

CARPOLOGIA DE Couroupita guianensis Aublet (Lecythidaceae)
II — Anatomia

CARPOLOGY OF Couroupita guianensis Aublet (Lecythidaceae)
II — Anatomy

MARIA MIRANDA SCHOENBERG*

RECEBIDO EM: 21/06/82
APROVADO EM: 21/07/82

INTRODUÇÃO

O fruto de *Couroupita guianensis* Aublet, classificado carpologicamente como EUCARPO, DRUPÓIDE, DRUPACEO, DRUPISARCÍDIO — SHOENBERG (23), apresenta características que estão, indubitavelmente, inferidas na estrutura da flor que lhe deu origem. Partindo das estruturas florais, a polinização e a fecundação desencadeiam mecanismos biológicos destinados a promover a adequação destas estruturas às funções da biofase carpomática. O crescimento do fruto é condicionado a modificações histológicas que se expressam nos caracteres exo e endomórficos.

Em se tratando de fruto proveniente de flor com ovário adnato, requer prévios estudos da Teoria dos ovários ínferos, seguidos de observações anatômicas da vascularização floral, para reconhecer a natureza apendicular ou receptacular da parede extracarpelar.

O fruto maduro é "sui generis", apresenta um putâmen contendo um sarcocarpo plurispermado, condição pouco comum. Este putâmen acha-se envolvido pelo sarcocarpo externo e casca crassa. Para a correta interpretação da natureza destas partes houve necessidade de um estudo da histogênese do fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *C. guianensis* Aublet estudados provêm de árvores cultivadas no Horto Botânico do Museu Nacional do Rio de Janeiro. As observações anatômicas basearam-se especificamente em frutos da árvore cuja exsicata se encontra no Herbário da mesma Instituição sob nº R-138.673.

Os estudos de anatomia foram procedidos em fases do desenvolvi-

* Professor Assistente do Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

mento correspondentes àquelas observadas morfológicamente (SCHOENBERG, parte I deste estudo), para permitir um correlacionamento entre as transformações morfo-histológicas. Nas primeiras etapas do desenvolvimento, fez-se necessário observar um maior número de estádios.

As amostras constaram de botões florais em pré-antese, frutos inteiros para as primeiras fases de crescimento e, para as demais, segundo a fig. 1A para os frutos sem diferenciação estrutural e fig. 1B para os diferenciados. O material foi fixado em FAA — JOHANSEN (15) com infiltração por bomba de vácuo.

Inicialmente as amostras foram submetidas a lavagem em água corrente durante 36 horas. A desidratação realizou-se em série alcoólica: 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, com troca por decantação a cada 24 horas; em seguida, álcool absoluto com três trocas em intervalos de 48 horas. Passagem para álcool-xilol 3:1, 1:1, 1:3 e xilol puro com troca a cada 24 horas. A seguir, foi feita a impregnação com parafina. Na primeira etapa, adicionando-se raspas de parafina ao xilol, a frio, até a saturação. Seguiu-se a impregnação a 56°C com três a quatro substituições da mistura xilol-parafina por parafina pura fundida a cada 24 horas.

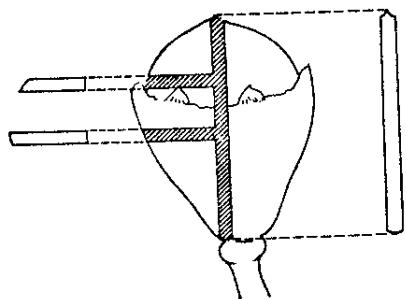
Assim obtiveram-se 220 blocos, dos quais foram trabalhados 134. Quatro deles de botões florais inteiros, em dois estádios de desenvolvimento, desdobrados por cortes transversais e longitudinais, em série; quatro de frutos inteiros, na primeira fase do desenvolvimento, seccionados por cortes transversais e longitudinais, em série; quatro de frutos inteiros em três estádios subsequentes em cortes transversais, em série. Os demais blocos, de diferentes regiões dos frutos, conforme acima citado, por cortes nos dois sentidos.

Parte da córtice do fruto maduro e parte do putâmen no penúltimo e último estádios de maturação, foram fervidos para amolecer e retirar o ar, durante 12 horas. Em seguida, impregnados com polietileno glicol — WILCOX (26). Colocou-se na estufa a 65°C, o material em 200ml PEG a 20%, até que a solução se reduzisse a 1/5 do volume inicial. Passou-se, então, o material para PEG puro fundido e deixou-se na estufa por mais 12 horas. Prepararam-se os blocos para seccioná-los em micrótomo de madeira.

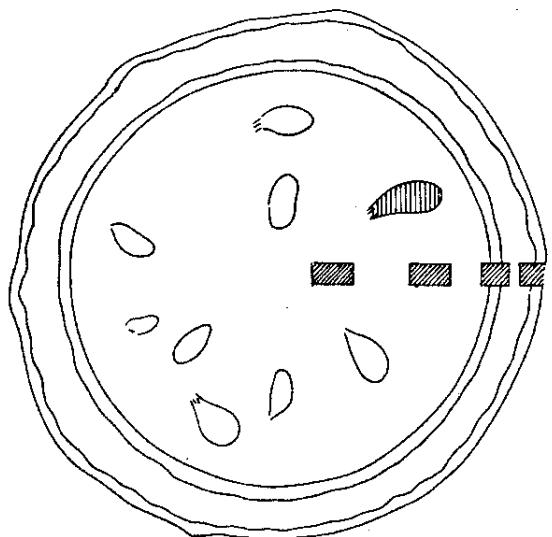
Para as secções do material incluído em parafina usou-se adesivo de HAUPT, recebendo-as em solução de formalina, a 4%, nas lâminas colocadas em mesa térmica para a distensão das secções. Procedeu-se a desparafinagem e hidratação em série alcoólica a partir de xilol puro até álcool a 20%. A dupla coloração foi feita em "safrabau" * (10 ml de solução aquosa de safranina a 1% e 90ml de solução aquosa de azul de astra a 1%). Procedeu-se, a seguir, a desidratação na mesma série alcoólica.

As secções do material impregnado com polietileno glicol foram lavadas em água, dupla colocação em "safrablau", desidratação em série alcoólica: 50%, 70%, 90%, duas vezes em álcool absoluto e finalmente em xi-

* BURGER, L.M. & TEIXEIRA, L.L. 1978. Professores de anatomia da madeira do curso de Engenharia florestal do Setor de Ciências Agrárias da U.F.P. — Comunicação pessoal.



AMOSTRAS DE FRUTOS INDIFERENCIADOS



AMOSTRAS DE FRUTOS DIFERENCIADOS

FIG. 1 — Esquema de frutos mostrando a posição das amostras utilizadas nos estudos de histogenia.

lóp puro; todo este procedimento foi realizado sobre lâminas, devido a delicadeza do material.

Montaram-se 2.123 lâminas, em "entelan", numeradas em seqüência.

As ilustrações constam de fotomacro e fotomicrografias, desenhos esquemáticos e diagramas.

RESULTADOS

O estudo da vascularização da flor e do fruto, em seus primeiros estádios de desenvolvimento, destina-se não só à confirmação da natureza apendicular da parede extra carpelar, como também ao reconhecimento das modificações preliminares desse sistema em função da biofase carpomática.

O estabelecimento de paralelos, entre as modificações morfológicas e anatômicas, faz-se possível comparando o quadro 1 das grandes etapas do desenvolvimento morfológico (SCHOENBERG, parte I deste estudo) com o quadro 1 das grandes etapas do desenvolvimento — histogênese, do presente estudo, cujos dados completam-se e explicam-se de maneira coerente.

VASCULARIZAÇÃO — O sistema vascular da flor e do fruto jovem é constituído pelos feixes corticais, fundamentais e placentários.

Feixes corticais — formam rede vascular com inúmeras ramificações e anastomoses na periferia do androperianto e lacínios sepalares. Na biofase carpomática, esses feixes passam a ser envolvidos por bainha de fibras esclerenquimáticas, que aumenta progressivamente e sofre torções. Esse processo progride no sentido da base para o ápice. No fim da maturação do fruto, vem participar da corteza (Prancha I, fotos 1 e 2).

Feixes fundamentais — Na base da flor formam um cilindro. Em nível superior individualizam-se 21 deles (Prancha II, fotos 4 e 5). Na biofase antomática, 6 destinam-se à vascularização mediana das sépalas, marginal das pétalas e androceu; 6 para a vascularização mediana das pétalas, androceu e carpelos; 9 para a vascularização do androcreu (fig. 2). Participam, também, do complexo reticular, em vários níveis, mas principalmente logo abaixo dos lóculos (Prancha II, foto 6; Prancha III, foto 7). Na biofase carpomática, os 21 feixes fundamentais, na base do fruto, apresentam bainha esclerenquimática incompleta (Prancha I, foto 2). Em estádio posterior, nota-se crescimento secundário, organizando-se, na base dos feixes fundamentais, uma bainha esclerenquimática descontínua (Prancha I, foto 3).

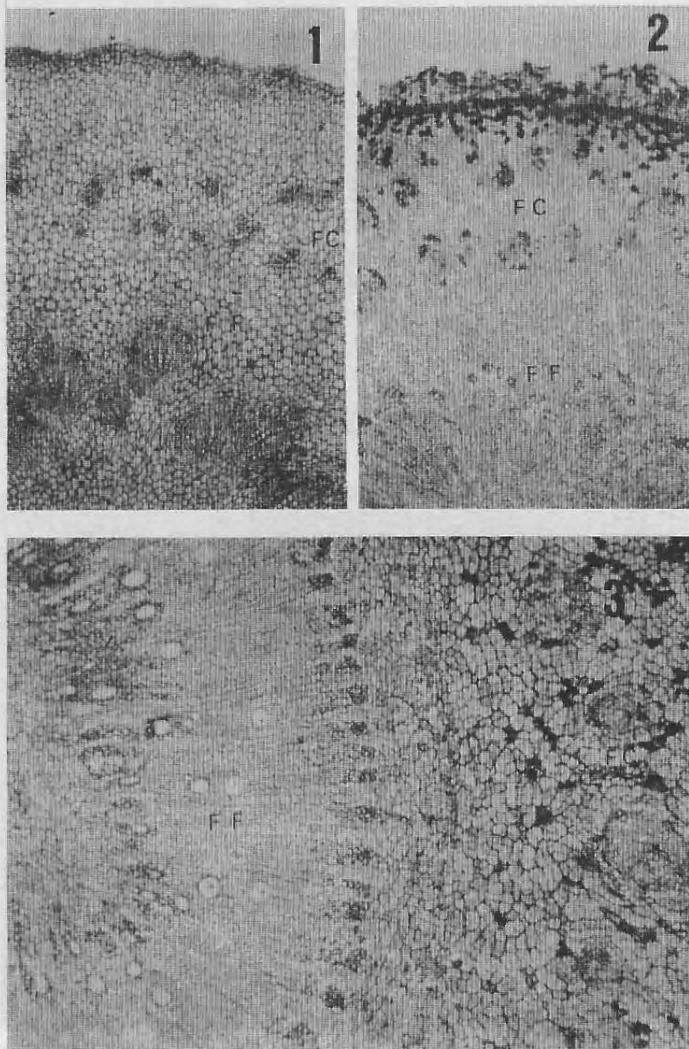
Feixes carpelares dorsais — A partir do anel do androceu, 6 feixes carpelares dorsais, participantes dos feixes fundamentais, ascendem até ao estíigma, ligando-se aos placentários laterais e ventrais (Prancha III, foto 8; Prancha V, foto, 11; Prancha VI, foto 13 A, B e C). Em seu percurso, emitem vários ramos tangenciais. Na biofase carpomática, adquirem bainha esclerenquimática, no sentido do ápice para a base, sendo que os ramos mais periféricos irão participar da corteza, no final da maturação do fruto.

Feixes placentários — Constituídos pelo complexo reticular, feixes carpelares laterais e ventrais.

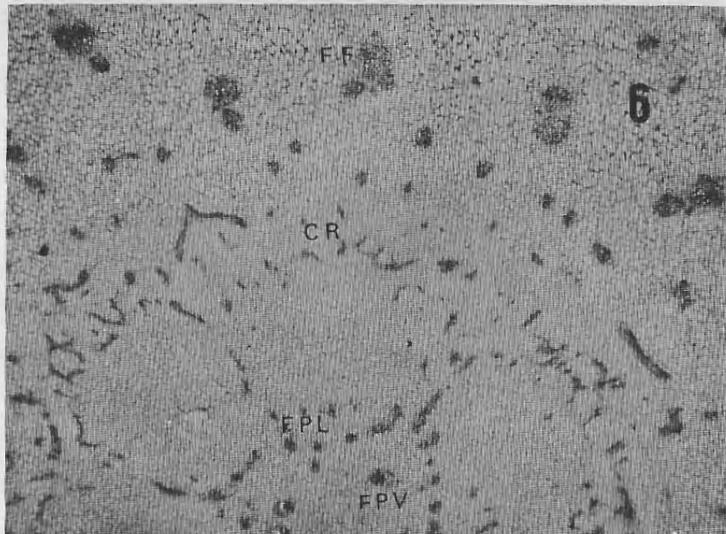
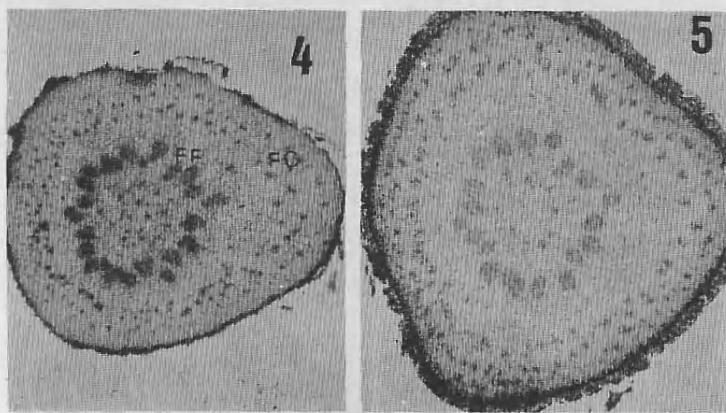
Complexo reticular — Diferenciam-se a partir da base dos lóculos pela ramificação contrífuga dos feixes laterais e ventrais e centrípeta de feixes

