

MORFOANATOMIA DO EMBRIÃO, DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL E ORIGEM DO RIZÓFORO DE *SMILAX QUINQUENERVIA* VELL. (SMILACACEAE)

REGINA HELENA POTSCH ANDREATA* & NANUZA LUIZA DE MENEZES**

*Universidade Santa Úrsula/Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Fernando Ferrari, 75
22231-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

**Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11461, 05422-970 – São Paulo, SP, Brasil.

Abstract- (Embryo morphoanatomy, post-seminal development and rhizophore origin of *Smilax quinquenervia* Vell. – Smilacaceae). A post-seminal development study of *Smilax quinquenervia* Vell. revealed an **embryonic axis** that gives rise to the plumule and to the primary root. After this, the hypocotyl may be distinguished. The plumule originates a **primary axis**, with 3-4 nodes, each with a cataphyl, before eophyl development. From the cotyledonar node, an axilar bud develop, which gives rise to an underground cauline system, namely the **rhizophore**. The latter develops a great number of adventitious roots. The rhizophore is a sympodial system of branches with a great number of stomata on the epidermis, which may be regarded as an evidence of an aerial organ, ancestry.

Resumo - (Morfoanatomia do embrião, desenvolvimento pós-seminal e origem do rizóforo de *Smilax quinquenervia* Vell. – Smilacaceae). Um estudo do desenvolvimento pós-seminal de *Smilax quinquenervia* Vell. demonstrou o aparecimento de um **eixo embrionário** do qual se desenvolvem a plúmula e a raiz primária após o que, distingue-se o hipocótilo. A plúmula origina um **eixo primário** formado por 3 a 4 nós (cada um, com um catafilo), que precede o aparecimento do eófilo. Do hipocótilo saem as primeiras raízes adventícias. Do nó cotiledonar, a partir de uma gema protegida pela bainha cotiledonar, surge um eixo caulinar que permanece subterrâneo, o **rizóforo**, que passa a formar uma grande quantidade de raízes adventícias. Esse rizóforo é um sistema de ramificação simpodial. A grande quantidade de estômatos presentes na epiderme do rizóforo poderia representar uma evidência desse órgão subterrâneo ter derivado de um órgão ancestral aéreo.

Key words: rhizophore, *Smilax*, embryonic axis.

Introdução

Estudos sobre germinação, embriões e plântulas de monocotiledôneas têm recebido uma especial atenção dos morfologistas, principalmente pelas implicações filogenéticas que podem representar (Boyd 1931, 1932, Eames 1961, Andreatta & Pereira 1990 e Scatena *et al.* 1993).

Embora pouco explorado o estudo do desenvolvimento da planta a partir da semente, no Brasil podem-se destacar alguns trabalhos, nesta área, com algumas famílias de monocotiledôneas, tais como, Velloziaceae (Menezes 1977), Cannaceae, Agavaceae e Palmae (Oliveira & Pereira 1989), Bromeliaceae (Pereira 1989/90), Eriocaulaceae (Scatena *et al.* 1993, Kraus *et al.* 1996) e Xyridaceae (Kraus *et al.* 1994).

Outro aspecto pouco explorado pelos pesquisadores diz respeito à natureza dos sistemas subterrâneos, quer nos aspectos organográficos, quer no de sua morfologia interna. É um assunto ainda pouco explorado, mesmo em plantas brasileiras. No Brasil, um dos primeiros trabalhos

a abordá-lo foi o de Lindman (1906), quando estudou a ecologia campestre do Rio Grande do Sul, e verificou que os ecossistemas subterrâneos lignificados exerciam um papel importante na regeneração das partes aéreas das plantas. Após Lindman, as pesquisas direcionaram-se às plantas dos cerrados e se limitaram às observações morfológicas externas, embora os pesquisadores reconhecessem que a classificação dos órgãos subterrâneos baseadas nestes dados, não poderia ser satisfatória. Ressaltam-se, nesta fase, os trabalhos de Warming (1908), Rawitscher *et al.* (1943), Ferri (1944), Rachid (1947 e 1956), Rizzini & Heringer (1962 e 1966), Rizzini (1965) entre outros. Esses autores consideram os órgãos subterrâneos tuberizados como sendo estruturas de adaptação, permitindo a sobrevivência das plantas em épocas desfavoráveis, e, portanto, órgãos de reprodução vegetativa.

No órgão subterrâneo de *Smilax fluminensis* Steud. (= *S. syringoides*) foi detectada a presença de 99% de manose. A alta concentração dessa substância de reserva só poderia

ser esperada em órgão vegetativo de monocotiledôneas, segundo Figueiredo-Ribeiro *et al.* (1986).

O primeiro trabalho a mostrar aspectos anatômicos dos sistemas subterrâneos, no Brasil, foi realizado por Menezes *et al.* (1969) com *Pfaffia jubata* Mart. e, a esse, seguiram-se outros por vários autores, em geral, referentes ao ecossistema cerrado.

Mais recentemente Menezes *et al.* (1979 e 1995), Sajo & Menezes (1986 a e b) e Menezes *et al.* (1995), Andreata (1995) e Rocha & Menezes (1997), reinterpretaram estruturas subterrâneas em espécies de *Vernonia*, *Smilax* e *Dioscorea*, respectivamente, adotando o termo rizóforo. Chama-se a atenção para as Lepidodendrales, fósseis do carbonífero que, segundo Stewart (1983), possuíam um sistema de ramificação caulinar bipolar, isto é, apresentavam ramos que formavam folhas na extremidade superior e ramos (por ele denominados rizóforos) que formavam raízes na extremidade inferior. Especificamente com relação à *Vernonia*, Menezes *et al.* (1979) chamaram o órgão de rizóforo por analogia ao órgão que forma raízes na extremidade que ocorre em *Selaginella*. No que se refere à *Dioscorea* (Rocha & Menezes 1977) as autoras adotaram essa mesma terminologia baseando-se, também, em Goebel (1905) para suas conclusões.

A família Smilacaceae tem sido pouco estudada tanto do ponto de vista da germinação, desenvolvimento pós-seminal e plântula, quanto do ponto de vista do sistema subterrâneo. Holm (1890-91) estudou a plântula e a formação de rizoma em *Smilax rotundifolia* e *Smilax glauca*, ambas oriundas da América do Norte, somente sob o aspecto morfológico.

Por outro lado, Davis (1891) mostrou que em *Smilax glauca*, a variação na morfologia e no crescimento do rizoma estava relacionada ao ambiente em que a planta vivia.

A primeira abordagem anatômica do desenvolvimento pós-seminal em duas espécies de *Smilax* (*Smilax herbacea* e *Smilax* sp.) com ênfase no meristema plumular, foi feito por Evans (1909), concluindo que os resultados encontrados se assemelhavam àqueles de *Asparagus*. Duke (1969) forneceu algumas considerações sobre o tipo de germinação e de plântula baseado em observações de uma só espécie. Posteriormente o autor incluiu este gênero em chave para identificação de plântulas, cujas espécies eram nativas de Porto Rico. Por outro lado, Andreata (1980) estudou sob o aspecto morfológico a germinação, o desenvolvimento pós-seminal até a formação de uma planta jovem de *Smilax fluminensis* (= *S. syringoides*), sendo esta a primeira abordagem no tocante às espécies brasileiras. Andreata & Pereira (1990) realizaram um estudo comparado dos táxons *Smilax rufescens*, *S. elastica*, *S. siphilitica*, *S. quinquenervia* e *S. fluminensis*, com os objetivos de indicar o padrão de germinação e o tipo de plântula para o gênero, discutir a presença ou não de dormência nas sementes e, também, fornecer subsídios que pudessem auxiliar no reconhecimento taxonômico das espécies quando jovens.

Chama a atenção das autoras, a presença de um sistema subterrâneo espessado do tipo rizoma, além do sistema caulinar aéreo.

