

MORFOLOGIA DOS FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Platonia insignis* MART. (CLUSIACEAE). I. ASPECTOS ANATÔMICOS DOS FRUTOS E SEMENTES EM DESENVOLVIMENTO¹.

Káthia Socorro Mathias MOURÃO², Celia Massa BELTRATI³

RESUMO — São descritos aspectos morfológicos e estruturais dos frutos e sementes, em desenvolvimento, de *Platonia insignis* (Clusiaceae), visando principalmente esclarecer a origem da camada comestível presente no fruto. Concluiu-se que a camada carnosa branco-amarelada, que envolve as sementes, é de origem endocárpica e começa a se diferenciar já nos estádios iniciais do desenvolvimento do fruto, através de um acentuado alongamento radial das camadas mais internas do endocarpo. Estas, juntamente com as células dos septos, que também se alongam à medida que o fruto se desenvolve, vão se aderindo à testa por meio de interdigitações. Posteriormente, no fruto maduro, o endocarpo destaca-se do restante do pericarpo, permanecendo firmemente ligado à semente.

Palavras-chave: *Platonia insignis* Mart.; anatomia do fruto e semente.

Fruit, Seed and Seedling Morphology of *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). I. Anatomical Aspects of Fruits and Seeds in Development.

SUMMARY — Morphological, structural and developmental features of fruits and seeds of *Platonia insignis* (Clusiaceae) are described, with the purpose of elucidating the origin of the pulp present in the fruit. The pulp, which involves the seeds, emerges early in fruit development. The sept and the inner endocarp cell layers undergo accentuated radial elongation and become firmly attached to the testal outer layers. At maturation the endocarp is released from the pericarp, remaining attached to the seeds.

Key words: *Platonia insignis* Mart.; fruit and seed anatomy.

INTRODUÇÃO

Platonia insignis é uma espécie arbórea comum em estado silvestre na Região Amazônica, abundante nos Estados do Amazonas e Pará, onde ocorre em quase todos os municípios, sempre em áreas mais ou menos descampadas ou de vegetação baixa. Ocorre ainda nos Estados de Goiás e Mato Grosso, no Paraguai, no Suriname e nas Guianas (CAVALCANTE, 1976), sendo encontrada nos babaçuais e em regiões de cerrado do Estado do Maranhão (KULHMANN, 1977). É

vulgarmente conhecida por “bacuri”, “bacuri-açu”, “pakoori” e “wild mamme aple” na Guiana, “pakoelie” e “geelhart” no Suriname, “parcori” na Guiana Francesa e “matazona” no Equador (LOUREIRO *et al.*, 1979).

Essa espécie destaca-se por sua grande importância econômica nas Regiões Norte e Nordeste. Seus frutos são muito consumidos pela população, nas mais variadas formas. O óleo extraído das sementes pode ser usado como matéria prima nas indústrias de sabão e a madeira é bastante utilizada para diversas finalidades, tais como:

¹ Parte da Dissertação de mestrado da primeira autora. Projeto subvencionado pela CAPES e pela FAPEMA.

² Depto. de Biologia, UEM, Av. Colombo, 5790, Maringá - PR, CEP: 87020-900

³ Depto. de Botânica, IB/UNESP - Caixa Postal 199, Rio Claro, São Paulo, CEP: 13506-900.

construções civis, construções navais e carpintaria (PIO CORRÊA, 1926; PESCE, 1934; CALZAVARA, 1970; CAVALCANTE, 1976; LOUREIRO *et al.*, 1979).

No fruto de *Platonia insignis*, a presença de polpa branco-amarelada, macia, agridoce, perfumada e comestível, envolvendo as sementes, é citada por diversos autores (PIO CORRÊA, 1926; PESCE, 1934; MANIERI & LOUREIRO, 1964; CAVALCANTE, 1976 e LOUREIRO *et al.*, 1979), que não mencionam porém, a natureza morfológica desta estrutura.

ENGLER (1888) e PAULA(1945) afirmam ser o endocarpo, a polpa branca e mucilaginosa, que constitui a principal parte comestível do fruto. Diferente interpretação é dada por BERG (1982) e ROOSMALEM(1985), que afirmam tratar-se de um arilo. Não foram encontrados porém, estudos ontogênicos dos frutos que pudessem elucidar a origem morfológica desta estrutura.

Diante desta diversidade de interpretações, no presente trabalho são fornecidas informações anatômicas pormenorizadas a respeito do fruto e da semente de *P. insignis*, em desenvolvimento, visando esclarecer de maneira definitiva, a origem e estrutura da polpa.

MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico utilizado no presente trabalho constou de botões florais, flores e frutos de *Platonia insignis* Mart., em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo as amostras provenientes de 20 indivíduos. As coletas foram realizadas no Parque Estadual do Itaipiracó, área sob a

responsabilidade da Secretaria do Meio Ambiente e Turismo do Estado do Maranhão (SEMATUR), situada a 2° 32' de latitude sul e 44° 17' de longitude oeste, no município de São Luís (MA).

Os estudos morfológicos e anatômicos foram realizados em material fresco, trazido ao laboratório em sacos plásticos para exame imediato, e em material fixado.

Para a fixação de material visando estudos morfológicos e anatômicos foi utilizado F.A.A. 50% (JOHANSEN, 1940). A conservação desse material foi feita em Etanol 70% (JENSEN, 1962).

No estudo anatômico do pericarpo e das sementes em desenvolvimento, foram utilizados cortes transversais, longitudinais e paradérmicos, realizados à mão livre, com auxílio de lâmina de barbear comum, ou utilizando-se um micrótomo rotatório.

Na obtenção de lâminas semi-permanentes, os cortes realizados à mão livre foram corados com Safrablau (Safranina + Azul de Astra), segundo técnica descrita por BURGER & TEIXEIRA (*apud* MILANEZE, 1992) e montados em gelatina glicerínada.

Para confecção das lâminas permanentes, as peças fixadas foram desidratadas em série etílica, passando em seguida por série xilólica, sendo incluídas em parafina e cortadas ao micrótomo rotatório (SASS, 1951), coradas com Safranina/Azul de Astra (GERLACH, 1969), e montadas em Bálsamo do Canadá.

Para os testes histoquímicos, os cortes de material fresco foram submetidos a corantes e reagentes específicos: como prova geral para açúcares utilizou-se solução de Timol em Etanol 95%, acrescida de duas a três gotas de Ácido

Sulfúrico concentrado, que foi colocada sobre cortes de material fresco, aquecendo-se levemente a lâmina. A presença foi confirmada pela coloração avermelhada do material (MILLER, comunicação pessoal); Reação de Fehling para identificação de açúcares redutores (SASS, 1951); solução de Lugol, acrescida de uma gota de Ácido Sulfúrico concentrado (SASS, 1951) e Cloreto de Zinco Iodado (JENSEN, 1962) para identificação de celulose e lignina; Floroglucinol Ácido para evidenciar paredes lignificadas (SASS, 1951); Sudan IV para a localização de cutina, suberina e outros materiais lipídicos (JOHANSEN, 1940); solução aquosa de Cloreto Férrico a 10%, adicionada de pequena porção de Carbonato de Cálcio, e fixação em solução aquosa contendo 3 a 5% de Formalina e 10% de Sulfato Ferroso por 24 a 48 horas para localização de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940); Ácidos Clorídrico e Sulfúrico para identificação de cristais de oxalato de cálcio, e Lugol para a localização de amido (JOHANSEN, 1940).

Os desenhos e diagramas referentes aos aspectos morfo-anatômicos de frutos e sementes foram obtidos com auxílio de câmara clara, adaptada ao estereomicroscópio Wild a ao microscópio óptico Carl Zeiss. As fotomicrografias foram obtidas em fotomicroscópio Carl Zeiss modelo AXIOSKOP. As escalas referentes aos desenhos foram obtidas projetando-se uma lâmina micrométrica, nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso. As escalas das fotomicrografias foram obtidas

fotografando-se a lâmina com escala micrométrica, nas condições adequadas a cada caso.

