

Revta brasil. Bot., São Paulo, V.21, n.1, p.81-88, abr. 1998

## Hipanto e tubo estaminal em *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae)<sup>1</sup>

MARILDA C. DIAS<sup>2</sup>, MARÍLIA DE M. CASTRO<sup>3</sup>, LUIZA S. KINOSHITA<sup>3</sup> e JOÃO SEMIR<sup>3</sup>

(recebido em 04/09/96; aceito em 27/06/97)

**ABSTRACT** - (Hypanthium and staminal tube in *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae)). A woody ring surrounding the carpels was observed in longitudinal sections of flowers of five species of *Xylopiya* L.. The stamens and staminodes were spirally inserted on this ring. An anatomical study of the mature flowers of *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart. was conducted to elucidate the nature of this structure, concentrating on the vascularization from the base of the receptacle to the stamens, staminodes and carpels. The woody ring was shown to be appendicular and of mixed origin. It consists of the fusion of the sepals, as well as external and internal petals and filaments in the basal region, thereby constituting the hypanthium. In the apical portion it is exclusively formed by the fusion of the filaments, thus constituting a staminal tube. The epidermal cells covering the stamens and staminodes have a lignified and thickened wall, distinguishing them from the other epidermal cells of the sepals, petals and carpels. Such cells also cover the woody ring, demonstrating its staminal origin. The woody texture of this ring is probably due to the presence of lignin in the walls of its epidermal cells. According to the literature, this ring has been interpreted as being of receptacular nature, without any anatomical support. The appendicular origin of the hypanthium is here reported for the first time for both of the genus *Xylopiya* and Annonaceae.

**RESUMO** - (Hipanto e tubo estaminal em *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae)). Observou-se, em corte longitudinal de flores de cinco espécies de *Xylopiya*, um anel lenhoso ao redor dos carpelos e sobre ele, inserido de forma espiralada, o conjunto de estames e estaminódios. Para elucidar a natureza desta estrutura, foi realizado um estudo anatômico em flores adultas de *Xylopiya aromatica* (Lam.) Mart., particularmente da vascularização desde a base do receptáculo até os estames, estaminódios e carpelos. Constatou-se a natureza apendicular do anel lenhoso, o qual possui origem mista: na porção basal, ele é formado pela fusão das sépalas, pétalas externas, pétalas internas e filetes, constituindo-se em hipanto; na porção apical, o anel lenhoso é formado exclusivamente pela fusão de filetes, constituindo o tubo estaminal. As células epidérmicas que revestem os estames e estaminódios possuem paredes espessadas e lignificadas, distinguindo-se das demais células que compõem a epiderme das sépalas, pétalas e dos carpelos; tais células também revestem o anel lenhoso, demonstrando a sua origem estaminal. É provável que o aspecto lenhoso do anel se deva à presença de lignina nas paredes destas células. De acordo com a literatura, este anel sempre foi interpretado como tendo natureza receptacular, sem nenhum embasamento anatômico. A origem apendicular do hipanto é constatada pela primeira vez para *Xylopiya* e também para as Annonaceae.

Key words - *Xylopiya aromatica*, Annonaceae, appendicular hypanthium, staminal tube

### Introdução

O gênero *Xylopiya* L. constitui um dos maiores entre as Annonaceae, com cerca de 160 espécies (Cronquist 1981), com ampla distribuição pantropical. No Brasil, *Xylopiya* está representado por 25 espécies distribuídas por todo o país, principalmente na região amazônica (Dias 1988).

As espécies de *Xylopiya* apresentam flores axilares em glomérulos, aos pares ou solitárias, botões florais trígonos, flores trímeras, actinomorfas, periantadas, cálice dialissépalo, corola dialipétala com prefloração

valvar, seis pétalas dispostas em dois verticilos, androceu formado por numerosos estames e estaminódios, gineceu apocárpico com vários carpelos (Fries 1959).

Estudos taxonômicos das espécies de *Xylopiya* do Brasil extra-amazônico (Dias 1988) revelaram nove espécies distribuídas principalmente nas regiões sudeste, nordeste e centro-oeste. Dias (1988) observou o aspecto globoso com que se apresentavam os verticilos de reprodução e constatou a presença de um anel lenhoso nas nove espécies estudadas.