O objetivo deste trabalho é um estudo anátomo-morfológico de *Smilax quinquenervia* visando à melhor compreensão do complexo sistema vegetativo caulinar apresentado pelas plantas nesta espécie, com observações a partir do embrião.

Material e métodos

As sementes utilizadas para o estudo da germinação, desenvolvimento pós-seminal e da plântula são procedentes de frutos de *Smilax quinquenervia* coletados no Município do Rio de Janeiro, cujo testemunho ("voucher") coletado por M. Gomes *et al.* 293 encontra-se no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). O sistema subterrâneo adulto foi coletado no Município de Nova Friburgo, caminho para Macaé de Cima, por H. C. Lima *et al.* 3435 (RB).

As sementes foram distribuídas em caixas transparentes "Gerbox", colocadas em substrato de vermiculita, em temperatura de 25°C em germinador Mangelsdorf. Todos os estágios do desenvolvimento pós-seminal até a plântula foram fixados em FAA 50, incluídos em parafina mediante a desidratação segundo a técnica usual do álcool e xilol (Johansen 1940) e cortados em seções transversais e longitudinais em série, na espessura de 8-15µm, em micrótomo rotativo de Jung. Os cortes do embrião foram corados em fucsina básica e azul de astra (Roeser 1962) e os demais em safranina e verde-firme (Sass 1940).

O sistema subterrâneo foi fixado em etanol a 70%, posteriormente colocado em água e glicerina na proporção de 1:4, e submetido à fervura para amolecimento. Depois de amolecido foi cortado em micrótomo de deslize (E. Leitz-Wetstar e Reichert), com navalha do tipo C, segundo as técnicas usuais propostas por Johansen (1940).

Foram obtidas seções transversais com espessura variando entre 14 a 50µm. Os cortes foram submetidos a um processo de clarificação e, posteriormente à desidratação em série etílica, imersos em acetato de n-butila e em seguida corados, sendo parte com hematoxilina e parte com safranina, e então, montados em lâminas permanentes com resina sintética, bálsamo-do-Canadá (Johansen 1940).

Resultados

A planta adulta apresenta um sistema subterrâneo espessado que fica em posição horizontal em relação ao solo, constituído por uma parte caulinar e por raízes adventícias. A parte caulinar é de consistência lenhosa (Fig. 1 a,b). Este caule subterrâneo é formado por artículos (Ar) cobertos por catafilos. As raízes adventícias (Rd) fibro-

lenhosas, são muito longas, com ramificações escassas e muito tênues, que se espalham, paralelamente, na superfície do solo (Fig. 1 a,b). O caule subterrâneo apresenta ramificação simpodial, e dele podem-se desenvolver ramos caulinares aéreos escandentes (Cv), que produzirão folhas com gemas que originarão ramos e flores. Em geral, cada ramo novo (Fig. 1 c) apresenta os três primeiros nós providos apenas de catafilos (Ca) e ficam abaixo da superfície do solo. A plântula apresenta, portanto, 3 a 4 nós, antes do aparecimento do eofilo (E).

O embrião (Fig. 2 a-c) nas espécies de *Smilax* localiza-se na parte basal da semente, sendo envolvido por um maciço endosperma. Um dos pólos do embrião é formado pelo cotilédone (C), que é aparentemente terminal. A plúmula (P) localiza-se na parte terminal do eixo do embrião, e apresenta-se como um meristema sem primórdios de folhas ou de gemas laterais. Da mesma maneira não se observa uma radícula diferenciada no pólo basal do embrião (Fig. 2 a).

Com base no estudo da morfologia externa do desenvolvimento pós-seminal, verifica-se que do pólo basal do embrião se desenvolve, inicialmente, um eixo embrionário indiferenciado. Posteriormente, a partir desse eixo embrionário (Fig. 2 d), desponta a raiz primária (Rp). Na mesma figura, observa-se uma plúmula (P), na qual se distingue o meristema apical e os primórdios foliares. A região do hipocótilo (Hi) é bem evidenciada nesta figura. Do hipocótilo se desenvolverão raízes adventícias que têm origem endógena (a raiz primária tem origem exógena).

Durante o desenvolvimento da plântula forma-se uma verdadeira coluna (Fig. 3 a-d), aqui denominada de eixo primário (Ep). Neste eixo observam-se as gemas terminal (Gt) e axilares (Ga), protegidas por seus primórdios foliares, que corresponderão aos futuros catafilos (Figura 1 c).

Na base do eixo primário, aparece uma gema (Fig. 4 a-c, Gr) no nó cotiledonar, protegida pela bainha (Bc) da folha cotiledonar. Essa gema dará origem à parte espessada do sistema subterrâneo, o rizóforo. O eixo primário (Ep), em corte transversal (Fig. 4 b-c), está envolvido pela bainha cotiledonar (Bc).

Na região basal do eixo embrionário (Fig. 5 a,b) observam-se restos de bainha cotiledonar (Bc), envolvendo uma porção caulinar correspondente ao rizóforo (Ri), que começa a emergir. O nível representado pela figura 5 c apresenta o eixo vegetativo com duas gemas axilares (Ga), e a bainha cotiledonar ainda envolvendo o eixo primário.

O rizóforo (Ri) na sua base (Fig. 6 a-b) apresenta-se com um aspecto semelhante ao da raiz adventícia (Rd) vista nas figuras 6a e 6c possuindo, no entanto, uma medula ampla e córtex, relativamente, menos espesso e os tecidos vasculares organizados em feixes. Em ambas as figuras observa-se a endoderme (En) com espessamento em u e, internamente, o periciclo (Pr). Este, no rizóforo

em estágio de plântula, apresenta suas células com as paredes espessadas, o que não se verifica na raiz adventícia (Fig. 6 a-c).

O rizóforo adulto (Fig. 7 a) é um órgão que se apresenta formado por córtex com parênquima muito desenvolvido. Observa-se um grande número de pontoações nas células do parênquima (Fig. 7 c). Nota-se, também, uma grande quantidade de estômatos (Et) na epiderme deste órgão (Fig. 7 c). Este rizóforo corresponde à mesma estrutura apresentada, do ponto de vista da sua morfologia externa, nas figuras 1 a e b.

Na região mediana do rizóforo (Fig. 8 a,d) observam-se os feixes vasculares originando-se a partir de uma única região, o periciclo (Pr).

O periciclo (Pr) se apresenta formado por células de dois tipos: espessadas e não espessadas (Fig. 8 b). A parte espessada pode ser facilmente visualizada como um anel em toda a periferia do órgão (Fig. 8 a). O feixe vascular, formado nessa região, é do tipo colateral (Fig. 8 c,d).

Discussão

Nas dicotiledôneas, os cotilédones têm posição lateral ao eixo da planta; em monocotiledôneas, embora muitas vezes o cotilédone tenha uma posição aparentemente terminal (Eames 1961), na realidade, é também lateral. *Smilax quinquenervia* apresenta estas mesmas configurações, observadas também em espécies de Velloziaceae (Menezes 1977), entre outras.

Após a germinação da semente aparece uma estrutura globosa que por analogia com o que se vê em Eriocaulaceae (Ramaswamy *et al.* 1981, Scatena *et al.* 1993, Kraus *et al.* 1996) decidiu-se denominar eixo embrionário. No trabalho sobre a morfologia das plântulas de algumas espécies de *Smilax* (Andreatta & Pereira 1990) a figura 1 c mostra, claramente, a morfologia externa desse eixo. A partir dele é que se desenvolve a raiz primária, com origem exógena.

O sistema caulinar aéreo, originado da plúmula, apresenta, inicialmente, um eixo com 3 a 4 nós, e 3 a 4 catafilos, antes do aparecimento do eofilo, isto é, da primeira folha. Esse eixo foi denominado por Evans (1909) de eixo primário.