RESULTADOS

Ovário

O ovário (Figs. 1 a 3) apresenta secção transversal circular, sendo normalmente pentalocado e havendo, em cada lóculo, vários óvulos, de placentação axial, dispostos em duas fileiras (Figs. 3 e 11).

No botão floral, a epiderme externa do ovário é unisseriada, recoberta por espessa cutícula, sendo composta por células que vão se tornando radialmente alongadas e cujas paredes tangenciais externas e internas se espessam gradualmente (Figs. 12 e 13). Após a antese, essa epiderme ovariana mostra pequenas reentrâncias (Fig. 13).

O mesofilo ovariano é constituído de parênquima fundamental, no qual ocorrem, dispersos, idioblastos contendo drusas. Nesse mesofilo podem ser distintas três diferentes regiões: uma região periférica, provida de cloroplastos, uma região mediana e uma interna (Figs. 10 e 11).

No ovário do botão floral, observa-se, na região periférica, a predominância de divisões periclinais (Fig. 12), sendo que no ovário completamente formado, essas divisões passam a ocorrer em todas as direções (Fig. 13).

A região mediana do mesofilo ovariano, desde a fase de botão floral, pode ser distinta pela presença de feixes vasculares e de numerosos dutos secretores ramificados, estes dispostos paralelamente ao eixo longitudinal do ovário. A região interna pode ser caracterizada pela

escassez de feixes vasculares e pela ausência de dutos secretores (Figs. 10 e 11).

Os dutos secretores podem ser observados em sucessivos estádios de desenvolvimento, sendo que os mais diferenciados geralmente ocorrem delimitando a região interna da parede do ovário (Figs. 10 e 11).

Os dutos são aparentemente de origem esquizógena (Figs. 15 e 16) e começam a se formar a partir de uma célula que sofre uma série radial de divisões, em torno de um ponto central. A partir deste ponto, posteriormente as células se afastam dando origem à luz do canal. Este se amplia, gradualmente, ao mesmo tempo em que ocorrem novas divisões.

A epiderme interna do ovário (Fig. 14) é unisseriada, com células aproximadamente quadradas, em secção transversal, e revestidas por uma delgada cutícula.

Os óvulos (Figs. 17 a 21) são anátropos, bitegumentados, tenuinucelados, sendo ambos os tegumentos constituídos por 7-8 camadas de células. Em todas as camadas do tegumento interno as células mostram-se radialmente alongadas, em especial as da epiderme interna, constituindo o endotélio (Figs. 18 e 20). São observadas as cutículas externa, mediana (entre os dois tegumentos) e a interna (entre o tegumento interno e o nucelo). O canal micropilar é formado pelo endóstoma e pelo exóstoma, sendo essas aberturas não coincidentes (Fig. 19).

O nucelo é distalmente alongado e, na região calazal, mostra uma extensa hipóstase (Fig. 18) constituída por

células poligonais, ricas em amido, cujas paredes dão reação positiva para lipídios.

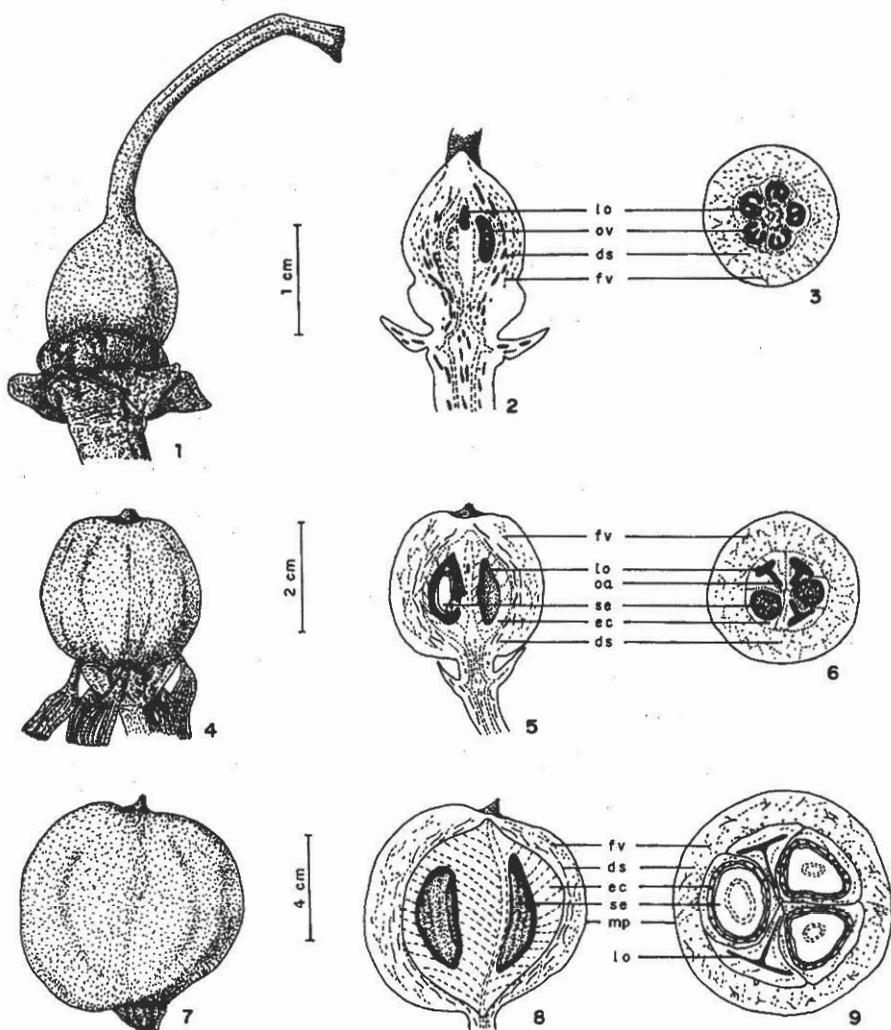
Um feixe vascular percorre o funículo curto e espesso, e através da rafe dirige-se à calaza. A partir dessa região, emite extensões pós-calazais que se ramificam por todo o tegumento externo do óvulo (Figs. 18 e 21).

Frutos e sementes em desenvolvimento

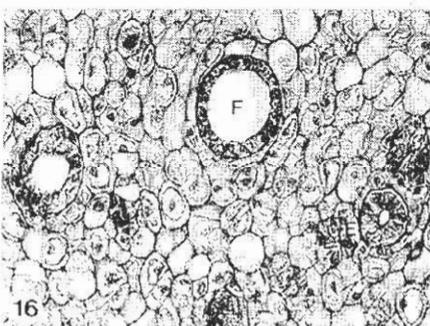
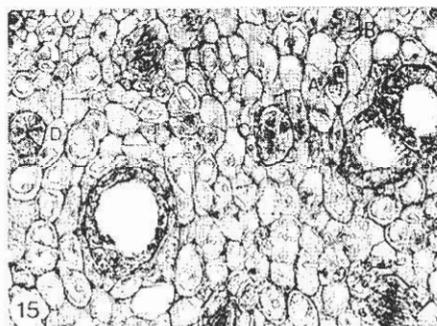
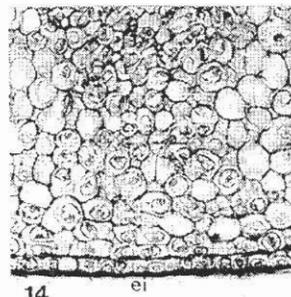
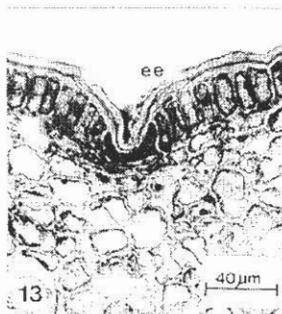
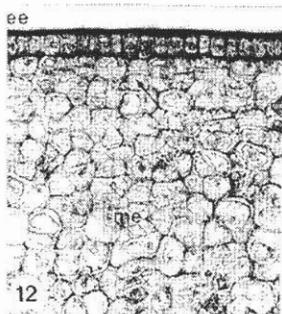
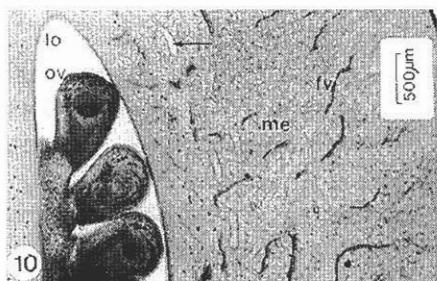
Após a fecundação, ocorre a abscisão da corola, observando-se o cálice e os feixes estaminais persistentes na base do fruto jovem (Fig. 4). Nessa fase a organização estrutural do ovário é basicamente mantida (Figs. 5, 6, 24 e 26), ocorrendo porém, muitas divisões celulares e principalmente aumento no tamanho das células. As sementes crescem concomitantemente chegando, no fruto maduro, a ocupar todo o lóculo (Figs. 5 e 6, 8 e 9).

