



Figura 4. Consumidores de semillas de *Harrisia portoricensis* en Isla de Mona. (Fotos: J. Rojas-Sandoval)

Referencias

- Anderson EF. 2001. *The Cactus family*. Timber Press Inc. Portland, Oregon, USA.
- Breckon GJ, Kolterman DA. 1994. *Harrisia portoricensis* Britton [Cactaceae]. Final Report under Cooperative Agreement No. 1448-0004-93-973 between U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, and University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. 55pp.
- Godínez-Alvarez H, Valiente-Banuet A. 1998. Germination and early seedling growth of the Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth. *J. Arid Environ.* 39: 21-31.
- González-Oliva L, Urquiola AJ. 2005. Elementos sobre la ecología de *Harrisia tetra*, un cactus endémico de la Península de Guanahacabices, Pinar del Río, Cuba. Reporte del Jardín Botánico de Pinar del Río. Cuba.
- Rae JG, Ebert TA. 2002. Demography of the endangered fragrant prickly apple cactus *Harrisia fragrans*. *Int. J. Plant Sci.* 163: 631-640.
- Rojas-Sandoval J, Meléndez-Ackerman E. 2009. Pollination biology of *Harrisia portoricensis* (Cactaceae), an endangered Caribbean species. *Am. J. Bot.* 96: 1-9.
- Santiago-Vélez VL. 2000. Population genetics of *Harrisia portoricensis* Britton (Cactaceae), a rare island endemic. MS. dissertation. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus, Puerto Rico.
- Steenbergh WF, Lowe CH. 1977. Ecology of the saguaro: II. Reproduction, germination, establishment, growth, and survival of the young plants. National Park Service, Washington DC.
- USFWS. 1990. Endangered and threatened wildlife and plant: Rules and Regulations. US Fish and Wildlife Service Report 50 CRF: 32252-32255.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1996. *Harrisia portoricensis* (higo chumbo) Recovery Plan. U.S. Fish and Wildlife Service, Atlanta, Georgia. 24pp.
- Valiente-Banuet A, Ezcurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *J. Ecology* 79: 961-971.
- Valiente-Banuet A, Arizmendi M, Rojas-Martínez A, Casas A, Godínez-Alvarez H, Silva C, Dávila-Aranda P. 2002. Biotic Interactions and Population Dynamics of Columnar Cacti. pp. 225-240. *En: Fleming TH, Valiente-Banuet A. (Eds.), Columnar Cacti and their Mutualists*. University of Arizona Press, Tucson.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Morfo-anatomia da plântula de indivíduos somaclones de *Cereus hildmannianus* Schumann (Cactaceae)

Odair José Garcia de Almeida¹, Luiz Antonio de Souza² & Ismar Sebastião Moscheta²

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Rua 24A, 1515 – Bela Vista, Rio Claro, SP, Brasil.

²Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Av. Colombo, 5790 – Jd. Universitário, Maringá, PR, Brasil.
Correio eletrônico: odair1000@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo el estudio morfo-anatómico de plântulas (somaclones) de *Cereus hildmannianus* Schumann, y la comparación con la literatura de las plântulas de ejemplares silvestres. Luego de la germinación las plântulas fueron transferidas para suelo contenido en maceteros. Las muestras fueron procesadas, seccionadas y teñidas siguiendo microtécnicas convencionales. La semilla es tipo *Cereus*, tiene testa de células poliedricas, con paredes anticlinales rectas, y poco a poco son más pequeños hacia la región hilo-micropilar (RHM). Durante la germinación hay formación de opérculo. Las plântulas presentaron morfología simple, como: la raíz com poco desarrollo, hipocótilo cilíndrico, epicótilo poco evidente en el desarrollo temprano y cotiledones en forma de cono. A pesar de ser de origen de individuos somaclones no presentaron diferencias anatómicas en relación a lo descrito para individuos silvestres de *C. hildmannianus* en la literatura.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo o estudo morfoanatómico de plântulas (somaclones) de *Cereus hildmannianus* Schumann, comparando com a literatura de plântula de indivíduos silvestres. Após a germinação, as plântulas foram transferidas para solo contido em vasos. Amostras foram processadas, seccionadas e coradas seguindo técnicas anatómicas usuais. A semente é do tipo *Cereus*, possui testa com células poliédricas de paredes anticlinalis retas, sendo gradativamente menores em direção à região hilo-micropilar (RHM). Durante a germinação há formação de opérculo. As plântulas apresentaram morfologia simples como: raiz pouco desenvolvida, hipocótilo cilíndrico, epicótilo pouco evidente no início do desenvolvimento, cotilédones com formato cônico. Apesar de terem origem em indivíduos somaclones, não apresentaram diferenças anatómicas em relação ao descrito para indivíduos silvestres de *C. hildmannianus*, na literatura.

Introdução

Cactaceae é uma das famílias de plantas mais populares, facilmente reconhecíveis e com morfologia mais distinta (Wallace & Gibson 2002). Pertence às Caryophyllales *sensu* APGII (2003), compreende cerca de 100 gêneros e 1500 espécies (Barthlott & Hunt 1993, Judd *et al.* 2002). *Cereus hildmannianus* Schumann (sin. *Cereus peruvianus* (L.) Mill.) pertence à tribo Cereeae, subfamília Cactoideae, conhecida vulgarmente como rainha-da-noite, cacto-de-cerca e mandacaru, caracterizando-se por ser planta arbórea (10m de altura), com numerosas ramificações, caule cilíndrico com 4-6 costelas de coloração azul-esverdeado a verde-acinzentado, aréolas marrons com espinhos normalmente ausentes (Anderson 2001).