Além desse eixo primário, das raízes adventícias e da raiz primária, ligados ao eixo embrionário, verifica-se o aparecimento de outra ramificação, que se origina de uma gema, protegida pela bainha cotiledonar. Essa ramificação representa um novo sistema de gemas da planta e apresenta natureza anatômica perfeitamente caulinar. No início, o eixo apresenta em corte, aspecto semelhante a de uma raiz adventícia, apenas com medula mais ampla, e córtex menos espesso. Difere da raiz por apresentar os tecidos vasculares formando feixes.

O espessamento do órgão se faz a partir do periciclo. Este tipo de espessamento a partir do periciclo costuma ser atribuído ao "meristema de espessamento primário"

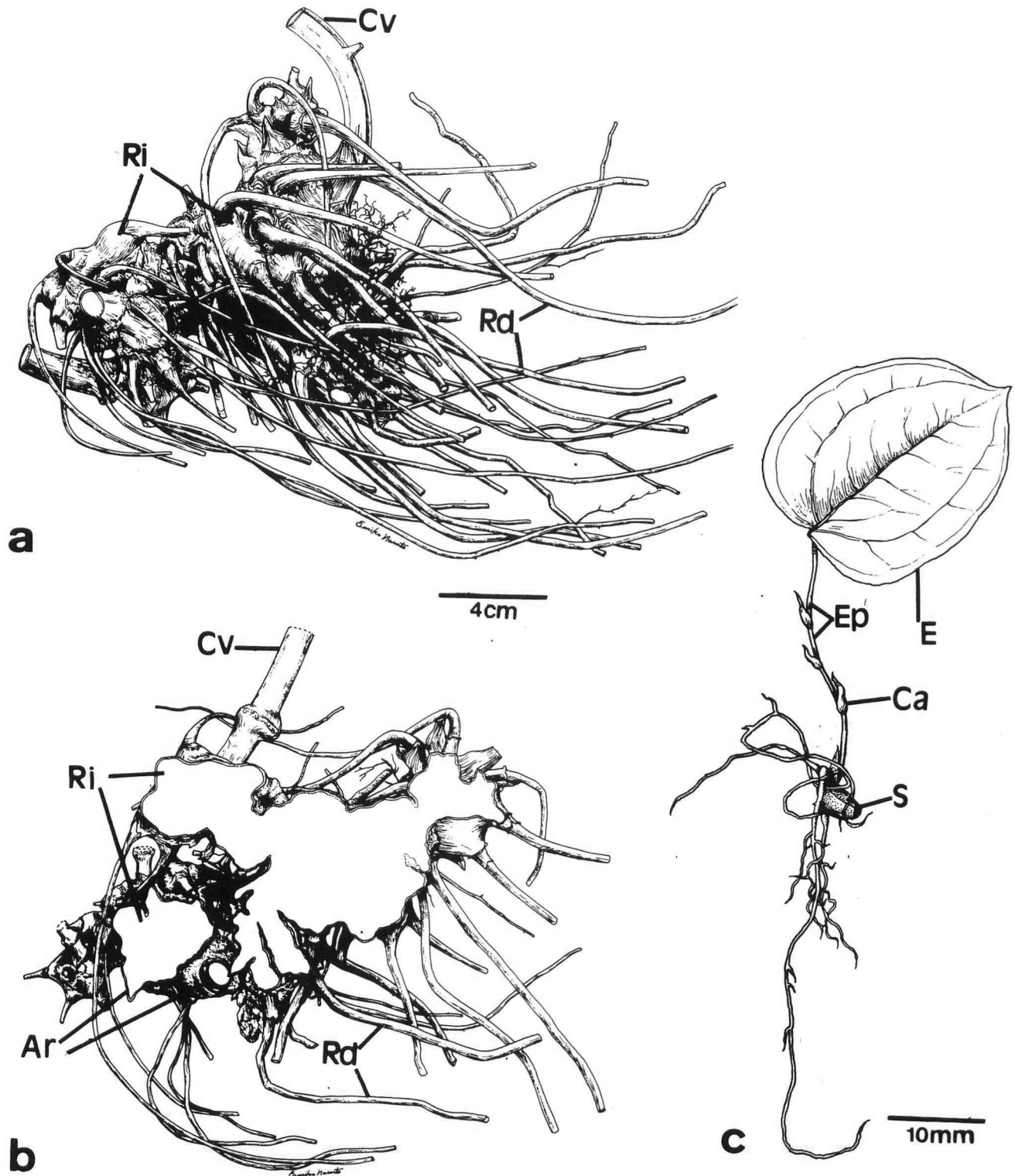


Fig. 1. *Smilax quinquenervia*: a – Aspecto geral do rizóforo; b – Detalhe do rizóforo em corte longitudinal. c – Plântula com eixo primário (Ep) e eofilo (E). Ar – artículo; Ca – catafilo; Cv – caule escandente; Rd – raiz adventícia; Ri – rizóforo; S – semente.

Fig. 1. *Smilax quinquenervia*: a – General aspect of the rhizophore; b – Transection of the rhizophore; c – Seedling with the primary axis (Ep) and eophyl (E). Ar – part of articulation; Ca – cataphyl; Cv – climbing stem; Rd – adventitious root; Ri – rhizophore; S – seed.