O exocarpo é unisseriado e derivado da epiderme externa do ovário. Suas células apresentam paredes periclinais externas espessadas, cobertas por cutícula, e os estômatos encontram-se em elevações (Fig. 22). Com o desenvolvimento do fruto, o exocarpo mostra externamente sulcos longitudinais, visíveis em cortes transversais como reentrâncias que vão se tornando bastante acentuadas (Fig. 23).

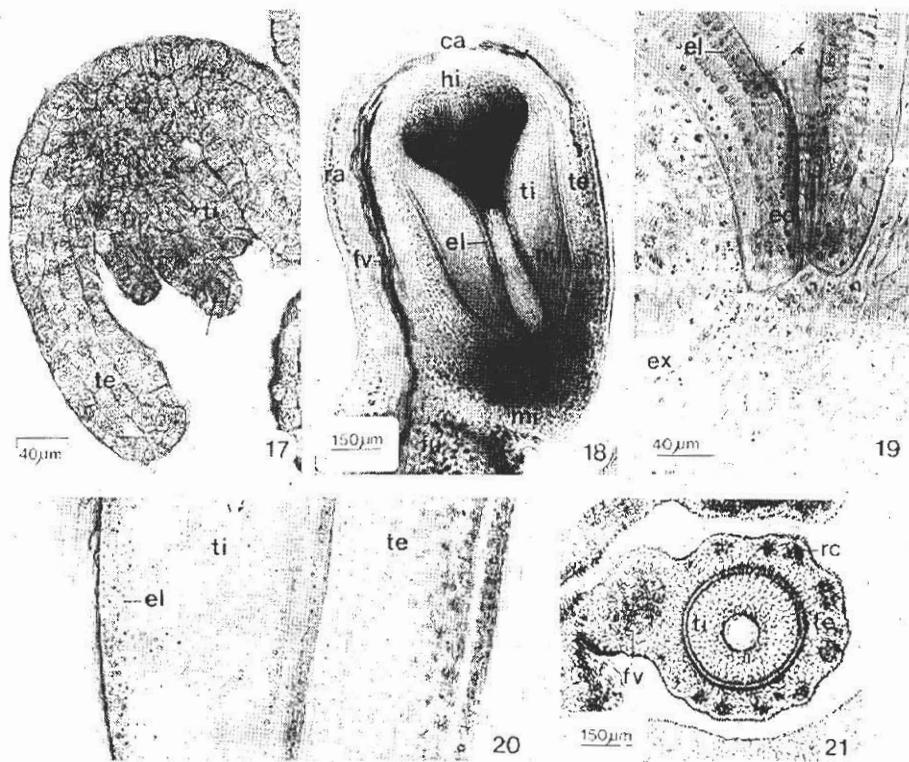
Ocasionalmente, nos frutos mais desenvolvidos aparecem estruturas esparsas, semelhantes a lenticelas, originadas pela atividade de um meristema que produz células suberificadas, em direção ao exterior (Fig. 25).



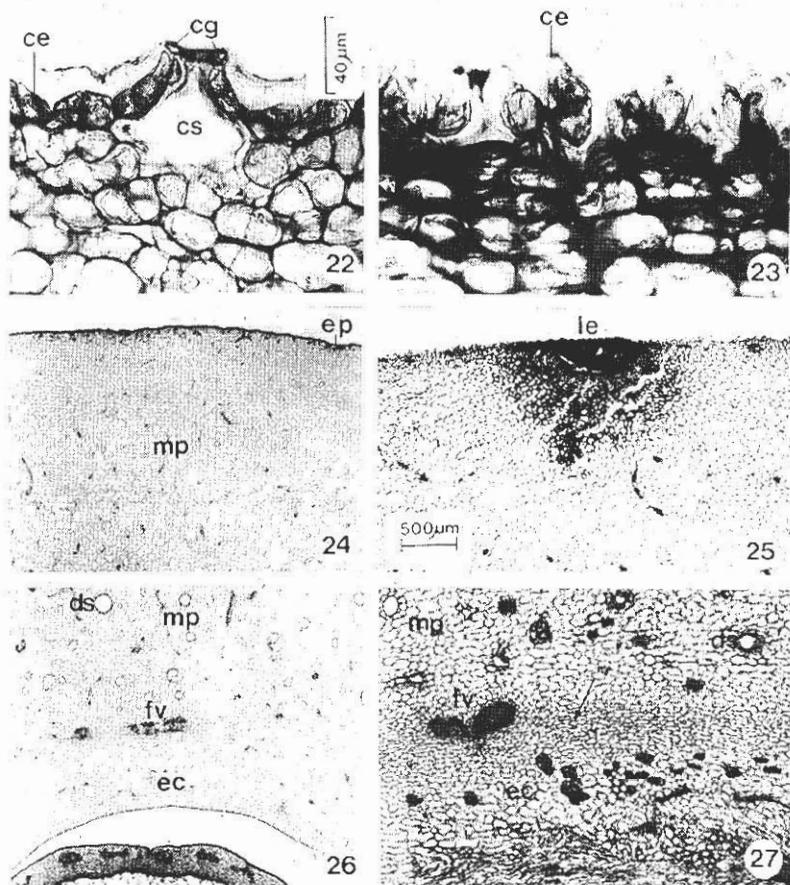
Figuras 1 a 9. Ovário - 1: Aspecto geral externo; 2 e 3: Diagramas, respectivamente, das seções longitudinal e transversal medianas; 4 - 6: **Fruto imaturo** - 4: Aspecto geral externo; 5 e 6: Diagramas, respectivamente, das seções longitudinal e transversal medianas; 7 - 9: **Fruto maduro**; 7: Aspecto geral externo; 8 e 9: Diagramas, respectivamente, das seções longitudinal e transversal medianas. (ds = duto secretor; ec = endocarpo; fv = feixe vascular; lo = lóculo; mp = mesocarpo; se = semente; oa = óvulo abortado; ov = óvulo).