O interesse em conhecer a estrutura de plântulas de cactáceas começou no século XIX (Ganong 1898)



e continuou durante as décadas seguintes com o estudo de plântulas e/ou germinação de sementes de Cactaceae (De Fraine 1910, Wiggins & Focht 1967, Freeman 1969, Hamilton 1970, Bregman & Bouman 1983, Salles 1987, Loza-Cornejo et al. 2003, Orozco-Segovia et al. 2007, Simão et al. 2007, Almeida 2009 e Secorun 2009).

A morfologia de plântulas tem papel relevante no estudo da vegetação, seja para compreender o ciclo de vida, os processos de germinação e o crescimento de suas espécies, seja para obtenção de mudas, ou mesmo para classificar plântulas com finalidade taxonômica (Duke 1965, NG 1973, 1978, Oliveira 1993). Os estudos morfológicos de plântulas geralmente não incluem análise anatômica, o que dificulta a compreensão do processo de estabelecimento de plântulas em um determinado ambiente.

Com relação às culturas propagadas assexuadamente, na maioria dos casos, as sementes produzidas através da reprodução sexual por clone mostraram redução considerável no desempenho germinativo (Chahal et al. 2002 a-pud Carvalho et al. 2008).

O objetivo desse trabalho, portanto, foi a descrição da estrutura morfo-anatômica da plântula em desenvolvimento de indivíduos somaclones de *Cereus hildmannianus*. Complementarmente, as plântulas de somaclones dessa espécie foram comparadas com as provenientes de indivíduos silvestres, descritos por Ganong (1898) e De Fraine (1910).

Material e métodos

Frutos maduros foram coletados de vários indivíduos somaclones de *Cereus hildmannianus*, no Horto Didático do Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá. As exsicatas foram depositadas no Herbário desta Universidade, sob registro HUEM 12.672.

As sementes foram removidas de vários frutos maduros e lavadas em água corrente. Foram utilizadas cerca de 30 sementes para análise, descrição e ilustração morfológica. A terminologia adotada para descrição das sementes baseou-se em Corner (1976) e Barthlott & Hunt (2000).

Para o estudo da plântula foram utilizadas 200 sementes. A germinação ocorreu em placas de Petri contendo papel de filtro umedecido em água destilada, mantidas em câmaras climatizadas com temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Após a germinação, caracterizada pela protrusão do eixo hipocótilo-radicular, as plântulas foram transferidas para solo contido em vasos. As plântulas se desenvolveram em casa de vegetação sob sombrite (50%). O desenvolvimento das plântulas foi acompanhado por 180 dias, sendo as observações diárias no primeiro mês e semanais nos cinco meses subsequentes.

A análise de superfície da semente foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo Shimadzu SS 550, na Central de Microscopia (CMI/COMPAC/UEM). A descrição do microrelevo foi baseada em Barthlott & Hunt (2000).

A análise morfológica das plântulas foi realizada em material botânico fresco e/ou fixado em FAA 50 (Johansen 1940). As ilustrações foram obtidas através fotografias,

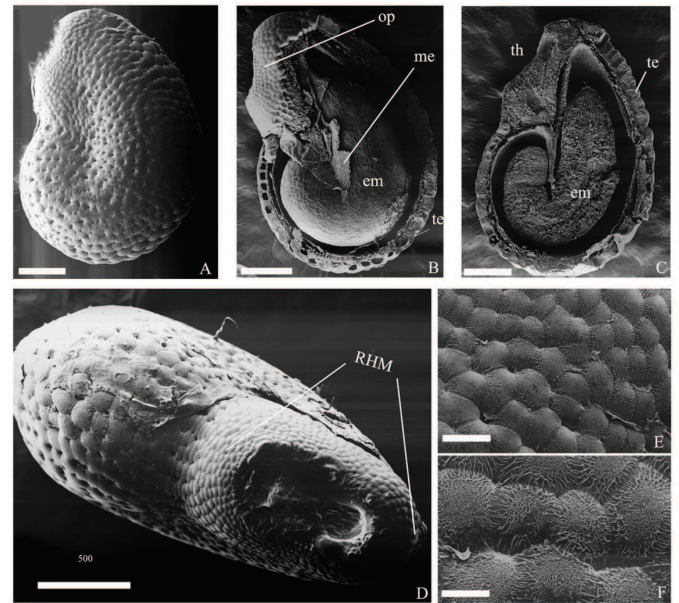


Figura 1. MEV da Semente madura de *Cereus hildmannianus*. A. Vista lateral. B. Vista lateral com parte da testa removida. C. Semente em secção longitudinal. D. RHM em vista frontal. E-F. Detalhes das células da testa, região lateral-dorsal da semente. (em = embrião; me = membrana que envolve o embrião; op = opérculo; RHM = região hilo-micropilar; te = testa; th = taça hilar). Barras: 500 μm (A-D), 100 μm (E), 40 μm (F).

em estereomicroscópio Willd com câmara digital. A terminologia utilizada para descrição morfológica da plântula foi a de Buxbaum (1953).

O estudo anatômico foi realizado em amostras de plântulas fixadas em FAA 50 (Johansen 1940) e armazenadas em etanol 70%. As amostras foram desidratadas em série etílica, incluídas em historresina (Gerrits 1991), seccionadas transversal e longitudinalmente em micrótomo de rotação, coradas com azul de toluidina (O'Brien et al. 1965) e montadas em resina sintética.

A ilustração anatômica foi realizada mediante fotomicrografias obtidas por captura de imagem por câmera digital Canon Power Shot A95. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas com lâmina micrométrica nas mesmas condições ópticas utilizadas para cada caso.

