

Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae)

Sônia Maciel da Rosa e Luiz Antonio de Souza*

Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá. Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Author for correspondence. e-mail: lasouza@uem.br

RESUMO. O desenvolvimento do fruto (hipanto, pericarpo e semente) de *Pereskia aculeata* Miller é analisado desde a flor em antese até a maturidade. A flor é perígina e apresenta no hipanto bractéolas verdes e acúleos. O fruto é pomáceo, tipo cactídeo e caracteriza-se por apresentar hipanto carnoso, pericarpo e massa gelatinosa, formada pela destruição parcial do pericarpo e columela, onde estão imersas as sementes. A semente é exotestal e origina-se do óvulo anfitropo, bitegumentado e crassinucelado. A semente apresenta reserva perispermica e resíduos de endosperma. O embrião é curvo e tem eixo hipocótilo-radicular longo, dois cotilédones com mesofilo homogêneo e plúmula indiferenciada.

Palavras-chave: Cactaceae, *Pereskia aculeata*, pericarpo, semente, anatomia, morfologia.

ABSTRACT. Morphology and anatomy of the fruit (hypanthium, pericarp and seed) development of *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). The development of *Pereskia aculeata* Miller fruit (hypanthium, pericarp and seed) was analyzed. The flower is perigynous and presents a hypanthium with bracteoles and aculeus. The fruit is pomaceous, type cactídeo, with succulent hypanthium, pericarp, and seeds immersed in a gelatinous mass. This gelatinous mass originates from the pericarp and the columella. The seed is exotestal and develops from an amphitropous, bitegmic and crassinucelate ovule. It has perisperm and an endosperm residue. The embryo is curved and is composed of elongated hypocotyl-radicle axis, two cotyledons with uniform mesophyll, and undifferentiated plumule.

Key words: Cactaceae, *Pereskia aculeata*, pericarp, seed, anatomy.

Introdução

Pereskia aculeata Miller, planta conhecida vulgarmente como ora-pro-nobis ou groselha-da-américa, pertence à família Cactaceae e tem hábito escandente (Scheinvar, 1985). O alto conteúdo protéico e de fibras e a ausência de toxicidade das folhas dessa espécie indicam-na como fonte importante de alimento animal (Mercê *et al.*, 2001). As folhas dessa planta também são emolientes e os frutos expectorantes e antissifilíticos (Pio-Correa, 1978). No Brasil, a espécie ocorre da Bahia ao Rio Grande do Sul (Pio-Correa, 1978). Na região Noroeste do Paraná, Brasil, ela freqüentemente ocorre como trepadeira em matas secundárias. É espécie desde heliófita até esciéfita e seletiva xerófito, ocorrendo preferencialmente nas orlas e nas clareiras das florestas (Scheinvar, 1985).

A presença de folhas lanceoladas e acúleos, que ocorrem no hipanto da flor e do fruto dessa espécie, e a importância de suas folhas e de seus frutos na alimentação humana e animal têm despertado a

atenção de pesquisadores botânicos. O estudo dessa espécie é registrado para órgãos vegetativos (Bailey, 1961, 1962 e 1964; Garcia *et al.*, 2000), para órgãos reprodutivos (Boke, 1966; Roth, 1977), para germinação de sementes (Campbell, 1988) e voltado para a composição química das folhas (Sierakowski *et al.*, 1987; Mercê *et al.*, 2001).

Leuenberger (1986), em sua extensa monografia sobre o gênero *Pereskia* (Plumier) Miller, chamou a atenção para a importância de se realizarem estudos de interesse taxonômico das 16 espécies que compõem este gênero. Boke (1966), por sua vez, interessado em contribuir com a taxonomia do gênero, fez a análise da ontogenia e da estrutura da flor e do fruto de *P. aculeata*, nos estágios iniciais de desenvolvimento. O presente trabalho, com a finalidade de complementar o estudo de Boke (1966), apresenta a investigação morfo-anatômica do pericarpo e da semente de *P. aculeata*, desde a fase de ovário até a fase de maturação do fruto.

Material e métodos

As flores em pré e pós-antese e os frutos em estágios diversos de desenvolvimento foram coletados no Horto Florestal de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. O Horto Florestal é um remanescente florestal secundário de 37 hectares, situado entre os meridianos 51° 30' e 54° W e os paralelos 22° 30' e 24° 30' S, com altitude média de 556 metros.

O material coletado foi analisado morfológicamente, fixado em FAA 50 e conservado posteriormente em álcool 70% (Johansen, 1940). Após seleção dos estágios de desenvolvimento do fruto, a partir do ovário da flor, esse material foi incluído em parafina e seccionado em micrótomo rotatório, transversal e longitudinalmente, segundo técnica usual (Johansen, 1940). A coloração das seções obtidas ao micrótomo foi feita em hematoxilina e safranina, segundo método simplificado de Dnyansagar (1958). O fruto em desenvolvimento também foi analisado em seções executadas à mão livre, coradas em azul de astra e safranina (Kraus e Arduin, 1997).

Foram realizados testes histoquímicos para as seguintes substâncias: lignina, com o teste da floroglucina (Berlyn e Miksche, 1976); substâncias de natureza lipídica, mediante sudam IV (Rawlins e Takahashi, 1952); amido, com o teste do lugol (Berlyn e Miksche, 1976), e mucilagem, testada com tionina e azul de metileno (Costa, 1972).

O formato das células da testa da semente madura foi investigado mediante processo de maceração, de acordo com o método empregado por Jeffrey (Johansen, 1940).

Os desenhos e os diagramas foram elaborados com o auxílio de câmara-clara, projetando-se, nas mesmas condições ópticas, a escala micrométrica correspondente.

Resultados e discussão

Fruto em desenvolvimento – morfologia

O fruto de *P. aculeata* provém de flor (Figura 1 A) monoclina, actinomorfa, unipistilada e perígina. Nessa flor perígina, o ovário, pentacarpelar e unilocular (Figura 4 A), ocorre livre no interior do hipanto, sendo considerado, portanto, como súpero (Figuras 1 A, 5 A), conforme conceito formulado por Weberling (1992). Esse hipanto tem cor verde, consistência carnosa e possui parede espessa com bractéolas verdes lanceoladas. Nas axilas dessas folhas, ocorrem aréolas com acúleos e pêlos longos (Figura 1 A, H). O ovário súpero da espécie em estudo contraria a afirmação de Scheinvar (1985), que registra ovário semi-ínfero ou ínfero para o gênero *Pereskia*. Aliás, Boke (1966) também observou ovário súpero em *P. aculeata* e considera esse caráter como primitivo no gênero.

Logo no início do desenvolvimento do fruto de *P. aculeata*, o perianto e os estames são eliminados,

conservando o estilete e o estigma secos (Figuras 1 B, C). O jovem fruto (Figura 1 C, D) dessa espécie é constituído, então, por hipanto, pericarpo e sementes. O hipanto, nessa fase, mantém-se verde e apresenta bractéolas, também verdes, e aréolas, onde ocorrem acúleos e pêlos. Os acúleos de *P. aculeata* desenvolvem-se nas axilas das bractéolas, um fenômeno que ocorre em muitos frutos de Cactaceae (Roth, 1977). Roth (1977) considera o receptáculo (hipanto) de muitos frutos de espécies da família Cactaceae de natureza axial, pela formação de apêndices, como as folhas ou bractéas, o que se verifica em *P. aculeata*.

No fruto maduro de *P. aculeata*, o hipanto adquire cor amarelo-alaranjada e pode perder completamente as bractéolas e os acúleos (Figura 1 E). Esse hipanto apresenta pequena abertura na região apical (Figura 1 F). No interior do fruto, ocorre uma columela (Figura 1 F), que se desintegra juntamente com parte do pericarpo, formando massa gelatinosa com 3 sementes. O fruto maduro de *P. aculeata* é carnoso, globoso ou obovóide, pomáceo do tipo cactídeo, conforme classificação de Hertel (1959), modificada por Souza (2003). Ele é constituído morfológicamente por hipanto, pericarpo e sementes envoltas pelo material gelatinoso. Em sua superfície, destacam-se as aréolas (Figura 1 E), agora como cicatrizes com os pêlos.