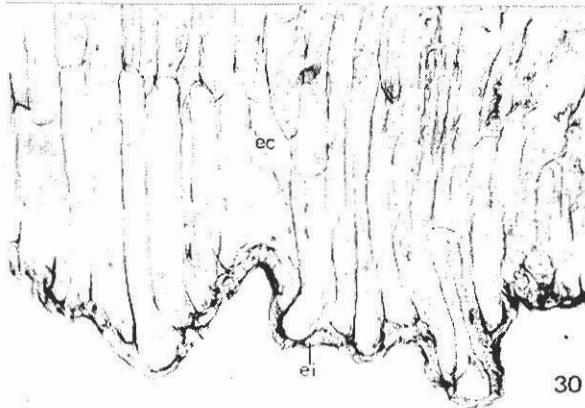
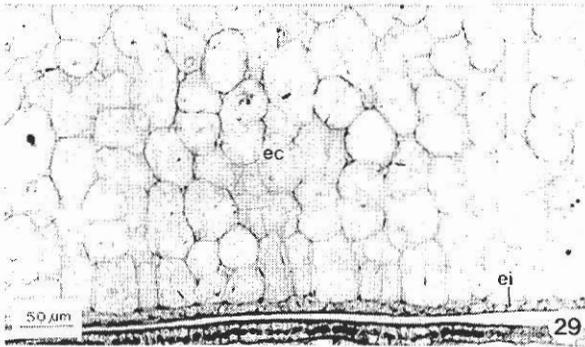
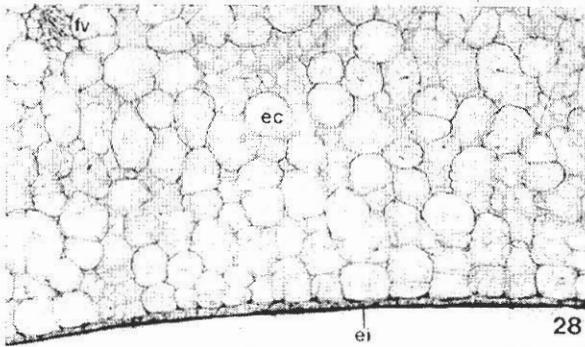
Figuras 10 a 16. 10-11: Seções, respectivamente, longitudinal e transversal medianas do ovário; 12: Epiderme externa e camadas subepidérmicas do ovário do botão floral, evidenciando a região com divisões periclinais (seta); 13: Epiderme externa do ovário mostrando uma reentrância; 14: Epiderme interna e camadas mais internas do mesófilo do ovário do botão floral; 15 e 16: Mesófilo do ovário do botão floral, evidenciando dutos secretores em fases sucessivas de diferenciação (A a F). (ds = duto secretor; ee = epiderme externa; ei = epiderme interna; fv = feixe vascular; lo = lôculo; me = mesófilo; ov = óvulo. Setas indicam dutos secretores nas figuras 10 e 11)



Figuras 17 a 21. 17: Seção longitudinal do óvulo em desenvolvimento. Seta indica célula-mãe do megásporo; 18: Seção longitudinal do óvulo; 19: Detalhe da região micropilar; 20: Detalhe dos tegumentos do óvulo em seção longitudinal; 21: Seção transversal do óvulo (ca = região calazal; ed = endóstoma; el = endotélio; ex = exóstoma; fv = feixe vascular rafeal; fu = funículo; hi = hipóstase; mi = região micropilar; nu = núcleo; ra = rafe; rc = ramificação pós-calazal do feixe rafeal; te = tegumento externo; ti = tegumento interno).



Figuras 22 a 27. 22: Detalhe do exocarpo no fruto jovem (2.0 cm de comprimento), seção transversal; mostrando estômatos; 23: Detalhe do exocarpo no fruto quase maduro (5.0 cm), em seção transversal, evidenciando as paredes periclinais externas espessadas; 24: Exocarpo e camadas mais internas do mesocarpo em seção transversal (fruto com 2.0 cm); 25: Seção transversal do fruto quase maduro (5.0 cm de comprimento), mostrando estrutura semelhante a lenticela; 26: Endocarpo e camadas mais internas do mesocarpo em seção transversal (fruto com 2.0 cm); 27: Seção transversal do pericarpo evidenciando o feixe vascular que delimita a região de separação (seta), em fruto desenvolvido (imaturo). (ce = célula epidérmica; cg = célula-guarda; cs = câmara substomática; ds = duto secretor; ec = endocarpo; ep = exocarpo; fv = feixe vascular; le = estrutura semelhante a lenticela; mp = mesocarpo)



Figuras 28 a 30. Epiderme interna e camadas subepidérmicas do endocarpo no fruto jovem, em sucessivas fases de diferenciação. 28: Células em divisão; 29: Células em alongamento; 30: Células já alongadas. (ec = endocarpo; ei = epiderme interna; fv = feixe vascular).

O mesocarpo, que deriva do mesofilo ovariano, permanece parenquimático e as camadas celulares da região periférica dividem-se, intensamente, produzindo gradativo aumento no diâmetro do fruto.

Do mesmo modo que no ovário, na região mediana do mesocarpo encontram-se os dutos secretores, agora mais numerosos e anastomosados, formando uma rede e, também, os feixes vasculares bastante ramificados. Na região adjacente ao endocarpo, o qual deriva da região interna do mesofilo ovariano, os dutos secretores possuem maior calibre e se dispõem paralelamente ao eixo central do fruto. Feixes vasculares de maior diâmetro também delimitam essa região (Figs. 5, 6, 24, 26 e 27).

Com o desenvolvimento do fruto, no limite entre o meso e o endocarpo, logo se diferencia uma faixa constituída por várias camadas de células menores que as demais, que mais tarde darão origem à região em que ocorre a separação do endocarpo (Figs. 27 e 50).

O endocarpo é representado por um tecido parenquimático com células de paredes finas, derivado da parte interna do mesofilo ovariano e da epiderme interna que delimita o lóculo. Os dutos secretores nessa região estão ausentes e os feixes vasculares aparecem em menor quantidade (Fig. 26).

Nas camadas parenquimáticas mais próximas da epiderme interna, tanto no endocarpo quanto nos septos, observa-se uma zona em que as células vão sofrendo um gradual e

acentuado alongamento radial (Figs. 28 a 31).

Nos lóculos em que não se desenvolvem sementes podem-se observar óvulos abortados, sendo as camadas mais internas do endocarpo e dos septos, também nesse caso, constituídas por células alongadas (Fig. 31).

Ao se iniciar o desenvolvimento da semente, observa-se um aumento gradativo do número de camadas celulares, em ambos os tegumentos (Figs. 37 e 38) e também o aparecimento do embrião (Figs. 35 e 45).

A epiderme externa da testa é formada por células ligeiramente alongadas, de paredes finas, e acompanhada pelo mesofilo adjacente, gradativamente formando interdigitações com o endocarpo (Figs. 32 a 34, 37 e 39).

O mesofilo da testa é inicialmente constituído por células arredondadas, de paredes delgadas, que deixam poucos espaços intercelulares, ocorrendo dispersos, alguns idioblastos contendo drusas. Imersos neste mesofilo encontram-se vários feixes vasculares anficrivais, provenientes da ramificação do feixe rafeal (Figs. 32, 37, 38 e 40).

Nessa fase, o tégmen consta de cerca de 12-13 camadas celulares, sendo que sua epiderme interna se torna papilosa ou desenvolve curtos pêlos (Figs. 38 e 40) que posteriormente degeneram, à medida que todo o tégmen se torna colapsado (Figs. 41 a 44). Com o desenvolvimento da semente, todo o nucelo, inclusive a hipóstase, vai sendo consumido até desaparecer completamente (Fig. 36).

Em uma fase mais avançada do desenvolvimento, as células que

compõem as camadas mais internas do mesofilo da testa dividem-se intensamente e o tecido cresce radialmente em direção ao tégmen, chegando a envolver algumas das células de sua epiderme externa (Figs. 41 a 43), as quais sofrem acentuado espessamento parietal tornando-se muito lignificadas e se diferenciando em braquisclereídes (Fig. 44).

O pró-embrião é inicialmente linear, passando a globular, sendo provido de um curto suspensor (Figs. 46 e 47). Posteriormente o embrião torna-se piriforme (Fig. 48), e então se alonga, ficando constituído quase que inteiramente do eixo hipocótilo-radícula (Fig. 49).

O escasso endosperma é do tipo nuclear e vai sendo reabsorvido à medida em que o embrião se desenvolve e preenche toda a cavidade delimitada pelos tegumentos (Figs. 41 e 49); a semente madura é exalbuminosa.

O estágio inicial de maturação do fruto caracteriza-se pela progressiva separação do endocarpo, que se separa do restante do pericarpo, permanecendo fortemente aderido à testa das sementes (Figs. 33 e 34), de modo que o fruto maduro torna-se uniloculado. A zona de separação estabelece-se entre as camadas celulares mais externas do endocarpo, principalmente por dissolução das lamelas médias e também por destruição de algumas células (Figs. 50 a 52). A região de separação estende-se também por entre os septos, delimitando cada uma das sementes e dos óvulos abortados (Fig. 9).

