

Morfoanatomia do sistema caulinar de *Canna edulis* Kerr-Gawler (Cannaceae)¹

ALEXANDRE A. ALONSO² e MARINA A. MORAES-DALLAQUA^{2,3}

(recebido: 26 de dezembro de 2002; aceito: 11 de dezembro de 2003)

ABSTRACT – (Morphology and anatomy of the shoot system of *Canna edulis* Kerr-Gawler (Cannaceae)). The purpose of this research was to study the morpho-anatomical characteristics of the shoot system of *Canna edulis*. The observation of the buds and shoot system development were made during the vegetative cycle of the plant. The underground system is formed by fibrous adventitious roots originated from nodes and internodes of the rhizomes. These organs are oriented parallel to the surface of the ground, presenting a pattern of sympodial branching. The apical buds of the rhizomes are differentiated in reproductive stems, constituted by distinctive nodes and internodes. The base of this organ is constituted by cataphylls. The reproductive stem is formed by uniseriate epidermis, and in the subepidermical position there are cells with Casparian strips. The adult rhizome consists of the epidermis, cortex with a clear endodermis and vascular cylinder delimited by pluriseriate pericycle. Although the morphological characteristics of the shoot system of this plant agree with recent descriptions applied to the rhizophore, the underground stem of this species was interpreted as a rhizome.

Key words - anatomy, buds, *Canna*, morphology, rhizomes

RESUMO – (Morfoanatomia do sistema caulinar de *Canna edulis* Kerr-Gawler (Cannaceae)). O objetivo deste trabalho foi estudar características morfológicas e anatômicas do sistema caulinar de *Canna edulis*. As observações morfoanatômicas, de crescimento das gemas e formação do sistema caulinar, foram efetuadas durante o ciclo vegetativo da planta. O sistema subterrâneo é formado por raízes adventícias fibrosas originadas a partir dos nós e entrenós dos rizomas. Esses órgãos orientam-se paralelamente à superfície do solo com padrão de ramificação simpodial. As gemas apicais dos rizomas diferenciam-se em caules reprodutivos, constituídos por nós e entrenós característicos. A base desse órgão é constituída por catafilos. O caule reprodutivo é formado por epiderme unisseriada e em posição subepidérmica, nota-se a presença de células com estrias de Caspary. Os rizomas adultos são constituídos por epiderme, córtex com endoderme evidente e cilindro vascular delimitado por periciclo plurisseriado. Embora as características morfológicas do sistema caulinar dessa planta concordem com as descrições recentes aplicadas aos rizóforos, o caule subterrâneo desta espécie foi interpretado como um rizoma.

Palavras-chave - anatomia, *Canna*, gemas, morfologia, rizomas

Introdução

O gênero *Canna* L. é único para a família Cannaceae, com aproximadamente 50 espécies herbáceas, distribuídas pelas regiões tropicais do mundo (Castro 1995). O nome do gênero é proveniente do latim (“*cánna*” = cana), devido à semelhança do caule aéreo de suas espécies com os colmos de cana (Richardson & Smith 1972). As primeiras abordagens morfoanatômicas realizadas com órgãos vegetativos de Zingiberales, incluindo a caracterização de algumas espécies de Cannaceae, foram apresentadas por Solereder & Meyer (1930).

Posteriormente, em trabalhos envolvendo aspectos morfológicos e anatômicos sobre o sistema caulinar de espécies dessa família, tais como os elaborados por Tomlinson (1961, 1962, 1969), a anatomia de Zingiberales foi discutida em um contexto taxonômico e filogenético. Em relação a *Canna indica* L., *C. coccinea* Link e *C. orientalis* Bouche, o sistema caulinar é descrito como sendo constituído por um caule aéreo e um subterrâneo do tipo rizoma (Tomlinson 1961). Entretanto, o próprio Tomlinson (1962) questiona a aplicação desse termo às Zingiberales.

Segundo Dahlgren *et al.* (1985), as espécies do gênero *Canna* possuem hábito rizomatoso, apresentando rizoma horizontal e ramificado, com a emissão de caule aéreo ereto, folhas e inflorescência terminal. A utilização do termo “rizomatoso” deve-se à diversidade dos padrões de arquitetura do rizoma (Bell & Tomlinson 1980).

Verifica-se que é vasta a terminologia empregada na classificação dos sistemas subterrâneos espessados, principalmente os de natureza caulinar, destacando-se:

1. Parte da dissertação de mestrado de Alexandre A. Alonso.
2. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil.
3. Autor para correspondência: marina@ibb.unesp.br

xilopódio, rizoma, cormo, bulbo, estolão, tubérculo e rizóforo (Rocha & Menezes 1997).

Apesar dessa variedade de termos, muitas vezes eles não são suficientes para designar o tipo de órgão subterrâneo no momento de sua descrição (Esau 1940, Estelita-Teixeira 1977, 1978, Menezes *et al.* 1979, Sajo & Menezes 1986, Scatena & Menezes 1995, Andreatta & Menezes 1999, Apezato-da-Glória & Estelita-Teixeira 2000).