Scheinvar (1985) faz referência ao fruto de *P. aculeata* como baga, sem se importar com o fato de que o fruto deriva do hipanto e do ovário da flor. Spjut (1994), por sua vez, registra o fruto para o gênero *Pereskia*, como sendo acrosarcum, caracterizado, segundo o autor, como fruto simples indeiscente, com pericarpo indiferenciado (sem endocarpo pétreo), que é envolvido por um exocarpo carnoso derivado do perianto ou receptáculo. O pericarpo de *P. aculeata* é pouco desenvolvido, mas o exocarpo é originado da epiderme do ovário (Figuras 4 C, 6 C, 7 C) e não do perianto, como afirma Spjut (1994). Barroso *et al.* (1999), por fim, incluem o fruto das espécies da família Cactaceae no tipo melanídio, definido como apresentando endocarpo pouco delimitado, com espaço central do fruto sem definição de lóculos ou, se dividido em lóculos, esses são mais ou menos amplos, não havendo aumento visível do tecido placentário, com tecido que enche a cavidade do fruto. Souza (2003), baseado em Hertel (1959), prefere reservar o tipo melonídio ou melanídio para o fruto que deriva apenas de ovário ínfero, com um a três carpelos. O enquadramento do fruto de *P. aculeata* como pomáceo, tipo cactídeo, deve-se às suas características como fruto simples carnoso, oriundo de ovário súpero com hipanto, pluricarpelar (cinco carpelos), unilocular, plurispérmico, com a parede do fruto de origem receptacular (hipanto) e carpelar.

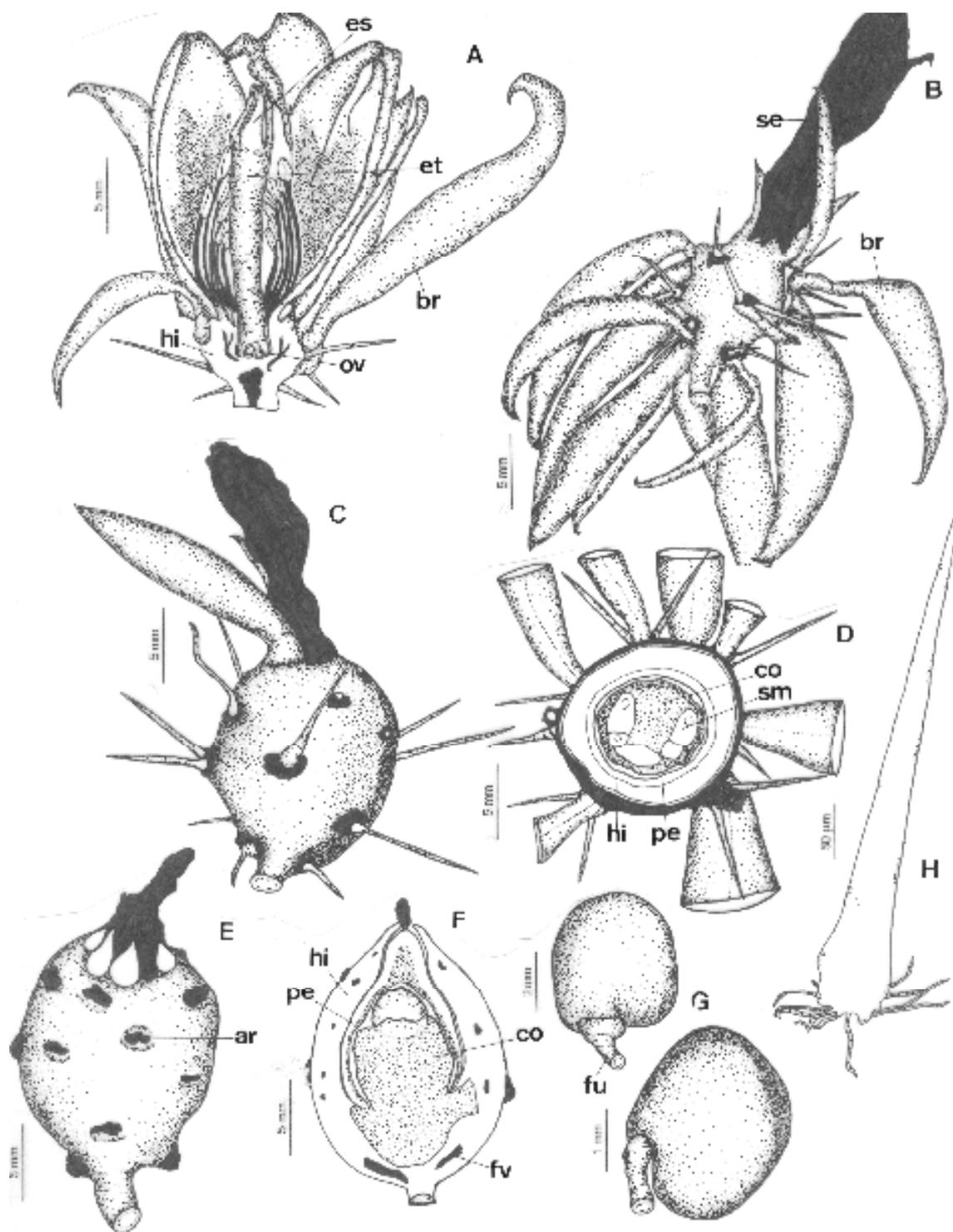


Figura 1. Fruto em desenvolvimento. A: flor seccionada longitudinalmente; B-C: frutos jovens mostrando bractéolas, acúleos e estilete/estigma senescentes; D: fruto jovem seccionado transversalmente; E-F: fruto maduro, inteiro e seccionado longitudinalmente; G: sementes adultas, ainda com funículo; H: acúleo do fruto com pêlos em sua base. (ar-aréola; br-bractéola; co-columela; es-estigma; et-estilete; fu-funículo; fv-feixe vascular; hi-hipanto; ov-ovário; pe-pericarp; se-estilete e estigma senescentes; sm-sementes jovens).

Fruto em desenvolvimento - anatomia

Bractéola - A bractéola verde e laminar (Figura 1 A-C) de *P. aculeata* é glabra e anfiestomática, sendo o complexo estomático do tipo paracítico (Figura 2 B,

C). A epiderme cuticularizada e uniestratificada (Figura 2 A) apresenta células poliédricas, com paredes anticlinais levemente sinuosas apenas na face abaxial (Figura 2 B, C).