**Quadro I – Grandes etapas do desenvolvimento do fruto
HISTOGÊNESE**

	CÓRTEC	SARCOCARPO PRIMORDIAL	SEMENTE						
15 dias	Primeiro felogénio sub-epidérmico a partir da base do fruto	Meristema de abscisão da corola e androceu	Tegumentos externo e interno, endotélio						
30 dias	Periderme no anfistego. Epiderme no filostego.	Divisão das células da epiderme interna. Proliferação das células dos septos e placenta.	Afastamento lateral dos tegumentos pelo alongamento das células do tegumento externo. Endosperma nuclear.						
45 dias	Periderme em todo o fruto	Endocarpo pluriestratificado. Proliferação das células dos septos e placenta. Desenvolvimento de glândulas mucilaginosas esquistogénias, uma na base e seis no ápice do ovário.	Absorção do endotélio para a estruturação do endosperma.						
60 dias	Sucessivos falogénios. Lenticelas	Placenta concrecidas entre si e com os septos. Epidermes placentárias muito próximas da epiderme interna dos lóculos.	Início da absorção do tegumento interno.						
3 meses	Idem	Concrecção das placenta com as paredes internas dos lóculos.	Sem modificações significativas. Aumento do volume.						
3 meses e meio	Idem	Sarcocarpo homogêneo, deixando cavidades às sementes.	Em cavidades individuais. Proliferação das células sub-epidérmicas do tegumento externo.						
4 meses	Idem	Elongamento das células do parênquima próximo às sementes. Ampliação da cavidade que contém as sementes devido ao crescimento mais rápido do estegosperma que delas.	Início da emissão dos tricomas na epiderme da testa. Absorção das camadas internas do tegumento externo.						
4 meses e meio	Destacamento das peridermes		Continuação do processo						
5 meses	Idem	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sarcocarpo Externo</th> <th>Putâmen</th> <th>Sarcocarpo Interno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Divisão celular predominantemente no sentido anticlinal.</td> <td>Evidenciação apenas como vários estratos celulares de menor tamanho.</td> <td>Evidenciação dos caliônios como grupos de células maiores no parênquima.</td> </tr> </tbody> </table>	Sarcocarpo Externo	Putâmen	Sarcocarpo Interno	Divisão celular predominantemente no sentido anticlinal.	Evidenciação apenas como vários estratos celulares de menor tamanho.	Evidenciação dos caliônios como grupos de células maiores no parênquima.	Tricomas da testa intrusivos ao sarcocarpo interno. Endosperma estruturado, limitando cavidade interior.
Sarcocarpo Externo	Putâmen	Sarcocarpo Interno							
Divisão celular predominantemente no sentido anticlinal.	Evidenciação apenas como vários estratos celulares de menor tamanho.	Evidenciação dos caliônios como grupos de células maiores no parênquima.							
6 meses	Esclerênquima sub-peridérmico representado pelas bainhas dos feixes vasculares periféricos.	Continuação do processo.	Estratos celulares mais internos com células de diâmetro radial menor.	Sem modificações significativas.					
7 meses	Continuação do processo	Aumento em extensão		Primórdios do embrião					
10 meses	Idem	Continuação do processo	Esclerificação das células com excessão daquelas vizinhas dos feixes vasculares.	Esclerificação das células da epiderme, excluindo os tricomas, e células sub-epidérmicas.					
14 meses	Esclerificação das células parenquimáticas sub-peridérmicas – Córtece resistente.	Idem	Esclerificação de todas as células. Intimamente ligado ao sarcocarpo.	Embrião estruturado. Cristais em células sub-epidérmicas cutícula delgada. Poucos estratos de parênquima interno.					
15 meses	Córtece coriáceo facilmente destacável do sarcocarpo externo.	Amolecimento dos tecidos.	Facilmente destacável do sarcocarpo.	Facilmente destacável do sarcocarpo.					



PRANCHA I — Foto 1, fruto com 15 dias, secção transversal; feixes corticais FC e feixes fundamentais FF, na base do fruto. (53X)
Foto 2, fruto com 30 dias, secção transversal; feixes corticais FC e feixes fundamentais FF com bainha esclerenquimática, na base do fruto. (33X)
Foto 3, fruto com 60 dias, secção transversal, na base; feixes corticais FC e feixes fundamentais FF, marcado crescimento secundário. (53X)



PRANCHA II — Foto 4, Botão floral, secção transversal na base; 21 feixes fundamentais FF; ramos descendentes de feixes carpelares placentários ventrais e laterais, na medula; feixes corticais FC. (14,5X)

Foto 5, Fruto com 30 dias, secção transversal na base, 21 feixes fundamentais FF; ramos descendentes de feixes carpelares placentários ventrais e laterais, na medula; feixes corticais FC. (10X)

Foto 6, botão floral, secção transversal logo abaixo dos lóculos, organização do complexo reticular CR a partir dos feixes fundamentais FF e dos feixes carpelares placentários ventrais FPV e laterais FPL. (33X)

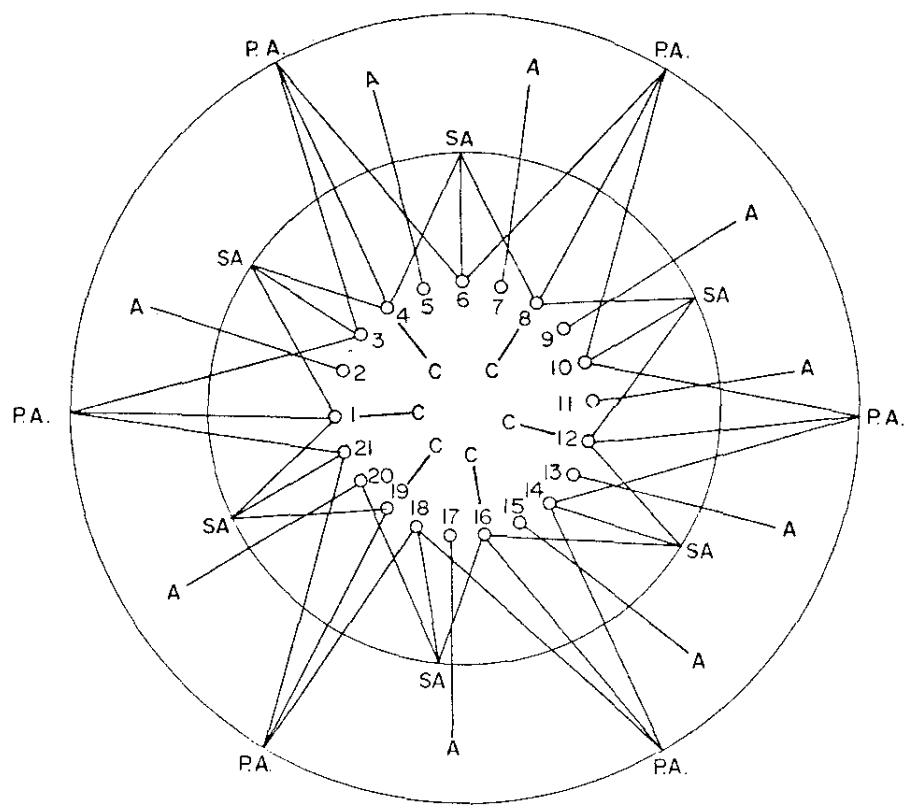
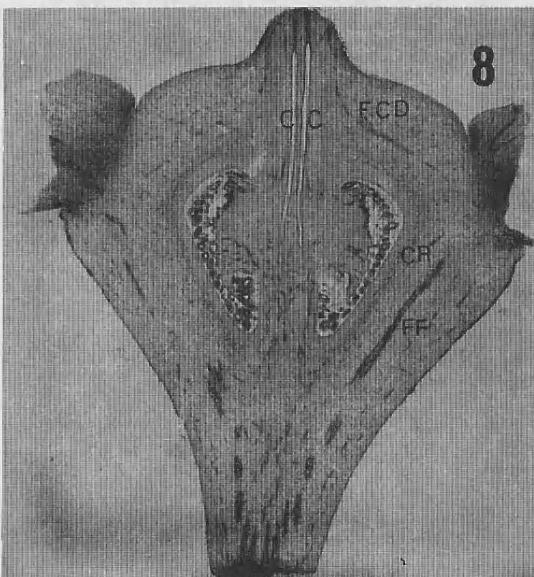
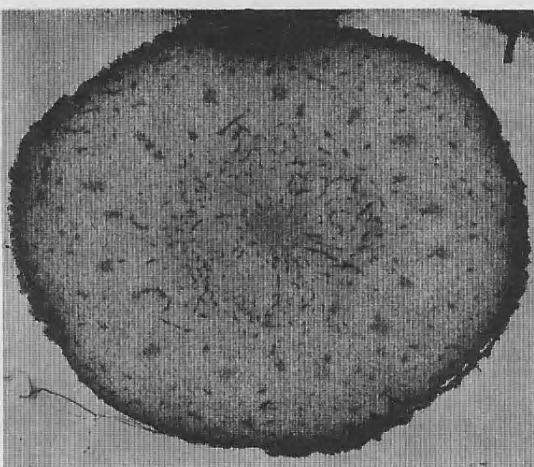
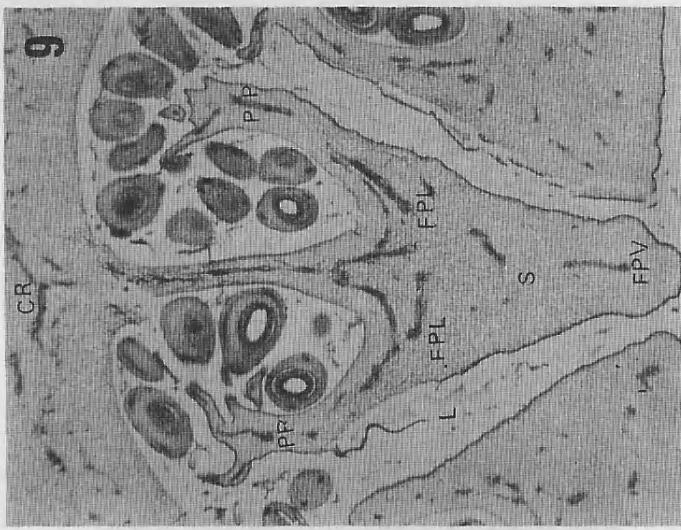


FIG. 2 — Projeção simplificada de diversos cortes transversais onde estão representados os 21 deixes fundamentais. As linhas indicam o sentido da vascularização. P. A. (pétala e androceu), S. A. (sepala e androceu), A (androceu unicamente), C (carpelos — feixes carpelares dorsais).



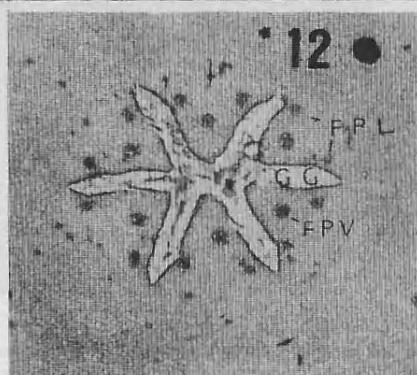
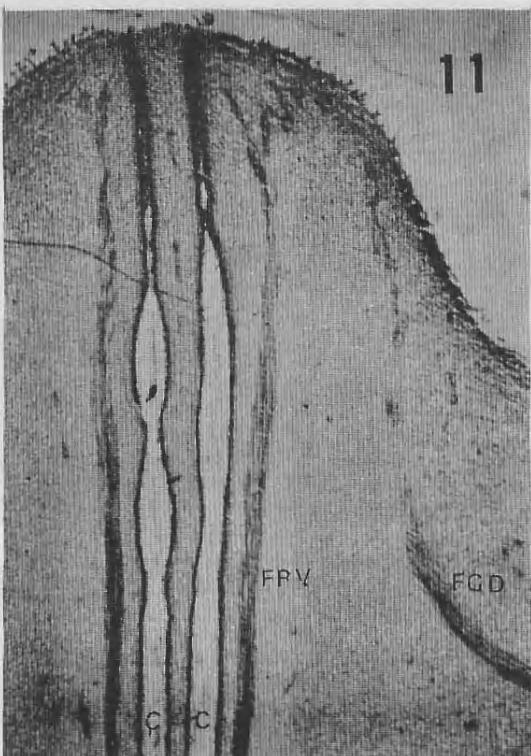
PRANCHA III – Foto 7, Fruto com 45 dias, secção transversal logo abaixo dos lóculos, organização do complexo reticular a partir de ramos dos feixes fundamentais e dos feixes carpelares placentários ventrais e laterais. (5X)

Foto 8, botão floral, secção longitudinal, feixes carpelares dorsais FCD, partindo do anel do androceu, à direita, ascendente em direção ao estígma. (5X)



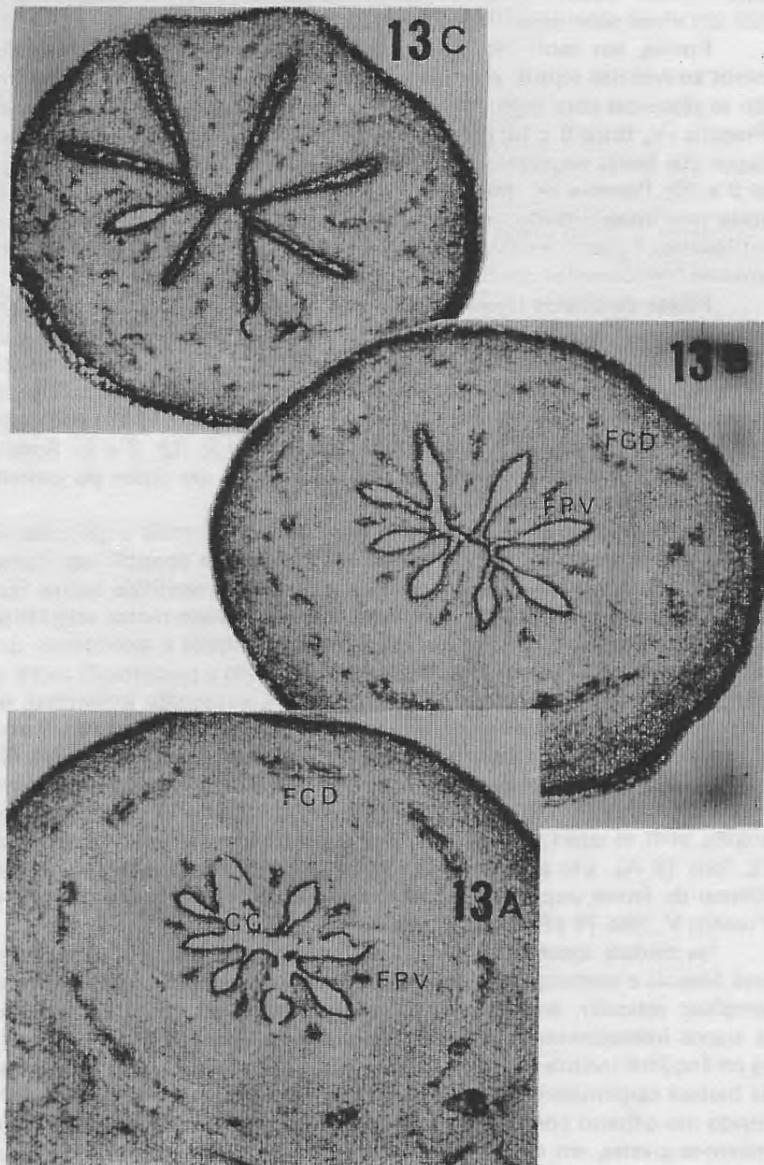
PRANCHA IV — Foto 9, botão floral, secção transversal de um septo Sp e duas hemiplacentas PP ao nível da placentação parietal; ramos do complexo reticular CR através dos septos, na porção mediana curvam-se em direção às placentas PP; ramos dos feixes carpelares placentários ventrais FPV e laterais FPL unem-se a eles para vascularização dos rudimentos seminais. (33X)

Foto 10, botão floral, secção transversal de dois septos Sp e ramos placentários PA, ao nível da placentação axial; ramos do complexo reticular CR através dos septos; feixes carpelares placentários ventrais FPV e laterais FPL. (33X)



PRANCHA V – Foto 11, botão floral, secção longitudinal no ápice, união do feixe carpelar placentário ventral FPV com o feixe carpelar dorsal FCD. (33X)

Foto 12, botão floral, secção transversal ao nível do estilete, feixes carpelares placentários ventrais FPV e laterais FPL. (33X)



PRANCHA VI — foto 13A, B e C, botão floral, secção transversal em níveis ascendentes; união dos feixes carpelares placentários ventrais FPV com os feixes carpelares dorsais FCD, contornando as comissuras do estíigma. (33X)

fundamentais. Estes últimos emitem ramos para o complexo reticular também em níveis superiores (Prancha II, foto 6; Prancha III, foto 7).