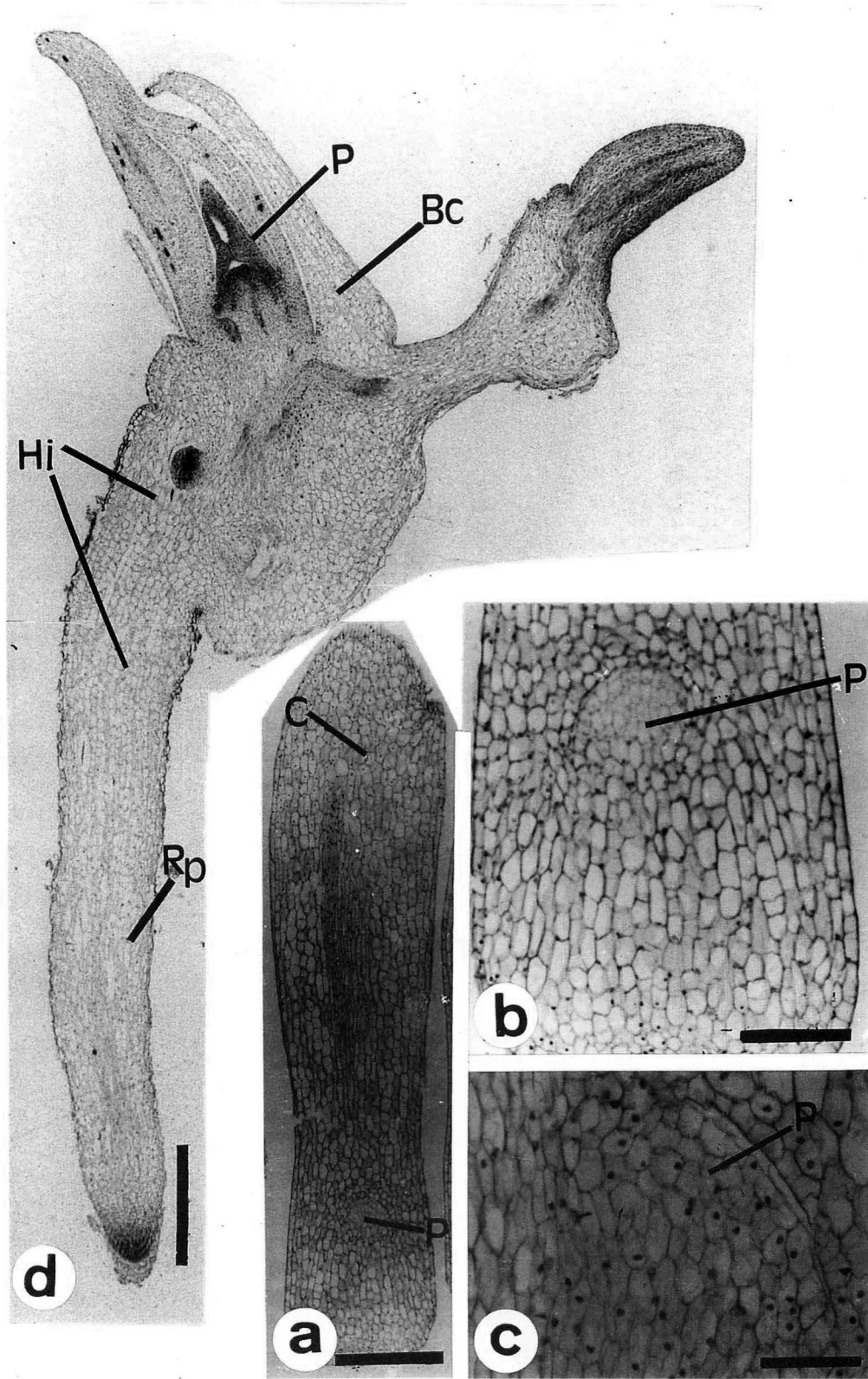


Fig. 2. *Smilax quinquenervia*: a-c – Embrião, no qual se distingue o cotilédone (C) e a plúmula (P) constituída apenas por meristema; d – Plântula na qual se observam a raiz primária (Rp) e a região do hipocótilo (Hi); a plúmula (P) é protegida pela bainha da folha cotiledonar (Bc). Barras, respectivamente – 800µm, 20µm, 100µm e 800µm.

Fig. 2. *Smilax quinquenervia*: a-c – Embryo, with cotyledon (C) and plumule (P) with only a meristem; d – seedling with the primary root (Rp), the hypocotyl (Hi), and plumule (P). The last protected by the cotyledonar sheath (Bc). Bars, respectively – 800µm, 20µm, 100µm and 800µm.

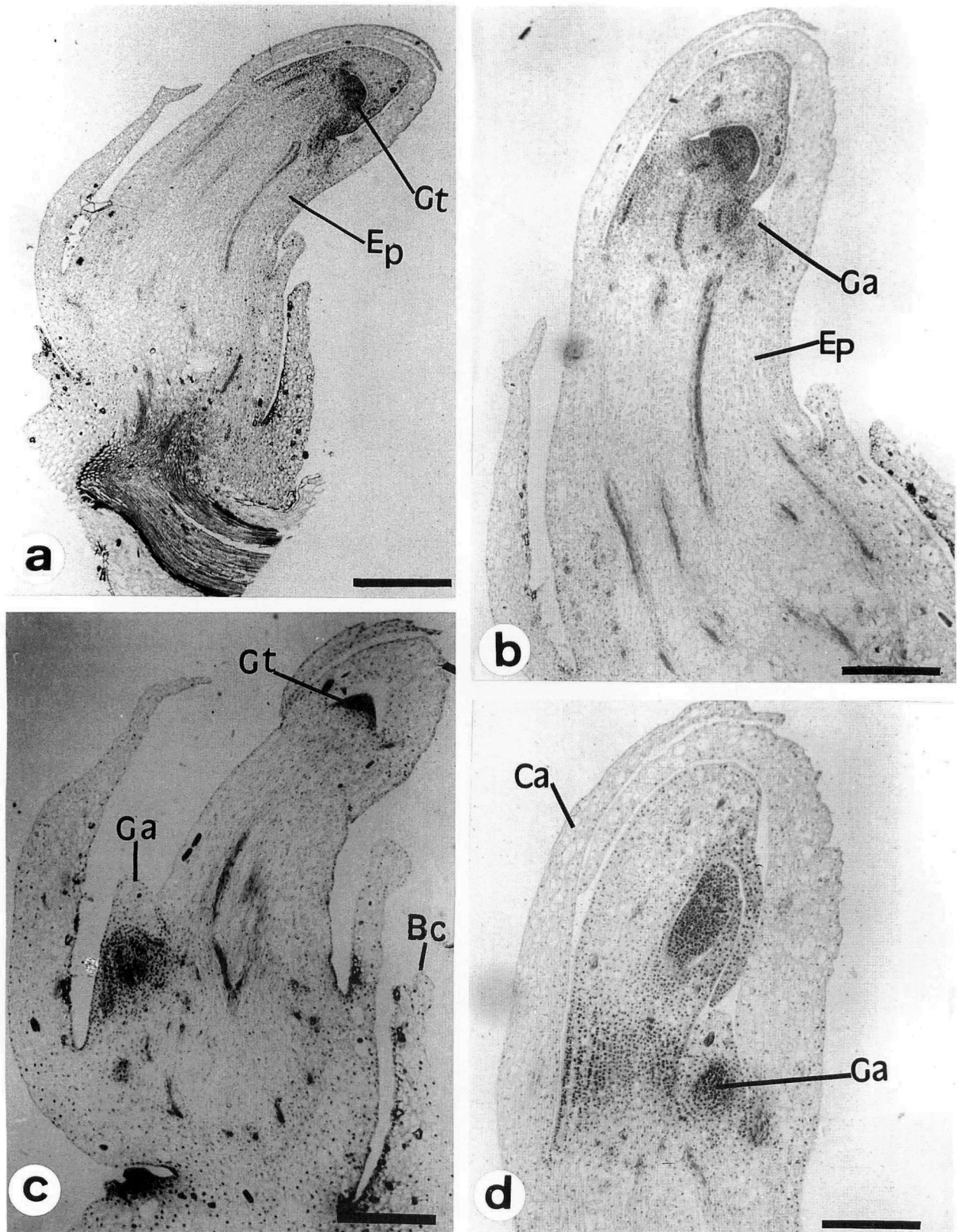


Fig. 3. *Smilax quinquenervia*: a-d – Vários ângulos do eixo primário, mostrando as primeiras gemas que aparecem protegidas pelos primórdios de catafilos (Ca). A bainha cotiledonar (Bc) aparece à direita nas figuras a, b e c. Ep – eixo primário; Ga – gema axilar; Gt – gema terminal. Barras, respectivamente – 2mm, 500µm, 800µm e 500µm.

Fig. 3. *Smilax quinquenervia*: a-d – Several views of the primary axis. Bc – cotyledonar sheath; Ca – Cataphyl; Ga – axillary bud; Gt – terminal bud. Bars respectively – 2mm, 500µm, 800µm and 500µm.