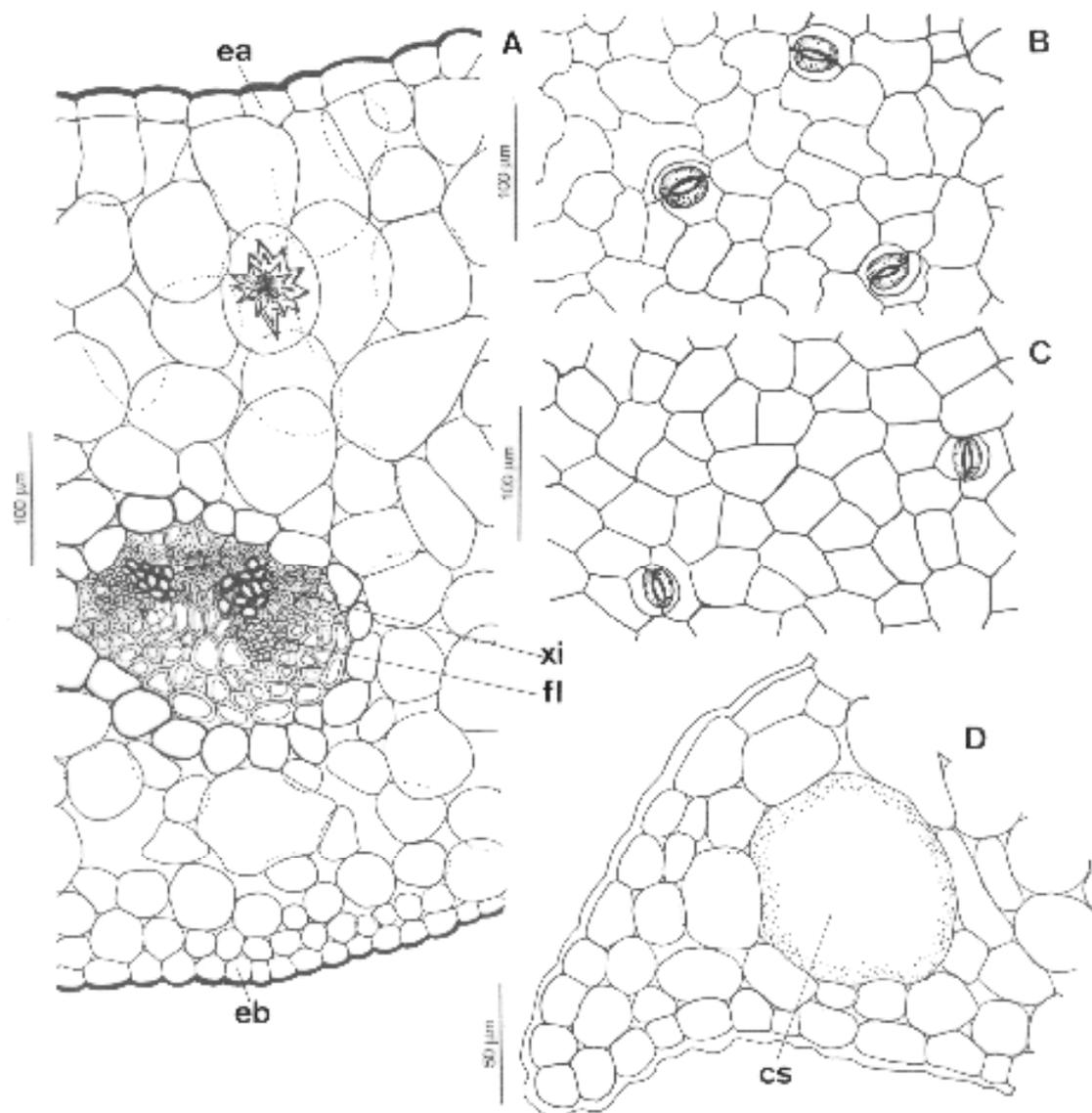


Figura 2. Estrutura da bractéola. A: limbo em seção transversal; B-C: epiderme da face adaxial e da abaxial, respectivamente, em vista frontal; D: bordo do limbo, em seção transversal. (cs-célula secretora; ea-epiderme da face adaxial; eb-epiderme da face abaxial; fl-floema; xi-xilema).

Na bractéola de *P. aculeata*, o mesofilo é parenquimático, distinguindo-se dois tipos de parênquima: o da face adaxial possui células pouco alongadas anticlinalmente, mas não caracteriza tipicamente parênquima paliádico; o da face abaxial caracteriza-se como esponjoso (Figura 2 A). No mesofilo, ainda ocorrem idioblastos com drusas (Figura 2 A) e células secretoras mucilaginosas. Na região do bordo foliar, o mesofilo apresenta célula mucilaginosa e reduz-se a um estrato celular (Figura 2 D). A vascularização da bractéola é feita por vários feixes, sendo os de médio e pequeno calibre envolvidos por bainha parenquimática (Figura 2 A),

de células com paredes um pouco mais espessas que as demais células do mesofilo.

Os caracteres estruturais observados nas bractéolas de *P. aculeata*, como complexos estomáticos paracíticos em ambas as faces da epiderme, presença de células com drusas e células e cavidades mucilaginosas no mesofilo, são semelhantes aos registrados para os nomofilos dessa planta, por Garcia *et al.* (2000). Todavia, com referência ao caráter dorsiventralidade do nomofilo de *P. aculeata* (Garcia *et al.*, 2000), as bractéolas dessa planta não apresentam mesofilo heterogêneo

assimétrico perfeito, o que descaracteriza sua classificação como folha dorsiventral. Os próprios autores, em seu estudo sobre quatro espécies de *Pereskia*, relatam apenas tendência das folhas dessas plantas à dorsiventralidade, registrando apenas uma planta como tendo folha tipicamente dorsiventral.

Acúleo – Boke (1966), Scheinvar (1985) e Leuenberger (1986) registram a presença de espinhos no hipanto da flor e do fruto de *P. aculeata*. Entretanto a análise estrutural desse espinho mostrou que ele não possui vascularização (Figura 3 A), o que o caracteriza como acúleo e não como formação espinescente, conforme conceito de Font-Quer (1985). O acúleo de *P. aculeata* é formado por uma base arredondada e por uma porção apical alongada e afilada (Figura 3 A). Na base (Figura 3 A, B), há epiderme cuticularizada de células irregulares, com paredes relativamente espessas; tecido esclerenquimático, não lignificado, constituído de fibras e esclereides; periderme e parênquima com muitos idioblastos com drusas. A porção apical (Figura 3 A) só apresenta epiderme e tecido esclerenquimático. Os pêlos que ocorrem

em sua base são pluricelulares e unisseriados (Figura 1 H), ou eventualmente ramificados, com extremidade arredondada.

Hipanto – Ainda na flor de *P. aculeata*, o hipanto (Figuras 4 A, B) é constituído pela epiderme externa glabra, unisseriada, cuticularizada, com células de paredes bem delgadas e eventualmente comprimidas. A epiderme interna é também glabra, unisseriada, com cutícula delgada, células de paredes finas pouco comprimidas. A epiderme reveste um parênquima com células de paredes finas, com formato e tamanho diferentes. É possível distinguir três regiões nesse parênquima: uma externa, com atividade meristemática com células que sofrem divisões periclinais e se alongam tangencialmente; outra mais central, com células poliédricas amplas, com células secretoras, com inúmeros idioblastos com drusas e com feixes vasculares colaterais de dimensões diferentes, dispostos em três anéis; por fim, uma região mais interna, de células diminutas e de paredes finas. Sob a epiderme externa pode ocorrer, em pontos localizados do hipanto, a instalação de felogênio (Figura 4 B).

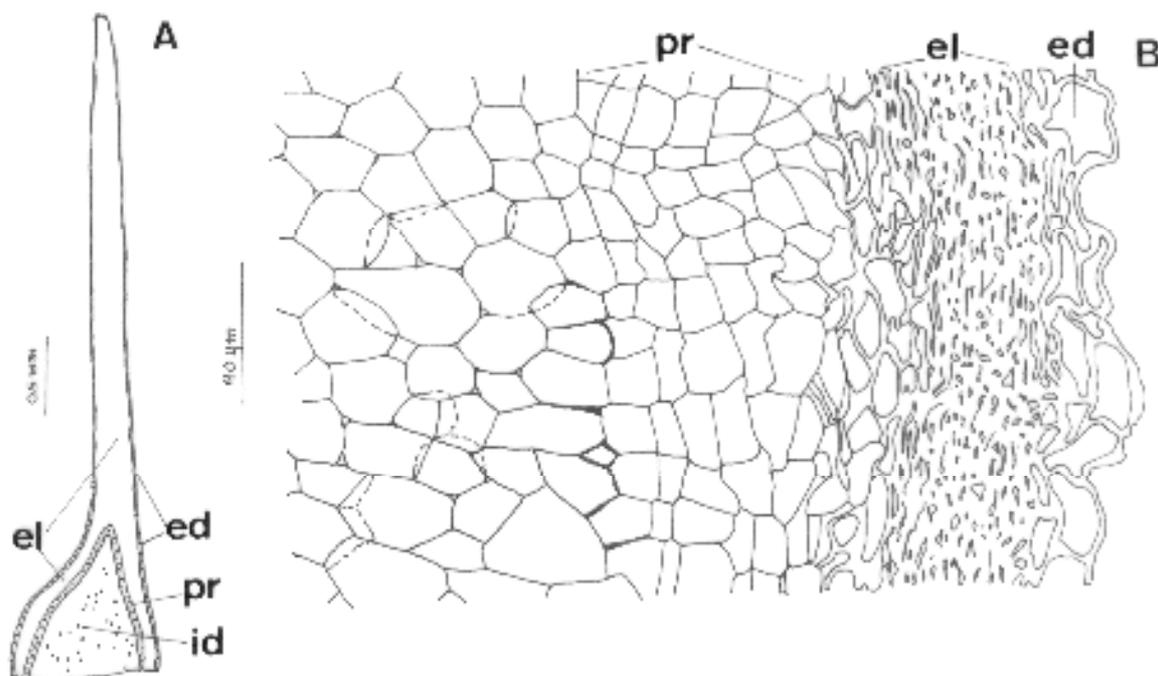


Figura 3. Estrutura do acúleo. A: diagrama do acúleo em seção longitudinal; B: pormenor anatômico de seção transversal executada na base do acúleo. (ed-epiderme; el-esclerenquima; id-idioblasto com drusa no parênquima; pr-periderme).