Nas descrições morfológicas das flores de espécies de *Xylopiya* citadas em literatura, a presença deste anel lenhoso era referida de modo muito superficial. Linnaeus (1759), autor do gênero, nada mencionou em sua breve diagnose; Aublet (1775) citou que estames e carpelos estavam inseridos em um receptáculo largo, côncavo e carnoso. De Candolle (1824) referiu-se apenas a um receptáculo globoso e Saint-Hilaire (1825) interpretou esta estrutura como sendo um ginóforo côncavo. Martius

1. Parte da tese de mestrado de Marilda C. Dias, Curso de Pós-Graduação em Biologia vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Bolsista CAPES/PICD.
2. Endereço atual: Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, 86051-970 Londrina, PR, Brasil.
3. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

(1841) citou um receptáculo convexo, enquanto Bentham & Hooker (1862) consideraram como um receptáculo cônico-convexo preenchido pelos carpelos, tendo no ápice uma abertura, e recoberto por estames externamente. Heusden (1992) referiu-se a *Xylopia* como tendo parte das espécies apresentando um torus (receptáculo) côncavo e, as demais, um torus mais ou menos plano.

Embora todos os autores anteriormente citados tenham considerado esta estrutura como de natureza receptacular, foi levantada a hipótese de uma possível origem apendicular e não a de um receptáculo que se elevou e sofreu abaixamento como admitiu Saint-Hilaire (1825).

O objetivo da presente investigação é o de registrar a presença do anel lenhoso em flores adultas de cinco espécies de *Xylopia*: *X. aromatica* (Lam.) Mart., *X. emarginata* Mart., *X. frutescens* Aubl., *X. ochrantha* Mart. e *X. sericea* St. Hil. e o de efetuar um estudo anatômico nas flores de *X. aromatica*, particularmente da vascularização desde a base do receptáculo até os estames, estaminódios e carpelos, para elucidar a natureza do anel lenhoso.

### Material e métodos

Flores adultas das cinco espécies de *Xylopia* foram obtidas a partir de material herborizado: *X. aromatica* - São Paulo, Moji Guaçu, Reserva do Instituto de Botânica, Fazenda Campininha, 20-IX-1982, L.S. Kinoshita et al. 14231 (UEC); *X. emarginata* - São Paulo, Itirapina, 12-XI-1992, L.S. Kinoshita 27266 (UEC); *X. frutescens* - Espírito Santo, Linhares, Reserva Florestal da CVRD, 11-XI-1977, J. Spada 12 (FUEL); *X. ochrantha* - Espírito Santo, Linhares, Reserva Florestal da CVRD, 11-1-1979, D.A. Folli 63 (FUEL); *X. sericea* - Minas Gerais, Guaraciaba, Fazenda Tanque Grande, 06-XI-1986, R.S. Ramalho & J.T.S. Oliveira 3432 (FUEL). As peças foram reidratadas em água fervente e cortadas longitudinalmente, para registro da presença do anel lenhoso; as ilustrações referentes às flores das cinco espécies foram realizadas em estereomicroscópio Zeiss portador de câmara clara e as escalas foram obtidas através de projeção de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para os esquemas.

Para a análise dos aspectos anatômicos, flores em diferentes estádios de desenvolvimento foram coletadas de indivíduos pertencentes a populações de *X. aromatica* provenientes de três localidades: São Paulo, Moji Guaçu, Reserva do Instituto de Botânica, Fazenda Campininha, 20-IX-1982, L.S. Kinoshita et al. 14231 (UEC); São Paulo, Mogi Mirim, Estação Experimental do Instituto Florestal, 19-X-1983, T. Nucci & R.R. Rodrigues 15098 (UEC); Minas Gerais, entre Campestre e Machado, 09-XII-1983, M.C. Dias et al. 15682 (UEC). Visitas posteriores foram realizadas a Moji Guaçu em 19-XI-1983 e 16-IX-1985, quando flores de um indivíduo marcado - L.S. Kinoshita et al. 14231 (UEC) - foram coletadas e fixadas.

O material proveniente destas coletas foi fixado em FAA 50 e estocado em álcool etílico 70%; flores adultas em fase de pré-antese foram selecionadas e o terço superior de suas sépalas e pétalas foi retirado para posterior desidratação pela série etílica e inclusão em parafina (Johansen 1940). Estas flores foram seccionadas longitudinal e transversalmente em micróto mo rotativo; os cortes seriados, com 15 µm de espessura, foram corados com safranina e azul de Alcian (Gabrielli 1992) e as lâminas semipermanentes montadas em gelatina glicerinada.