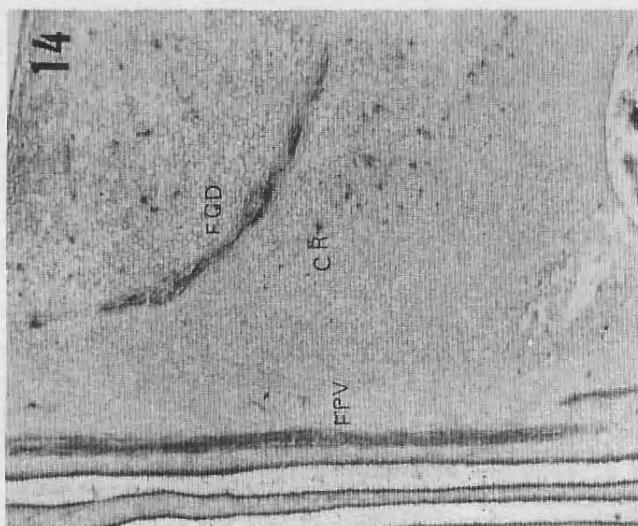
Forma, em torno do ovário, uma intensa rede vascular, emitindo ramos através dos septos, em cuja região mediana sofrem curvatura em direção às placetas para suprirem os rudimentos seminais de carpelos vizinhos (Prancha IV, fotos 9 e 10; Prancha IX, fotos 18 e 19). Nessa região recebem traços dos feixes carpelares placentários laterais e ventrais (Prancha IV, foto 9 e 10; Prancha IX, fotos 18 e 19). O complexo reticular consome-se, quase que integralmente, na vascularização placentária. Na região superior aos lóculos, é pouco evidente e tangencial, contornando o canal estilar juntamente com os ramos dos feixes carpelares dorsais (Prancha VII, foto 14).

Feixes carpelares laterais — No eixo basal do ovário, onde a placentação é axial, diferenciam-se 12 feixes carpelares laterais, localizados 2 a 2, em oposição aos lóculos (Prancha IX, foto 18; figs. 3 e 4). Em planos superiores, onde a placentação é parietal, seguem ascendentes, deslocando-se na direção dos lobos placentários. Emitem, então, ramos que se anastomosam com aqueles oriundos dos septos (Prancha IV, foto 9; figs. 3 e 4). Após a vascularização placentária unem-se com os ventrais no ápice do estilete (Prancha V, foto 12 e Prancha VI, foto 13 A).

Feixes carpelares ventrais — Na base do ovário, onde a placentação é axial, diferenciam-se 6 feixes ventrais, localizados em oposição aos septos (Prancha IV, foto 10). Tomam direção ascendente, emitindo ramos que se ligam aos feixes carpelares laterais ou diretamente aos ramos originários dos septos. Emitem-nos, também, em direção centrípeta e ascendente, terminando na protuberância axial (fig. 3 e 4). Quando a placentação torna-se parietal, apresentando septos em forma de setas, em secção transversal, os feixes ventrais localizam-se na extremidade central delas, continuando a emitir ramos, nas mesmas condições anteriores (Prancha IV, foto 9; figs. 3 e 4). Após a vascularização placentária, ascendem até ao estigma. Em cada reentrância do canal do estilete, aparecem juntamente com os dois carpelares laterais, com os quais se unem em nível apical (Prancha V, foto 12; Prancha VI, foto 13 A). Em mesmo nível, ocorre a união desses feixes com igual número de feixes carpelares dorsais, contornando as comissuras do estilete (Prancha V, foto 11 e Prancha VI, fotos A, B e C).

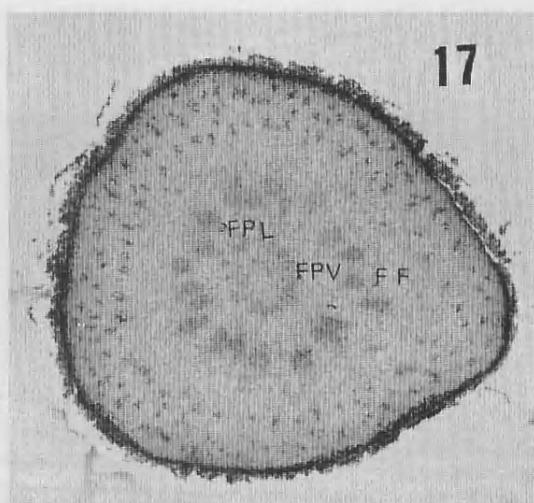
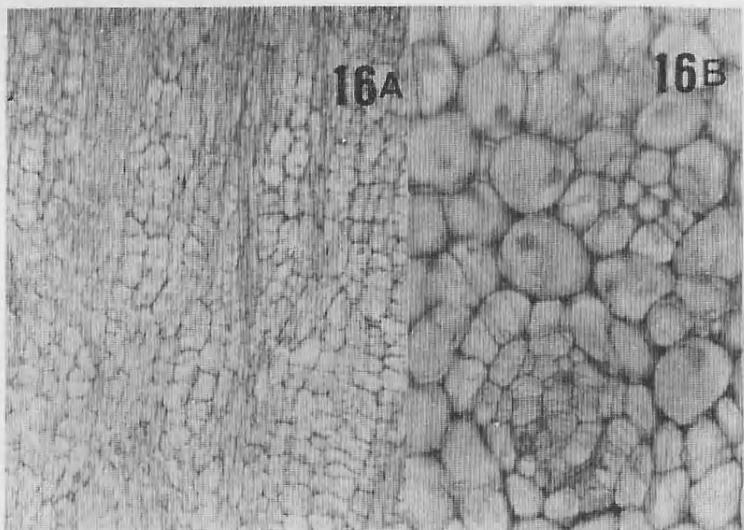
Na biofase antomática, em nível abaixo dos lóculos, os feixes carpelares laterais e ventrais, além de emitirem ramos para então constituirem o complexo reticular, emitem outros descendentes que formam um retículo de traços intensamente anastomosados que, cada vez mais finos, terminam no parênquima medular (Prancha VII, foto 15; Prancha VIII, foto 16 A e B). Na biofase carpomatáctica tornam-se menos numerosos, de maior calibre, formando um cilindro concêntrico interno àquele dos feixes fundamentais, até unirem-se a estes, em estádios mais avançados do desenvolvimento do fruto (Prancha II, fotos 4 e 5; Prancha VIII, foto 17).

CÓRTICE — Na biofase antomática, o estrato epidérmico é monoes-tratificado sob dois aspectos distintos: na zona androperianítica a epiderme apresenta tricomas unicelulares ou bicepituados, estômatos diacíticos e formações lenticulares; na zona carpelar, a epiderme é destituída de tricomas e

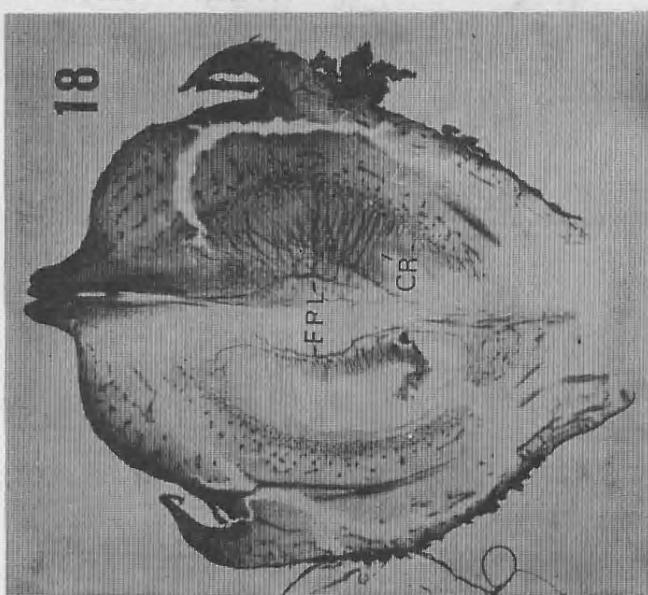
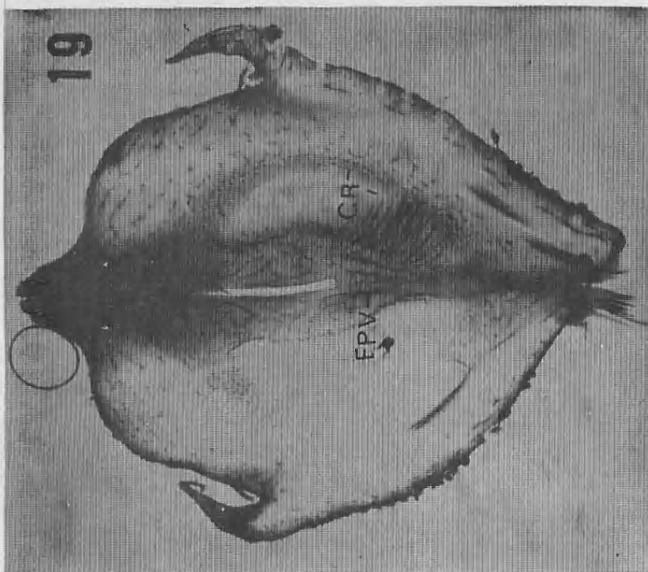


PRANCHA VII — Foto 14, botão floral, secção longitudinal acima do lóculo; feixe carpelar placentário ventral FPV no lóbulo do estilete, feixe carpelar dorsal FCD acima dos últimos traços do complexo reticular CR. (33X)

Foto 15, botão floral, secção longitudinal na base dos lóculos; feixes carpelares placentários ventrais FPV emitindo ramos para o complexo reticular CR e ramos descendentes. (33X)



PRANCHA VIII – Foto 16A, secção longitudinal abaixo dos lóculos, ramos descendentes dos feixes carpelares placentários laterais e ventrais; B, secção transversal destes mesmos ramos na região modular basal, aspecto procambial.
Foto 17, fruto com 45 dias, secção transversal na base, círculo de feixes fundamentais FF, concentricamente, o círculo dos ramos descendentes dos feixes carpelares ventrais FPV e laterais FPL. (8X)



PRANCHA IX — Fotos 18 e 19, fruto com 45 dias, secção longitudinal; complexo reticular CR e seus ramos através dos septos; feixes carpelares placentários ventrais FPV e laterais FPL. (4X)

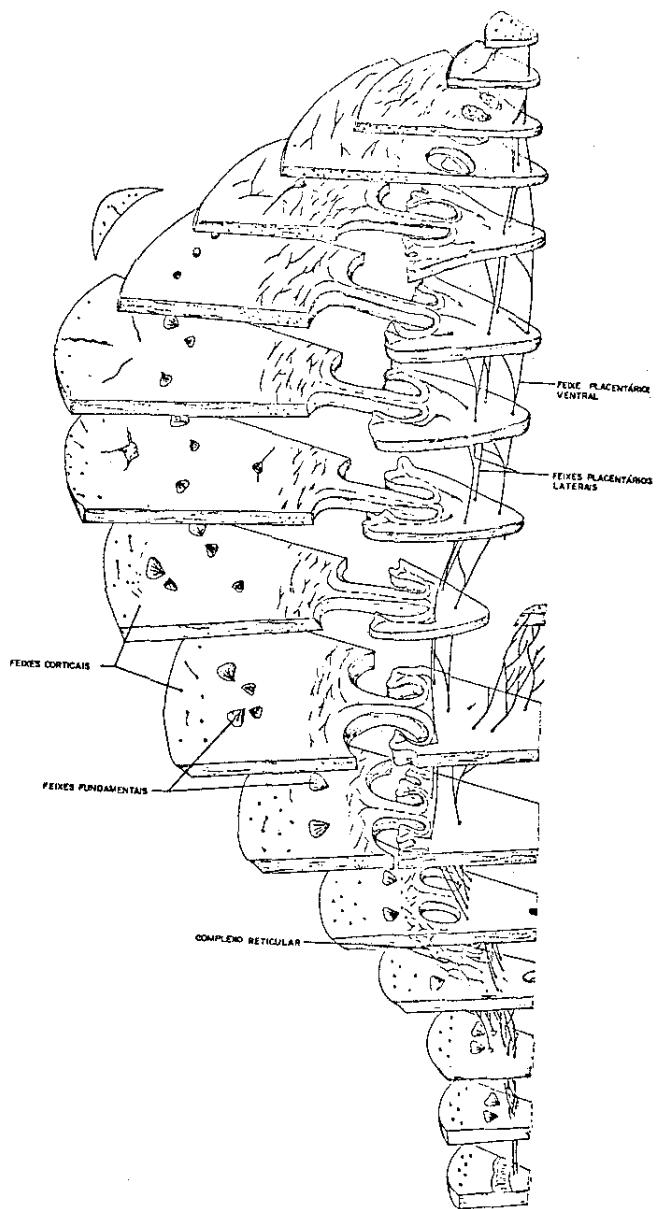


FIG. 3 — Percurso dos feixes carpelares placentários ventrais e laterais.

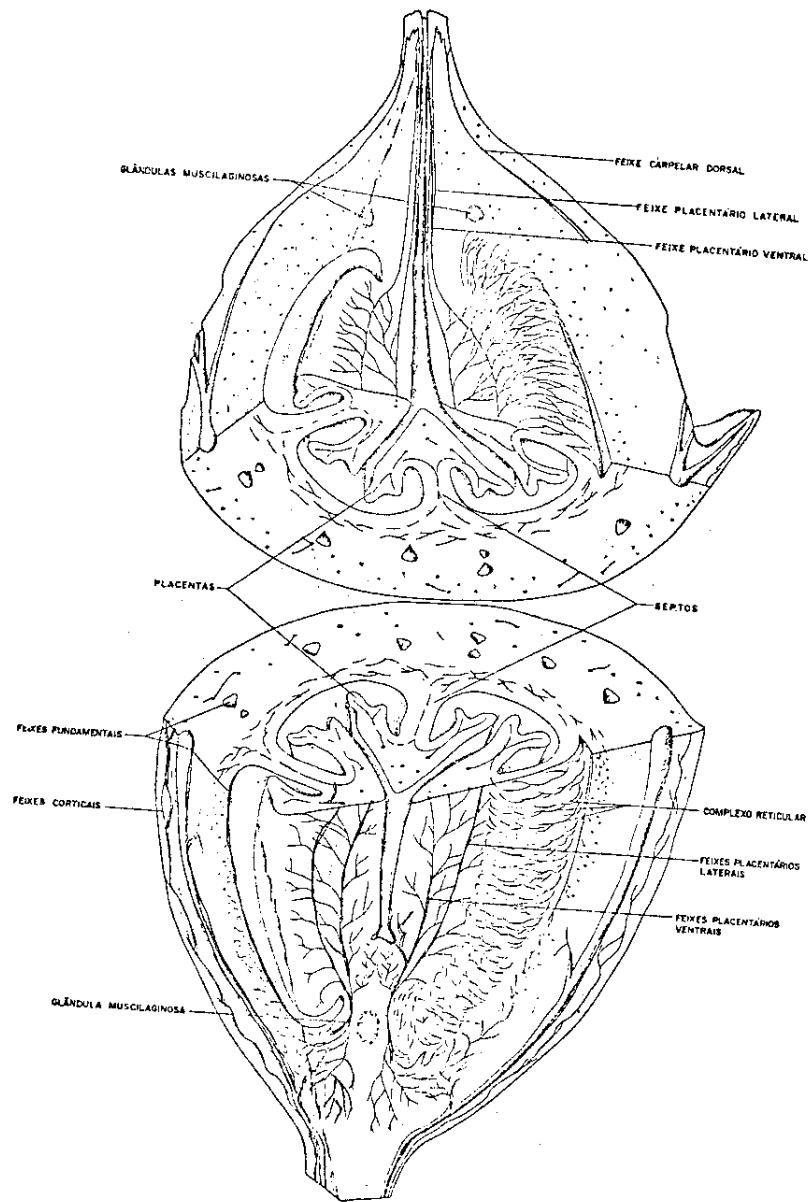


FIG. 4 — Vascularização em fruto jovem, em projeção esquemática.

formações lenticelares, apresentando, entretanto, maior número de estômatos do tipo actinocítico (Prancha X, fotos 20 A e B, 21 A e B).