Muitos desses trabalhos apresentam informações sobre a morfoanatomia dos sistemas subterrâneos de espécies de monocotiledôneas, evidenciando a particularização e a diversidade de tipos. Pelo exposto julgou-se pertinente o estudo do desenvolvimento do sistema caulinar de hábito subterrâneo e aéreo de *Canna edulis* Kerr-Gawler, abordando aspectos da morfologia e anatomia do sistema subterrâneo e aéreo.

Material e métodos

Os exemplares de *Canna edulis* Kerr-Gawler utilizados foram obtidos por meio de propagação vegetativa, através de propágulos dos rizomas, cada um contendo uma gema apical. O experimento foi instalado em canteiros preparados sob condições de campo, em áreas do Departamento de Botânica, IB-Unesp, Botucatu-SP.

Os propágulos foram fornecidos pela equipe de agricultura do projeto temático “Prospecção de novos amidos para a indústria de alimentos”, provenientes de cultura instalada junto do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (Cerat), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Fazenda Experimental Lageado, Unesp, Botucatu-SP.

As observações de campo foram realizadas durante todo o ciclo vegetativo, com amostragens efetuadas em intervalos de 25 a 30 dias a partir do plantio dos propágulos, estendendo-se até o sexto mês de desenvolvimento das plantas. Após a colheita, foram efetuadas observações referentes ao padrão de crescimento das gemas e formação do sistema caulinar em cada amostra.

As observações anatômicas foram realizadas a partir de secções longitudinais da gema apical e transversais do primeiro entrenó no rizoma e da região mediana do terceiro entrenó do caule reprodutivo.

As amostras foram fixadas em FAA 50 (Johansen 1940), desidratadas em série etílica ascendente, pré-infiltradas em solução de resina glicol-metacrilato, segundo técnica descrita por Gerrits (1964). As secções foram obtidas com micrótomo semi-automático (Leica-RM 2145), entre 5 e 10 μ m de espessura e coradas com Azul de Toluidina a 0,05%, em tampão acetato pH 4,7 (O’ Brien *et al.* 1964).

Para o preparo das lâminas semi-permanentes, utilizou-se material fresco. As amostras foram clarificadas com NaOH a 20%, neutralizadas com água acética a 1% e submetidas à

tripla coloração com Iodeto de Potássio, Violeta Cristal e Orange G (Johansen 1940).

Os resultados morfológicos foram obtidos por meio de fotografias, sendo os desenhos elaborados a partir das mesmas. Em ambos os casos, as ilustrações foram acrescidas de escala macrométrica. As fotomicrografias foram feitas em fotomicroscópio Zeiss (MC-80). Para a determinação do aumento final, as escalas foram registradas nas condições ópticas adequadas de acordo com o aparelho utilizado.

Resultados

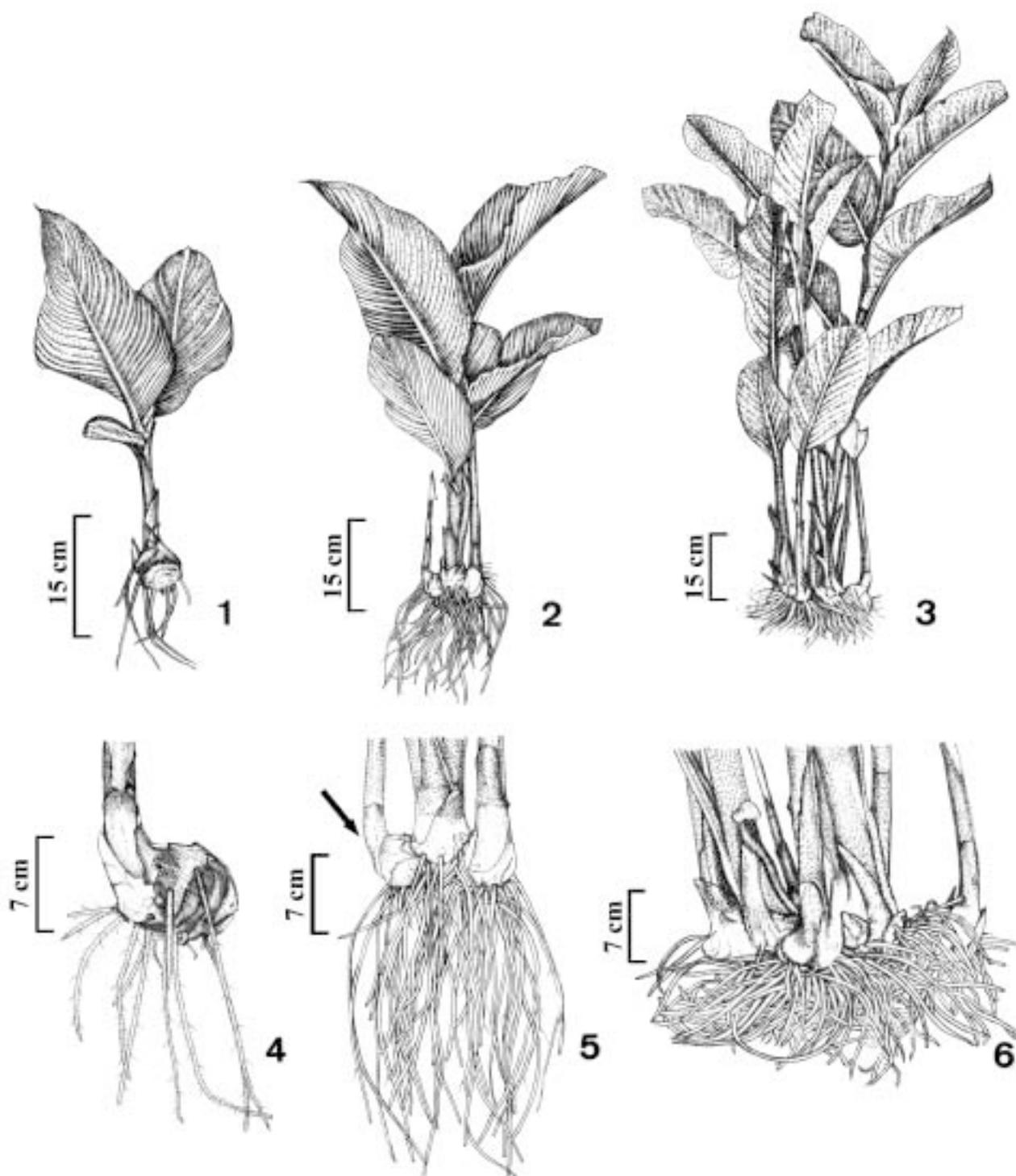
Morfologia - *Canna edulis* (figura 1), com 30 dias do plantio do propágulo inicial, apresenta a gema apical crescendo acima da superfície do solo com orientação vertical, desenvolvendo somente folhas. Verifica-se também o surgimento de raízes adventícias, emitidas tanto dos nós como dos entrenós do órgão caulinar espessado (figura 4).