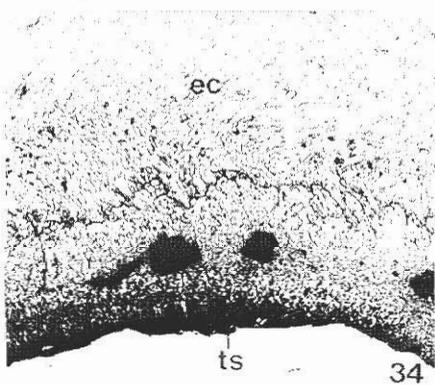
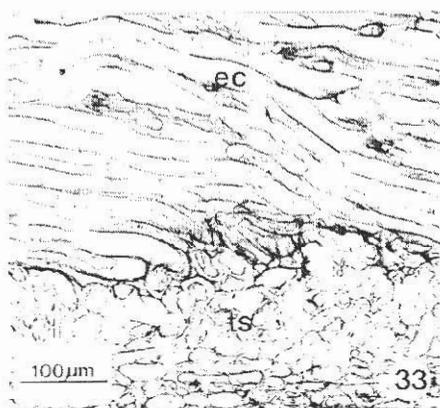
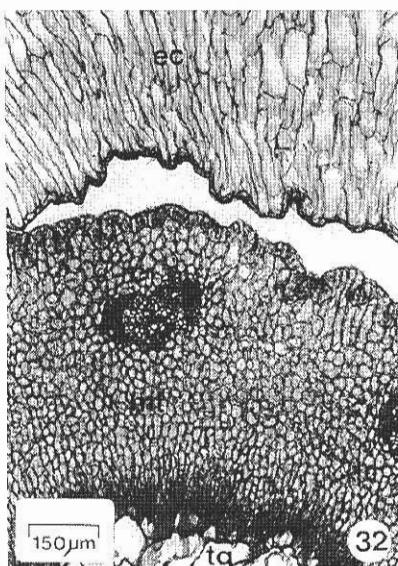
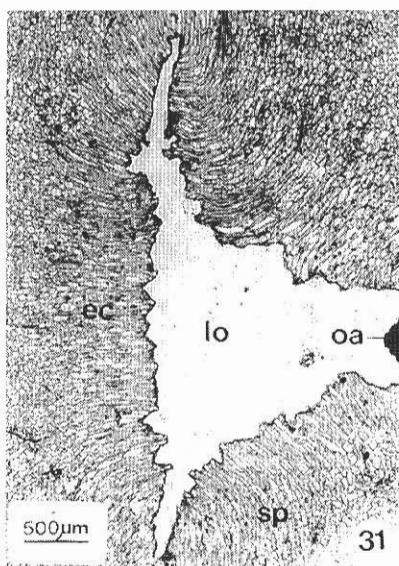
O fruto maduro é uma baga uniloculada com pericarpo bastante espesso e carnoso (Figs. 7 a 9); forma

variando de oblata a oblonga, e coloração externa, do verde-amarelado ao marrom-avermelhado. Nas porções do lóculo único do fruto, que correspondem a cada lóculo do ovário, observa-se a presença de uma a três sementes superpostas, ou a ausência de sementes. No primeiro caso o endocarpo pulposo encontra-se fortemente aderido à testa, enquanto que no segundo, ocorrem somente óvulos abortados, também envolvidos pelo endocarpo pulposo (Figs. 8 e 9).

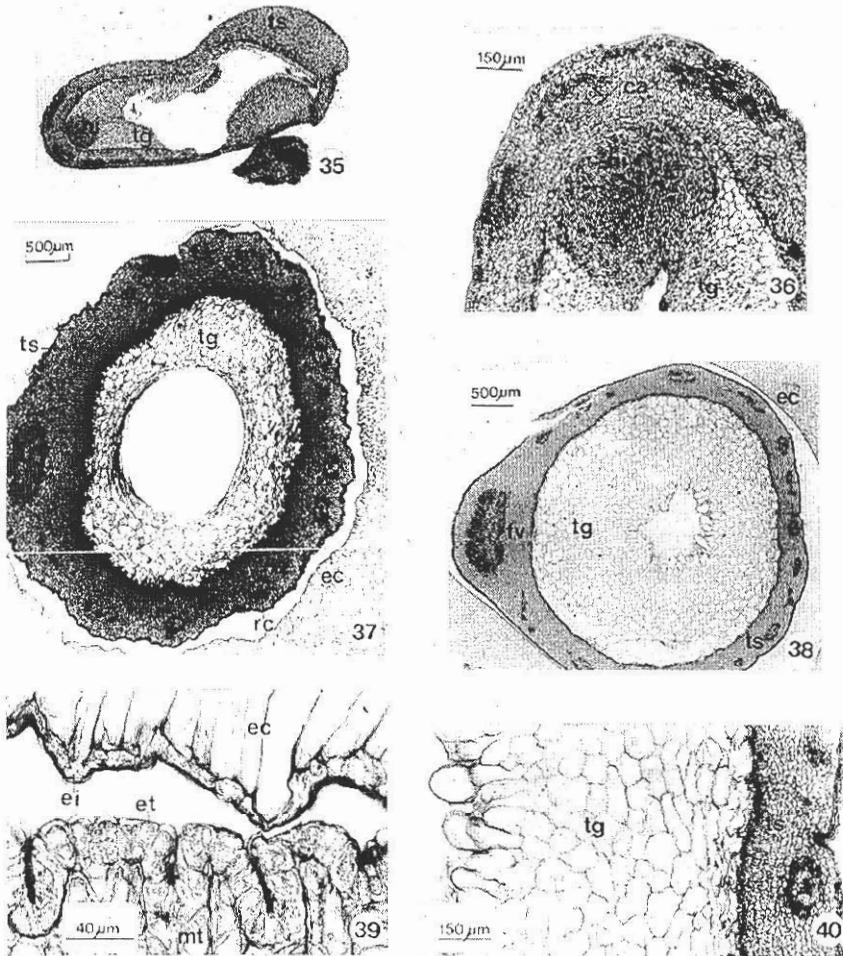
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No fruto de *Platonia insignis* o pericarpo desenvolve-se de maneira contínua. ROTH (1977) afirma que o crescimento dimensional em bagas é aproximadamente constante durante todo o período de desenvolvimento; o mesmo não ocorre nas drupas, em que são reconhecidos três períodos de crescimento, relacionados com o desenvolvimento do embrião (LILLELAND, 1930; 1932; 1933; TUKEY & YOUNG, 1939; NITSCH, 1953).

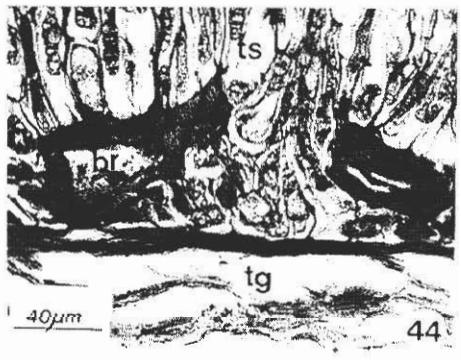
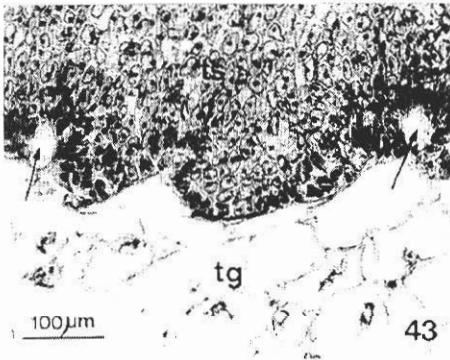
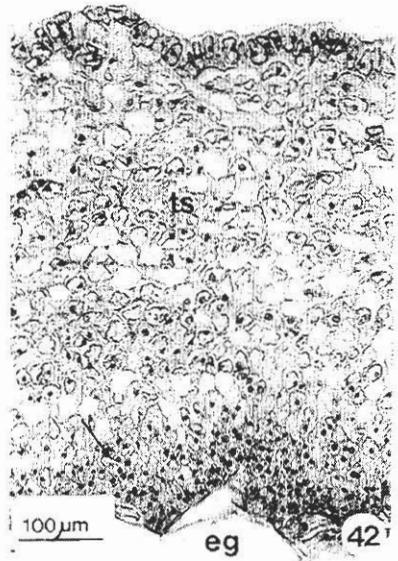
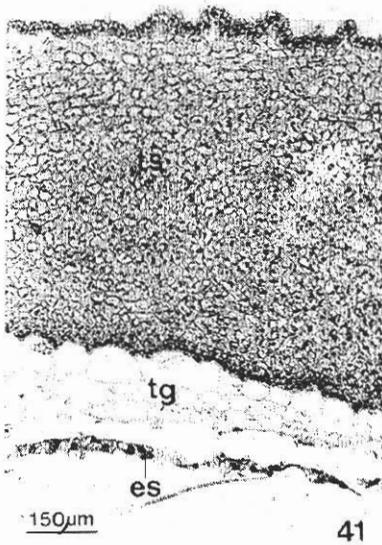
De acordo com ROTH (1977) o crescimento longitudinal nas bagas é algumas vezes reduzido e, em determinados casos, um meristema basal intercalar contribui para a forma alongada do fruto. Já o crescimento em espessura é pronunciado, principalmente nas bagas de forma esférica, e pode ocorrer tanto por divisões celulares periclinais quanto por crescimento celular. No primeiro caso o número de camadas celulares aumenta durante todo o período de crescimento do pericarpo, enquanto no