Resultados

Morfologia da semente

A semente é campilótropa, com formato de mexilhão ("mussel-shaped") assimétrico (Fig. 1A), de tamanho que varia de 3-4 mm. A testa apresenta coloração preta brilhante e escultura rugosa associada com crateras intersticiais (Fig. 1A,D,E). A testa em vista superficial possui células poliédricas de 4-6 faces, com paredes anticlinalis mais ou menos retas (Fig. 1E,F), de tamanho variável, sendo gradativamente menores em direção à região hilo-micropilar (RHM) (Fig. 1D). A testa possui cutícula estriada relativamente áspera (Fig. 1F). A RHM é oblíqua em relação ao eixo longitudinal da semente; nela ocorrem o hilo e a micrópila formando um complexo único (Fig. 1B,C,D).

Em seção longitudinal, a semente apresenta reduzida quantidade de material de reserva e embrião curvo,

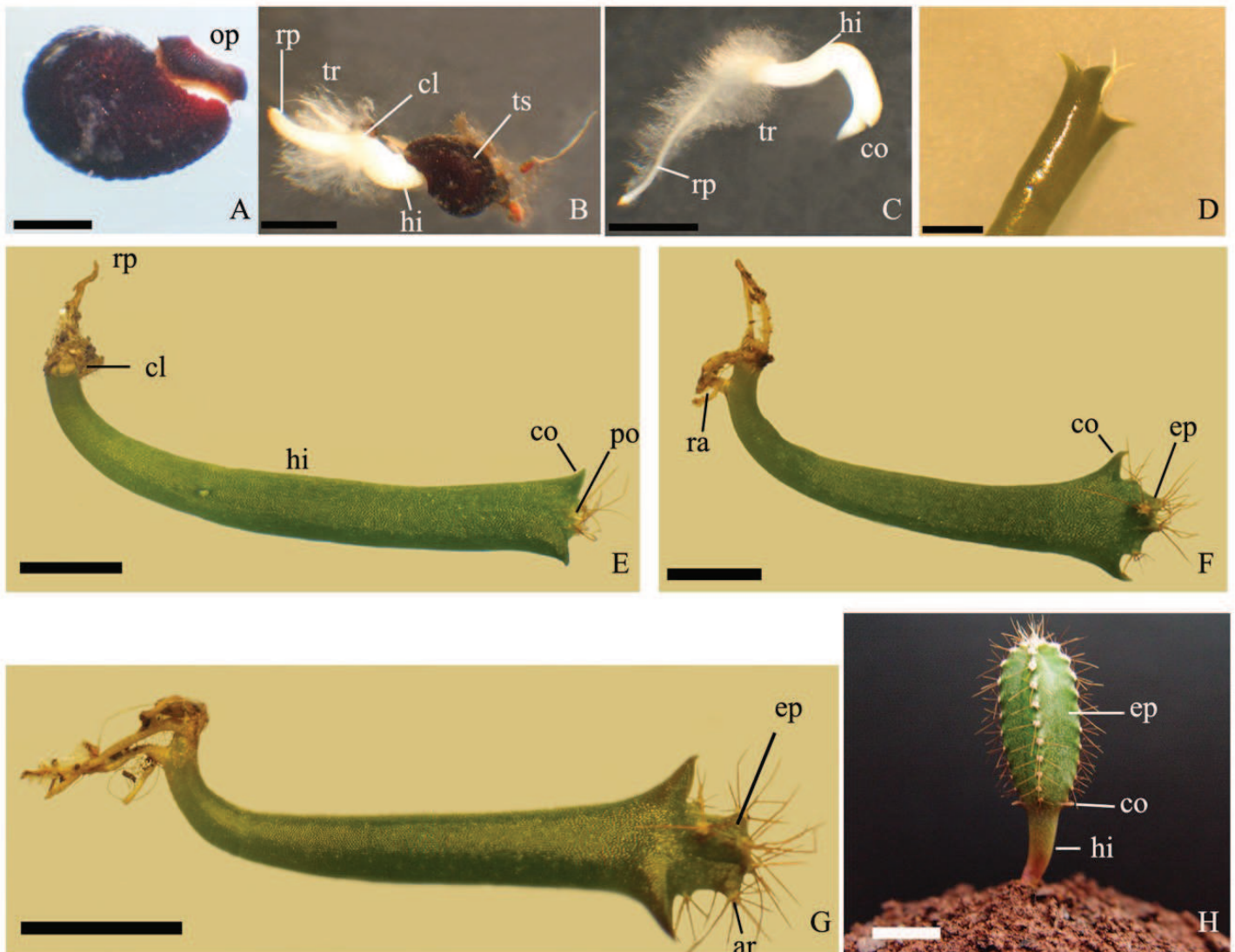


Figura 2. Desenvolvimento da plântula de *Cereus hildmannianus*. A. Semente no momento da germinação, notar opérculo. B. Plântula com 2 dias. C. Plântula com 3 dias. D. Parte da plântula com 20 dias, notar cotilédone bifendido. E-H. Plântulas com 20, 27, 35 e 180 dias, respectivamente. (ar = aréola com espinhos e acúleos; cl = colo; co = cotilédone; ep = epicótilo; hi = hipocótilo; op = opérculo; pó = podários; ra = raiz adventícia; rp = raiz principal; tr = tricomas; ts = tegumento seminal). Barras: 1mm (A), 2mm (B,D), 3mm (C, E, F), 5mm (G), 10mm (H).

de cotilédones reduzidos, eixo hipocótilo-radicular longo (Fig. 1B,C). Envolvendo o embrião há uma fina membrana (Fig. 1B), formada por células que permaneceram entre a testa e o embrião, durante o desenvolvimento da semente.