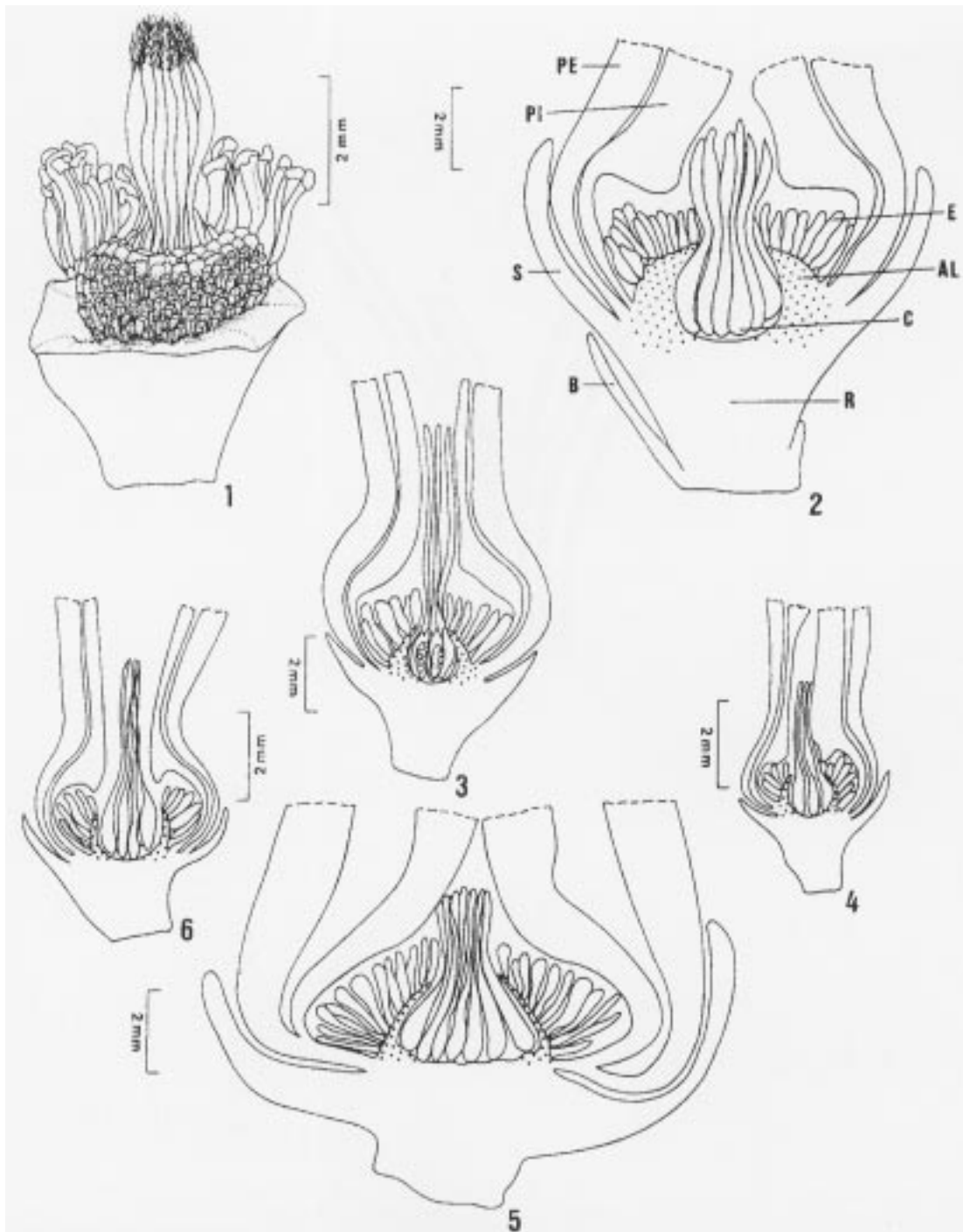
As ilustrações relacionadas aos aspectos anatômicos foram efetuadas a partir de flores coletadas e fixadas em 16-IX-1985 (L.S. Kinoshita et al. 14231). Um fotomicroscópio Zeiss II foi utilizado para a obtenção de fotomicrografias e um microscópio Zeiss, portador de câmara clara, para os diagramas; o diagrama longitudinal (figura 7) foi elaborado através da sobreposição de diagramas obtidos a partir de 35 cortes longitudinais medianos. As escalas foram obtidas através de projeção de lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para os diagramas.