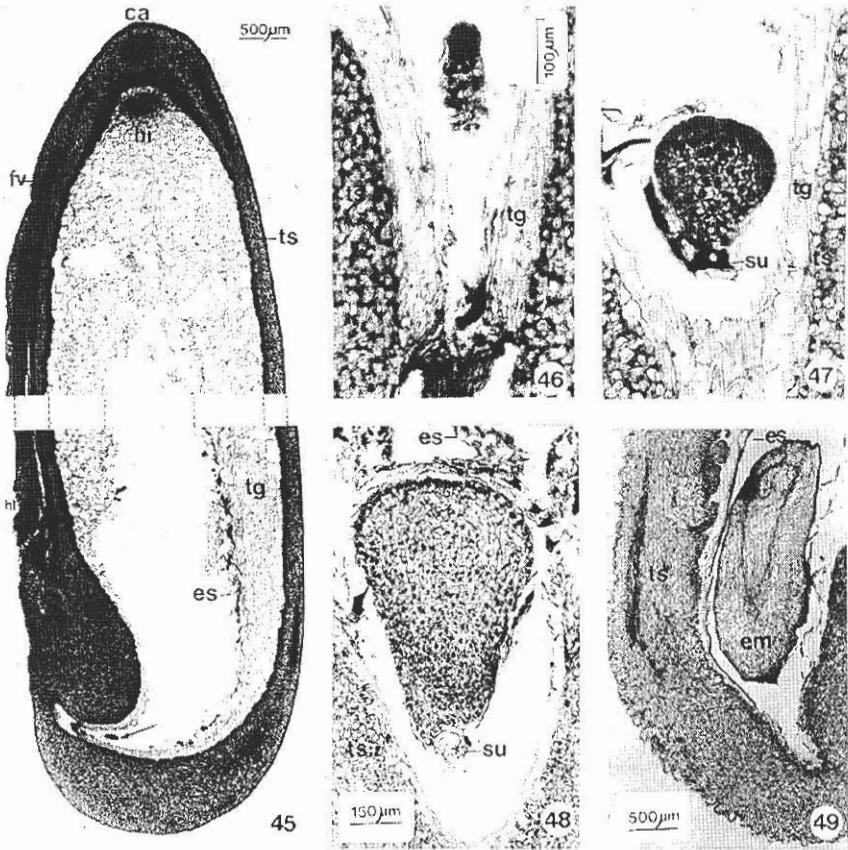
Figuras 31 a 34. 31: Lóculo sem semente de um fruto com 3,0 cm de comprimento, mostrando as células do endocarpo já alongadas; 32: Parte do endocarpo (fruto com 3,0 cm de comprimento) mostrando o início da formação de interdigitações com as camadas mais externas da testa; 33 e 34: Detalhe de seções longitudinal e transversal, respectivamente, mostrando testa e endocarpo completamente unidos no fruto quase maduro. (ec = endocarpo; lo = lóculo; mt = mesofilo da testa; oa = óvulo abortado; re = ramificação pós-calazal do feixe rafeal; sp = septo; tg = tégmen; ts = testa).



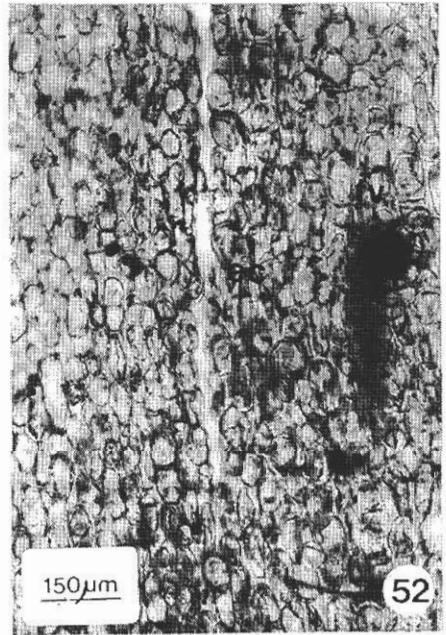
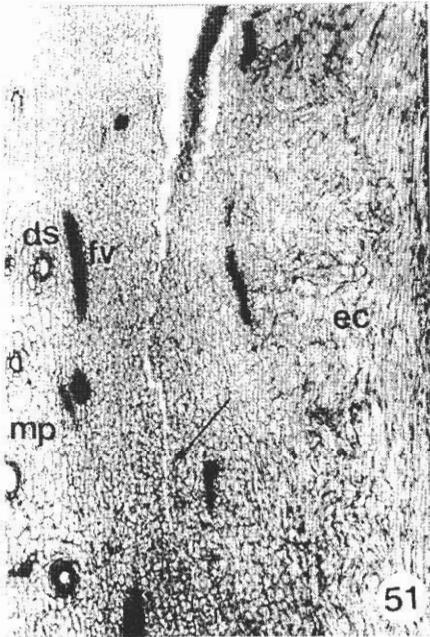
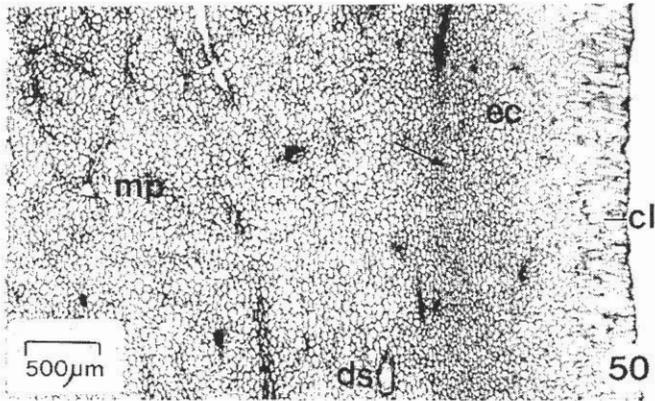
Figuras 35 a 40. 35-36: Semente jovem (0,5 cm de comprimento). 35: Aspecto geral de seção longitudinal mediana; 36: Detalhe da região calazal, mostrando a hipóstase em degeneração; 37-38: Semente jovem com 1,0 cm e 0,5 cm de comprimento, respectivamente, em seção transversal mediana; 39: Detalhe de seção transversal de parte do endocarpo mostrando o início de formação de interdigitações com a epiderme externa da testa (1,0 cm de comprimento); 40: Detalhe dos tegumentos da semente (0,5 cm de comprimento) (ca = calaza; ec = endocarpo; ei = epiderme intrna; et = epiderme externa da testa; fv = feixe vascular; hi = hipóstase; mt = mesofilo da testa; rc = ramificação pós-calazal do feixe rafeal; tg = tégmen; ts = testa)