Desenvolvimento pós-seminal

A germinação da semente (Fig. 2A) ocorre com a protrusão do eixo hipocótilo-radicular, que rompe o tegumento seminal mediante uma fenda longitudinal dorsal e formação de opérculo. A germinação é epigeia e fanerocotiledonar. No segundo dia após a germinação forma-se um tufo de tricomas na região do coleto (Fig. 2B). Nesse período, inicia-se o desenvolvimento da raiz principal que também apresenta tricomas (Fig. 2C). Até o 5^o-7^o dias da germinação, os cotilédones permanecem envolvidos pelo tegumento seminal e as plântulas apresentam hipocótilo e cotilédones de coloração roxa.

As plântulas com 10 dias de idade apresentam cotilédones completamente expostos. Os dois cotilédones são reduzidos, verdes, de ápice agudo, podendo ser obser-

vadas plântulas com três cotilédones e/ou cotilédones bifendidos (Fig. 2D). O hipocótilo é verde, cilíndrico, levemente achatado na região apical, apresentando diâmetro gradativamente maior em direção aos cotilédones. O sistema radicular é axial, piloso, com ramificações secundárias, desenvolvimento reduzido, e de pequena profundidade no solo. Na base do hipocótilo e no colo formam-se raízes adventícias (Fig. 2E). Na região do nó cotiledonar, entre os cotilédones, observam-se podários, com aréolas terminais portadoras de espinhos e tricomas pontiagudos. (Fig. 2E). Em plântulas com mais de 10 dias formaram-se quatro podários, sendo os dois primeiros paralelos aos cotilédones, e os subsequentes alternados com os primeiros. Cada podário alonga-se verticalmente com aréolas laterais formando uma costela. O epicótilo (cladódio jovem) apresenta quatro costelas. Os espinhos das aréolas são inicialmente translúcidos, adquirindo, posteriormente, coloração roxo-esverdeada.

Após o 30^o (trigésimo) dia, o epicótilo começa a assumir formato de caule adulto com quatro costelas (Fig. 2F, G). Após 180 dias da germinação, a plântula apresen-