### Resultados e Discussão

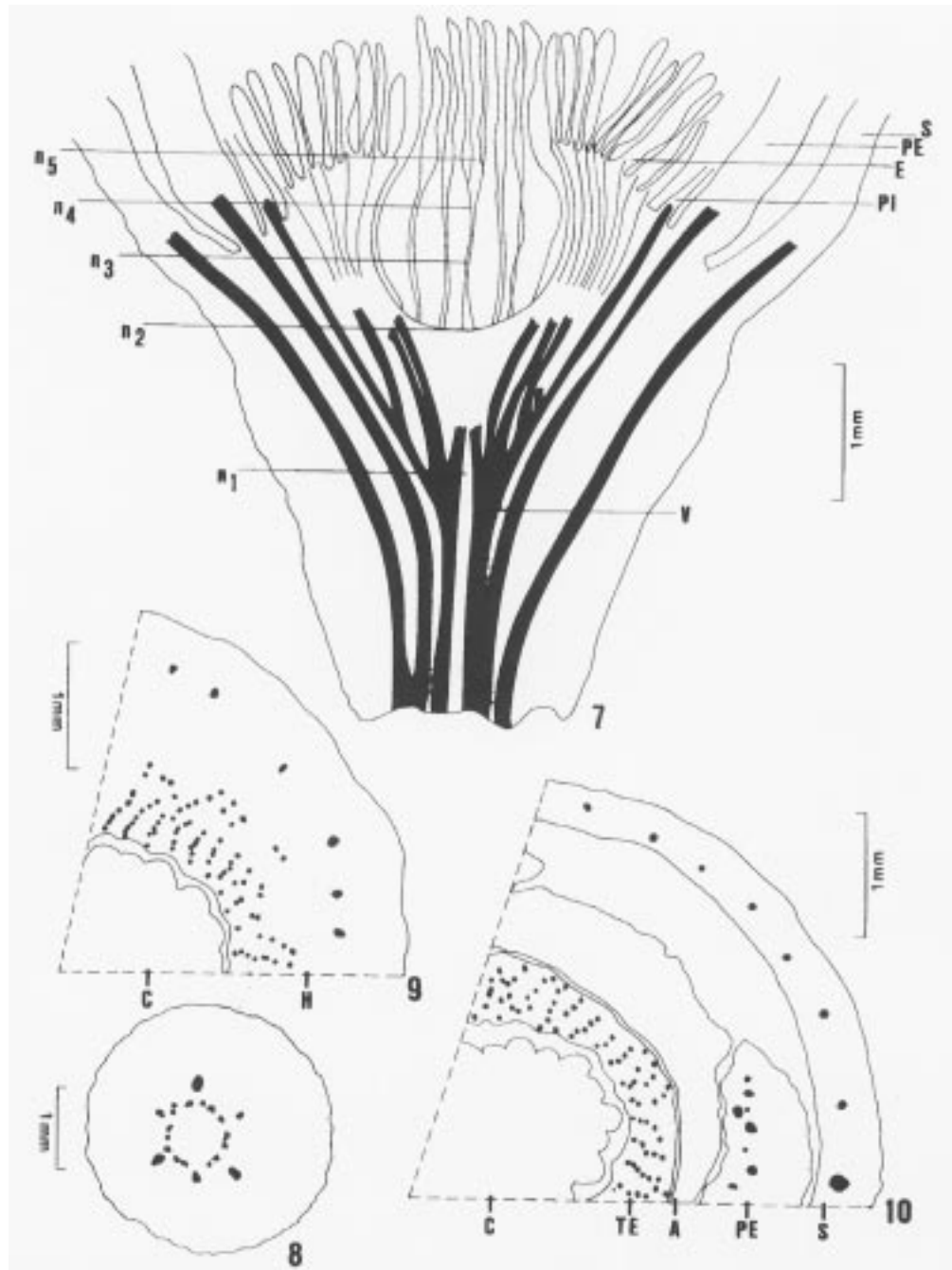
A partir da observação dos verticilos reprodutores de flores cortadas longitudinalmente de *X. aromatica*, *X. emarginata*, *X. frutescens*, *X. ochrantha* e *X. sericea*, foi confirmada a presença do anel lenhoso (figuras 1-6); ele difere em comprimento (1,0 - 2,5 mm) e espessura (0,1 - 1,0 mm) nas espécies estudadas. Este anel posiciona-se ao redor dos carpelos e sobre ele, inserido de forma espiralada, todo o conjunto de estames e estaminódios. As porções terminais dos filetes - que portam as anteras - desprendem-se facilmente do anel lenhoso (figura 1).

A análise dos cortes longitudinais e transversais de flores adultas de *X. aromatica* confirmou a natureza apendicular do anel lenhoso (figuras 2, 7-15) que envolve os carpelos pela fusão do perianto e de grande extensão dos filetes, ficando uma pequena parte destes livre portando as anteras. O anel lenhoso, com cerca de 2 mm de comprimento (figura 2), tem origem mista; na sua porção basal (figura 7; n2 a n4), é formado pela fusão das sépalas, pétalas externas, pétalas internas e filetes constituindo o hipanto apendicular e, na porção apical (figura 7; n4 a n5), é formado exclusivamente pela fusão de filetes constituindo o tubo estaminal.