Figuras 41 a 44. 41: Detalhe dos tegmentos e do endosperma de uma semente com 2,5 cm de comprimento, em seção longitudinal; 42: Testa e parte do tégmen da semente com 1,0 cm de comprimento, em seção longitudinal, evidenciando as camadas de células radialmente alongadas da região interna da testa (seta); 43: Detalhe mostrando algumas células da epiderme externa do tégmen (seta), já envolvidas pelas células da testa (semente com 1,5 cm de comprimento, em corte longitudinal); 44: Detalhe da mesma região, em uma semente mais desenvolvida, em corte transversal, mostrando os braquisclereídes. (br = braquisclereíde; eg = epiderme externa do tégmen; es = endosperma; tg = tégmen; ts = testa)



Figuras 45 a 49. 45: Semente com 1,0 cm, em seção longitudinal, a seta indica o pró-embrião em fase linear; 46: Detalhe do pró-embrião visto na figura 45; 47: Pró-embrião em fase globular (semente com 1,5 cm de comprimento); 48: Embrião em fase piriforme (semente com 2,0 cm); 49: Embrião parcialmente desenvolvido (semente com 2,5 cm de comprimento). (ca = calaza; es = endosperma; em = embrião; fv = feixe vascular; hi = hipóstase; hl = hilo; su = suspensor; tg = tégmen; ts = testa)



Figuras 50 a 52. 50: Seção longitudinal do pericarpo evidenciando a região de separação, na parte externa do endocarpo, em fruto jovem (3,0 cm de comprimento); 51: Seção transversal do pericarpo mostrando o início de separação do endocarpo; 52: Detalhe da região indicada na figura 51. (cl = células alongadas do endocarpo; ds = duto secretor; ec = endocarpo; fv = feixe vascular; mp = mesocarpo As setas indicam a região de separação)

segundo, as divisões ocorrem principalmente antes da fecundação.

Em *P. insignis*, nos frutos alongados não foi encontrada uma faixa meristemática bem definida, constituindo um meristema intercalar que pudesse ser responsável pelo acentuado alongamento longitudinal. Deste modo, o crescimento e a forma final do fruto parecem dever-se às divisões celulares que ocorrem em todas as direções e principalmente ao acentuado crescimento celular, observado após a fecundação.

A estrutura do pericarpo de *P. insignis* (subfamília Moronoideoideae, segundo ENGLER, 1888) é semelhante à de *Symphonia clusioides* (tribo Moronobeae), *Rheedia calcicola* e *Tsimatimia pervillei* (tribo Garcinieae), conforme as descrições de CORDEMOY (1911). Mostra maior similaridade, porém, com a última espécie citada, embora esteja incluída em outra tribo.

ROTH (1977) salientou que, frequentemente, nas bagas o exocarpo é desprovido de estômatos e composto por pequenas células isodiamétricas de paredes tangenciais externas espessadas, revestidas por espessa cutícula e cera, que constituem boa proteção contra a excessiva perda de água. Tais características, juntamente com a eventual presença de hipoderme colenquimatosa, parecem compensar a ausência de tecido mecânico. Em *P. insignis* as características observadas correspondem a essa afirmação, exceto pela presença de estômatos e pela ausência de hipoderme colenquimatosa.

Tanto ESAU (1965) quanto

FAHN (1978) definiram lenticelas como regiões em que o felogênio, por sua atividade, forma um conjunto de células suberificadas ou não, de arranjo frouxo e que ocasionam uma protrusão da epiderme e, inclusive, o seu rompimento, podendo ocorrer em caules, raízes e frutos. Assim, por essa definição, as estruturas suberificadas observadas no exocarpo de *P. insignis* não podem ser consideradas como lenticelas verdadeiras, uma vez que não há formação de protuberância, nem do tecido frouxo que as caracteriza. Devem corresponder, portanto, a pequenas regiões de súber de cicatrização.

A ocorrência de dutos ou cavidades secretoras esquizógenas é uma característica comum a todas as espécies de Clusiaceae (METCALFE & CHALK, 1957), sendo bastante evidente sua presença no mesocarpo de *P. insignis*. CORNER (1976) também fez referência à existência de canais secretores no pericarpo das espécies de Clusiaceae por ele descritas.

A ausência de estudos anatômicos e ontogênicos do fruto e da semente de *P. insignis* deu margem a interpretações divergentes quanto a natureza morfológica da camada comestível que envolve as sementes. Assim, observando apenas o fruto maduro, diversos autores fizeram referência à presença da polpa, não mencionando, porém, a sua origem (PIO CORRÊA, 1926; PESCE, 1934; MANIERI & LOUREIRO, 1964; CAVALCANTE, 1976; LOUREIRO *et al.*, 1979), enquanto que outros a referiram como sendo um arilo (BERG, 1982; ROOSMALEN, 1985).

O termo arilo, segundo CORNER

(1976), é utilizado para a estrutura carnosa que cresce de qualquer parte do funículo ou óvulo, após a fecundação, e que envolve parcial ou totalmente a semente.

Através do presente estudo, foi possível esclarecer de maneira conclusiva que a camada carnosa, branco-amarelada, que envolve as sementes, é de origem endocárpica, começando a se diferenciar já nos estádios iniciais do desenvolvimento do fruto, através de um acentuado alongamento radial das células das camadas mais internas do endocarpo. Estas, juntamente com as células dos septos que também se alongam à medida que o fruto se desenvolve, vão se aderindo à testa por meio de interdigitações. Posteriormente, no fruto maduro, o endocarpo destaca-se do restante do pericarpo, permanecendo firmemente ligado à semente.

A conclusão acima está de acordo com a interpretação dada por ENGLER (1888) e PAULA (1945), que afirmam ser o endocarpo, a polpa branca e mucilaginosa que constitui a principal parte comestível do fruto de *P. insignis*.

Segundo CORNER (1976), no gênero *Allanblackia* (tribo Moronobeae) existe o que parece ser um arilo envolvendo as sementes. Entretanto, para *A. floribunda* e para *A. stuhlmannii*, considerou que a camada comestível talvez corresponda à testa vascularizada e espessa ou ao endocarpo pulposo. Já em *Septogarcinia* esse autor salientou que as sementes são cobertas pelo endocarpo pulposo e amarelado.

Em espécies de Clusiaceae, da tribo Garcinieae, CORDEMOY (1911) concluiu que a polpa dos frutos é também de origem endocárpica e CORNER (1976) chamou essa polpa de "sarcopirênio".

Segundo SPRECHER (1919), em *Garcinia mangostana* a testa é concrecida com o endocarpo pulposo; entretanto RAO & KOTHAGODA (1984) descreveram a polpa do fruto, nessa espécie, como sendo um arilo.

O óvulo de *P. insignis* é anátropo e bitegmentado, tipo considerado por CORNER (1976) como característico das espécies de Clusiaceae por ele descritas. Outros caracteres citados por este autor, encontrados em *P. insignis*, são: óvulo tenuinucelado, muitos por lóculo, e de placentação axial.

É interessante notar a ocorrência simultânea do endotélio e da hipóstase em *P. insignis*, associados a óvulos bitegmentados e ao endosperma nuclear.

A presença do endotélio é associada a características tidas como avançadas, ou seja, óvulos unitegmentados, tenuinucelados e endosperma celular. Já a hipóstase está relacionada principalmente com óvulos bitegmentados, crassinucelados e com o endosperma nuclear, sendo esses caracteres tidos como primitivos (VON TEICHMAN & VAN WYK, 1991).

O endotélio é de difícil definição, uma vez que suas características morfológicas e fisiológicas variam consideravelmente (BOUMAN, 1984). A existência de endotélio foi registrada em 65 famílias de dicotiledôneas (KAPIL & TIWARI, 1978), entre as quais não contam

as Clusiaceae, embora a presença do endotélio em *Clusia* já houvesse sido apontada por CORNER (1976).

VON TEICHMAN & VAN WYK (1991) fizeram distinção entre os termos hipóstase *sensu stricto* e *sensu lato*. O termo hipóstase *sensu stricto* refere-se a um grupo de células nucelares, com paredes levemente espessadas, localizadas na extremidade calazal do saco embrionário, que não sofrem qualquer extensão secundária e nem tomam parte na formação do tegumento. A hipóstase *sensu lato* corresponde às células nucelares localizadas na região calazal que inicialmente formam uma placa celular discóide, com conteúdo tânico e sofrem extensiva proliferação secundária juntamente com a calaza, tomando parte no desenvolvimento do tegumento da semente.