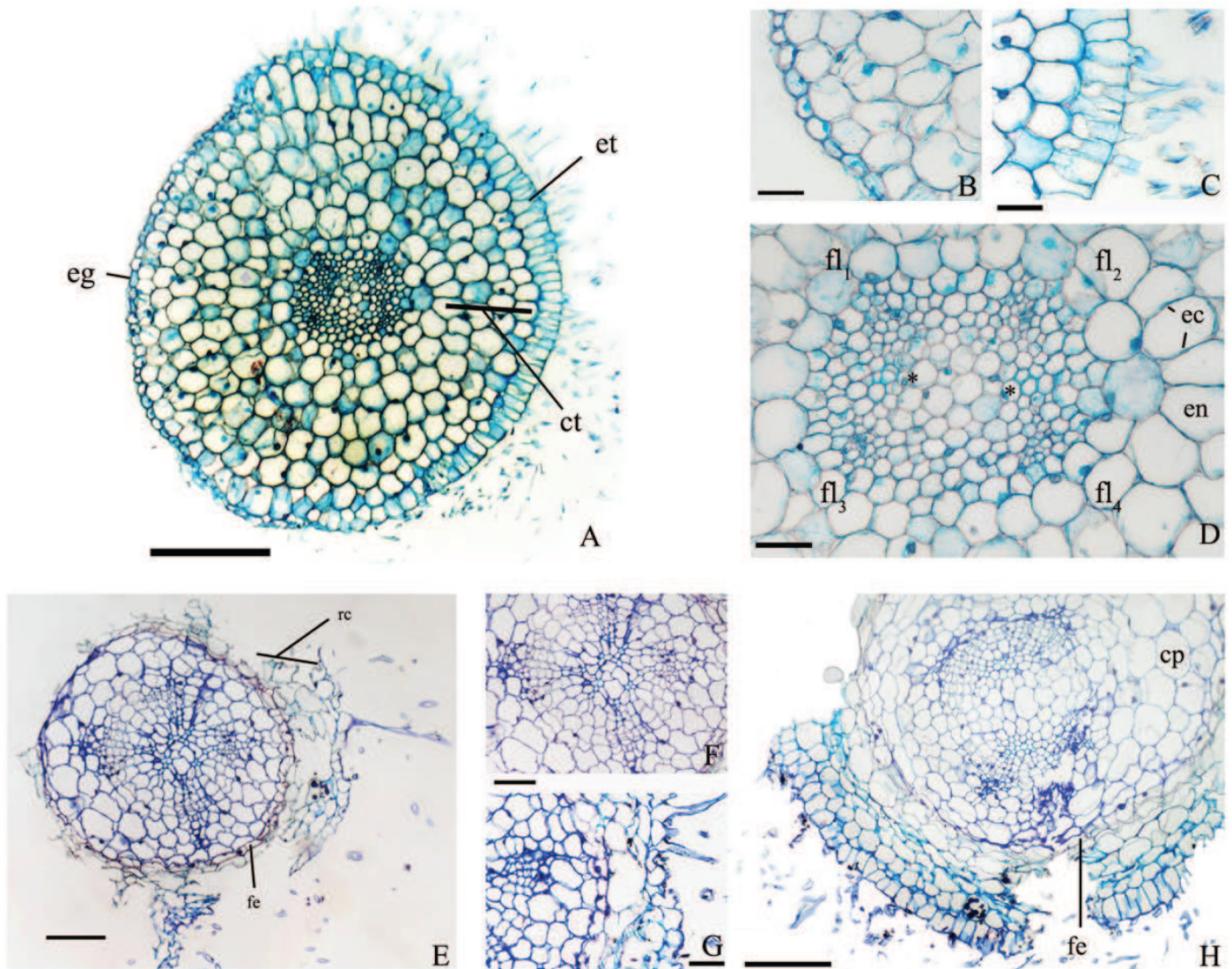


Figura 3. Raiz principal e colo da plântula de *Cereus hildmannianus* em seções transversais. A-D. Plântula com 5 dias. A. Raiz principal, crescimento primário. B-C. Detalhe da epiderme da raiz com células glabras e com tricomas, respectivamente. D. Detalhe do cilindro central. E-G. Plântula com 20 dias. E. Raiz principal início de crescimento secundário. F-G. Pormenor do cilindro central e região do córtex e epiderme. H. Plântula com 35 dias. Raiz, região inferior ao colo. (* = pólos de xilema; cp = células parenquimáticas; ec = estrias de Caspary; en = endoderme; eg = epiderme glabra; et = epiderme com tricomas; ct = córtex; fe = felogênio; fl₁-fl₄ = pólos de floema; rc = restos celulares do córtex e epiderme). Barras: 200µm (A,F,H), 50µm (B,C,D,G), 300µm (E).

ta notável desenvolvimento do hipocótilo, com os cotilédones ainda presentes, porém muito reduzidos (Fig. 2H). O cladódio, nessa fase, possui coloração verde, contorno quadrangular na base com quatro costelas. Nas extremidades das costelas ocorrem aréolas, com diversos espinhos e tricomas.

Anatomia da plântula

Raiz. A raiz primária de plântula com 5 dias apresenta epiderme unisseriada com tricomas unicelulares (Fig. 3A,B,C), que ocorrem logo depois da coifa até a região do colo. O córtex é composto por células parenquimáticas amplas, de paredes finas e formato mais ou menos isodiamétrico (Fig. 3A) e endoderme com estrias de Caspary inconspícuas (Fig. 3D). O cilindro central apresenta quatro cordões de floema primário (Fig. 3D), xilema primário pouco desenvolvido com dois polos protoxilemáticos e, reduzida medula parenquimática.

Em raízes de plântulas mais desenvolvidas (20 dias), o

cilindro central permanece com quatro grupos floemáticos (Fig. 3E), porém o xilema primário está distribuído em forma de anel ao redor de pequena região central de células parenquimáticas (Fig. 3F). Há instalação de câmbio fascicular e interfascicular, e felogênio de origem pericíclica (Fig. 3G). Próximo ao colo, a raiz principal, em seção de plântula com 35 dias, apresenta epiderme com tricomas unicelulares, felogênio de origem pericíclica, 2-3 camadas de células parenquimáticas amplas logo abaixo do felogênio (Fig. 3H), cilindro central com quatro polos de floema, dois de xilema. Essa região é marcada pelo início da região de transição raiz-caule (Fig. 3H).

Hipocótilo. O hipocótilo de plântula com 49 dias apresenta córtex composto por parênquima clorofiliano de células amplas, de formato mais ou menos isodiamétrico, paredes finas, com endoderme aparentemente sem estrias de Caspary. Na região central ocorre medula parenquimática reduzida (Fig. 4A,B).

Os tecidos vasculares são organizados, desde a



base do hipocótilo, nos traços cotiledonares. Cada traço é formado por um conjunto de elementos traqueais, dispostos linearmente, e por dois cordões floemáticos que se mantiveram indivisos desde a raiz (Fig. 4A-D). Na região do nó cotiledonar são observados os traços unilacunares dos cotilédones sésseis e os traços epicotiledonares (Fig. 5A).

Cotilédones. Os reduzidos cotilédones apresentam epiderme unisseriada (Fig. 5A), fina camada cuticular, mesofilo homogêneo formado por parênquima clorofiliano e um feixe vascular.

Epicótilo. O epicótilo de plântula com 49 dias possui epiderme simples, em seção transversal, com células alongadas tangencialmente e revestidas por fina cutícula (Fig. 5B,E). Em vista frontal, apresenta células com paredes anticlinais sinuosas e estômatos paralelocíticos. O córtex caulinar é parenquimático com células amplas, de paredes finas (Fig. 5B), clorofiladas e com endoderme não identificada. O cilindro central é formado por oito

feixes vasculares de pequeno calibre, organizados aos pares ao redor da medula parenquimática (Fig. 5D), também clorofilada. No epicótilo observam-se aréolas e seus respectivos traços vasculares (Fig. 5B,C).

Os espinhos são pluricelulares, com células longas estreitas e de paredes espessas. Os tricomas das aréolas são tectores pluricelulares de extremidade arredondada.

Discussão

A morfologia da semente de *Cereus hildmannianus* (somaclones) está em acordo com a descrição apresentada para Cactaceae (Ganong 1898, Corner 1976, Judd et al. 2002) e Cactoideae (Barthlott & Hunt 2000). Segundo a classificação de Barthlott & Hunt (2000), a semente é do tipo *Cereus* de tamanho muito grande, o microrelevo apresenta cutícula estriada relativamente áspera, com densidade e orientação das estrias, dispostas num padrão básico, que é comum para angiospermas, conhecido como “*central field type*”.