A ramificação dos feixes vasculares do receptáculo, em direção às sépalas e pétalas, bem como aos estames, estaminódios e carpelos, ocorre abaixo do anel lenhoso (figura 7; n1); seis feixes saem do receptáculo: dois dirigem-se para as sépalas, dois para as pétalas externas e os dois feixes centrais



Figuras 1-6. Esquemas de flores adultas de espécies de *Xylopia* evidenciando o anel lenhoso. 1. Aspecto externo do anel lenhoso da flor de *X. aromatica*, retiradas as sépalas, pétalas e parte dos estames - L.S. Kinoshita et al. 14231 (UEC). 2-6. Flores cortadas longitudinalmente, com destaque ao anel lenhoso (pontilhado). 2. *X. aromatica* - L.S. Kinoshita et al. 14231 (UEC). 3. *X. emarginata* - L.S. Kinoshita 27266 (UEC). 4. *X. frutescens* - J. Spada 12 (FUEL). 5. *X. ochrantha* - D.A. Folli 63 (FUEL). 6. *X. sericea* - R.S. Rarnalho & J.T.S. Oliveira 3432 (FUEL). Abreviações: AL - anel lenhoso; B - bráctea; C - carpelo; E - estame; PE - pétala externa; PI - pétala interna; R - receptáculo; S - sépala.

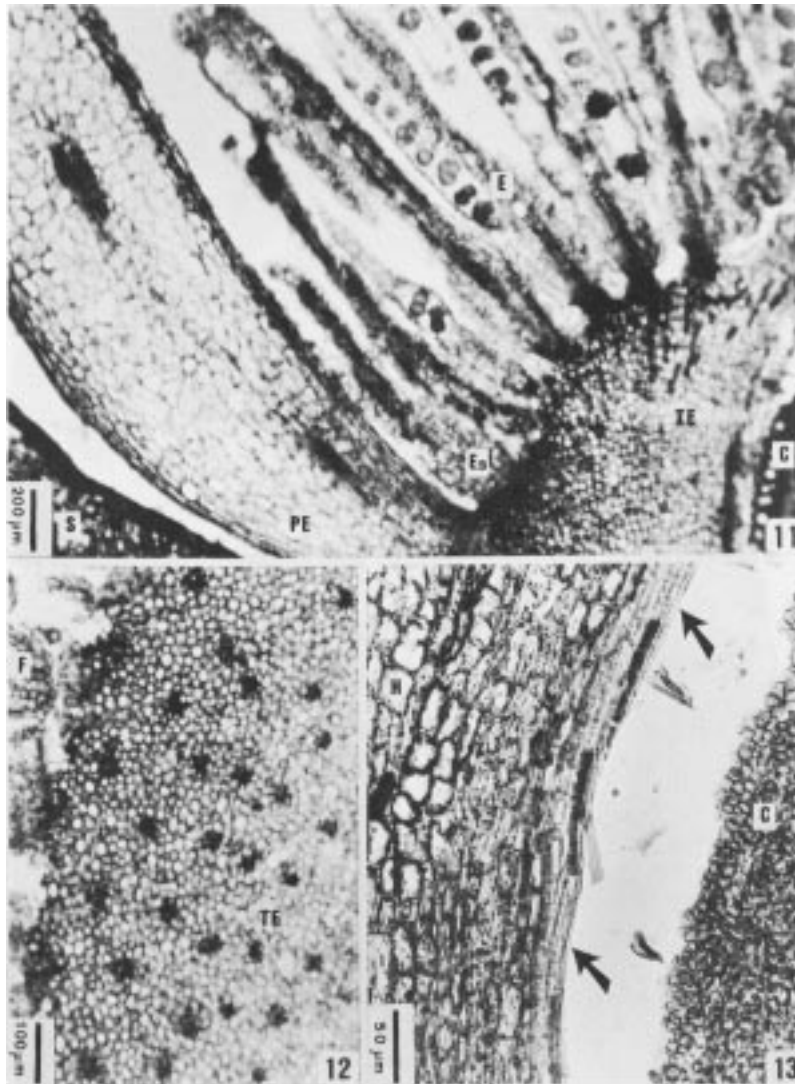


Figuras 7-10. Diagramas de flores adultas de *X. aromatica*. 7. Representação obtida por sobreposição de esquemas de 35 cortes longitudinais medianos; estão indicados cinco diferentes níveis: n1 - receptáculo; n2 - base do anel lenhoso, base dos carpelos; n3 - o anel lenhoso é formado pela fusão de sépalas, pétalas externas, pétalas internas e filetes, constituindo-se em hipanto; n4 - os elementos do perianto estão livres entre si, o anel lenhoso é formado pela fusão dos filetes, constituindo o tubo estaminal; n5 - porção apical do tubo estaminal. Figuras 8-10. Cortes transversais em três diferentes níveis da flor (n1, n3 e n4, indicados na figura 7). 8. Corte ao nível do receptáculo (n1). 9. Parte de um corte ao nível da porção basal do anel lenhoso (n3), destacando o hipanto. 10. Parte de um corte ao nível da porção apical do anel lenhoso (n4), evidenciando o tubo estaminal. A - região ocupada pelas anteras; C - região ocupada pelos carpelos; E - estame; H - hipanto; PE - pétala externa; PI - pétala interna; S - sépala; TE - tubo estaminal; V - vascularização.