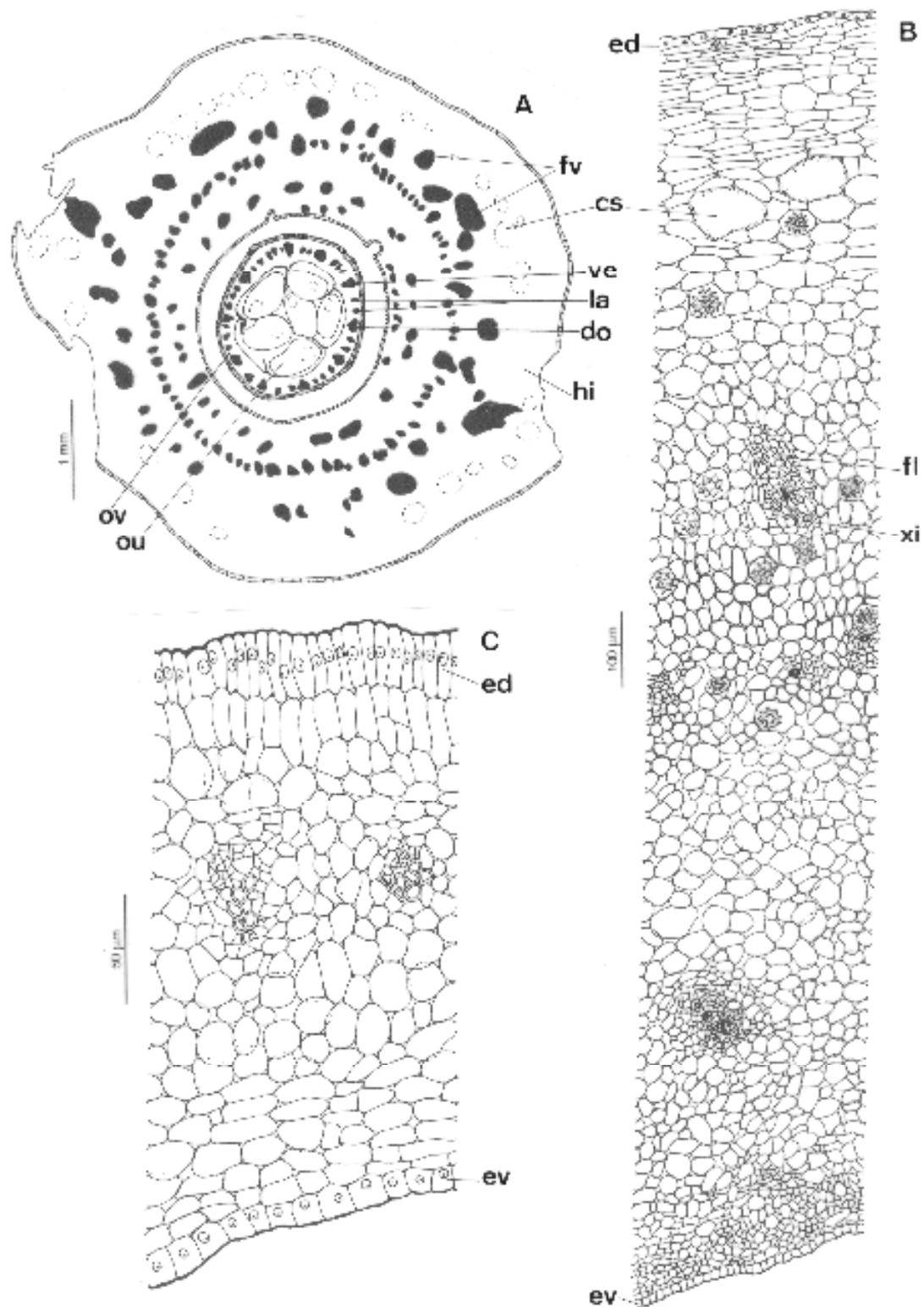


Figura 4. Estrutura do hipanto e do ovário, em seção transversal. A: diagrama do hipanto e ovário; B: pormenor da parede do hipanto; C: detalhe da parede do ovário. (cs-célula secretora; do-feixe dorsal; ed-epiderme da face dorsal ou externa; ev-epiderme da face ventral ou interna; fl-floema; fv-feixe vascular; hi-hipanto; la-feixes laterais; ou-óvulo; ov-ovário; ve-feixe ventral; xi-xilema)

No fruto jovem dessa espécie, ainda se mantém atividade meristemática sob a epiderme externa do hipanto; nessa fase, observa-se felogênio subepidérmico (Figura 6 B), processo que pode iniciar-se ainda na flor. O parênquima do hipanto floral não sofre alterações estruturais significativas nessa fase de desenvolvimento, exceto pelo alongamento tangencial de suas células (Figura 6 B). Na região interna ou ventral do hipanto, instala-se uma periderme (Figura 6 B). Boke (1966) também menciona a presença de periderme na parede interna do hipanto receptacular em frutos jovens de *P. aculeata*, mas não faz alusão à existência de periderme localizada sob a epiderme externa do hipanto.

No fruto maduro de *P. aculeata*, o hipanto é constituído de epiderme externa unisseriada, glabra, com células de contorno tabular, de paredes periclinais externas espessas e ricas em substâncias de caráter lipídico. Ocorre também na superfície do hipanto, de forma localizada, periderme de origem subepidérmica (Figuras 7 A, B). Internamente ao sistema dérmico, ocorre tecido colenquimático frouxo (Figura 7 B), que pode apresentar algumas de suas células com drusas. Em seqüência, observa-se parênquima, cujas células, muito amplas, contíguas ao colênquima, tornam-se gradativamente de dimensões mais reduzidas, em direção à região ventral do hipanto (Figura 7 B). Nesse parênquima, verificam-se idioblastos cristalíferos com drusas e grande quantidade de células secretoras de mucilagem (Figura 7 A). Na face ventral do hipanto, ocorre periderme (Figura 7 B). A vascularização do hipanto é feita por feixes vasculares de maior porte, que se localizam na região mediana, e por feixes de menor dimensão, situados mais internamente (Figura 7 A).

Columela - A região apical do receptáculo floral de *P. aculeata*, de contorno convexo, já no interior do ovário (Figura 5 A), apresenta a epiderme e algumas camadas celulares subepidérmicas, com células de dimensões reduzidas e de citoplasma denso (Figura 5 B). Essas células são meristemáticas e sofrem repetidas divisões celulares, constituindo uma columela que se desenvolve durante os estágios iniciais de formação do fruto. A columela, em estágio mais adiantado, ocupa quase toda a cavidade onde se alojam as sementes (Figura 5 C).

A presença de columela no fruto de *P. aculeata* parece ser um caráter primitivo entre as Cactaceae (Boke, 1966). De acordo com as investigações desse autor, a columela de *P. aculeata* é de origem axial e não carpelar. Segundo Boke (1966) e Roth (1977), a columela desenvolve-se a partir de meristema floral residual do receptáculo, localizado no interior do ovário.

A columela de *P. aculeata* possui epiderme uniestratificada e cuticularizada, que reveste um tecido parenquimático (Figura 5 D). Com o desenvolvimento do fruto, diferenciam-se, nesse parênquima, amplas células e cavidades mucilaginosas (Figura 5 E). A columela sofre desintegração de suas células na fase de maturação do fruto (Figura 7 A).

Pericarpo - O ovário de *P. aculeata*, cuja parede origina o pericarpo, é constituído de epiderme externa unisseriada cuticularizada, com células prismáticas e de paredes finas (Figura 4 C). Essa epiderme é desprovida de pêlos e de estômatos. O mesofilo é parenquimático (Figura 4 C), cujas células, de paredes delgadas, têm formato e dimensões diferentes. Na camada parenquimática, localizada sob a epiderme interna, observam-se células que sofreram divisões periclinais. Nesse parênquima, ocorrem feixes vasculares dorsais, ventrais e laterais (Figura 4 A), do tipo colateral (Figura 4 C), e poucas células secretoras. A epiderme interna é uniestratificada, cuticularizada e apresenta células de contorno quadrangular em seção transversal do ovário (Figura 4 C).

A parede ovariana forma de fato o pericarpo em *P. aculeata*. Nessa espécie, o receptáculo (hipanto) torna-se carnoso e circunda o ovário maduro, como acontece em todas as espécies de *Pereskia*. Durante o desenvolvimento do fruto, o receptáculo e o ovário parecem ligados um ao outro, mas não há realmente fusão entre eles, permanecendo o ovário unido ao tecido axial somente na base (Roth, 1977).

O pericarpo jovem não sofre alterações estruturais muito significativas, exceto pela diferenciação de células mucilaginosas, que ocorrem em grande número na região mais interna do mesocarpo (Figuras 6 A, C). O epicarpo e o endocarpo são semelhantes às epidermes externa e interna do ovário (Figura 6 C).