As células da hipóstase podem conter proteína, amido (PRASAD *apud* VON TEICHMAN & VAN WYK, 1991; TILTON, 1980) e reservas lipídicas (TILTON, 1980).

De acordo com BOUMAN (1984), muitas funções têm sido atribuídas para a hipóstase. Ela pode funcionar como barreira, limitando o crescimento do saco embrionário; como ligação entre o suprimento vascular e o saco embrionário, facilitando o transporte de material nutritivo; pode tomar parte no balanço hídrico de sementes dormentes, ou ainda ter função protetora em sementes maduras.

A comparação do endotélio com a hipóstase sugere que estes tecidos podem ser interpretados como análogos, uma vez que possuem estrutura e funções similares (VON TEICHMAN & VAN WYK, 1991).

Em *P. insignis*, tanto a hipóstase,

que contém amido, como o endotélio, degeneram com o desenvolvimento da semente e do embrião, tendo talvez função na nutrição.

Com relação à vascularização, CORNER (1976) destacou que na família Clusiaceae o feixe vascular rafeal pode ou não emitir ramos pós-calazais. De acordo com JOHRI & AMBEGAOKAR (1984), o suprimento vascular nos óvulos é variável e bastante desenvolvido em famílias primitivas.

DELAY & MANGENOT (1960) descreveram para a semente de *Allanblackia floribunda*, características muito semelhantes às encontradas em *P. insignis*. Destacaram que as camadas mais profundas da testa tornam-se meristemáticas e crescem, insinuando-se entre as células do tégmen. Os dois tegumentos tornam-se unidos e nessa região lignificam-se pouco a pouco.

CORNER (1976) salientou que a camada interna de células pétreas, presente no envoltório da semente de *Allanblackia stuhlmanni*, deve corresponder à junção da testa com o exotégmen de *A. floribunda*. Essa característica aparece ainda em *Clusia* e *Havetiopsis*. Em *P. insignis*, porém, fica evidente que os braquisclereídes que permanecem entre a testa e o embrião, na semente madura, são originários do exotégmen.

O endosperma nuclear, segundo DELAY & MANGENOT (1960) e, CORNER (1976) ocorre em todas as Clusiaceae.

Bibliografia citada

- BERG, M.E. van den. - 1982. *Plantas medicinais na Amazônia*: contribuição ao seu estudo sistemático. Belém: CNPq/PTU. 223 p.

- BOUMAN, F. - 1984. The ovule. In: JOHRI, B.M. (ed.). *Embriology of Angiosperms*. Berlin: Springer Verlag. p. 123-157.
- CALZAVARA, B.B.G. - 1970. Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro. *Série Culturas da Amazônia*, Belém, 1(2): 46-84.
- CAMPOS, F.A.M.; PECHNIK, E.; SIQUEIRA, R. de. - 1951. Valor nutritivo de frutas brasileiras. *Trabalhos e Pesquisas*, 4: 61-171.
- CAVALCANTE, P.B. - 1976. *Frutos comestíveis da Amazônia*. 2. ed. Belém: Falangola. 154 p.
- CORDEMOY, M.H.J. de. - 1911. Contribution a l'étude de la structure du fruit et de la graine des Clusiacées. *Annales du Musée Colonial de Marseille*, série 2, 9: 1-22.
- CORNER, E.J.H. - 1976. *The seeds of dicotyledons*. Cambridge: University Press. 2 v.
- DELAY, C.; MANGENOT, G. - 1960. Le développement de la graine chez *Allanblackia floribunda* Oliv. *Annales des Sciences Naturelles Bot.*, série 12, 1: 387-439.
- ENGLER, A. - 1888. Guttiferae. In: MARTIUS, C.F.P. von. *Flora Brasiliensis*, 12(3): 381-486.
- ESAU, K. - 1965. *Plant anatomy*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons. 769 p.
- FAHN, A. - 1978. *Anatomia Vegetal*. Madrid: H. Blume Ed. 643 p.
- GERLACH, G. - 1969. *Botanische microtechnik, eine einföhrung*. Stuttgart: George Thieme.
- JENSEN, W.A. - 1962. *Botanical histochemistry: principles and practice*. San Francisco: W.H. Freeman. 408 p.
- JOHANSEN, D.A. - 1940. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw-Hill Book. 523 p.
- JOHRI, B.M.; AMBEGAOKAR, K.B. - 1984. Embriology: then and now. In: JOHRI, B.M. (ed.). *Embriology of Angiosperms*. Berlin: Springer Verlag: 1-47.
- KAPIL, R.N.; TIWARI, S.C. - 1978. The integumentary tapetum. *Botanical Review*, 44: 457-490.
- KUHLMANN, E. - 1977. Vegetação. In: BRASIL. *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Geografia do Brasil-Região Nordeste*. Rio de Janeiro. vol. 2: 85-110.
- LILLELAND, O. - 1930. Growth study of the apricot fruit. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 27: 237-245.
- - 1932. Growth study of the peach fruit. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 29: 8-12.
- - 1933. Growth study of the plum fruit - I. The growth and changes in chemical composition of the climax plum. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 30: 203-208.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J. da C. - 1979. *Essências madeiras da Amazônia*. Manaus: INPA/CNPq. v. 1.
- MANIERI, C.; LOUREIRO, A.A. - 1964. Madeiras de *Symphonia globulifera* L., *Platonia insignis* Mart., *Moronobea coccinea* Aubl. e *Moronobea pulchra* Ducke (Guttiferae). Estudo anatômico macro e microscópico, como contribuição para a sua identificação. *Botânica*, Manaus, 18: 1-28.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. - 1957. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press. v. 1.
- MILANEZE, M.A. - 1992. *Influência da intensidade luminosa e do fotoperíodo no desenvolvimento inicial de Pseudolaelia velozicola (Hohene) Porto & Brade, a partir de sementes selecionadas por densidade*. Rio Claro: UNESP, 1992. 223 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.
- NITSCH, J.F. - 1953. The physiology of fruit growth. *Annual Review of Plant Physiology*, 36(2): 199-236.
- PAULA, R.D. de G. - 1945. Estudo químico do mesocarpo de bacuri. *Anais da Associação Química do Brasil*, Rio de Janeiro, 4(3): 173-176.
- PESCE, C. - 1934. Sementes oleaginosas da Amazônia. *O Campo*, 4(7): 42-46.

- PIO CORRÊA, M. - 1926. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. v. 1.
- RAO, A.N.; KOTHAGODA, N. - 1984. Anatomy of certain tropical fruits. *Journal of Plant Anatomy and Morphology*, 1(2): 83-137.
- ROOSMALEN, M.G.M. van. - 1985. *Fruits of the Guianan Flora*. Netherlands: Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Silvicultural Department of Wageningen, Agricultural University. 463 p.
- ROTH, I. - 1977. *Fruits of Angiosperms*. Berlin: Borntraeger. 675 p. (Handbuch der Pflanzenanatomie).
- SASS, J.E. - 1951. *Botanical microtechnique*. 3. ed. Iowa: State Press. 228 p.
- SPRECHER, M. A. - 1919. Etude sur la semence et la germination du *Garcinia mangostana* L. *Revue Générale de Botanique*, 31: 513-531.
- TILTON, V. R. - 1980. Hypostase development in *Ornithogalum caudatum* (Liliaceae) and notes on other types of modifications in the chalaza of Angiosperm ovules. *Canadian Journal of Botany*, 58: 2059-2066.
- TUKEY, H.B.; YOUNG, J.O. - 1939. Histological study of the development fruit of the sour cherry. *Botanical Gazette*, 100: 723-749.
- VON TEICHMAN, I.; VAN WYK, A.E. - 1991. Trends in the evolution of dicotyledonous seeds based on character association, with special reference to pachychalazy and recalcitrance. *Botanical Journal of the Linnean Society of London*, 105: 211-237.

Aceito para publicação em 08.02.95