ramificam-se várias vezes para servirem as pétalas internas, os estames, estaminódios e carpelos. A vascularização ao nível do receptáculo, em secção transversal, se apresenta organizada em dois conjuntos de feixes (figura 8): um conjunto de cerca de 15 feixes ocupa posição mais central, em disposição circular, e suprirá as pétalas internas, os estames, estaminódios e carpelos, e outro conjunto

de seis feixes, posicionado externamente, irá vascularizar as sépalas e pétalas externas.

Na porção basal do anel lenhoso (figura 7; n2 a n4), observa-se que a região central é ocupada pelos carpelos. Em secção transversal, o tecido vascular do hipanto organiza-se em dois conjuntos (figura 9): o mais central tem um número elevado de feixes de pequeno calibre, os quais estão individua-

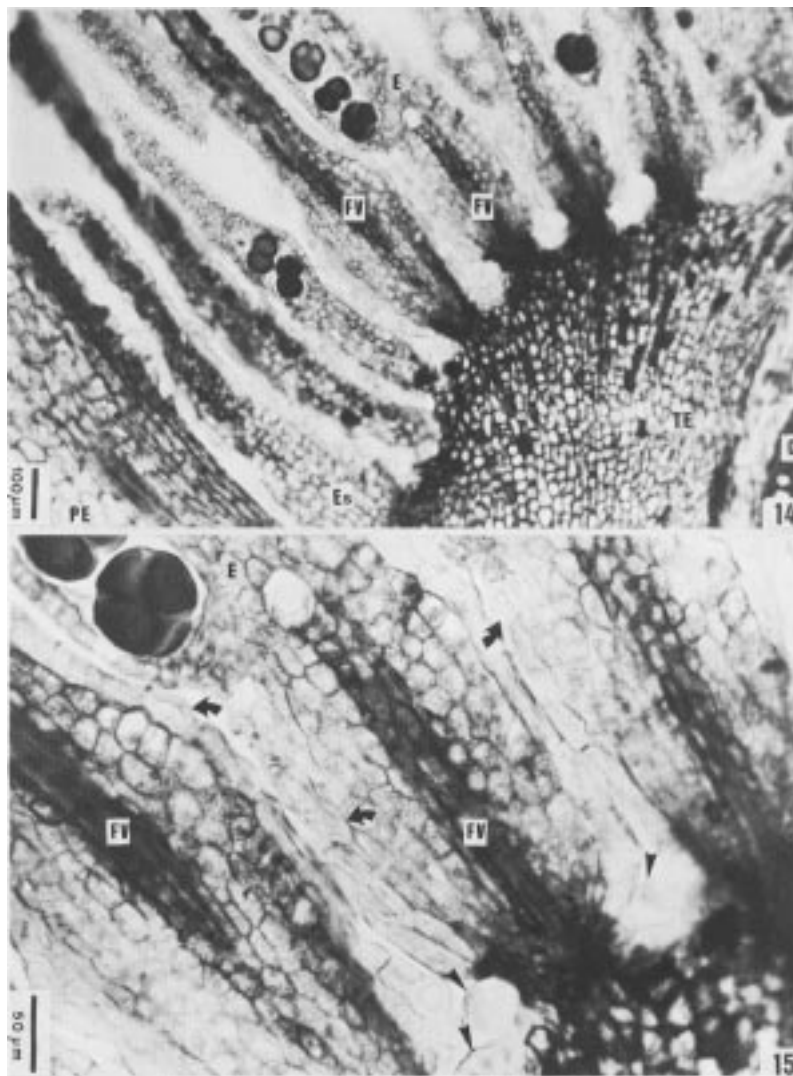


Figuras 11 - 13. Cortes histológicos de flores adultas de *X. aromatica*. 11. Corte longitudinal mediano evidenciando: sépala(S), pétala externa (PE), tubo estaminal (TE), estaminódio (Es), estames (E) e carpelo (C). 12. Corte transversal ao nível da porção apical do anel lenhoso (n4, indicado na figura 7) destacando a vascularização do tubo estaminal (TE) que é composta por numerosos e pequenos feixes dotados de disposição regular e espiralada. 13. Corte longitudinal mediano registrando pormenor do hipanto (H) - porção basal do anel lenhoso - que é revestido por células epidérmicas cujas paredes são espessadas (seta) e lignificadas. C - carpelo; F - filete.

lizados, parte para suprir os estames - tendo, neste caso, disposição espiralada - e parte para as pétalas; o segundo conjunto corresponde aos feixes mais periféricos que se apresentam em menor número, possuem maior calibre, e irão suprir as sépalas.