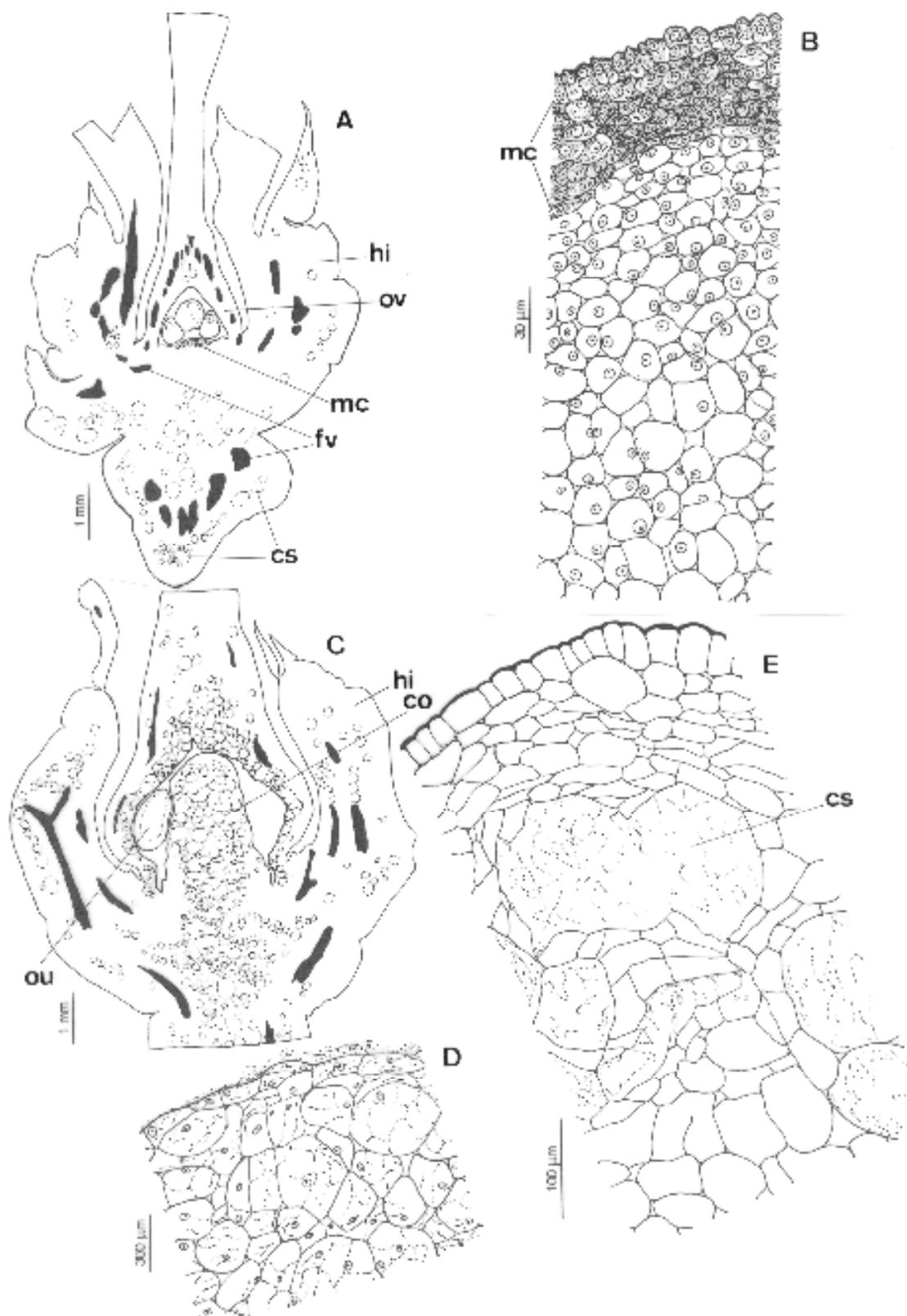


Figura 5. Desenvolvimento e estrutura da columela, em seção longitudinal. A: diagrama da flor mostrando ovário e hipanto; B: pormenor anatômico do meristema da columela; C: diagrama do fruto jovem com columela ocupando grande parte do interior do ovário; D-E: detalhe histológico da columela de frutos imaturos. (co-columela; cs-célula secretora; fv-feixe vascular; hi-hipanto; mc-meristema da columela; ou-óvulo; ov-ovário).

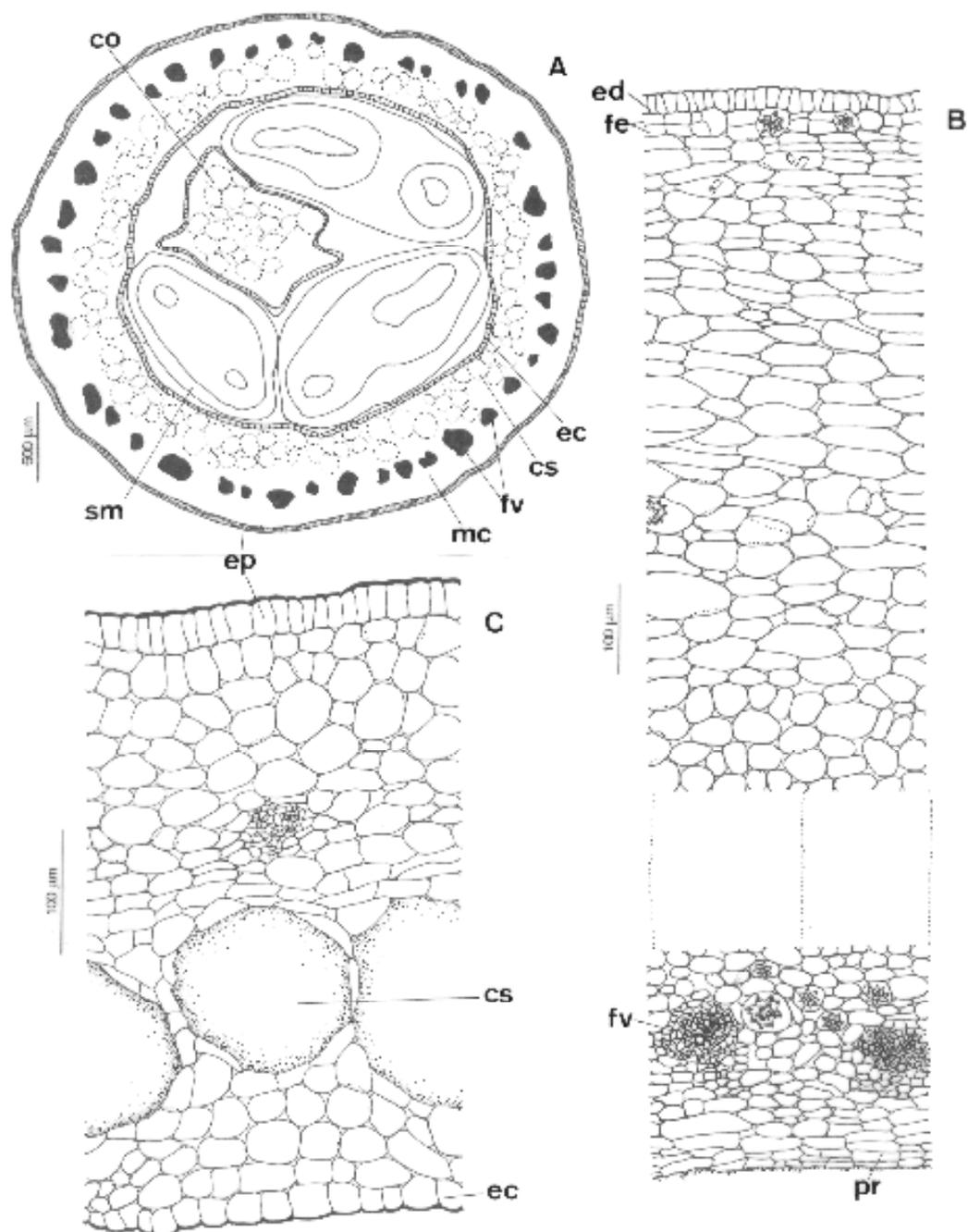


Figura 6. Estrutura do fruto jovem, em seção transversal. A: diagrama do pericarpo envolvendo sementes imaturas e columela; B: pormenor da parede do hipanto; C: pormenor da parede do pericarpo. (co-columela; cs-célula secretora; ec-endocarpo; ed-epiderme da face dorsal; ep-epicarpo; fe-felogênio instalado na camada subepidérmica; fv-feixe vascular; mc-mesocarpo; pr-periderme; sm-sementes jovens).