Na biofase carpomática, a córtice desenvolve-se a partir de estratos celulares sub-epidérmicos, por divisões periclinais e anticlinais, constituindo o primeiro felogênio (Prancha X, foto 22). Na zona de abscisão da corola e androceu, desenvolve-se um meristema de abscisão, responsável pela queda do conjunto corola e androceu (Prancha XI, foto 23), fatos esses evidentes já no primeiro mês de seu desenvolvimento.

Em frutos com aproximadamente 45 dias, na base da zona anfistega, é nítida a estruturação peridérmica com resquícios da epiderme ainda presentes. Em níveis superiores, observa-se duas zonas sucessivas de felogênio e periderme, onde ocorrem lenticelas. Na zona de abscisão, o meristema torna-se mais amplo, não só pelo maior número de células quanto pelo aumento do diâmetro radial. Na zona filostega, não houve ainda estruturação peridérmica.

Em frutos aproximadamente com 60 dias, os fatos se sucedem em prosseguimento aos anteriores, mas, o que caracteriza este estádio, é a estruturação da periderme na zona filostega, onde o felogênio limita uma só zona peridérmica além das primeiras formações lenticelares.

A partir desse estádio, o desenvolvimento da córtice é uniforme para todas as zonas do fruto. É constituída pela periderme e pelo parênquima sub-peridérmico onde se desenvolve um esclerênquima a partir das bainhas dos feixes corticais e ramos dos feixes carpelares dorsais periféricos. A periderme, com abundantes lenticelas, sofre sucessivos destacamentos à medida que um novo felogênio se estrutura em camadas internas (Prancha XI, foto 24).

Na zona cortical, em frutos de aproximadamente 13 meses, o parênquima sub-peridérmico se esclerifica formando, com o conjunto de fibras e a periderme, uma córtice estruturada firmemente presa ao sarcocarpo externo, penetrando-o de maneira irregular (Prancha XI, foto 25 A e B).

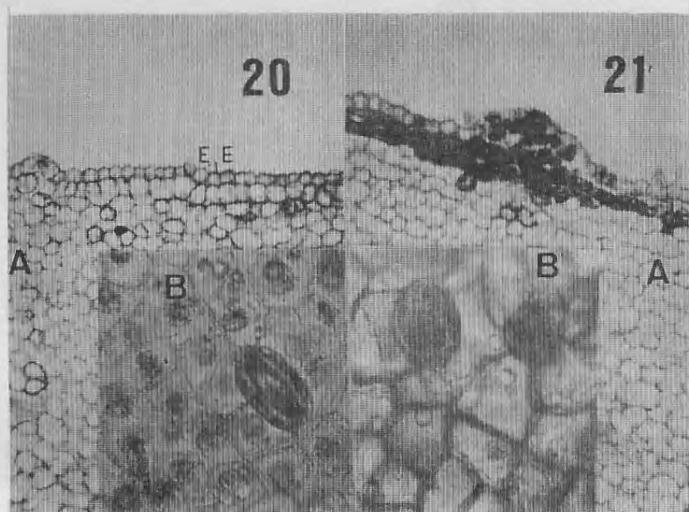
Em frutos maduros, quando ocorre sua queda, a estrutura da córtice se mantém íntegra, não sofrendo a ação da metamorfose da pectina. Pode ser facilmente destacada pelo amolecimento dos tecidos do sarcocarpo.

A origem e desenvolvimento da córtice acham-se esquematizados em três estádios na fig. 5.

SARCOCARPO

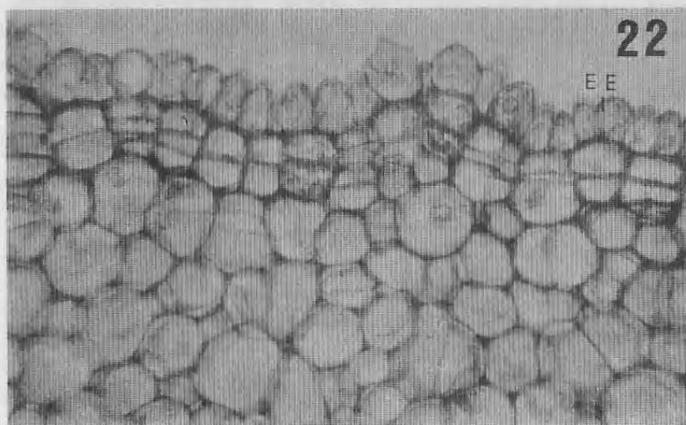
Sarcocarpo primordial — O limite entre os carpelos e androperianto é imperceptível em flores e frutos muito jovens.

Na biofase carpomática, até aproximadamente o 4º mês do desenvolvimento do fruto, o sarcocarpo permanece homogêneo. Durante este período ocorre intensa divisão celular que, em camadas mais externas, é predominantemente anticlinal. A epiderme interna, na luz dos lóculos, sofre divisões celulares periclinais e anticlinais, formando o endocarpo. As células sub-epidérmicas sofrem intensa divisão celular, predominantemente no sentido pericinal, formando ampla camada de células estratificadas (Prancha XII, fotos 26 e 27). Nas estruturas internas, septos e placenta, a divisão celular se dá em diversos planos, observando-se na epiderme placentária um espessamen-



20

21

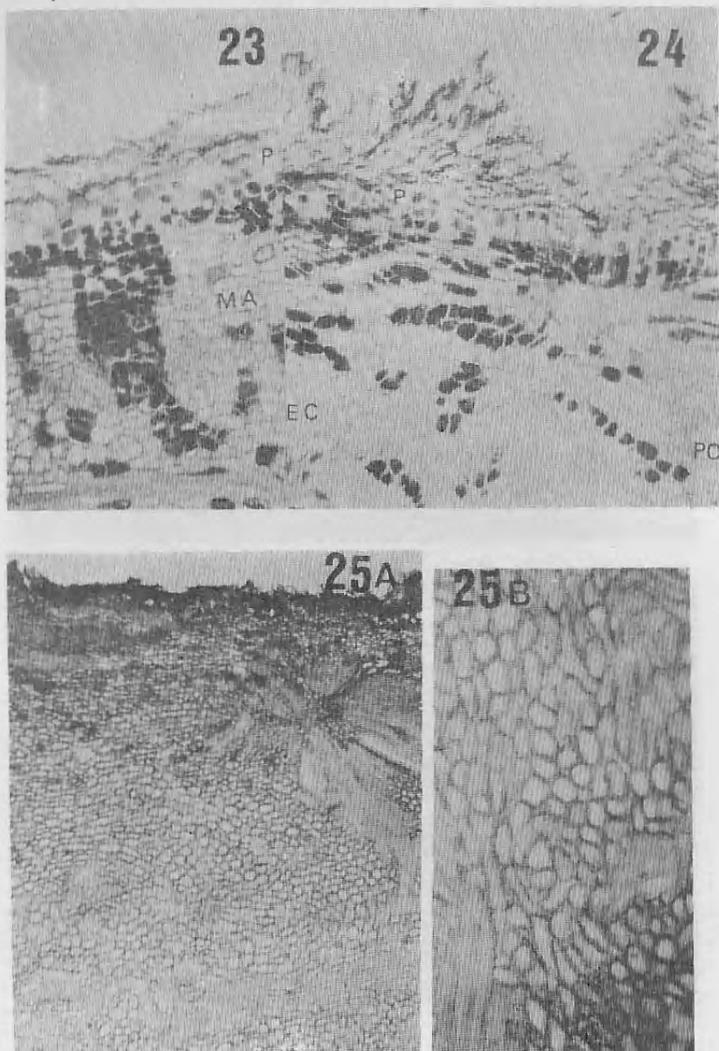


22

PRANCHA X — Foto 20A, botão floral, secção transversal ao nível da zona filostega; epiderme externa destituída de tricomas e formações lenticelares, presença de estômato. (132X); B, detalhe do estômato em vista frontal. (422X).

Foto 21A, Botão floral, secção transversal ao nível do anfistego, epiderme externa com tricomas e início de formações lenticelares. (132X); B, detalhe do estômato em vista frontal. (422X).

Foto 22, fruto com 15 dias, secção transversal na base, origem da periderme a partir das camadas sub-epidérmicas. (422X)



PRANCHA XI — Foto 23, fruto com 45 dias, secção transversal ao nível da abscisão da corola e androceu; início da formação peridérmica P, expressões do meristema de abscisão MA. (132X)

Foto 24, fruto com 5 meses, secção transversal, córtice em desenvolvimento apresentando lenticela na periderme P; parênquima cortical PC e esclerênquima cortical EC. (132X)

Foto 25, fruto na maturidade secção transversal, córtice destacada do sarcocarpo, esclerênquima de origem fibrosa e parenquimática, A com aumento de 53X e B com aumento de 132X.

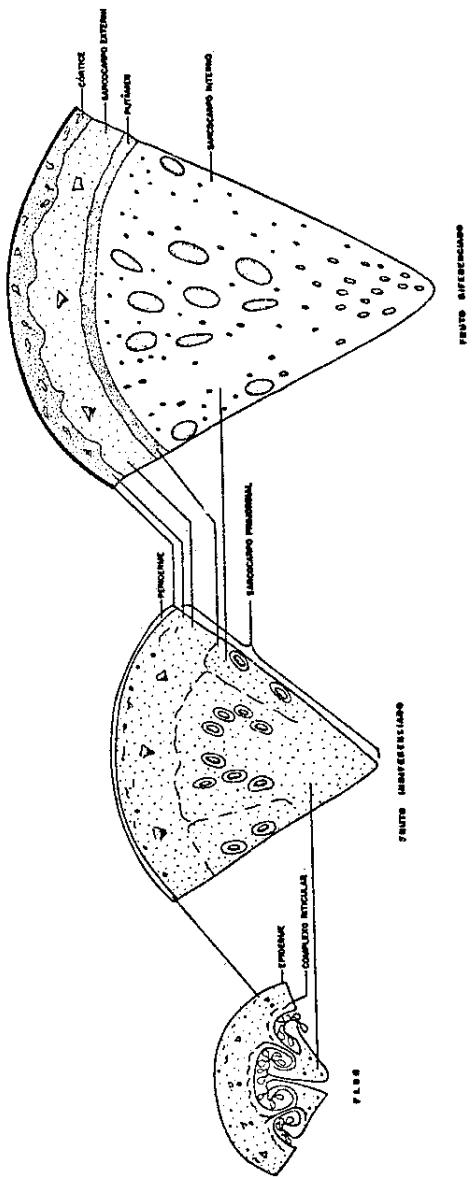
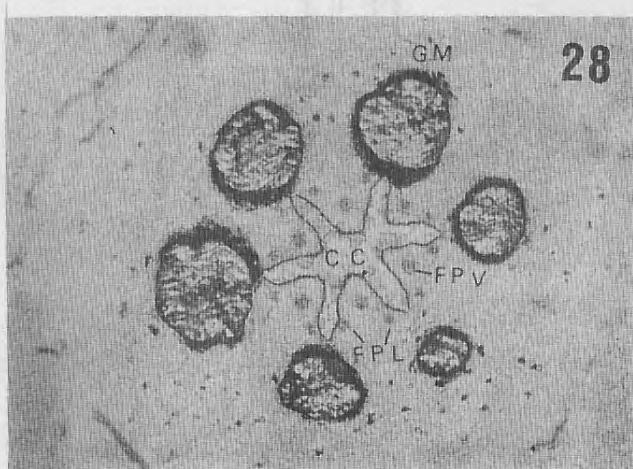
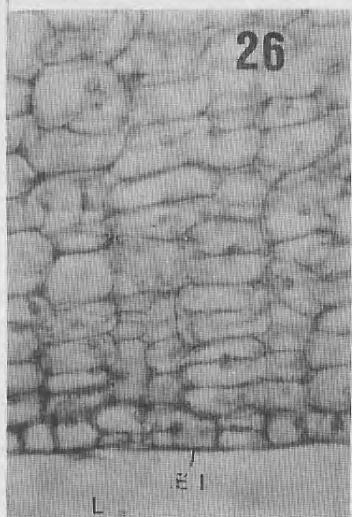


FIG. 5 — Origem e desenvolvimento das estruturas do fruto.



PRANCHA XII — Foto 26, fruto com 45 dias, secção transversal, detalhe da epiderme interna EI e camada celular pluriestratificada de origem endo e mesocárpica. (422X)
Foto 27, fruto com 60 dias, secção transversal; Placenta PP quase tocando a parede interna do lóculo L, complexo reticular CR. (53X)

Foto 28, fruto com 60 dias, secção transversal ao nível do estilete; canal comissural CC e glândulas mucilaginosas GM de natureza lisígena. (33X)

to externo de natureza péctica.

As glândulas, acusadas nas observações morfológicas (SCHOENBERG, parte I deste estudo) mostram-se de natureza lisígena (Prancha XII, foto 28).

Esta fase da maturação culmina com o concrescimento dos ramos placentários (Prancha XIII, foto 29), estes adnando-se com os septos e paredes internas dos lóculos, fechando-os (Prancha XIII, foto 30; Prancha XIV, foto 31 — note a linha de sutura acima das letras SP). No eixo superior, o canal comissural persiste, é preenchido porém, por tecido diferenciado, de células levemente maiores (Prancha XIV, foto 32).

Desta forma, o sarcocarpo é perfeitamente contínuo, de células poligonais, com exceção do meristema de abscisão e dos estratos fornecidos pela epiderme interna, cujas células têm maior diâmetro tangencial, todas de paredes delgadas, limitando pequenos espaços intercelulares.

A partir aproximadamente do 5º mês de desenvolvimento, inicia-se a diferenciação do sarcocarpo interno que se caracteriza pelo aparecimento dos caliônios, a princípio como conjunto de células maiores, de paredes delgadas, dentro do parênquima (Prancha XIV, foto 33). Limitando externamente este sarcocarpo que se estrutura, diferenciam-se duas zonas de células menores, a mais interna de células com diâmetro radial marcadamente menor e, a mais externa, de células isodiamétricas. São as primeiras manifestações do putâmen. Para o exterior, o parênquima homogêneo representa o sarcocarpo externo (Prancha XIV, foto 33).

Sarcocarpo externo — O sarcocarpo externo, durante todo o desenvolvimento do fruto, permanece homogêneo. Apresenta parênquima de células isodiamétricas e paredes delgadas limitando pequenos espaços intercelulares.

Nos primeiros estádios do desenvolvimento, é intensa a divisão celular, predominantemente anticlinal, para compensar o aumento do volume interno (Prancha XV, foto 34).