Na porção apical do anel lenhoso (figura 7; n4 a n5), correspondendo apenas ao tubo estaminal uma vez que os demais verticilos já estão livres (figuras 7, 11 e 14), nota-se que os feixes são numerosos e de

calibre extremamente reduzido quando comparados com os do receptáculo, e que se mantêm individualizados, indo um para cada estame ou estaminódio (figura 7). Em secção transversal, o tubo estaminal possui numerosos e pequenos feixes organizados de maneira regular e espiralada tal como ocorre com os estames e estaminódios (figuras 10 e 12). Eames & MacDaniels (1947) afirmaram que para a grande maioria das plantas, e entre estas as Annonaceae, os



Figuras 14-15. Pormenor da figura 11. 14. Tubo estaminal e vascularização dos estames. 15. Vascularização dos estames e exclusiva similaridade existente entre as células epidérmicas que revestem os filetes (seta curva) e as células epidérmicas que revestem o tubo estaminal (cabeça de seta); estas células possuem paredes celulares espessadas e lignificadas. C - carpelo; E - estame; Es - estaminódio; FV - feixe vascular; PE - pétala externa; TE - tubo estaminal.

estames possuem apenas um traço vascular, corroborando as observações realizadas.

A confirmação da natureza apendicular do anel lenhoso deve-se, inclusive, à constatação de algumas características peculiares às células epidérmicas que revestem os estames e estaminódios (figuras 14 e 15). Estas células possuem paredes celulares espessadas (figura 15; seta curva) e lignificadas, distinguindo-se das demais células (figuras 11, 13 e 14) que compõem a epiderme das sépalas, pétalas e dos carpelos. Este tipo peculiar de célula epidérmica também reveste o anel lenhoso tanto em sua porção basal (figura 13; seta reta) quanto na sua porção apical (figura 15; cabeça de seta), demonstrando mais uma vez sua origem estaminal. A consistência lenhosa do anel deve-se à presença de lignina nas paredes destas células.

Estudos de anatomia floral têm permitido averiguar que no processo de coesão pode haver fusão externa sem alteração da estrutura interna e, portanto, os tecidos vasculares podem ou não se fundirem (Eames & MacDaniels 1947). Em *Xylopia aromatica*, observa-se uma coesão dos filetes formando o anel lenhoso ao redor dos carpelos sem ter havido fusão dos feixes vasculares (figuras 9-10, 12).

Considerando os conceitos gerais de primitivismo de Cronquist (1968), as Annonaceae representam um grupo que acumula muitos caracteres primitivos. Estes caracteres podem se modificar e evoluir independentemente uns dos outros, como tem ocorrido entre as Annonaceae. Para Takhtajan (1969), as Annonaceae constituem uma família evoluída dentro da ordem Magnoliales.

Até agora, apenas espécies do gênero *Atopostema* Boutique eram citadas como tendo estames fundidos em Annonaceae (Fries 1959); neste gênero africano, as flores possuem 8-9 estames com os filetes formando um tubo curto, alternados com muitos estaminódios. No estudo mais recente a respeito da morfologia floral em Annonaceae, Heusden (1992) também citou *Atopostema* como sendo o único gênero a apresentar fusão de filetes, onde os estames alternados com estaminódios estão fundidos na base formando um anel, sobre o qual as partes livres dos estames estão localizadas. Embora Heusden (1992) tenha apresentado esquema da flor de *X. aromatica*, interpretou o anel lenhoso como tendo natureza receptacular.

O anel lenhoso foi observado não só nas flores das nove espécies extra-amazônicas (Dias 1988)

como também em flores de várias espécies amazônicas de *Xylopia*; é possível que o anel lenhoso nessas espécies possua natureza apendicular, como constatado para *X. aromatica*. As espécies neotropicais foram referidas por Heusden (1992) como apresentando torus côncavo, juntamente com parte das espécies africanas. Heusden (1992) também afirmou que as espécies asiáticas e as demais africanas possuem torus mais ou menos plano. Um estudo das flores dessas espécies confirmaria a origem do anel, possibilitando uma visão global do gênero *Xylopia*.

Fries (1959) citou outros gêneros como *Duckeanthus* R.E.Fr., do Brasil, e *Pseudannonia* Saff., das Ilhas Maurício, onde a base da flor apresenta uma concavidade que aloja os carpelos, que em muito se assemelha a *Xylopia*. Fries (1959) referiu-se, ainda, a gêneros que têm androginóforo (torus) como *Mischogyne* Exell e *Denntia* Baker f., ambos da África. Heusden (1992) mencionou a presença de torus em algumas espécies de *Annona* L. e outros gêneros de Annonaceae. O androginóforo também é encontrado nas Magnoliaceae, onde é mais estreito e alongado.