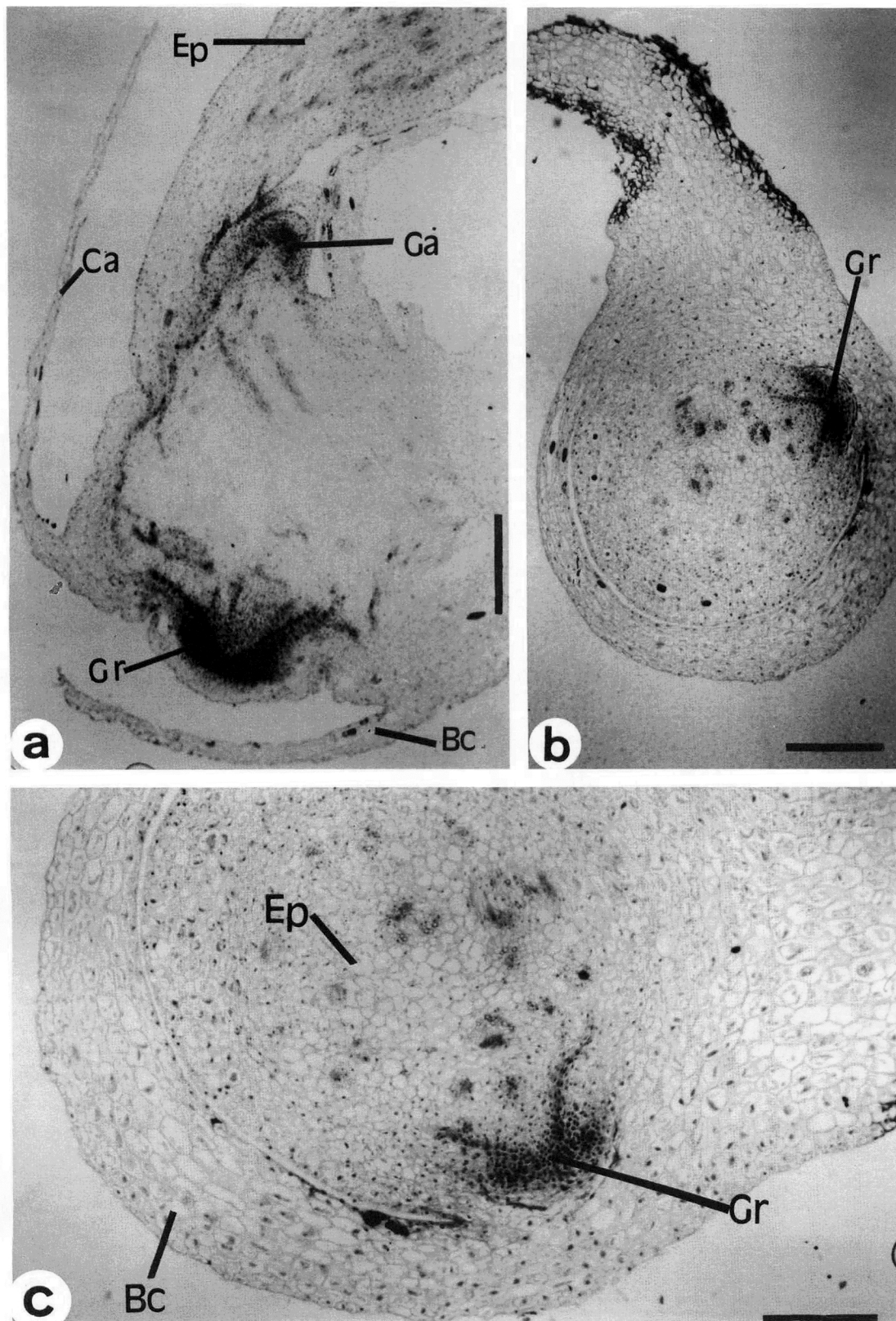


Fig. 4. *Smilax quinquenervia*: a – Seedling with the primary axis (Ep) and rhizophore bud (Gr), also in the trans-sections b and c. (Bc) cotyledonar sheath; Ca – cataphyl; Ga – axillary bud. Bars – 800 μm.
 Fig. 4. *Smilax quinquenervia*: a – Plântula na qual se observa a região do eixo primário (Ep) com a gema do rizóforo (Gr) vista em corte transversal nas figuras b e c, protegida pela bainha cotiledonar (Bc). Ca – catafilo; Ga – gema axilar. Barras – 800 μm.

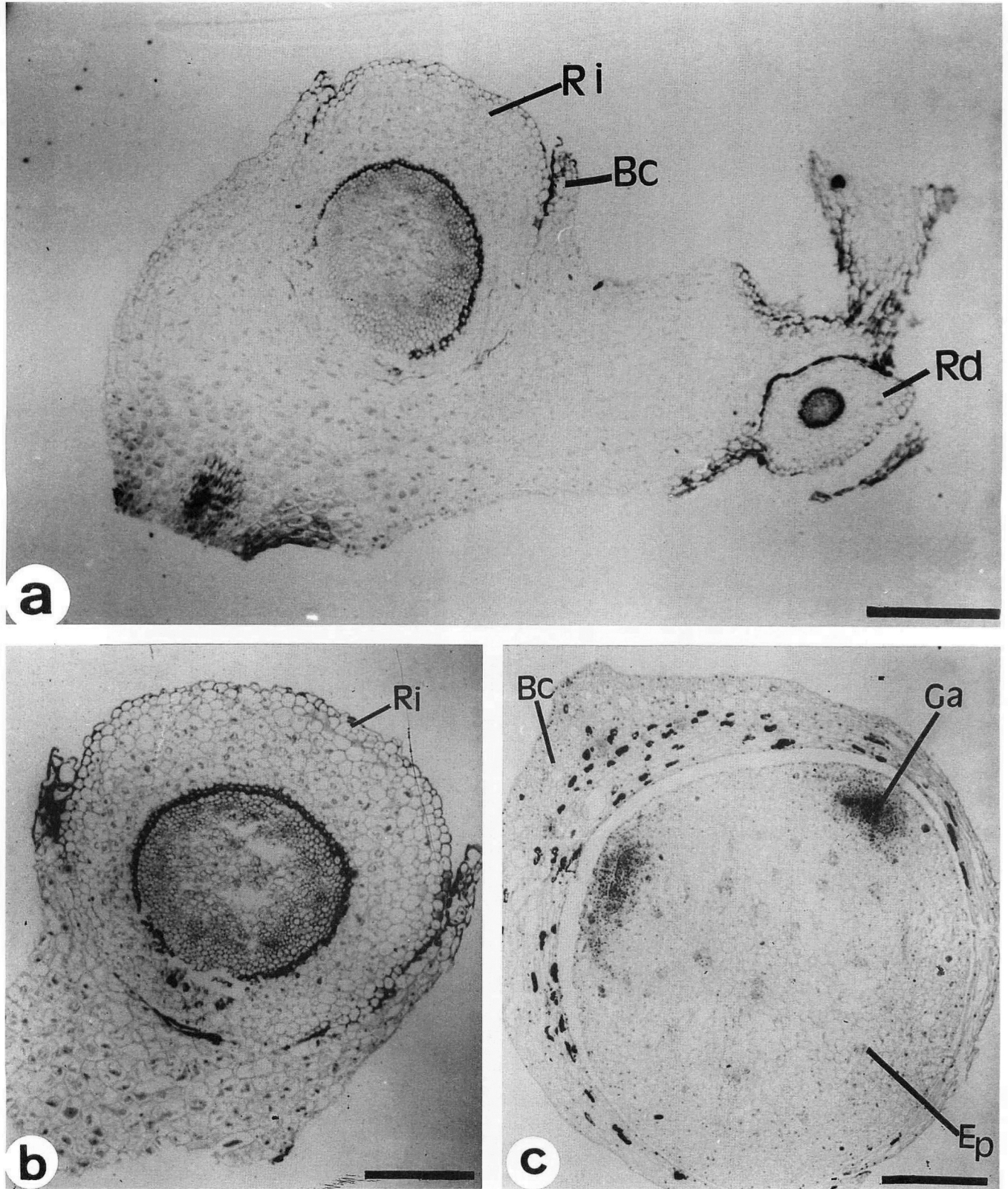


Fig. 5. *Smilax quinquenervia*: a – Porção do eixo da plântula no qual se verifica o rizóforo (Ri) já com os tecidos definidos mas, ainda, com restos da bainha cotiledonar (Bc); b – Detalhe ampliado do rizóforo; c – Seção do eixo primário (Ep) envolvido pela bainha cotiledonar (Bc) no qual se observam duas gemas axilares (Ga). Rd – raiz adventícia. Barras – 800 μm.