O pericarpo maduro é formado de epicarpo unisseriado, cuticularizado, glabro, não estomatífero e com células levemente prismáticas e de paredes delgadas (Figura 7 C). O mesocarpo é de natureza colenquimática e parenquimática (Figura 7 C). Na região mais interna desse parênquima mesocárpico, há grandes células

mucilaginosas (Figuras 7 A, C). Na fase de maturidade do fruto, parte do mesocarpo interno, todo o endocarpo (Figura 7 C) e a columela se desintegram, formando uma massa gelatinosa que envolve completamente as sementes (Figura 7 A).

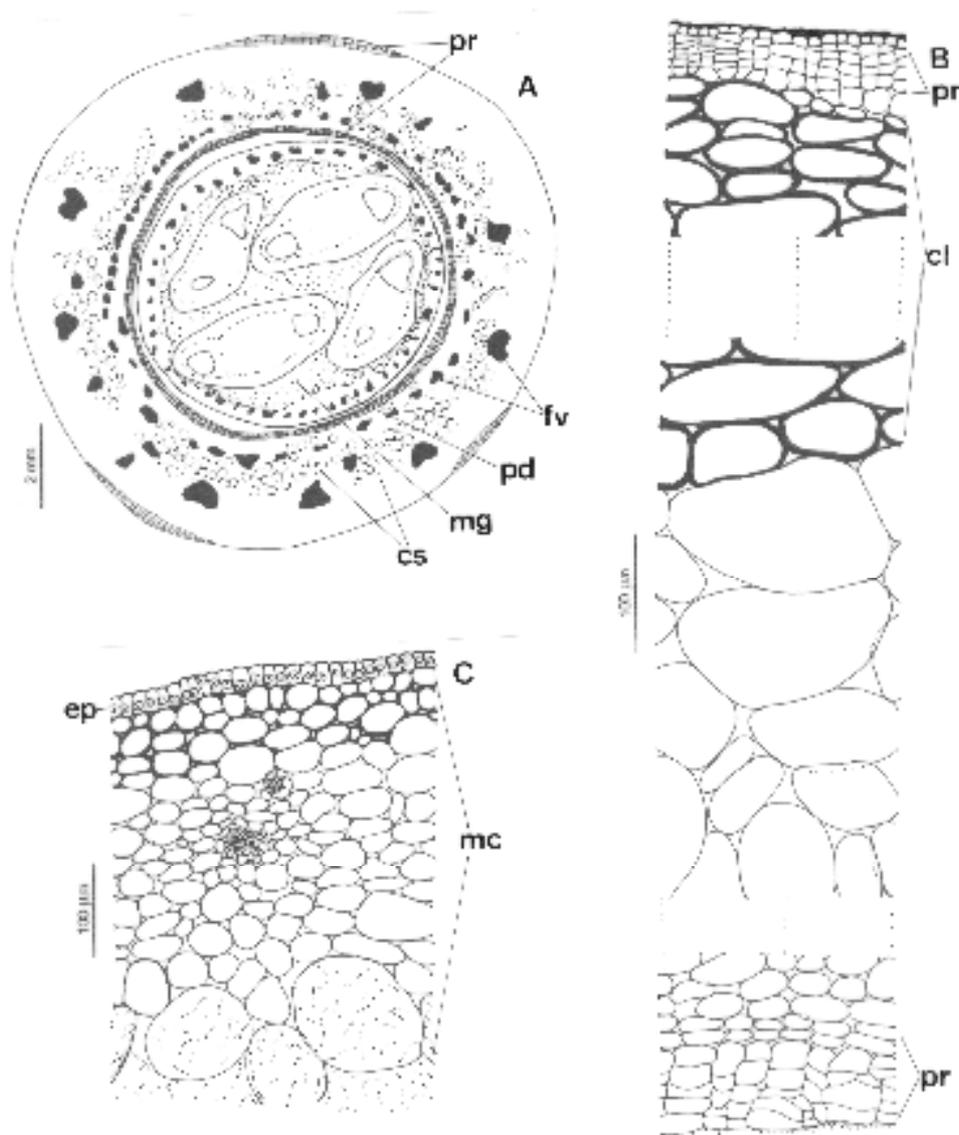


Figura 7. Estrutura do fruto maduro, em seção transversal. A: diagrama do hipanto e do pericarpo com sementes imersas em massa gelatinosa; B: pormenor da parede do hipanto; C: pormenor anatômico do pericarpo. (cl-colênquima; cs-célula secretora; ep-epicarpo; fv-feixe vascular; mc-mesocarpo parcialmente destruído; mg-massa gelatinosa com sementes; pd-pericarpo parcialmente destruído, pr-periderme).

Semente em desenvolvimento – morfologia

Há um óvulo para cada carpelo, eventualmente mais (Figura 4 A). Na base de cada óvulo, junto ao funículo, observam-se pêlos longos (Figura 8 A, B).

As sementes maduras de *P. aculeata*, 2-3 por fruto, são pretas, brilhantes e de formato lenticular. O funículo é curto (Figura 1 G).

O embrião é curvo (Figuras 9 E, 10 B, C), com eixo hipocótilo-radicular longo, dois cotilédones pouco espessos e plúmula indiferenciada (Figura 10 B).

Semente em desenvolvimento - anatomia

Óvulo - O óvulo é anfitropo, bitegumentado e crassinucelado (Figura 8 A, B). O tegumento externo é

formado por 2-3 estratos de células, as quais são mais amplas em sua região apical (Figura 8 A). O tegumento interno apresenta 3-4 camadas de células, que são pouco maiores em seu ápice (Figura 8 A). A micrópila é limitada apenas pelo tegumento interno, caráter registrado nas outras espécies de Cactaceae estudadas (Maheshwari, 1971), constituindo, assim, a endóstoma (Figuras 8 A, B). Nessas figuras, também são evidenciados o funículo reduzido e os pêlos longos da base do óvulo, de origem funicular e placentária, que são pluricelulares e se estendem até a micrópila. Esses pêlos, provavelmente, devem funcionar como obturador no processo de fecundação de *P. aculeata*.