Ao que parece, a estrutura floral em Annonaceae, mais especificamente referente à região onde se alojam o gineceu e androceu, é bastante variada, demonstrando que está se modificando ao longo dos tempos, como resposta às pressões seletivas. Tanto Cronquist (1968) como Takhtajan (1969) apontaram duas tendências gerais na evolução dos verticilos florais das Angiospermas: a redução do número e a coesão dos elementos florais. Desta forma, a fusão dos filetes e demais verticilos florais formando o anel lenhoso ao redor do gineceu constitui um avanço evolutivo para o gênero *Xylopia*. Nas Annonaceae o aparecimento de ginóforo e a posterior fusão do tubo estaminal, constituindo o androginóforo, é possível e necessita estudo posterior.

As flores de *Xylopia aromatica* são cantarófilas (Gottsberger 1970) e os besouros comem as partes carnosas da flor. Como o anel é lenhoso, é possível que proteja os carpelos, em menor número que os estames, contra o ataque de predadores.

Admite-se que os dados apresentados para *X. aromatica* certamente irão contribuir para o entendimento da flor em *Xylopia* e até mesmo em gêneros afins. Estes dados são de grande valia para a taxonomia da família. Koek-Noorman et al. (1990) e

Kessler (1993) reconheceram as dificuldades encontradas em se propor um novo sistema de classificação para as Annonaceae devido à falta de um estudo global dos gêneros, com ênfase na morfologia de frutos e sementes, ao lado da estrutura floral. Portanto, mais informações a respeito da estrutura floral de outros representantes das Annonaceae contribuirão para a proposta de uma classificação mais natural para a família.

Agradecimentos - À Maria Odete Fontana Pedrossanti, pela preparação do laminário histológico; à Esmeralda Zanchetta Borghi, pelo recobrimento a nanquim das ilustrações e à Mary Ester Simões Silva pelas ampliações fotográficas.

### Referências bibliográficas

- AUBLET, J.B.C.F. 1775. Histoire des plantes de la Guiane Française. v.1. P.E. Didot, Paris.
- BENTHAM, G. & HOOKER, J.D. 1862. Annonaceae. In Genera Plantarum (G. Bentham & J.D. Hooker, eds.). v. 1. J. Cramer, Weinheim, p.20-29.
- CRONQUIST, A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. H. Mifflin, Boston.
- CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press, New York.
- DE CANDOLLE, A.P. 1824. Annonaceae. In Prodrômus systematis naturalis regni vegetabilis (A.P. de Candolle ed.). v. 1. Treuttel & Wurtz, Paris, p.83-94.
- DIAS, M.C. 1988. Estudos taxonômicos do gênero *Xylopi* L. (Annonaceae) no Brasil extra-amazônico. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1947. An introduction to plant anatomy. McGraw-Hill, New York.
- FRIES, R.E. 1959. Annonaceae. In Die Natürlichen Pflanzenfamilien (A. Engler & K. Prantl, eds.) .v. 17 a. Duncker & Humblot, Berlin, p. 1- 171.
- GABRIELLI, A.C. 1992. Contribuição ao estudo anatômico da raiz de *Pyrostegia venusta* (Ker.) Miers - Bignoniaceae. Revta brasil. Bot. 15:95-104.
- GOTTSBERGER, G. 1970. Beiträge zur Biologie von Annonaceen- Blüten. Oester. Bot. Z. 118:237-279.
- HEUSDEN, E.C.H. 1992. Flowers of Annonaceae: morphology, classification and evolution. Blumea 7:1-218.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York.
- KESSLER, P.J.A. 1993. Annonaceae. In The families and genera of vascular plants. Flowering plants; Dicotyledons (K. Kubitzki, J.G. Rohwer & V. Bittrich, eds.). v. 2 .Springer-Verlag, Berlin, p. 93-128.
- KOEK-NOORMAN, J., WESTRA, L.Y. Th. & MAAS, P.J.M. 1990. Studies in Annonaceae. XIII. The role of morphological characters in subsequent classifications of Annonaceae: a comparative survey. Taxon 39:16-32.
- LINNAEUS, C. 1759. Systema Naturae. 10 ed. v. 2. Laurentii Salvii, Stockholm.
- MARTIUS, C.F.P. 1841. Annonaceae. In Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). v. 13, pt. 1. Frid. Fleischer in comm., Lipsiae, p.41-44.
- SAINT-HILAIRE, A.F.C.P. 1825. Flora brasiliana meridionalis. v.1. Grimbert, Paris.
- TAKHTAJAN, A. 1969. Flowering plants. Origin and dispersal. Oliver & Boyd, Edinburgh.