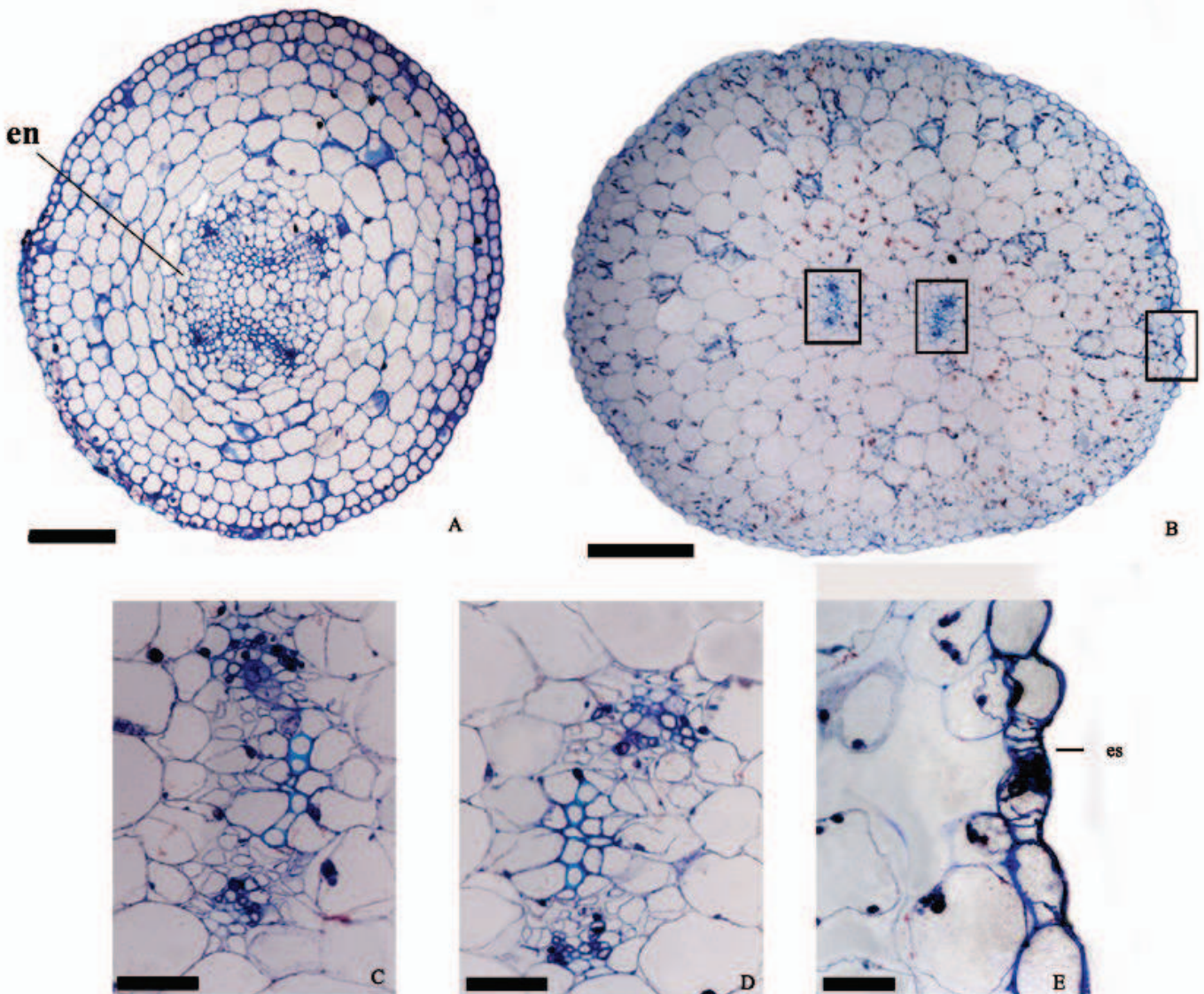


Figura 4. Hipocótilo da plântula de *Cereus hildmannianus* em seções transversais de plântula com 49 dias. A. Hipocótilo, região basal, logo acima do colo. B. Hipocótilo, região correspondente ao ¼ superior do órgão. C-D. Detalhes dos feixes vasculares do cilindro central. E. Pormenor da epiderme. (en = endoderme; es = estômato). Barras: 200µm (A,B), 50µm (C,D,E).



O embrião enquadra-se no tipo curvo de Martin (1946) e Cactóide de Barthlott & Hunt (2000). A membrana que envolve o embrião na semente deve originar-se de restos celulares do tecido de reserva e/ou dos tegumentos internos da semente; ela foi registrada para a família por Corner (1976), Bregman & Bouman (1983) e Barthlott & Hunt (2000). Almeida (2009), em estudo ontogenético da semente de *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (Cactaceae), observou película semelhante a esta membrana envolvendo o embrião, que tinha como origem as camadas do tégmen e perisperma comprimidos pelo embrião, em desenvolvimento.

A germinação da semente de *C. hildmannianus* foi marcada pela formação de opérculo, caracterizando-a como semente operculada. Segundo Bregman & Bouman (1983) sementes operculadas são comuns em Cactoideae

podendo ocorrer em muitas tribos. A testa rígida, encontrada na maioria das sementes das cactáceas, e que pode prevenir a semente de precoce dessecação, danos mecânicos, predação e ataque de microorganismos ao embrião, pode dificultar a germinação. Entretanto, a germinação, que deve proceder rapidamente devido aos curtos períodos de chuva na maioria dos habitats, pode ser facilitada se o embrião puder descartar a parte caudal da semente (o opérculo). Assim, a germinação da semente não fica dependente da desintegração da testa por outros fatores (Bregman & Bouman 1983).