Fig. 5. *Smilax quinquenervia*: a – Part of seedling axis with rhizophore (Ri) and cotyledonar sheath (Bc) remnant; b – Rhizophore still connected to the hypocotyl; c – Primary axis inside the cotyledonar sheath (Bc), with two axillary buds (Ga). Rd – adventitious root. Bars –

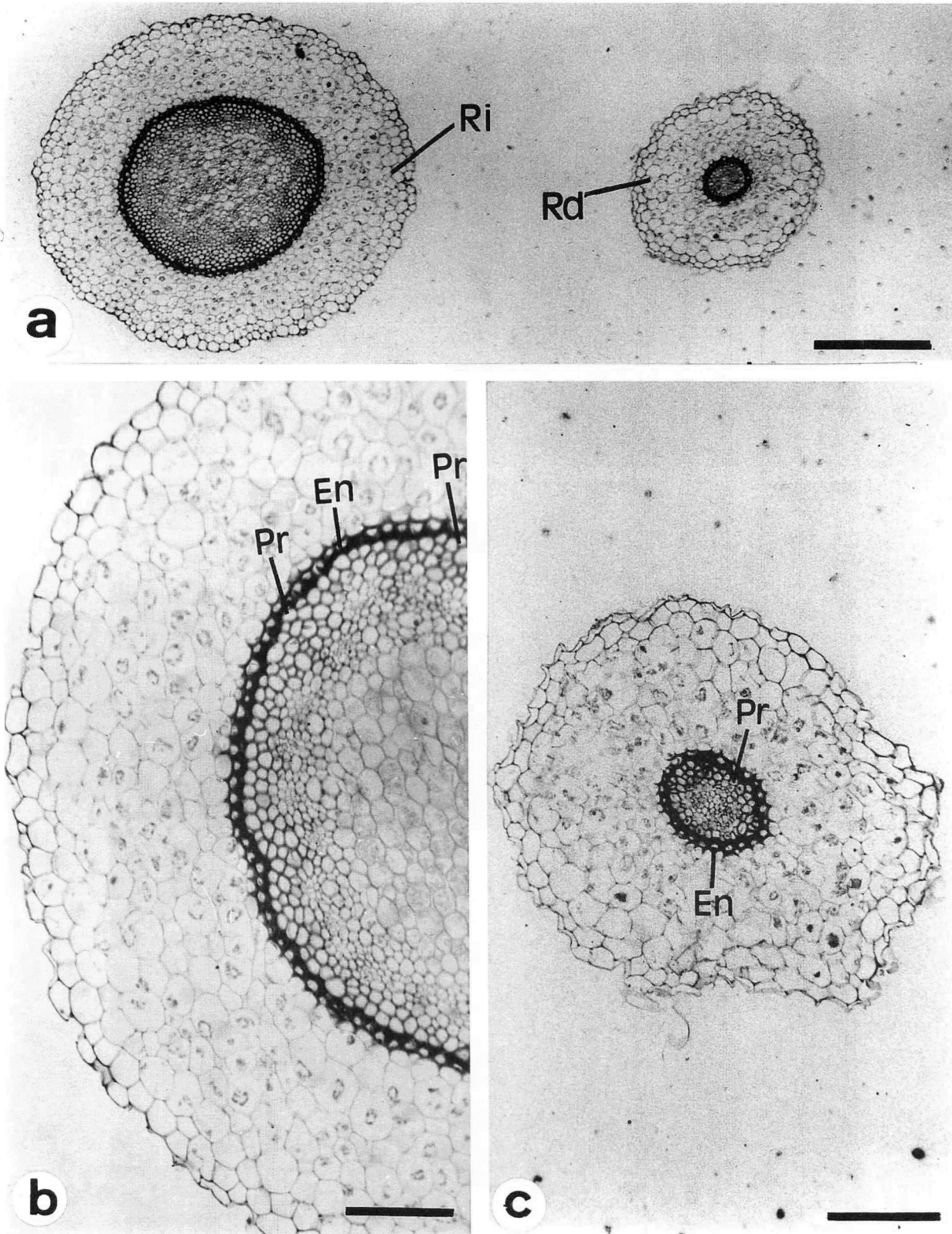


Fig. 6. *Smilax quinquenervia*: a – Rizóforo (Ri) e raiz adventícia (Rd) em seções transversais, da mesma série da plântula da figura 5. b – Rizóforo. c – Raiz adventícia; En – Endoderme; Pr – periciclo. Barras, respectivamente – 800µm, 500µm e 500µm.

Fig. 6. *Smilax quinquenervia*: a – Serial sections of the rhizophore (Ri) and of the adventitious root (Rd) of the same seedling of the figure 5; b – Rizophore. c – adventitious root (Rd); En – endodermis; Pr – pericycle. Bars, respectively – 800µm, 500µm and 500µm.

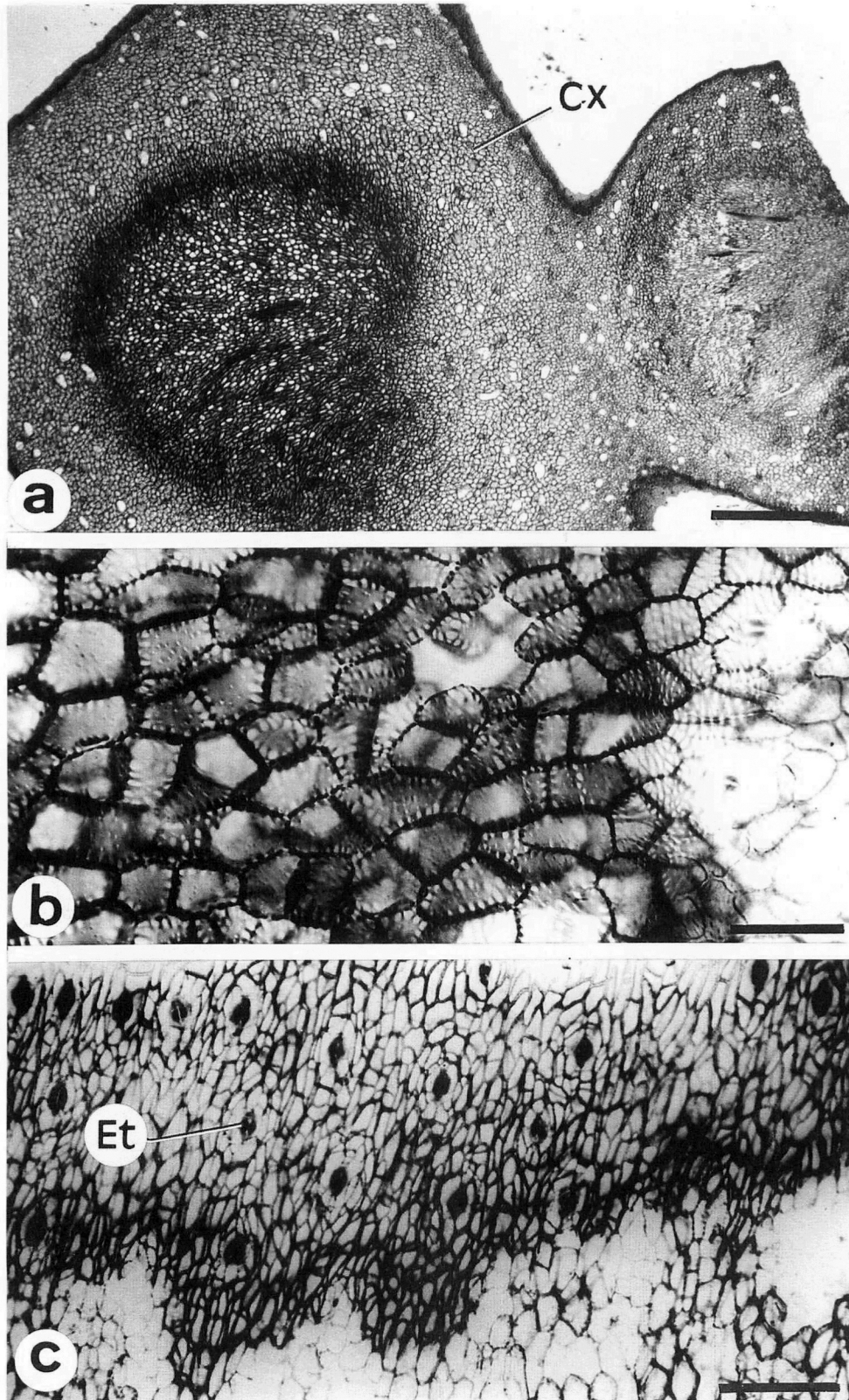


Fig. 7. *Smilax quinquenervia*: a – Dois jovens artículos do rizóforo em corte transversal, notando-se um córtex (Cx) relativamente espesso. As células do córtex apresentam-se com as paredes espessadas e muitas pontuações (figuras b e c), e a epiderme em vista frontal apresenta um grande número de estômatos (Et). Barras, respectivamente – 2mm, 200µm e 100µm