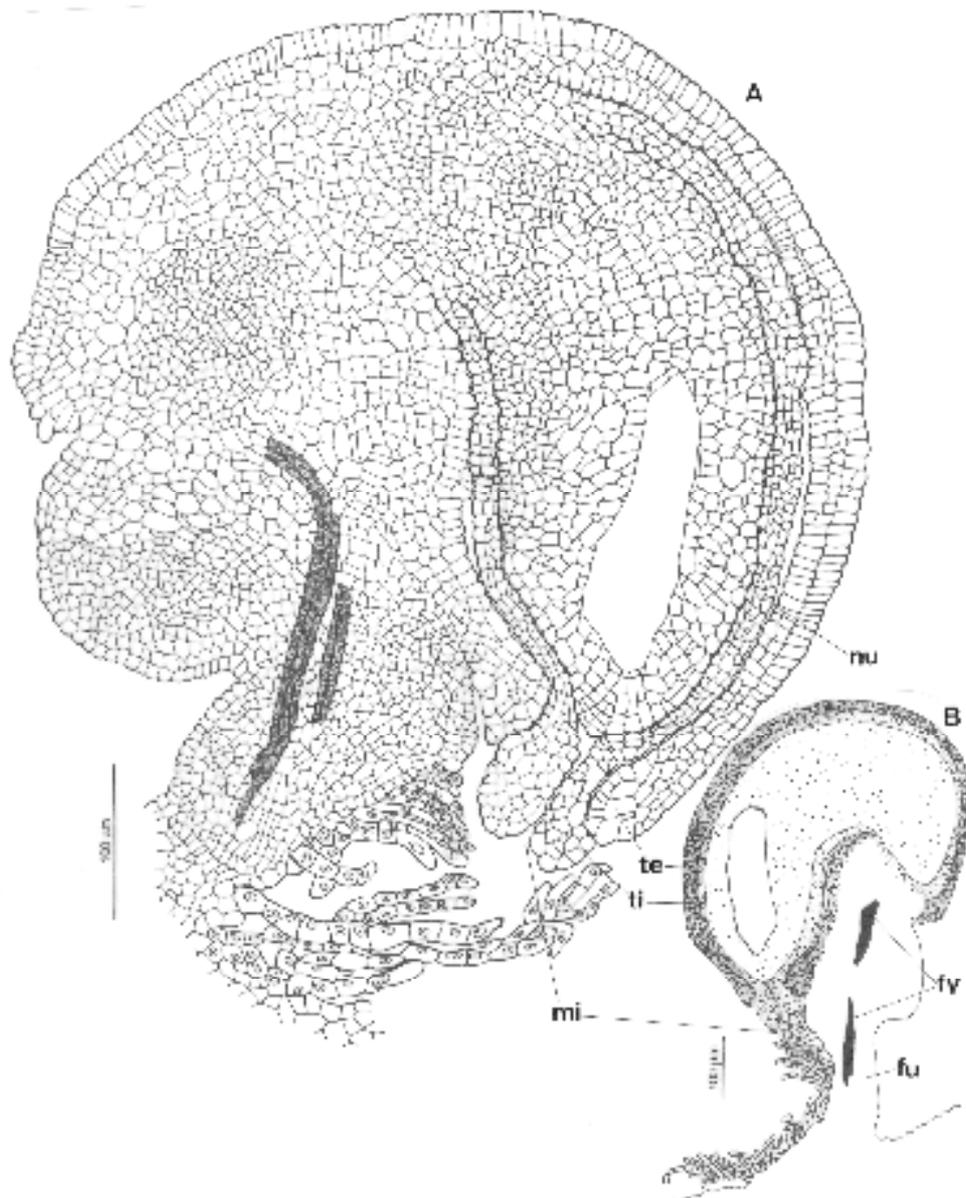


Figura 8. Estrutura do óvulo, em seção longitudinal, com pêlos funiculares e placentários. A: pormenor anatômico; B: diagrama. (fu-funículo; fv-feixe vascular; mi-micrópila; nu-nucelo; te-tegumento externo; ti-tegumento interno).

Os tipos de óvulos registrados para as espécies da família Cactaceae variam de anátropos a mais ou menos campilótropos (Corner, 1976). Maheshwari (1971), ao listar os caracteres embriológicos da família Cactaceae, considera o óvulo das espécies como sendo campilótropo. Leins e Schwitalla (1988) fazem referência à espécie de *Pereskia* como tendo óvulo campilótropo. Entretanto, quando se analisa o óvulo de *P. aculeata*, observa-se curvatura muito acentuada do nucelo, daí seu enquadramento neste trabalho como anátropo. Aliás, Maheshwari (1971) afirma que a família Cactaceae tem afinidade embriológica com famílias da antiga ordem

Centrospermae, a qual é citada por este autor como apresentando óvulo anátropo.

Semente - Na semente em desenvolvimento, a jovem testa aumenta o número de estratos celulares (Figuras 9 A-D), principalmente em sua base. As células da epiderme da testa adquirem formato prismático e espessam suas paredes (Figuras 9 B, D). O tégmen mantém o número de camadas celulares (Figura 9 B) e, diferentemente da testa, são as células da epiderme interna que sofrem espessamento parietal (Figura 9 B, D). As outras camadas celulares do tégmen logo são comprimidas, conservando-se apenas a epiderme interna (Figura 9 D). O nucelo é

parenquimático (Figura 9 B) e as células situadas perifericamente, junto aos tegumentos, sofrem divisões celulares periclinais, aumentando o número

de estratos (Figura 9 D). O endosperma é nuclear. Nessa fase, observa-se embrião cordiforme com pequeno suspensor (Figuras 9 C, 10 A).

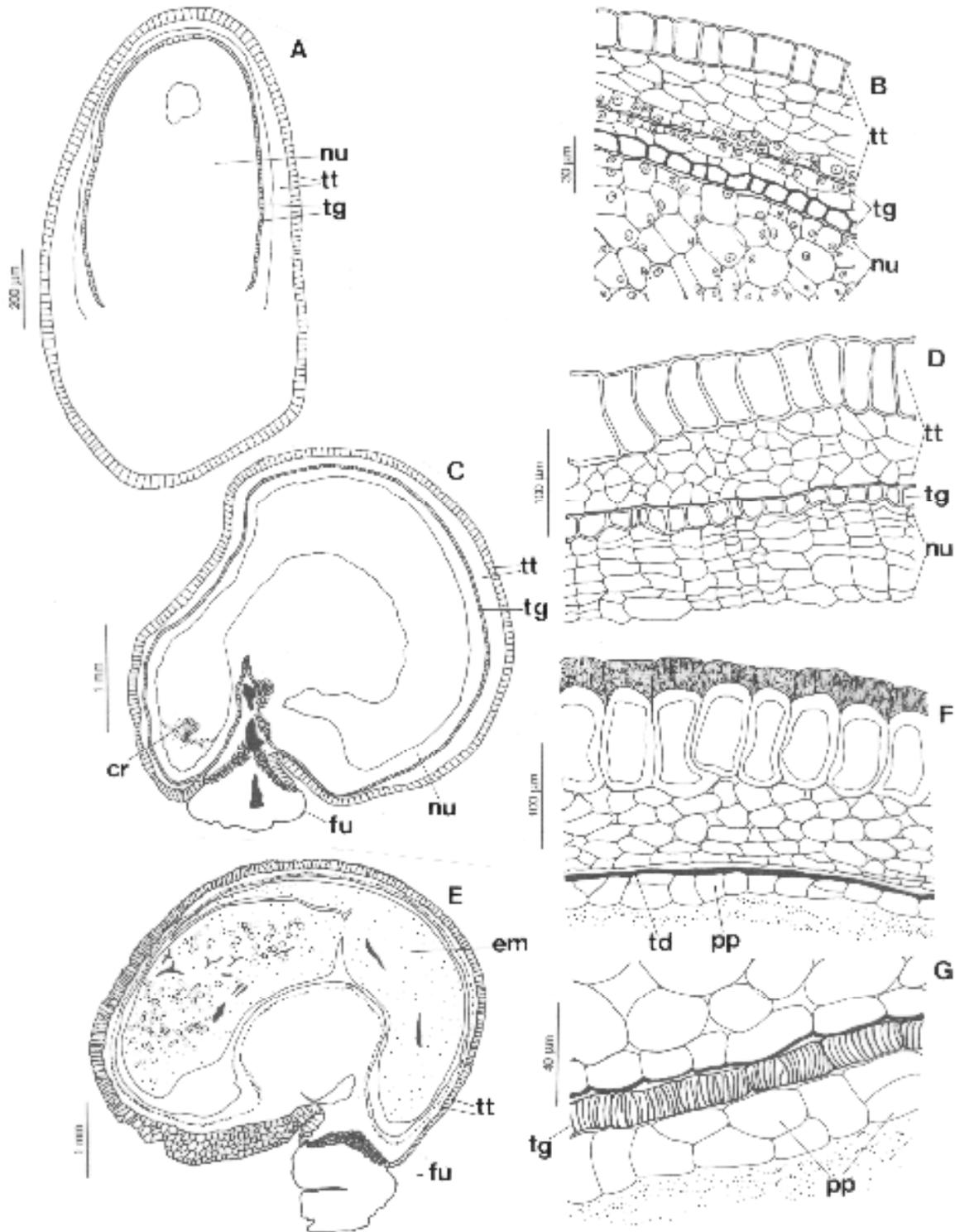


Figura 9. Estrutura da semente em desenvolvimento, em seção longitudinal. A-B: semente muito jovem, diagrama e pormenor dos tegumentos e nucelo; C-D: semente jovem, diagrama e pormenor dos tegumentos e nucelo; E-G: semente madura, diagrama e pormenores da testa e perisperma (F) e testa parcial, tégmen e perisperma (G). (cr-embrião cordiforme; em-embrião; fu-funículo; nu-nucelo; pp-perisperma; td-tégmen destruído; tg-tégmen; tt-testa).