As espécies de Cactaceae geralmente apresentam dois sistemas radiculares distintos: um horizontal para absorção e outro vertical para apoio no solo/substrato (Preston 1901). As plântulas de *C. hildmannianus* apresentaram inicialmente apenas raízes verticais, que certamente rea-

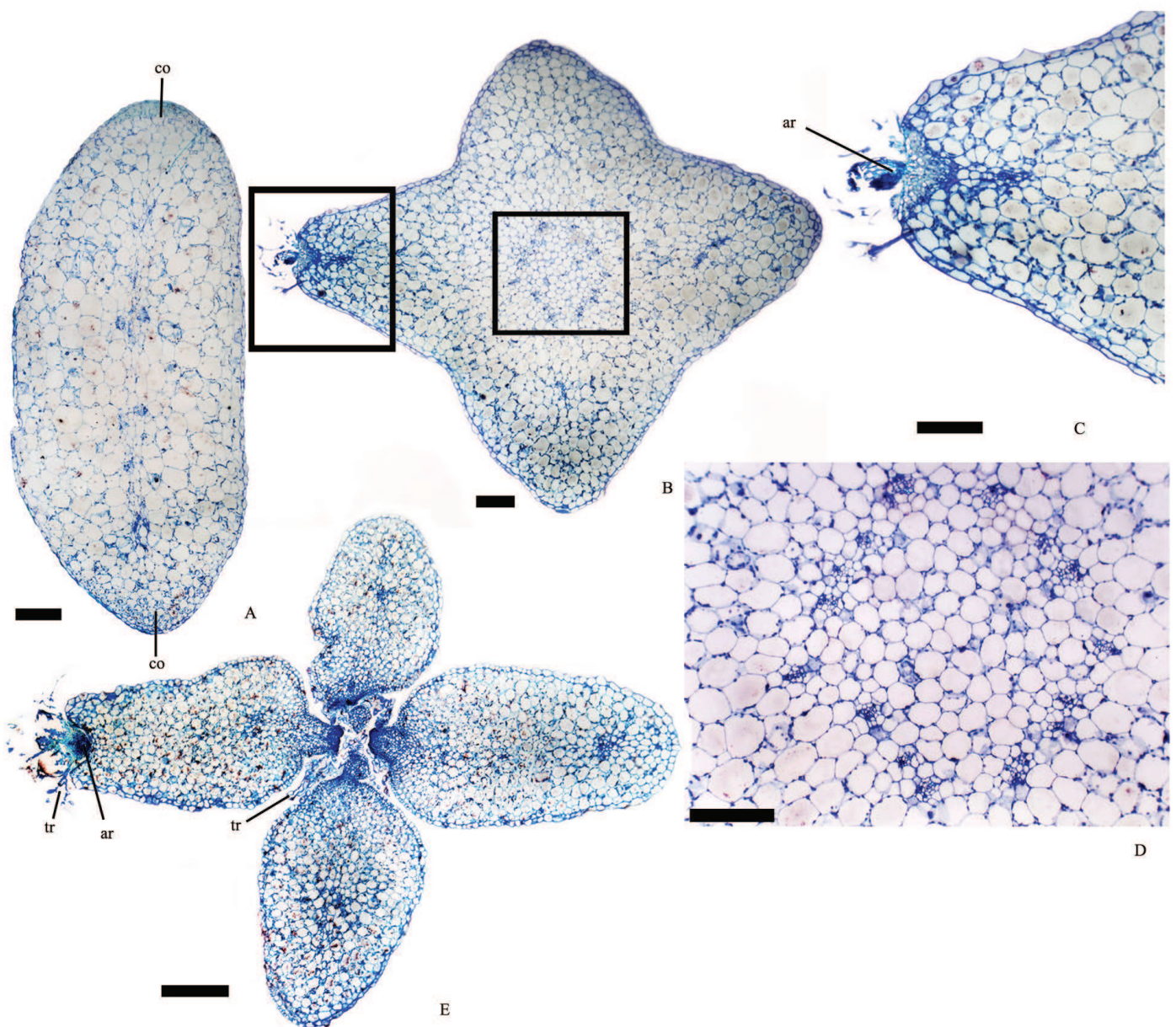


Figura 5. Nó cotiledonar e epicótilo de *Cereus hildmannianus* em secções transversais de plântula com 49 dias. A. Nó cotiledonar. B. Epicótilo tetracostelado. C. Detalhe, ápice da costela com aréola. D. Pormenor do cilindro central do epicótilo. E. Ápice do epicótilo com aréola lateral. (ar = aréola; co = cotilédones). Barras: 200µm (A,C,D), 300µm (B), 400µm (E).



lizavam função tanto de sustentação como de absorção. Somente por volta do décimo dia de idade, raízes laterais e adventícias começaram a se formar nas plântulas. Desenvolvimento semelhante de raízes foi constatado em plântulas de *Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxb. (Loza-Cornejo et al. 2003) e *Opuntia basilaris* Engelm. & Bigel. (Freeman 1969).

A transição raiz-caule na plântula somaclone de *C. hildmannianus* segue o mesmo padrão descrito para *Cereus* por De Fraine (1910), caracterizado por apresentar quatro grupos de floema ao longo do eixo raiz-colo-hipocótilo, protoxilema mantendo continuidade no eixo raiz-hipocótilo-cotilédones, e raiz tipo *Cereus*, com quatro cordões de floema e dois de xilema.

A plântula *C. hildmannianus* apresentou morfologia simples, como em outras espécies de cactos colunares (Buxbaum 1953) e *Stenocereus queretaroensis* (Loza-Cornejo et al. 2003). Os caracteres morfológicos de *C. hildmannianus*, como raízes pouco desenvolvidas, hipocótilo cilíndrico com coloração arroxeada, epicótilo pouco evidente no início do desenvolvimento, cotilédones com formato cônico, também foram observados em *S. queretaroensis* (Loza-Cornejo et al. 2003). A redução dos cotilédones com fusão gradual no caule, observada em *Cereus hildmannianus* durante o desenvolvimento do epicótilo, foi considerada por Ganong (1898) como uma característica notável de “metamorfose ontogenética” na família. Loza-Cornejo et al. (2003), em *S. queretaroensis* e Secorun (2009), em *Rhipsalis cereuscula*, *R. floccosa* e *Lepismium cruciforme*, registraram desenvolvimento semelhante dos cotilédones. Deve ser frisado, entretanto, que essa característica não deve ser geral para Cactoideae, pois em *Epiphyllum phyllanthus* os cotilédones se mantêm verdes-brilhantes, expandidos e suculentos durante mais de um ano após a germinação da semente (Almeida 2009).