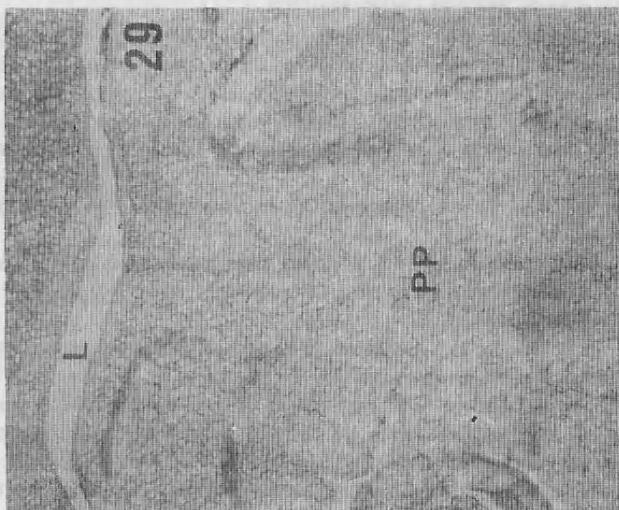
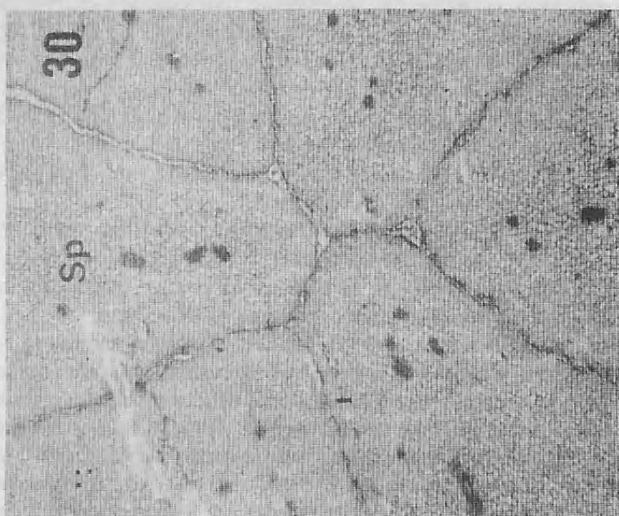
Nos quatro últimos meses, verifica-se o aumento de volume das células (Prancha XV, foto 35).

No fruto maduro, quando a lamela média perde sua ação cimentante, ocorre o amolecimento do tecido parenquimático e desagregação celular (Prancha XV, foto 36).

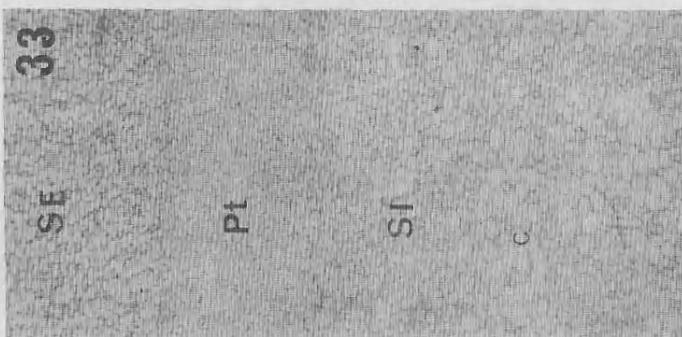
A fig. 5 fornece um esquema da origem e desenvolvimento do sarcocarpo externo em três estádios.

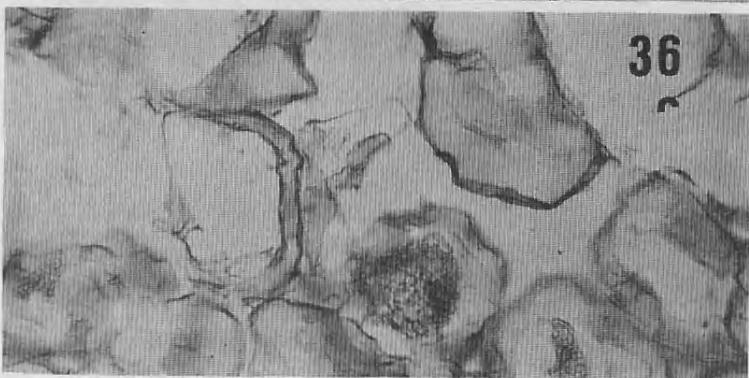
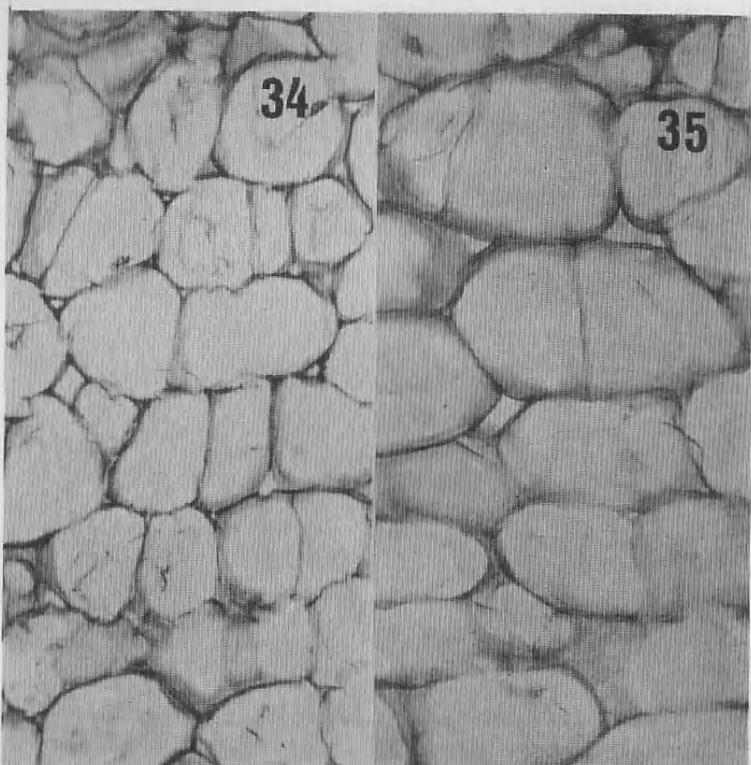
Sarcocarpo interno — O sarcocarpo interno é constituído por parênquima de células arredondadas, de paredes sempre delgadas, limitando espaços intercelulares amplos. Nesse parênquima é comum a presença de drusas. Essa região representa o maior volume do fruto por que as células sofrem divisões em vários planos. Somente no fim da maturação as células aumentam seu volume.

A porção do sarcocarpo interno, que envolve as sementes, apresenta parênquima homogêneo (sem caliônios), a princípio de células isodiamétricas, limitado na cavidade por uma epiderme mal diferenciada (Prancha XVI, foto 37). A partir do 4º mês do desenvolvimento, aproximadamente, as células do parênquima se alongam na direção da semente formando um tecido mais brando. A cavidade, onde se aloja a semente, é relativamente maior,



PRANCHA XIII – Foto 29, fruto com 60 dias, secção transversal; linha de concrecência entre duas hemiplacentas vizinhas, PP placenta parietal, L lóculo. (53X)
Foto 30, fruto com 60 dias, secção transversal; crescimento entre os septos fechando o lóculo axialmente. (33X)





PRANCHA XV — Foto 34, fruto com 5 meses, secção transversal, sarcocarpo externo.
(422X)

Foto 35, fruto com 7 meses, secção transversal; sarcocarpo externo. (422X)

Foto 36, fruto em plena maturidade; desagregação do tecido do sarcocarpo externo,
com lise de células. (422X)

como resultado da ampliação do sarcocarpo, numa intensidade maior que o crescimento da semente (Prancha XVI, foto 38). Com o crescimento e estruturação dessa, cada uma das células da epiderme externa da testa emite prolongamentos tricómaticos que penetram o tecido do sarcocarpo interno, mantendo com este estreita relação morfológica (Prancha XVI, foto 39 e 40). Desta forma formam-se os "ninhos" das sementes.

Os caliônios, que caracterizam o sarcocarpo interno, constituem-se de grupos de células maiores que as parenquimáticas, isodiamétricas ou alongadas, as quais, no decorrer da maturação, progressivamente espessam suas paredes. É, entretanto, reduzido esse espessamento, deixando na célula, onde persiste o conteúdo, um amplo lúmen (Prancha XVII, foto 43).

Os caliônios são longos e estreitos na proximidade dos feixes que percorrem os septos, arredondados, pequenos na periferia e grandes nas porções centrais (Prancha XVII, foto 41).

A desagregação e lise das células do parênquima, em plena maturidade do fruto, são mais intensas no sarcocarpo interno que no externo, deixando livres os caliônios íntegros (Prancha XVII, fotos 42 e 43).

A fig. 5 fornece um esquema da origem e desenvolvimento do sarcocarpo interno em três estádios.

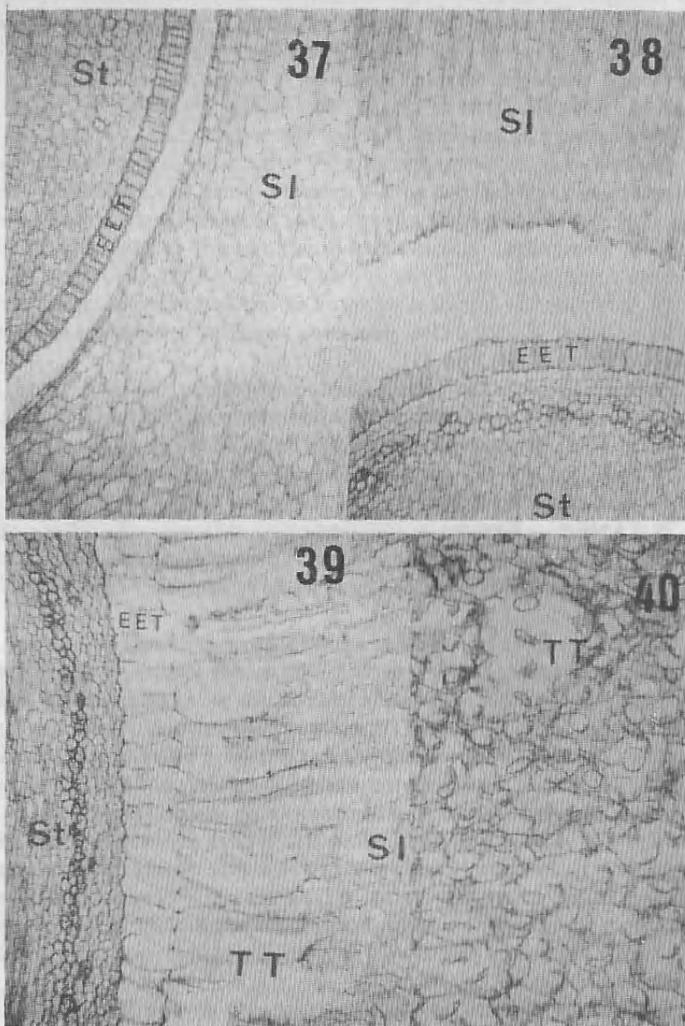
PUTÂMEN — Embora se manifeste com diferenciação celular a partir de aproximadamente 5 meses de desenvolvimento do fruto, só se estrutura como tal nos dois últimos meses (Prancha XIV, foto 33; Prancha XVIII, fotos 44 a 46).

Como os primeiros indícios da formação do putâmen só ocorrem após a adnação das placenta com a parede interna dos lóculos, é difícil precisar sua origem, uma vez que a epiderme interna não se faz diferenciada nesse estádio. Pela foto 33 da Prancha XIV, pode-se verificar que o putâmen formar-se-á entre a região vascular do complexo reticular e o sarcocarpo interno, de natureza placentária. A zona de multiplicação celular, onde se formará o putâmen, está situada imediatamente externamente ao sarcocarpo interno. A divisão celular é anticlinal e o crescimento das células denota ser apical intruso (Prancha XVIII, foto 44). Considerando a evidente divisão celular da epiderme no sentido periclinal e anticlinal, é possível que as células resultantes, ou células filhas da epiderme interna, continuem sua divisão após o crescimento com a placenta e venham dar origem ao putâmen que, em consequência, será endocárpico.

Como o suprimento do sarcocarpo interno deve-se fazer através dele, feixes vasculares apresentam-se nessa estrutura.

Aproximadamente a partir do décimo mês de desenvolvimento do fruto, as células, em divisão anticlinal, aumentam seu diâmetro radial, dividindo-se periclinalmente. Desta forma, uma secção transversal do putâmen mostra células longas no sentido radial e mais ou menos estratificadas. Na periferia, as células são menores e isodiamétricas. As paredes celulares sofrem espessamento progressivo, excetuando aquelas regiões próximas aos feixes vasculares (Prancha XVIII, foto 45).

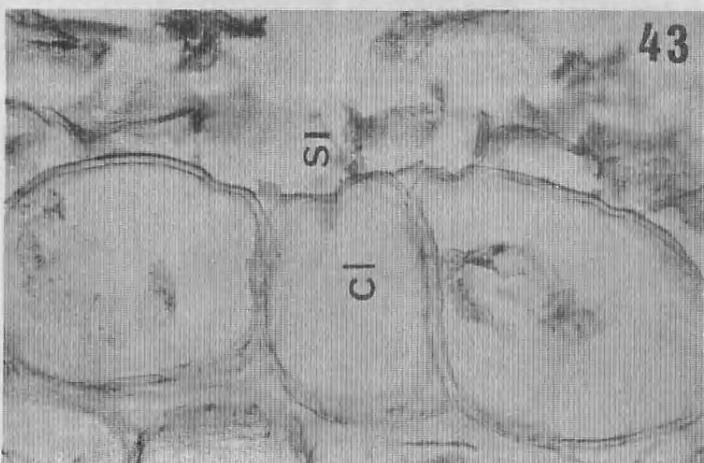
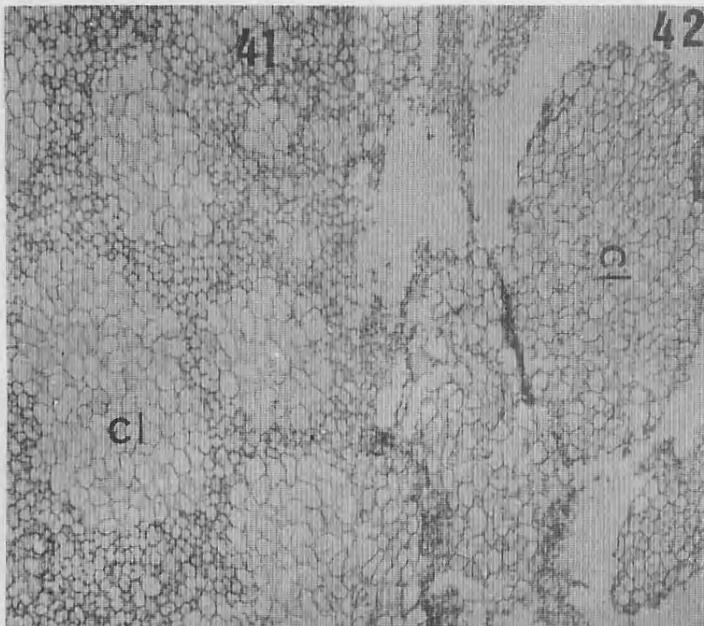
Na maturidade do fruto a estrutura está plenamente desenvolvida, todas as células apresentam-se esclerosadas (Prancha XVIII, foto 46). O putâ-