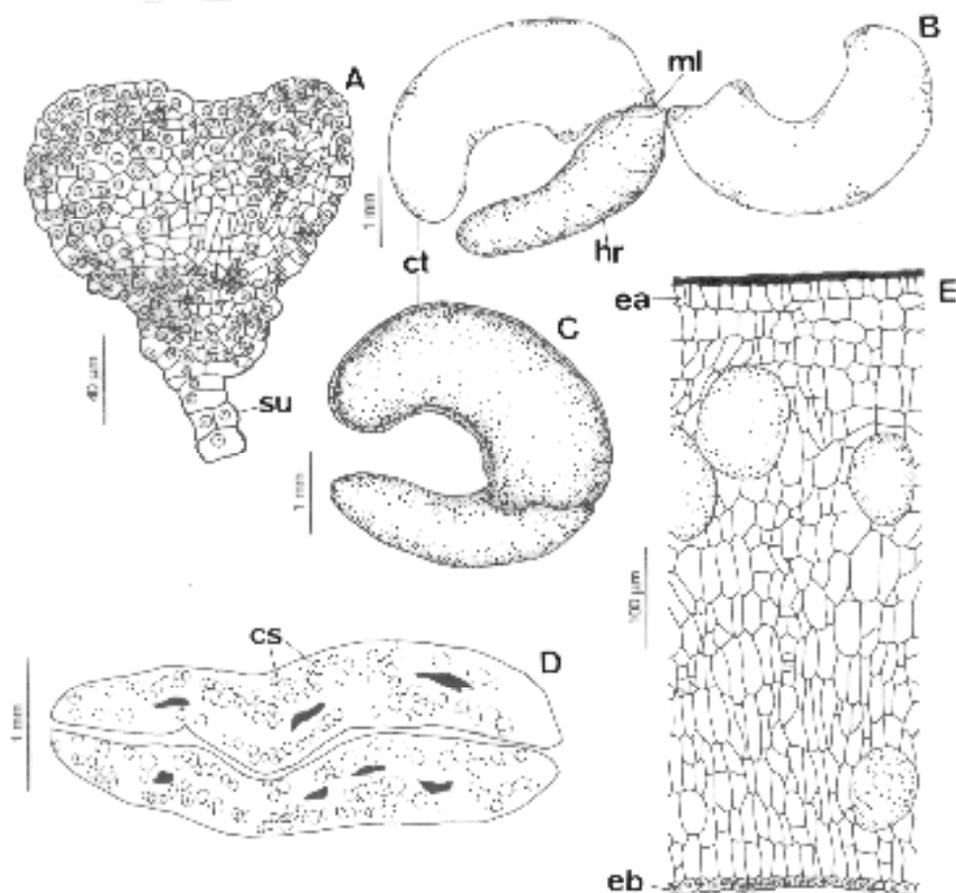


Figura 10. Estrutura do embrião. A: embrião cordiforme; B-C: embriões já desenvolvidos, com os cotilédones afastados e juntos; D-E: cotilédones, diagrama e pormenor anatômico. (cs-célula secretora; ct-cotilédone; ea-epiderme da face adaxial; eb-epiderme da face abaxial; hr-eixo hipocótilo-radicular; ml-meristema caulinar; su-suspensor).

A semente madura é exotestal, caracterizada por apresentar a epiderme da testa como a camada mecânica (Figuras 9 E, F), o que está de acordo com a classificação de Corner (1976), para sementes de outras espécies de Cactaceae. Essa epiderme é constituída de uma camada de macrosclereídes cujas paredes celulares são espessas, principalmente a parede periclinal externa, que é parcialmente estriada (Figura 9 F) e impregnada de substância de caráter lipídico. Nas proximidades do hilo, a epiderme é multisseriada (Figura 9 E). O restante da testa é formado por parênquima, e a epiderme interna tem células tabulares de paredes finas (Figura 9 F). O tégmen persiste em determinadas regiões da semente madura como um único estrato de células alongadas, com espessamento secundário sob forma de faixas estreitas (Figura 9 G).

O perisperma apresenta-se na semente madura como uma faixa de 1-5 camadas celulares ao redor do embrião (Figuras 9 F, G). A reserva perispérmica é oleaginosa e, em menor quantidade, amilácea. Na

semente, também se podem observar resíduos de endosperma. De acordo com Corner (1976), as sementes de Cactaceae apresentam perisperma como tecido de reserva da semente. Esse autor, porém, não descarta, nas espécies dessa família, a existência de endosperma reduzido nas sementes.

As sementes de espécies da família Cactaceae apresentam estrutura denominada taça hilar, formada pelo endurecimento do tecido de junção do tegumento externo ao funículo (Corner, 1976; Barroso *et al.*, 1999). Scheinvar (1985), na descrição morfológica apresentada para a semente de *P. aculeata*, aponta em sua base uma estrutura que denominou de taça do hilo. Realmente, o ápice do funículo desta espécie é algo dilatado em contato com a semente e há, nesta região funicular, conjunto de células de paredes espessas e lignificadas, o que pode, portanto, ser interpretado como taça hilar indicada por Scheinvar (1985).

Os cotilédones (Figuras 10 D, E) apresentam epiderme imatura, com células na face abaxial de

dimensões maiores e levemente cilíndricas. O mesofilo é homogêneo, constituído por parênquima com células alongadas anticlinalmente e de conteúdo oleaginoso. No mesofilo, ocorrem amplas células mucilaginosas e feixes vasculares colaterais.

Referências

- BAILEY, I.W. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. II. Structure and distribution of sclerenchyma in the phloem of *Pereskia*, *Peresklopsis* and *Quiabentia*. *J. Arnold. Arb.*, Jamaica Plain, v. 42, p.144-150, 1961.
- BAILEY, I.W. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. VI. The xylem of *Pereskia sacharosa* and *Pereskia aculeata*. *J. Arnold Arb.*, Jamaica Plain, v. 43, p. 376-383, 1962.
- BAILEY, I.W. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. XII. Preliminary observations upon the structure of the epidermis, stomata and cuticle. *J. Arnold Arb.*, Jamaica Plain, v. 45, p. 374-384, 1964.
- BARROSO, G.M. *et al.* *Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. *Botanical microtechnique and citochemistry*. Ames: The Iowa State University Press, 1976.
- BOKE, N.H. Ontogeny and structure of the flower and fruit of *Pereskia aculeata*. *Amer. J. Bot.*, Columbus, v. 53, n. 6, p. 534-542, 1966.
- CAMPBELL, P.L. Seed germination of *Harrisia martinii* and *Pereskia aculeata* with reference to their potential spread in Natal (South Africa). *Appl. Plant Sci.*, Belfast, v. 2, n. 2, p. 60-62, 1988.
- CORNER, E.J.H. *The seeds of dicotyledons*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- COSTA, A.F. *Farmacognosia* (Farmacognosia experimental). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972.
- DNYANSAGAR, V.R. Embryological studies in the Leguminosae VIII. *Acacia auriculaeformis* A Cunn., *Adenanthera pavonina* Linn., *Calliandra grandiflora* Benth. *Lloydia*, Cincinnati, v. 21, n. 1, p. 1-25, 1958.
- FONT-QUER, P. *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Editorial Labor, 1985.
- GARCIA, M.M. *et al.* Comparative foliar anatomy in four species of the genus *Pereskia* (Cactaceae). *Ernstia*, Margo, v. 10, n. 1, p. 27-41, 2000.
- HERTEL, R.J.G. Contribuições para a fitologia teórica II. Alguns conceitos na carpologia. *Humanitas*, Curitiba, v. 4, n. 4, 1-43, 1959.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. São Paulo: Editora Universidade Rural, 1997.
- LEINS, P.; SCHWITALLA, S. Placentation in Cactaceae. *In: LEINS, P. et al. Aspects of floral development*. Berlin: J. Cramer, 1988. p. 57-68.
- LEUENBERGER, B.E. *Pereskia* (Cactaceae). *Mem. N. Y. Bot. Gard.*, New York, v. 41, p. 1-141, 1986.
- MAHESHWARI, P. *An introduction to the embryology of angiosperms*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company, 1971.
- MERCÊ, A.L.R. *et al.* Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . *Biores. Technol.*, New York, v. 76, p. 29-37, 2001.
- PIO-CORREA, M. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1978.
- RAWLINS, T.E.; TAKAHASHI, W.N. *Technics of plant histochemistry and virology*. Millbrae: The National Press, 1952.
- ROTH, I. Fruits of angiosperms. *In: LINSBAUER, K. Encyclopedia of plant anatomy*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1977. v. 10, n. 1, p. 106-118.
- SCHEINVAR, L. Cactáceas. *In: REITZ, R. Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1985. p. 3-29.
- SIERAKOWSKI, M.R. *et al.* Some structural features of a heteropolysaccharide from the leaves of the cactus *Pereskia aculeata*. *Phytochemistry*, Oxford, v. 26, n. 6, p. 1709-1713, 1987.
- SOUZA, L.A. *Morfologia e anatomia vegetal (célula, tecidos, órgãos e plântula)*. Ponta Grossa: Editora da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2003.
- SPJUT, R.W. A systematic treatment of fruit types. *Mem. N. Y. Bot. Gard.*, New York, v. 70, p. 1-182, 1994.
- WEBERLING, F. *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

Received on January 24, 2003.

Accepted on March 06, 2003.