Fig. 7. *Smilax quinquenervia*: a – Two young articulations of the rhizophore, with a thickened cortex (Cx); b – Cortical cells with many pits. C – Rhizophore epidermis with many stomata (Et). Bars, respectively – 2mm , 200µm and 100µm

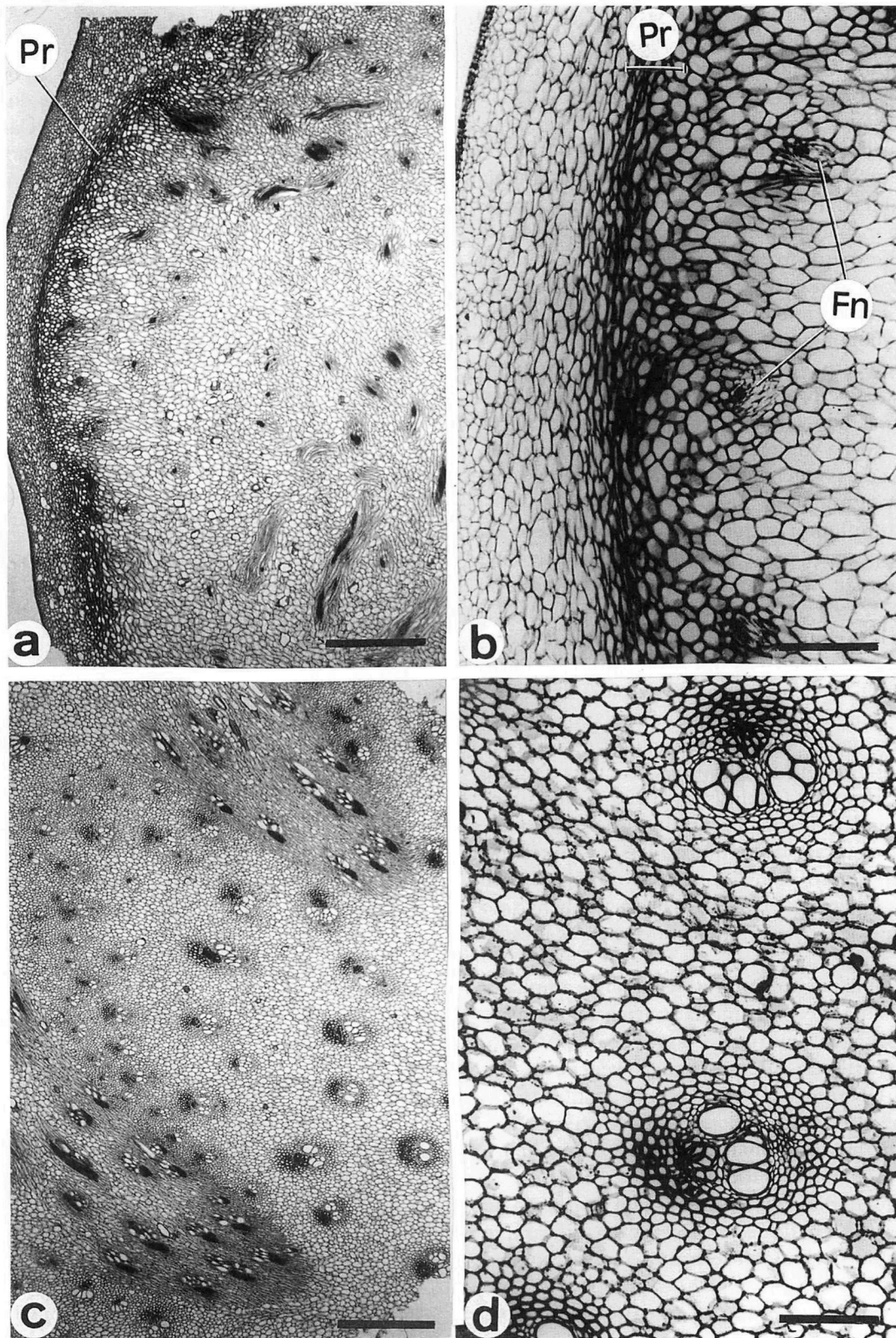


Fig. 8. *Smilax quinquevenia*: a – Rizóforo mais desenvolvido, notando-se o periciclo (Pr), região de origem dos feixes vasculares novos (Fn). Nas figuras c e d feixes colaterais bem diferenciados na região central do órgão. Barras, respectivamente – 2mm, 800µm, 2mm e 500µm.

Fig. 8. *Smilax quinquevenia*: a – Adult rhizophore, with pericycle (Pr), giving rise to the new bundles (Fn). Collateral bundles in the center of the rhizophore. Bars, respectively – 2mm, 800µm, 2mm and 500µm.

segundo o trabalho de revisão sobre o assunto realizado por Rudall (1991).

Há, portanto, como já demonstrado por Menezes *et al.* (1979), Sajo e Menezes (1986 a e b), Andreata (1995) e Rocha e Menezes (1997) a formação de dois sistemas de gemas: um que forma o sistema vegetativo aéreo (do tipo escandente em *Smilax quinquenervia*) e outro, um sistema vegetativo subterrâneo, por esses autores denominados de **rizóforo** por analogia com o órgão portador de raízes na extremidade, que ocorre em *Selaginella*. Todos os autores que trabalharam com *Smilax* sempre se referiram ao órgão subterrâneo como sendo um rizoma. Os resultados aqui obtidos corroboram a afirmação de Rizzini e Heringer (1966) segundo a qual a planta que apresenta rizoma só possui rizoma, isto é, fora da terra só forma folhas e flores. Nos casos já analisados em *Vernonia* (Menezes *et al.* 1979) e em *Dioscorea* (Rocha & Menezes 1997), há o sistema aéreo de caule com gemas vegetativas e florais, e o outro sistema de gemas, o rizóforo, subterrâneo.

É importante lembrar que o rizoma origina-se da plúmula do embrião e que o rizóforo origina-se de uma gema cotiledonar (Sajo & Menezes 1986a; Rocha & Menezes 1997).

O mais curioso é que já em 1905, Goebel reconhece a existência de um órgão, segundo ele, intermediário entre raiz e caule e que teria como principal função, a de fazer raízes e acumular substâncias nutritivas. O autor, inclusive, relaciona o órgão espessado de *Dioscorea* com órgão formador de raiz de *Selaginella*, sem usar o termo rizóforo. O próprio Goebel estranha que outros morfólogos não tenham percebido isto, sugerindo, inclusive, entre outras plantas que pudessem apresentar este órgão, o gênero *Cordyline*. O fato do rizóforo se originar de uma gema cotiledonar já havia, também, sido detectado por Goebel (1905), referindo-se a esse mesmo gênero.

O rizóforo tem, pois, o importante papel de ampliar a rizosfera da planta, além da função de armazenamento e de condução de água e nutrientes, tratando-se, portanto, de órgão de resistência e de propagação vegetativa. Em *Vernonia*, Sajo e Menezes (1986b) verificaram que gemas dos rizóforos que dentro da terra, produzem novos rizóforos, se deixadas em contacto com a luz dão origem a ramos aéreos, com folhas verdes.

A grande quantidade de estômatos que aparecem na superfície dos rizóforos de *Smilax* talvez possa indicar que esses órgãos sejam derivados de estruturas aéreas, como o são em pteridófitas.