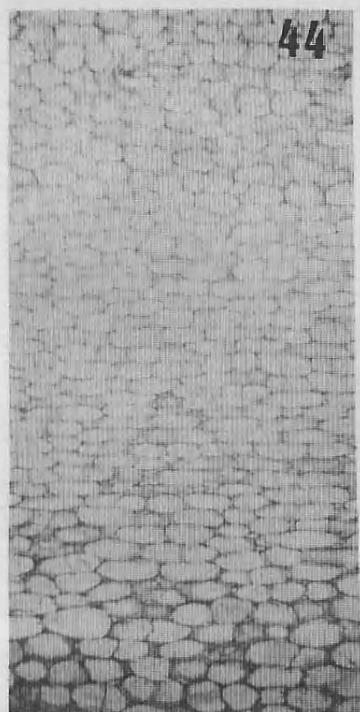
PRANCHA XVI — Foto 37, fruto com 3 meses e meio; sarcocarpo interno SI com sementes St. (132X)

Foto 38, fruto com quatro meses e meio; sarcocarpo interno SI, células alongadas nas proximidades da semente St, epiderme externa do tegumento externo da semente EET. (132X)

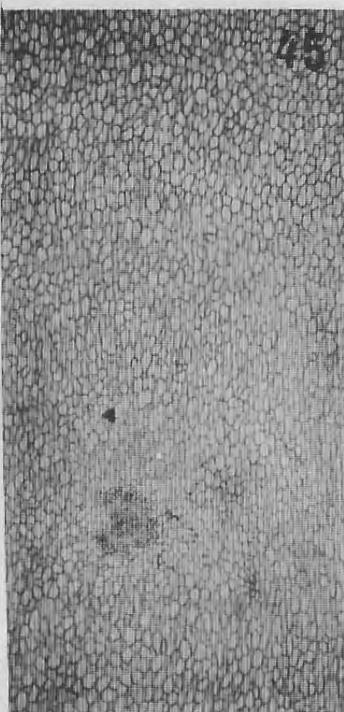
Fotos 39 e 40, fruto com 6 meses; intrusão dos tricomas da testa da semente TT no parênquima do sarcocarpo interno SI, em desagregação nessa região; foto 40 mostra secção transversal aos tricomas. (132X)



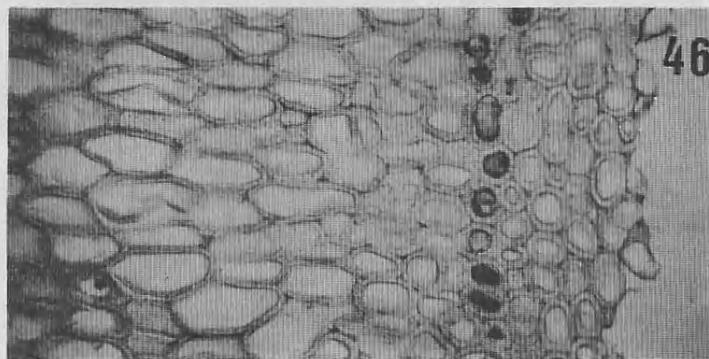
PRANCHA XVII — Foto 41, fruto com 14 meses; sarcocarpo interno com caliônicos CI. (132X)
Foto 42, fruto em plena maturidade, sarcocarpo interno, desagregação do parénquima, caliônicos íntegros CI. (132X)
Foto 43, fruto em plena maturidade; células do caliônio CI e lise das células parenquimáticas. (422X)



44



45



46

PRANCHA XVIII — Foto 44, fruto com 6 meses, secção transversal; região onde se formará o putâmen. (132X)

Foto 45, fruto com 10 meses, diferenciação do putâmen; células não esclerificadas em torno do feixe vascular. (33X)

Foto 46, fruto em plena maturidade; putâmen totalmente esclerificado e heterogêneo. (132X)

men é, portanto, uma estrutura heterogênea, não só pelo tamanho das células como também pela presença de fibras e vasos.

Na região apical do fruto, o putâmen apresenta alongamento do tecido em torno do estilete, sem, contudo, ultrapassar o sarcocarpo externo e córtice.

A origem e desenvolvimento do putâmen acham-se esquematizados na fig. 5.

SEMENTE — A semente origina-se de rudimento seminal anátropo bitementado. O tegumento externo com 6-9 camadas de células e o interno com 2-3. Este alonga-se por estreita região formando a micrópila. Internamente, apresenta o tapete tegumentário, ou endotélio, e saco embrionário ligado à chalaza (Prancha XIX, foto 47 A e B).

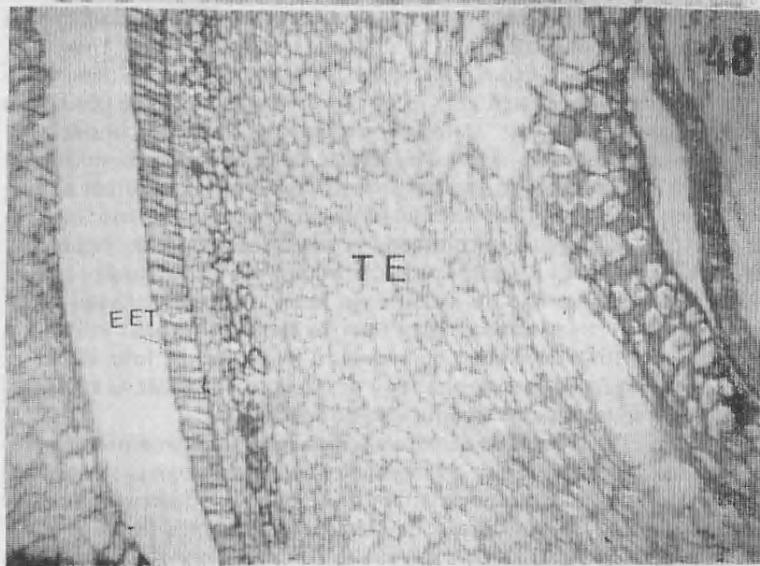
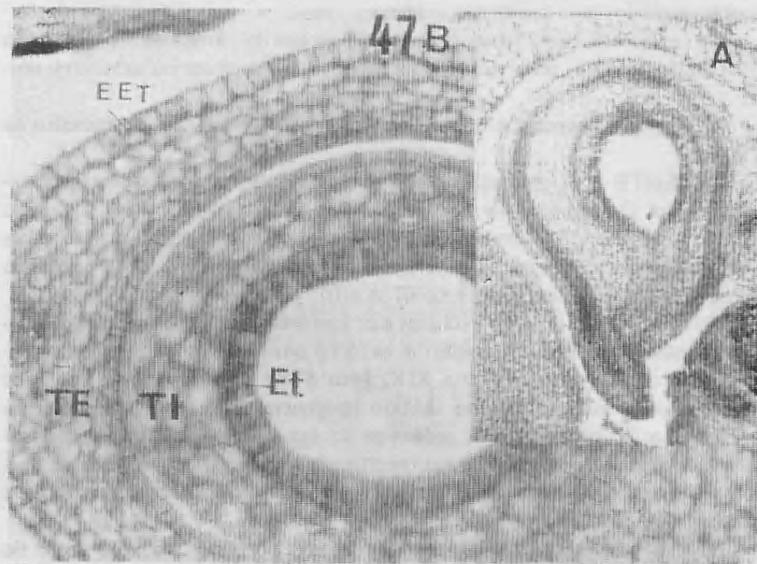
Testa — Nos primeiros estádios do desenvolvimento da semente, o tegumento externo apresenta epiderme externa com células isodiamétricas diferenciadas das demais (Prancha XIX, foto 47B). Internamente, ocorre o alongamento de suas células no sentido tangencial. Nas regiões laterais, inclusive na região da micrópila, separa-se do tegumento interno que permanece ligado à chalaza. As células do tegumento interno são maiores e de conteúdo mais denso. O endotélio, bastante evidente, limita a cavidade interna (Prancha XIX, foto 47B).

No fruto de aproximadamente 2 meses, as camadas mais internas do tegumento externo, tomam o aspecto do tegumento interno, com células maiores e conteúdo mais denso.

As sementes, em frutos de aproximadamente 4 meses de desenvolvimento, apresentam epiderme externa do tegumento externo com células em paliçada e paredes delgadas. O tegumento externo amplia-se consideravelmente com o aumento do número de células, cujos tamanhos diminuem do centro para a periferia onde, nos estratos sub-epidérmicos, ocorrem as divisões (Prancha XIX, foto 48). As células mais internas são maiores, íntegras e de conteúdo mais denso, encontrando-se anexas aos restos do tegumento interno. Externamente a esta camada, as células, em desagregação ou lise, indicam que a estruturação do endosperma faz-se, também, às custas do tegumento externo cujas camadas mais internas funcionam como veículo de substâncias nutritivas a exemplo do endotélio (Prancha XIX foto 48). O tegumento interno reduz-se à estreita faixa de células deformadas. O endotélio desaparece, já consumido na estruturação do endosperma.

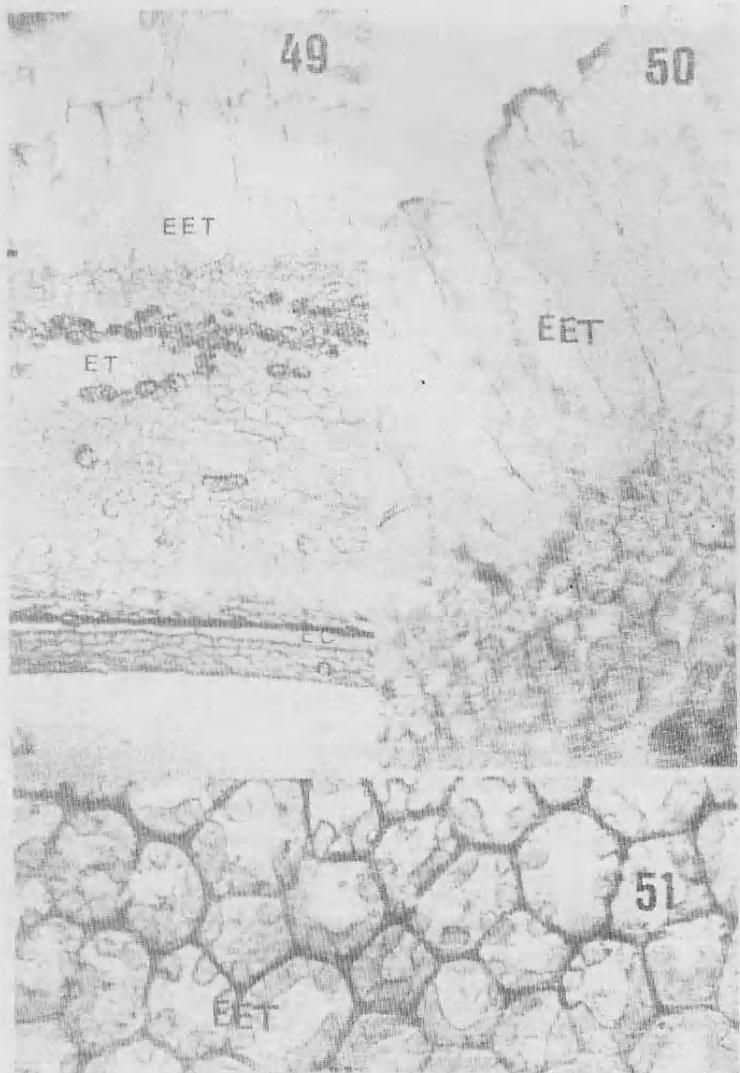
Entre o 5º e 6º mês de desenvolvimento do fruto, aproximadamente, as células da epiderme externa do tegumento externo emitem prolongamentos ou tricomas tubulares que penetram o parênquima do sarcocarpo interno, provavelmente para absorção de elementos nutritivos (Prancha XVI, fotos 39 e 40).

Nos últimos estádios do desenvolvimento, a testa é delgada (Prancha XX, foto 49; Prancha XXII, fotos 55 e 56) e representada pelas células epidérmicas cujo corpo ou base apresenta-se forte e descontinuamente espessa- da em suas paredes. (Prancha XX, fotos 49 a 51), mantendo as porções tricomáticas com paredes delgadas. Os estratos celulares sub-epidérmicos formam um esclerénquima com paredes relativamente espessas (Prancha XX,



PRANCHA XIX — Foto 47A, botão floral, rudimento seminal; B, fruto com 15 dias; semente, tegumento externo TE, tegumento interno TI, endotélio Et; parcial afastamento entre os dois tegumentos. (132X para A e 422X para B).

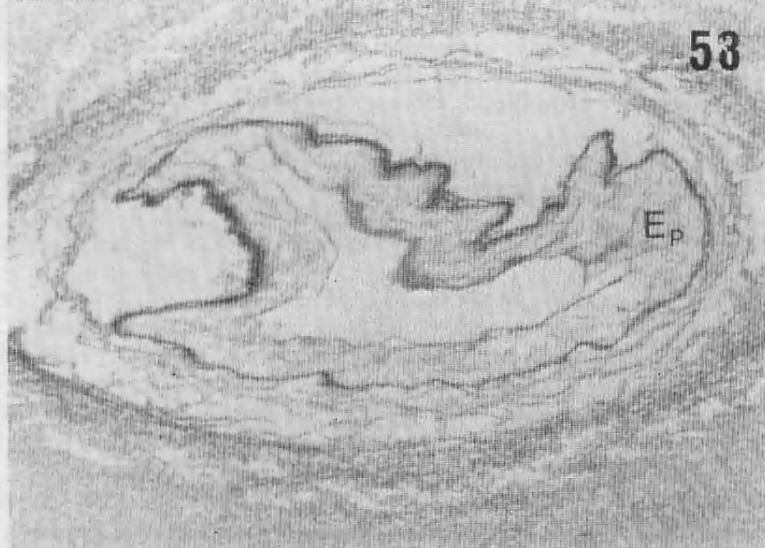
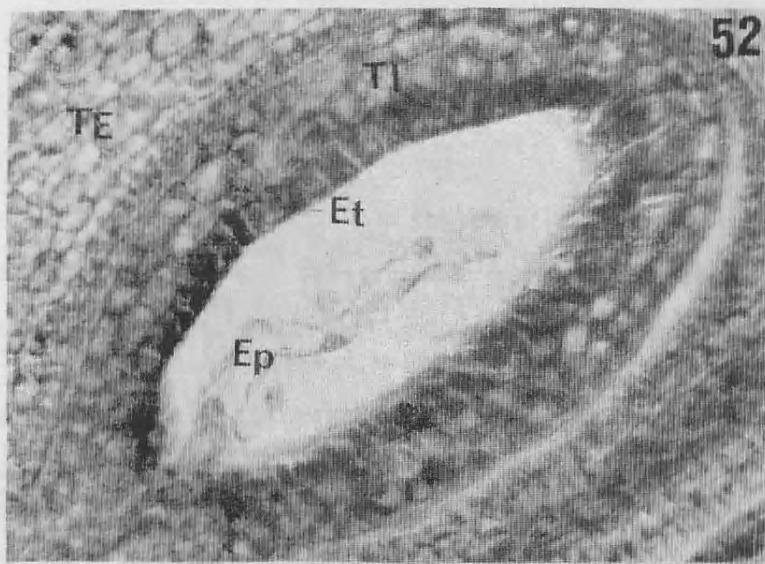
Foto 48, fruto com 4 meses; semente, absorção do tegumento externo TE para estruturação do endosperma. (132X)



