana*. Vista polar: (51) corte óptico e detalhe da superfície; vista equatorial: (52) contorno; (53) abertura. Escala = 10 μ m.



Figuras 54-67. Grãos de pólen de *Tontelea scandens*. Vista polar: (54) corte óptico, (55) superfície; vista equatorial: (56) contorno; (57, 58) detalhes da abertura. (59-62) *T. tenuicula*. Vista polar: (59) corte óptico, (60) superfície; vista equatorial: (61) contorno, (62) abertura. (63-67) *T. ulei*. Vista equatorial: (63) abertura de grãos de pólen deformados, (64) contorno e abertura; vista polar: (65) corte óptico, (66, 67) análise de L.O. Escala = 10 µm.