Seguramente, no momento em que os autores entenderem a importância de se verificar a origem, a partir da semente, de muitas estruturas simplesmente denominadas de rizoma, muitas outras famílias de monocotiledôneas e de dicotiledôneas (a exemplo de Asteraceae, gênero *Vernonia*) mostrarão a presença de rizóforos.

Agradecimentos

As autoras agradecem aos técnicos Antonio Carlos Franco Barbosa pela confecção das lâminas do rizóforo, da planta adulta, e Gilmar Roberto Valente, pelas lâminas de plântulas; ao Norberto Palacios, pela digitação do artigo, e à Emiko Naruto, pelos desenhos do rizóforo. Ao CNPq pelo apoio através de bolsas.

Referências

- ANDREATA, R.H.P. 1980. *Smilax* Linnaeus (Smilacaceae). Ensaio para uma revisão das espécies brasileiras. *Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 24: 179-301.
- ANDREATA, R.H.P. 1995. *Revisão das espécies brasileira do gênero Smilax Linnaeus (Smilacaceae)*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- ANDREATA, R.H.P. & PEREIRA, T.S. 1990. Morfologia das plântulas de algumas espécies de *Smilax*. *Pesquisas, bot.* 41: 7-24
- BOYD, L. 1931. Evolution in the Monocotyledonous Seedlings. A new interpretation of the morphology of the grass embryo. *Trans. Proc. bot. Soc. Edinb.* 30: 286-303.
- BOYD, L. 1932. Monocotyledonous seedlings, morphological studies in the post-seminal development of the embryo. *Trans. Proc. bot. Soc. Edinb.* 31: 5-224.
- DAVIS, W.T. 1891. Variations in the rootstock of *Smilax glauca* dependent upon environment. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 18: 118-119.
- DUKE, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings systems and systematics. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 56(2): 125-161.
- EAMES, A.J. 1961. *Morphology of the Angiosperms*. New York. Mc Graw-Hill.
- EVANS, E.E. 1909. On the further development during germination of monocotyledonous embryos, with special reference to their plumular meristem. *Notes Royal bot. Gard. Edinb.* 5(21): 1-19.
- FERRI, M.G. 1944. Transpiração das plantas permanentes dos cerrados. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo, bot.*, 4: 161-224.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L., DIETRICH, S.M.C., CHU, E.P., CARVALHO, M.A.M., VIEIRA, C.C.J. & GRAZIANO, T.T. 1986. Reserve carbohydrate: in underground organs of native Brazilian plants. *Revista Brasil. bot.* 9: 159-166.
- GOEBEL, K. 1905. Morphologische und biologische bemerkungen. 16. Die Knollen der Dioscoreen und die Wurzelträger der Selaginellen, organe, welche zwischen wurzein und sprosses stehen. *Flora* 95: 167-212.
- HOLM, T. 1890-91. Contributions to the knowledge of the germination of some North American plants. *Mem. Torrey Bot. Club* 2(8): 57-108.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. New York. MacGraw Hill Books Co.
- KRAUS, J.E., SAJO, M.G., DIAS-LEME, C.L. & WANDERLEY, M.G.L. 1994. Aspectos morfológicos do desenvolvimento pós-seminar em espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae). *Hoehnea* 21: 29-38.
- KRAUS, J.E., SCATENA, V.L., TRENCH, K.U.S. & LEWRINGER, M.E. 1996. Morfologia externa e interna de *Paepalanthus* Kunth. (Eriocaulaceae) em desenvolvimento pós-seminar. *Bol. Bot., Univ. São Paulo* 15: 45-53.
- LINDMAN, C.A.M. 1906. *A vegetação no Rio Grande do Sul (Brasil Austral)*. (Trad. A. Leofgren). Porto Alegre.
- MENEZES, N.L. de 1977. Aspectos morfológicos e anatômicos do desenvolvimento de plântulas de Velloziaceae. *Bol. Bot., Univ. São Paulo*, 5: 65-76.

- MENEZES, N.L. de, HANDRO, W. & CAMPOS, J.F.B.M. de. 1969. Estudos anatômicos em *Pfaffia jubata* Mart. *Bol. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. São Paulo*, 331, bot. 24: 195-238.
- MENEZES, N.L. de, MÜLLER, C. & SAJO, M.G. 1979. Um novo e peculiar tipo de sistema subterrâneo em espécies de *Vernonia* da Serra do Cipó (MG-Brasil). *Bol. Bot., Univ. São Paulo* 7: 33-38.
- MENEZES, N.L. de, ANDREATA, R.H.P., ROCHA, D.C. & SAJO, M.G. 1995. Rizóforo em Angiospermas: uma nova interpretação para velhas estruturas. In: Congresso Nacional de Botânica, 46. Ribeirão Preto. *Resumos*: 30.
- OLIVEIRA, E. de C. & PEREIRA, T.S. 1989. Germinação de Algumas Espécies de Monocotiledôneas II. *Acta Biológica Leopoldensia* 11(1): 61-86.
- PEREIRA, T.S. 1989/1990. Bromelioideae (Bromeliaceae). Morfologia do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. *Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 29: 115-154.
- RACHID, R. 1947. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. *Bol. Fac. Filos. Cienc. Letr. Univ. São Paulo, bot.*, 5: 1-155.
- RACHID, R. 1956. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. *Bol. Fac. Filos. Cienc. Letr. Univ. São Paulo, bot.* 13: 37-69.
- RAMASWAMY, S.N., SWAMY, B.G.L. & AREKAL, G.D. 1981. From zygote to seedling in *Eriocaulon robusto-brownianum* Ruhl. *Beitr. Biol. Pfl.* 55: 179-188.
- RAWITSCHER, F., FERRI, M.G. & RACHID, R. 1943. Profundidade dos solos em campos cerrados e vegetação em campos rupestres do Brasil meridional. *An. Acad. bras. Cienc.* 15: 267-294.
- RIZZINI, C.T. 1965. Estudos experimentais sobre xilopódio e outros órgãos tuberosos de plantas do cerrado. *An. Acad. bras. Cienc.* 37(1): 187-113.
- RIZZINI, C.T. & HERINGER, E.P. 1962. Studies on the underground organs of tree and shrubs from southern Brazilian savanna. *An. Acad. bras. Cienc.* 34(2): 235-248.
- RIZZINI, C.T. & HERINGER, E.P. 1966. Estudos sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. *An. Acad. bras. Cienc.* 38(Supl.): 85-111.
- ROCHA, D.C. & MENEZES, N.L. de. 1997. O sistema subterrâneo de *Dioscorea kunthiana* Uline ex R. Knuth (Dioscoreaceae). *Bol. Bot., Univ. São Paulo* 16: 1-11.
- ROESER, K.R. 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer – Massenprodukt und Kunstwert der Natur. *Mikrokosmos* 61: 33-36.
- RUDALL, P. 1991. Lateral meristems and stem thickening growth in monocotyledons. *Bot. Ver.* 57(2): 150-161.
- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. de. 1986a. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae), da Serra do Cipó, MG. *Revista brasil. Biol.* 46(1): 189-196.
- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. de. 1986b. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae), da Serra do Cipó, MG. *Revista brasil. Biol.* 46(1): 197-202.
- SASS, J.E. 1940. *Elements of botanical microtechnique*. New York. MacGraw-Hill Book.
- SCATENA, V.L., MENEZES, N.L. de & STUTZEL, T. 1993. Embryology and seedling development in *Syngonanthus rufipes* Silveira (Eriocaulaceae). *Beitr. Biol. Pfl.* 67(3): 333-343.
- STEWART, W.N. 1983. *Paleobotany and the evolution of plants*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- WARMING, E. 1908. Lagoa Santa, contribuição para a geographia phitopatológica. In Warming, E. & Ferri, M.G. 1973. *Lagoa Santa e a vegetação de cerrados brasileiros*. Belo Horizonte, Itatiaia; São Paulo, EDUSP.