PRANCHA XX — Foto 49, fruto com 14 meses; semente, células da epiderme externa da testa EET esclerificadas; esclerênquima sub-epidérmico da testa ET; endocutícula Ec e camada interna do tegumento externo TE. (132X)

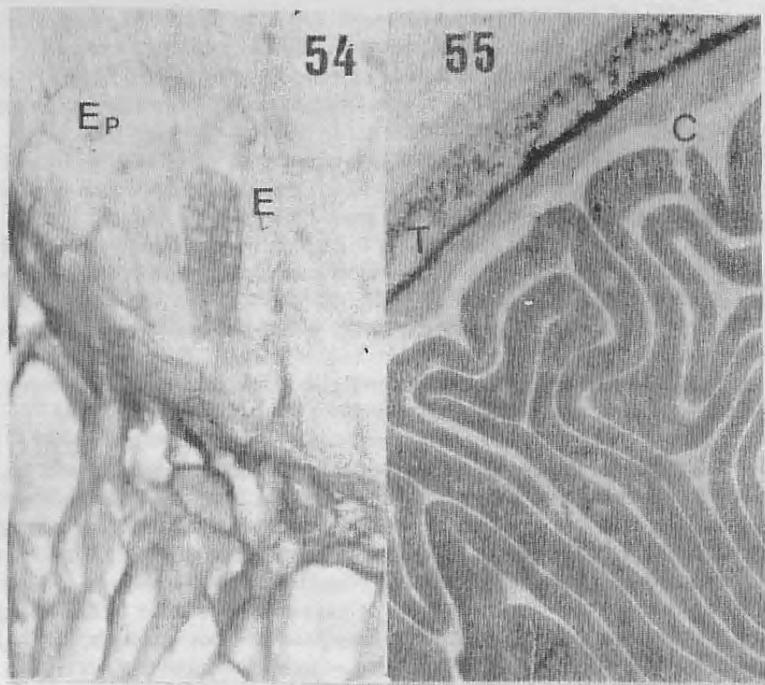
Foto 50, fruto com 14 meses; semente, detalhe da epiderme externa da testa EET mostrando a base das células esclerificadas (sem seus prolongamentos tricómaticos) e esclerênquima sub-epidérmico da testa ET, células com monocristais. (422X)

Foto 51, fruto com 14 meses, secção tangencial à epiderme externa da testa mostrando o espessamento descontínuo de suas células. (422X)



PRANCHA XXI — Foto 52, fruto com 15 dias; semente, tegumento externo TE, tegumento interno TI, endotélio Et e endosperma EP nuclear em desenvolvimento. (422X)

Foto 53, fruto com 7 meses; semente, endosperma Ep com cavidade interna. (33X)



55

PRANCHA XXII — Foto 54, fruto com 7 meses, semente, endosperma Ep, com primór-

dio do embrião Eb. (433X)

Foto 55, fruto com 14 meses; semente, cotilédone Ct e testa T. (33X)

Foto 56, fruto com 14 meses; semente, testa T e embrião com cotilédones. (8X)

foto 49). É abundante a presença de monocristais nas células mais periféricas, que são de menor tamanho (Prancha XX, foto 50). Na região do funículo, também viloso, o esclerênquima apresenta células maiores onde os monocristais também estão presentes. Segue-se para o interior uma faixa de endocutícula e, finalmente, poucos estratos de células maiores próximas ao embrião (Prancha XX, foto 49).

Endosperma — O endosperma é do tipo nuclear, com núcleos livres localizados parietalmente no saco embrionário. Pode ser evidenciado já nos primeiros dias do desenvolvimento do fruto (Prancha XXI, foto 52).

A estruturação do endosperma é perfeitamente evidente no 69 mês, aproximadamente. De células bastante irregulares em tamanho e forma, com paredes muito delgadas.

Não forma uma estrutura compacta mas inclui uma cavidade interna. (Prancha XXI, foto 53).

O endosperma é totalmente consumido na estruturação do embrião. Ausente na semente adulta, indica condição exalbuminóide (Prancha XXII, foto 56).

Embrião — Uma vez estrururado o endosperma, em sementes num estádio de desenvolvimento de, aproximadamente 7 meses, inicia-se a formação do suspensor e a seguir do embrião (Prancha XXII, foto 54). Este atinge seu pleno desenvolvimento em frutos de, aproximadamente 12 meses. O hipocôtilo é longo e curvo, o epicôtilo é curto. Os cotilédones são foliáceos e fortemente plicados, com espessura de mais ou menos cinco estratos de células maiores centrais, limitadas em cada face por um estrato epidérmico (Prancha XXII, fotos 55 e 56).

DISCUSSÃO

VASCULARIZAÇÃO

Feixes corticais — são característicos para o caule das *Lecythidaceae*.

LIGNIER (16), fez um estudo sobre a origem desses feixes. Concluiu que três (raramente um) feixes principais, descendentes do pecíolo, entram separadamente no cilindro libero-lenhoso normal do caule, os demais feixes principais, descendem para o parênquima cortical. Assim, os feixes corticais, próprios do caule, representam os feixes foliares descendentes que não entraram no cilindro libero-lenhoso do mesmo.

SCANAVACCA (22), denomina de corticais os feixes da vascularização floral situados externamente. Considera o hipanto de natureza apendicular e não caulinar (receptacular). Desta forma, a denominação de feixes corticais é duvidosa.

Em folhas, o sistema vascular é constituído de: a) feixes principais, de secção mais calibrosa e centrais; b) feixes anteriores, situados exteriormente e c) feixes posteriores, situados interiormente. Para LIGNIER (16) os dois últimos constituem lobos destacados dos bordos dos feixes principais, graças ao seu grande alargamento. Seriam os chamados feixes corticais florais, na realidade feixes anteriores, em relação às sépalas? Como é questão para ontogenia floral, com prudência, absteve-se de emitir respostas.

A persistência do termo feixes corticais, para os frutos de *C. guianensis* Aublet, fica ligado à sua topografia e participação na corteza.

Feixes fundamentais — Na base do botão floral e de frutos nas primeiras fases do desenvolvimento, foram contados 21 feixes fundamentais (Prancha II, fotos 4 e 5; Prancha VIII, foto 17). SCANAVACCA (22) aponta 16. Tem-se, portanto, uma distribuição desses feixes de maneira diferente daquela proposta pela referida autora (fig. 2), sem, contudo, comprometer a evidenciação da natureza apendicular da parede extra carpelar.

Feixes, carpelares dorsais — Discordando da mesma autora (22, fig. 87), verificou-se que, nos feixes fundamentais, participam também os feixes carpelares dorsais que, a partir do anel do androceu, continuam ascendentes até o estigma (Prancha III, foto 8; Prancha V, foto 11; Prancha VII, foto 14) enquanto foram tidos como originários do complexo reticular. Pelo trabalho de THOMPSON (24, Plate III), pode-se observar que ele considera os feixes carpelares dorsais provindos juntamente com aqueles do androceu e pétalas.

Feixes placentários

Complexo reticular — Segundo SCANAVACCA (22, fig. 87) esses feixes se originam somente dos feixes fundamentais e, emitem ramos até o eixo placentário, através dos septos: em níveis superiores, originam os feixes carpelares dorsais e ventrais. Pelas presentes observações, o complexo reticular recebe, também, a participação dos feixes carpelares laterais e ventrais, na base dos lóculos (Prancha II, foto 6; Prancha III, foto 7; Prancha VII, foto 15, figs. 3 e 4). Os ramos do complexo reticular não atingem a porção axial dos septos, mas na região mediana curvam-se em direção às placenta (Prancha IV, fotos 9 e 10) e, acima dos lóculos, desorganizam-se e terminam em traços cada vez mais delgados, não tendo relação com os feixes dorsais, laterais ou ventrais neste nível (Prancha III, foto 8; Prancha V, foto 11; Prancha VII, foto 14).

THOMPSON (24) ignora a existência do complexo reticular.

Feixes carpelares laterais — São tidos como originários do complexo reticular, acima do ápice dos lóculos e em número de 12—SCANAVACCA, (22). Realmente, o número confere nos casos de ovários hexacarpelares, conforme os estudos atuais, não se originam do complexo reticular nem no ápice dos lóculos.

A relação que existe entre esses feixes se dá na base e abaixo dos lóculos, onde a placentação é axial. A partir desse nível continuam ascendentes até o estigma (Prancha IV, fotos 9 e 10; Prancha V, foto 12; Prancha IX, foto 18; figs. 3 e 4).

THOMPSON (24) retrata os feixes placentários axiais a partir da base até o ápice, mas não identifica os laterais.

Feixes carpelares ventrais — Para SCANAVACCA (22, fig. 87), saem do complexo reticular, no ápice dos lóculos, sendo inicialmente descendente e depois ascendente entre a base e a parte média do eixo placentário, sendo em número de 6. Quanto ao número deles corresponde ao número de carpelos, conforme o presente estudo, mas verifica-se, também, que a ascendência desses feixes se dá a partir da base dos lóculos até o estigma (Prancha IV, fotos 9 e 10; Prancha V, fotos 11 e 12; Prancha IX, foto 19; figs. 3 e 4).

Quanto à rede de feixes delicados e anastomosados, situada centralmente e abaixo da base dos lóculos (Prancha VII, foto 15; Prancha VIII, foto 16A e B, foto 17) é tida por SCANAVACCA (22) como partindo de primórdios dos feixes fundamentais. Segundo essa autora tornam direção ascendente e centrípeta para o eixo placentário, ramificam-se pouco abaixo da base dos lóculos e se integram no complexo reticular. Pelo presente estudo e, conforme as fotos, acredita-se que tais ramos sejam descendentes dos feixes carpelares laterais e ventrais. Baseia-se no fato que esses ramos, na biofase antomática, são numerosos, extremamente delgados e terminando no parênquima medular, no interior do cilindro dos feixes fundamentais, quando estes ainda não se ramificavam (Prancha II, foto 4). Na biofase carpomática, em três estádios sucessivos em frutos ainda jovens, observou-se uma redução no número de feixes; estes se tornam cada vez mais calibrosos, acabando por formar um cilindro concêntrico àquele dos feixes fundamentais, aos quais se ligam em nível inferior (Prancha II, foto 5; Prancha VIII, foto 17).

Confrontando o sistema vascular da flor e primeiros estádios de desenvolvimento do fruto de *C. guianensis* Aublet com a Teoria dos ovários inferiores — DOUGLAS (6) e EAMES (7), pode-se acreditar que sua parede extra carpelar seja de natureza apendicular. Entretanto a foto 3 da Prancha I em frutos com aproximadamente 60 dias, mostra um anel libero-lenhoso contínuo, na base do fruto, com típico crescimento secundário de caule, poderia sugerir uma base receptacular? A resposta requer estudos em crescimentos secundários de feixes vasculares de frutos de maneira geral.

CÓRTEX — Nos frutos de *C. guianensis* Aublet, a córtice é constituída por periderme e esclerênquima sub-peridérmico.

Estudos da periderme em frutos foram feitos por EAMES & MAC DANIELS (8), que citam como proveniente da epiderme ou próxima dela e evidenciada na superfície dos frutos maduros como uma camada áspera e castanha, onde aparecem as lenticelas. ROTH (21), refere-se à periderme como resultante do crescimento secundário com função protetora, tendo sua origem do felogênio que se inicia na primeira camada sub-epidérmica; é rica em lenticelas. Essas correspondem às características da periderme do fruto em questão (Prancha X, foto 22; Prancha XI, foto 24). Sua origem é portanto, mesocárpica na região filostega e calicina na região anfistega.

O esclerênquima sub-peridérmico em frutos, tem sido chamado de hipoderme — GARCIN (11), ROTH (21) e como originada do mesocarpo — EAMES & MAC DANIELS (8). Em *C. guianensis* Aublet, a origem dessa camada é mesocárpica acima do anel calicino mas, abaixo dele, é de origem androperiântica. Naquele, as fibro-esclereidas se originam na bainha dos ramos tangenciais dos feixes carpelares dorsais e neste originam-se na bainha dos feixes corticais. Em ambos participam as células esclerificadas do parênquima sub-peridérmico.

SARCOCARPO — Os frutos de *C. guianensis* Aublet, em seus primeiros estádios de desenvolvimento, apresentam sarcocarpo primordial, no qual não é possível distinguir-se, na zona anfistega, o limite entre o epicarpo e o androperianto — “cup fruit” de WINKLER (27). A indicação segura da pare-

de carpelar é o complexo reticular do sistema vascular, que se situa no mesocarpo. A presença dos feixes carpelares dorsais, nos feixes fundamentais, talvez indique a extensão do carpelo a partir desses feixes até o endocarpo.

Para ROTH (21), o endocarpo pode ter sua origem tanto na epiderme quanto em células sub-epidérmicas internas e fornece um esquema das possíveis variações. Dessa maneira, discorda do conceito original do termo e usa-o com conotação topográfica. Denomina essa região de proliferação celular, de meristema ventral, onde a divisão celular é periclinal. Nos frutos em estudo, essa atividade meristemática se faz a partir das células da epiderme interna, com divisões celulares anticlinais e periclinais e pela divisão periclinal das células sub-epidérmicas, portanto, endo e mesocárpicas.

Com uma análise do sarcocarpo, em estádios jovens do desenvolvimento do fruto, procurou-se indícios que pudessem aproximar da proposição de CAVE (3), que possibilita a identificação da natureza apendicular ou receptacular do hipanto. Realmente, existem camadas geratrizess nesse fruto: aquela da epiderme interna, camadas sub-epidérmicas e a do felogênio (Prancha X, foto 22; Prancha XII, foto 26; Prancha XI, foto 24). As primeiras localizadas para dentro e a segunda para fora do cilindro Ibero-lenhoso. Se o felogênio não for considerado, a não ser para a formação da cortece, ter-se-ia, segundo CAVE (3), um hipanto apendicular, coincidindo com a teoria utilizada. Entretanto, a proliferação celular não ocorre somente no endocarpo mas nas placas e septos e posteriormente em todo o sarcocarpo.

A multiplicação celular placentária, para a constituição da polpa (sarcocarpo interno) é tida por ROTH (21), como condição mais evoluída. Sob esse mesmo aspecto PYJL (19) ressalta a necessidade de se reconhecer as relações entre sarcotesta, arilo, funículo carnoso e polpa, que só serão interpretadas mediante a histogênese.

CARRUEL (2) esclarece a origem da polpa de alguns frutos e demonstra os erros de interpretação, quando não se considera a ontogênese. De suas descrições, a que mais se aproxima do que ocorre no fruto de *C. guianensis* Aublet, é a referente às *Cucurbitaceae*, cuja polpa se origina da proliferação dos tecidos placentários preenchendo os lóculos. Entretanto, não concrescem entre si nem com as paredes dos lóculos, enquanto nos frutos em questão esse concrescimento ocorre de maneira perfeita (Prancha XIII, fotos 29 e 30; Prancha XIV, fotos 31 e 33). É interessante observar-se a foto 29 da Prancha XVIII e a foto 31 da Prancha XIV. Na primeira verifica-se a presença de elementos provavelmente pécticos na superfície da epiderme placentária, onde se dará o contato com a parede locular; na foto 31 não se distingue a linha de união, embora sabendo-se que está logo abaixo do complexo reticular.