Referente à germinação, Carvalho et al. (2008) encontraram diferenças significativas na taxa germinativa entre plantas somaclones e plantas silvestres de *C. hildmannianus* em diferentes tratamentos, na qual as sementes selvagens apresentaram percentual maior de germinação. Contudo, em relação à morfologia da plântula, objeto desse estudo, não foi observado diferença na morfologia externa nas plântulas das espécies somaclones, daquelas, silvestres, descritas por Ganong (1898). Com referência ao sistema vascular apresentado pelas plântulas das espécies somaclones, também não houve distinção ao observado por De Fraine (1910) para plântulas silvestres de *Cereus peruvianus* (sin. *C. hildmannianus*).

Referências

- Almeida OJG. 2009. Morfoanatomia dos órgãos reprodutivos e da plântula de *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (Cactaceae). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 100 pp.
- Anderson, EF. 2001. *The cactus family*. Cambridge. Timber Press.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* 141: 399-436.
- Barthlott W, Hunt D. 2000. Seed-diversity in the Cactaceae subfamily Cactoideae. *Succ. Plant Res.* 5: 1-173.
- Barthlott, W; Hunt, D. 1993. Cactaceae. Pp. 161-197. En: Kubitzki, K; Rohwer, JG; Bittrich, V. (Eds.). *The families and genera of vascular plants*, V2. Berlin. Springer-Verlag.

- Bregman R, Bouman F. 1983. Seed germination in Cactaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 83: 357-374.
- Buxbaum F. 1953. *Morphology of cacti. Section I. Roots and stems*. Pasadena. Abbey Garden Press.
- Carvalho VM, Mangolin CA, Machado MFPS. 2008. Seed germination of the *Cereus peruvianus* Mill. (Cactaceae) somaclones follow a relatively simple protocol. *Seed Sci. Tech.* 36: 595-600.
- Corner EJH. 1976. *The seeds of dicotyledons*. v. I. Cambridge. Cambridge University Press.
- De Fraine E. 1910. The seedling structure of certain Cactaceae. *Ann. Bot.* 24: 125-175.
- Duke JA. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Ann. Miss. Bot. Garden* 52: 314-350.
- Freeman T. 1969. The developmental anatomy of *Opuntia basilaris*. I. Embryo, root, and transition zone. *Am. J. Bot.* 56: 1067-1074.
- Ganong WF. 1898. Contributions to a knowledge of the morphology and ecology of the Cactaceae: II. The comparative morphology of the embryos and seedlings. *Ann. Bot.* 12: 423-474.
- Gerrits PO. 1991. *The application of glycol methacrylate in histotechnology; some fundamental principles*. Netherlands, Department of Anatomy and Embriology State University Groningen.
- Hamilton MW. 1970. Seedling development of *Opuntia bradtiana* (Cactaceae). *Am. J. Bot.* 57: 599-603.
- Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. New York. McGraw Hill Books.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF. 2002. *Plant systematics – a phylogenetic approach*. 2nd ed. Sunderland, Massachusetts. Sinauer Associates.
- Loza-Cornejo S, Terrazas T, Lópes-Mata L, Trejo C. 2003. Características morfo-anatómicas y metabolismo fotossintético em plântulas de *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae): su significado adaptativo. *Interciencia* 28: 83-89.
- Martin AC. 1946. The comparative internal morphology of seeds. *Am. Midland Nat.* 36: 513-660.
- NG FSP. 1973. Germination of fresh seeds of Malaysian forest trees. *Malays. Forester* 36: 54-65.
- NG FSP. 1978. Strategies of establishment in Malaysian forest trees. Pp. 129-162. En: Tomlinson, PB; Zimmermann, MH. (Eds.). *Tropical trees as living system*. Cambridge. Cambridge University Press.
- O'Brien TP, Feder N, Maccully ME. 1965. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *O Protoplasma* 59: 368-373.
- Oliveira EC. 1993. Morfologia de plântulas. Pp. 175-213. En: Aguiar, IB; Piñá-Rodrigues, FCM; Figliolia, MB. (Eds.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília. Associação brasileira de tecnologia de sementes.
- Orozco-Segovia A, Márquez-Guzmán J, Sánchez-Coronado ME, Buen AG, Baskin JM, Baskin CC. 2007. Seed anatomy and water uptake in relation seed dormancy in *Opuntia tomentosa* (Cactaceae, Opuntioideae). *Ann. Bot.* 99: 581-592.
- Preston CE. 1901. Structural studies on southwestern Cactaceae. *Bot. Gaz.* 32: 35-55.
- Salles HG. 1987. Expressão morfológica de sementes e plântulas I. *Cephalocereus fluminensis* (MIQ.) Britton & Rose (Cactaceae). *Rev. Bras. Sementes* 9: 73-81.
- Secorun AC. 2009. Dimensionamento de sementes, avaliação do desempenho germinativo e caracterização de estruturas morfoanatómicas de plântulas normais de espécies de Cactaceae. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada). Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 60p.
- Simão E, Socolowski F, Takaki M. 2007. The epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dick ex DC.) Ralf Bauer seed germination is controlled by light. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50: 655-662.
- Wallace RS, Gibson C. 2002. Evolution and systematics. Pp. 1-21. En: Nobel PS. (Ed.). *Cacti Biology and Uses*. Berkeley, California. University of California Press.
- Wiggins IL, Focht DW. 1967. Seeds and seedlings of *Opuntia echios* J. T. Howell var. *gigantea* Dawson. *Cact. Succ. J. (USA)* 39: 26-30.