O canal estilar na biofase antomática apresenta-se revestido de um tecido de transmissão — ARBER (1) ou tecido estigmatóide — ESAU (9), que se estende desde o estigma até ao ovário, inclusive pelas faces internas das margens carpelares, como camada secretora, constituindo um trato transmissor para o pólen. Na biofase carpomatérica, tem sua porção basal fechada pelo crescimento placentário e dos septos, mas, na porção superior, persiste um canal axial, preenchido, porém, de tecido diferenciado (Prancha XIV, foto

Sarcocarpo externo — É difícil determinar a natureza do sarcocarpo externo uma vez que não é perceptível o limite entre o epicarpo e o androperianto, no anfistego. A presença do complexo reticular não deixa dúvidas sobre a procedência mesocárpica; não se pode definir, porém, a proporção de participação do androperianto no sarcocarpo externo.

A maior parte do sistema vascular do fruto encontra-se nessa região.

Sarcocarpo interno — Tem sua origem no desenvolvimento das placen-
tas e septos. Caracteriza-se pela presença de caliônios que só se desenvolvem
depois que houve total concrecção dos ramos placentários, adnação
com os septos e com as paredes loculares. O termo caliônio foi adotado por
HERTEL (14) como diferenciação de pequenos grupos de células ou de fi-
bras esclerosadas, constituindo ninhos ou fascículos, regionalmente limita-
dos e que exercem predominantemente funções estáticas. Em estudos car-
pológicos têm sido usados os termos células pétreas — GARCIN (11), agre-
gado de escleróides — EAMES & MAC DANIELS (8), braquiescleróides —
FAHN (10), escleróides isolados ou agrupados — ESAU (9), grupos de célu-
las pétreas — ROTH (21), para células esclerificadas dispersas no sarcocarpo.

No presente caso, entretanto, a esclerificação das células é reduzida, perma-
necendo vivas, portanto difíceis de se enquadrarem nessas terminologias
mas, perfeitamente enquadráveis naquela de HERTEL (14).

Esses elementos estão ausentes nas proximidades das sementes. A des-
agregação do tecido nessa região, na qual ocorre a intrusão dos tricomas da
semente, sugere que haja absorção de substâncias do sarcocarpo pela se-
mente.

O processo de maturação dos frutos é abordado por EAMES & MAC
DANIELS (8), ULRICH (25) e ROTH (21), segundo os quais envolve mu-
danças na estrutura e composição química. Quimicamente a reserva de ami-
do é transformada em açúcar ou em algum tipo de substância graxa, o tani-
no é reduzido ou desaparece; ácidos são usualmente reduzidos e são produ-
zidos alguns ésteres. As publicações de DESCOURTILZ (5) e RAW *et alii*
(20) referem-se à análise química do fruto de *C. guianensis* Aublet. De acor-
do com o primeiro, contém açúcar, goma e ácidos málico, cítrico e tartárico.
O segundo cita carotenóides, ácidos cítrico, málico, isocítrico e uma subs-
tância fenólica. Nenhum dos autores esclarece o grau de maturação do fruto
analizado, provavelmente o desacordo das duas análises resida nesse fato.

Histologicamente ocorre mudança da estrutura química da parede ce-
lular, na maturidade do fruto, com a formação de espaços intercelulares ou
completa separação e mesmo lise das células. Isto é devido à metamorfose da
pectina que ocorre no parênquima dos frutos carnosos. Consiste na conver-
são química dos compostos pécticos durante a maturação e é acompanhada
por modificações morfológicas visíveis ao microscópio. Em frutos jovens,
estão presentes protopectinas insolúveis que primeiramente se transformam em
pectina, incapaz de se imbeber em água, depois modifica-se em compo-
nentes simples dissolvidos, que são invisíveis ao microscópio. Um aumento de
substâncias pécticas é observado na maturidade do fruto — ROTH (21). Em

frutos de *C. guianensis* Aublet ocorre tal fenômeno, podendo ser constatada pelas fotos 36 da Prancha XV, 42 e 43 da Prancha XVII. Os caliônios e putâmen não são abrangidos por essa dissociação celular.

PUTÂMEN — A adnação das placenta com as paredes internas dos lóculos compromete a evidenciação da epiderme interna, dificultando a determinação segura da origem do putâmen. Como a epiderme interna, em estádios anteriores, sofre divisões celulares anticlinais e periclinais; deduz-se que as células filhas continuam dividindo-se. Sendo a posição do putâmen nessa região de proliferação celular, possibilita inferir que sua origem seja endocárpica.

A maioria dos autores, como por exemplo GUIBOURT (13), GRAY (12), McLEAN & IVEMEY (18), não determinam a origem do putâmen, limitando-se a generalizar como endocarpo esclerosado. Outros como CAVE (3), GARCIN (11), EAMES & MAC DANIELS (8), ROTH (21), que se preocupam com a anatomia do fruto, fornecem sua origem. A última autora, ROTH na página 10, apresenta um esquema ilustrativo. No caso de *C. guianensis* Aublet pode-se enquadrar o putâmen do fruto no tipo d do referido esquema, embora não se verifique, neste caso, uma estratificação celular correspondente, que permita uma afirmação categórica de sua origem, devido aos fatos acima citados.

CAVE (3) faz referência ao tipo de divisão celular e crescimento das células da epiderme interna que foram, também, evidentes nos frutos em questão.

SEMENTE — a terminologia para caracterização da testa da semente, no presente estudo, foi baseada em ESAU (9). O reconhecimento e interpretação do endotélio como camada celular, cuja principal função é servir, como intermediário, para o transporte de material nutritivo do tegumento para o saco embrionário, foi feito segundo MAHESHWARI (17).

CORNER (4) apresenta um estudo sobre a anatomia das sementes de *C. guianensis* Aublet. O maior problema de seu trabalho é a falta de ordem na descrição, pretendendo ser ontogenética. Usa termos como hipoderme para a camada sub-epidérmica do tegumento externo e mesófilo para o restante dessa região; tégmen para o tegumento interno e testa para o tegumento externo. Assim, para esse último, usa os termos hipoderme, mesófilo e epiderme externa, isso traz complicações desnecessárias. No mais, sua descrição é excelente, correspondendo ao presente estudo, conforme se pode constatar pelas fotografias.

Foram acrescentados, apenas, dados sobre a organização do endosperma, embrião e camada endocuticular.

CONCLUSÕES

— No sistema vascular, o número de feixes fundamentais é de 21, o de feixes carpelares dorsais e carpelares placentários ventrais corresponde ao número de carpelos, enquanto o dos carpelares laterais é de dois feixes por carpelo.

— O complexo reticular do sistema vascular placentário, recebe ramos

dos feixes fundamentais e dos feixes carpelares placentários laterais e ventrais logo abaixo dos lóculos.

— Os feixes placentários laterais e ventrais ascendem da base dos carpelos até o estíigma, unem-se aos feixes carpelares dorsais, e emitem ramos descendentes que vão se unir ao cilindro vascular dos feixes fundamentais na base do fruto.

— A córtice tem sua origem em camadas celulares sub-epidérmicas. Na maturidade do fruto constitui-se de periderme e esclerênquima sub-peridérmico.

— O sarcocarpo primordial origina-se da epiderme interna (endocárpica), mesocarpo e parte do androperianto. A proliferação celular nos septos e placenta preenche os lóculos, adnando-se entre si e com as paredes internas dos lóculos.

— A diferenciação das estruturas dá-se a partir do aparecimento dos caliônios no sarcocarpo interno. Este último é constituído pelos septos e placenta desenvolvidos, onde a divisão celular se dá em vários planos.

— O sarcocarpo externo não apresenta caliônio. Seu desenvolvimento ocorre por divisões celulares predominantemente anticlinais.

— A última estrutura a se diferenciar é o putâmen, cuja origem é endocárpica.

— As células da epiderme externa da testa das sementes emitem longos tricomas que penetram o parênquima do sarcocarpo interno ficando ambos intimamente ligados.

— A testa da semente apresenta uma endocutícula; o endosperma tem origem nuclear livre e, quando organizado, suas células são irregulares e delimitam uma cavidade. O embrião axial, de cotilédones foliáceos e plicados desenvolve-se tardivamente.

RESUMO

O fruto de *Couroupita guianensis* Aublet, estruturalmente apresenta: **córtice**, constituído de periderme, de origem sub-epidérmica e de esclerênquima sub-peridérmico de natureza mesocárpica no filostego e androperiânica no anfistego; **sarcocarpo externo**, tecido parênquimático homogêneo de origem mesocárpica; **putâmen**, localizado entre sarcocarpo externo e interno, tecido esclerenquimático de origem endocárpica; **sarcocarpo interno**, sob o ponto de vista histológico, é tipicamente heterogêneo, composto de parênquima de células menores e caliônios de células maiores esclerênquimáticas, origina-se dos septos e placenta que, pela proliferação dos tecidos, adnam-se entre si e com as paredes dos lóculos formando uma unidade contínua. A testa da semente emite longos tricomas que penetram o parênquima do sarcocarpo interno.

PALAVRAS CHAVE: Carpologia, anatomia, *Couroupita*, Lecythidaceae.

SUMMARY

The fruit of *Couroupita guianensis* Aublet, structurally presents: **cortex** ("cortice"), constituted by periderm, of sub-epidermic origin, and by sub-peridermic esclerenchyma, of mesocarpic origin in the phyllostego and andropérianthic origin in the amphistego; **outer-sarcocarp**, parenchymatous homogeneous of mesocarpic origin; **putamen**, sclerenchymatous tissue of endocarpic origin placed between outer and inner sarcocarp; **inner sarcocarp**, which from the histological point of view is typically heterogeneous, constituted by small-celled parenchyma and bigger-celled sclerenchymatous "caliônios", it originates from the septa and placentae which, through cell proliferation, become fused among themselves and with the ovary inner well, becoming a continuous unit. The seeds have a testa producing long trichomes which penetrate the inner sarcocarp parenchyma.

KEY WORDS: Carpology, anatomy, *Couroupita*, Lecythidaceae.

RESUMÉ

Le fruit de *Couroupita guianensis* Aublet, présente structurellement: **cortex**, constitué de périderme, d'origine sous-épidermique et sclérenchyme sous-peridermique de nature mésocarpique dans le phyllostège et de nature andropérianthique dans l'amphystège, **sarcocarpe externe**, de tissu parenchymateux homogène d'origine mésocarpique; **putâmen**, situé entre le sarcocarpe externe et interne de tissu sclérenchymatique d'origine endocarpique. Le **sarcocarpe interne**, du point de vue histologique, est typiquement hétérogène, composé de parenchyme de cellules mineures et de "caliônios" de cellules majeures et sclérenchymatique, il s'origine des clisons et des placentas qui, par la prolifération des tissus, se fusionnent entre eux et encore avec les parois des loges, formant une unité continue. La partie frontale de la graine émet des longs trichomes qui s'introduisent dans le parenchyme du sarcocarpe interne.

MOTS CLÉS: Carpologie, anatomie, *Couroupita*, Lecythidaceae.

AGRADECIMENTOS

À Professora Aracely Vidal Gomes, por fornecer condições para a montagem das lâminas, análise histológica e microfotografias e pela versão ao idioma inglês do resumo, além do estímulo e valiosas sugestões. Aos Professores Luiz Emygdio de Mello Filho, UFRJ; Berta Lange de Morretes, USP; Graziela Maciel Barroso, Jardim Botânico do R.J. e Margaret Emmerich pela avaliação do presente trabalho. À Professora Sandra Maria Cesário Pereira, UFP pela versão ao idioma francês do resumo.

BIBLIOGRAFIA

1. ARBER, A. The interpretation of the flower: a study of some aspects of morphological though. *Biol. Rev.*, Lancaster, **12**: 157-184, 1937.
2. CARUEL, F. La nature et l'origine de la pulpe. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, Paris, **54** (12) 8:72-77, 1859.
3. CAVE, M.C. Structure et developpment du fruit. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, Paris, **4** (10): 122-190, 1869.
4. CORNER, E.J. Lecythidaceae. In: *The seeds of dicotyledons*. London, Cambridge University Press, 1976. v.1, p. 159-259.
5. DESCOURTILZ, M.E. *Flore Pittoresque et medicale des Antilles*. Paris, M. Crozier, 1827. v. 5, p. 134-139.
6. DOUGLAS, G.E. The inferior ovary II. *Bot Rev.*, **23** (1): 1-46, 1957.
7. EAMES, A.J. *Morphology of the Angiospermae*. New York, McGraw Hill, 1961. 518p.
8. EAMES, A.J. & MAC DANIELS, L.H. *An Introduction to plant anatomy*. New York. Mac Graw Hill, 1947. 247 p.
9. ESAU, K. *Plant anatomy*. New York, John Wiley, 1953. 735p.
10. FAHN, A. The fruit. The seed. In: *Plant anatomy*. London, Pergamon Press. 1974. p. 439-479.
11. GARCIN, A.G. Recherches sur l'histogenese des pericarpes charnus *Ann. Sci. Nat. Bot.*, Paris, **12** (7): 175-401, 1890.
12. GRAY, A. The Fruit. In: *The elements of botany for benninger and Schools*. New York, Ivison Black, 1887. p. 117-125.
13. GUIBOURT, M. Observations sur la classification carpologique. *J. Pharm. Chim.*, Paris, **14** (3): 5-15, 1848.
14. HERTEL, R.J.G. Contribuições para a fitologia teórica. IV. Sobre a estruturação anatomo-morfológica e fisiológica. *Humanitas*, Curitiba, **6** (6): 75-106, 1961.
15. JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York, Mc Graw Hill, 1940. 523p.
16. LIGNIER, M.O. Observations sur la struture des Lecythidées Bull. Ass. Franç. Avanc. Sci., Paris, **16** (2): 542-550 1887.
17. MAHESHWARI, P. *An introduction to the embryology of Angiosperms*. New Delhi, Tata Mac Graw Hill, 1974. 453p.
18. MCLEAN, R.C. & IVEMEY-COOK, W.R. Seeds, fruits and seedlings. In: *Textbook of theoretical botany*. London, New York and Toronto, Longmans Green, 1956. v2, p. 1481-1571.
19. PYJL, L. van der. Sarcotesta, pulpa and the evolution as dispersal organs I, II, III. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, Amsterdam, **69**: 597-640, 1955.
20. RAW, L.R.; SATRI, C.A.P. & MURTHY, P.S. Chemical examination of *Couroupita guianensis* Aublet. *Curr. Sci.*, Bangalore, **35**: 146-147, 1966.
21. ROTH, I. *Fruits of Angiosperms*. Berlin and Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 1977. 675p.

22. SCANAVACCA, W.R.M. Vascularização floral na família Lecythidaceae. São Paulo, 1972. 83p. Tese de Doutoramento. Universidade de São Paulo.
23. SCHOENBERG, M.M. Carpologia das plantas brasileiras. II: Drupí-sarcídio, novo gênero de frutescência Drupóide. Est. Biol., Curitiba, 4: 1-7, 1979.
24. THOMPSON, J.M. Studies in floral morphology. II. The staminal zygomorphy of *Couroupita guianensis* Aublet. Trans. Roy. Soc. Edin., Edinburgh, 53 (1): 1-15, 5pl., 1921.
25. ULRICH, R. La vie des fruits. 6. ed. Paris, Masson, 1952, 366 p.
26. WILCOX, W.W. Preparation of decayed wood for microscopial examination. U.S. For. Service Res. Note FPL - 056, 1964.
27. WINKLER, H. Versuch eines "natürlichen" systems der Früchte. Biol. Pfl., Berlin, 26: 201-220, 1939.