Após 60 dias do plantio, observa-se que as gemas laterais (figuras 2, 5) do rizoma, próximas à gema apical formam novos eixos caulinares cujos entrenós já se apresentam distintos e recobertos por catafilos. Aos 150 dias de plantio verificam-se, também, catafilos na base dos caules reprodutivos (figura 7), surgindo na superfície do solo como as primeiras folhas da planta adulta.

No início da diferenciação das gemas apicais dos rizomas em caules reprodutivos, os catafilos dispõem-se ao redor das gemas de maneira concêntrica e, ao mesmo tempo em que ocorre o prolongamento dos caules reprodutivos, observa-se também o alongamento dos catafilos (figuras 5, 7). Nota-se que o sistema radicular constitui-se de inúmeras raízes adventícias, longas, surgindo de várias regiões dos novos rizomas formados (figuras 5, 7).

No período compreendido entre 60 e 150 dias de desenvolvimento da planta, verifica-se um rápido crescimento tanto do sistema caulinar subterrâneo quanto do aéreo dessa espécie (figuras 2, 3, 5, 6). Nessa fase, observa-se que o caule reprodutivo se constitui de nós e entrenós bem definidos, com apenas uma folha saindo de cada nó (figura 8).

As folhas são simples (figuras 1, 2), constituídas na base por bainha invaginante e entre a bainha e o limbo verifica-se a presença de um pecíolo curto. A filotaxia é alterna (figura 8) e as folhas são oblongo-ovadas (figura 1). O limbo constitui-se de uma nervura central mediana da qual partem nervuras secundárias equidistantes, em direção às margens alcançando os bordos (figura 1), apresentando a superfície glabra e verde.



Figuras 1-6. Aspectos morfológicos do sistema caulinar de *Canna edulis* em diferentes fases de desenvolvimento. 1. Aspecto geral da planta com 30 dias. 2. Aspecto geral da planta com 60 dias. 3. Aspecto geral da planta com 150 dias. 4. Detalhe da figura 1, evidenciando raízes adventícias. 5. Detalhe da figura 2, com catafilos recobrimdo o caule reprodutivo (seta). 6. Detalhe da figura 3, evidenciando o sistema subterrâneo (rizomas e raízes adventícias).

Figures 1-6. Morphological aspects of the shoot system of *Canna edulis* in different phases of the development. 1. General aspect of the plant with 30 days. 2. General aspect of the plant with 60 days. 3. General aspect of the plant with 150 days. 4. Detail of figure 1, showing adventitious roots. 5. Detail of figure 2, with cataphylls covering up the reproductive stem (arrow). 6. Detail of figure 3, showing underground system (rhizomes and adventitious roots).

Ao iniciar a fase reprodutiva, a gema apical do caule reprodutivo se transforma em inflorescência. Observa-se que, à medida que a inflorescência se desenvolve, ocorre um gradativo alongamento dos entrenós (figura 8). Verifica-se que os rizomas, nessa mesma fase do desenvolvimento, também apresentam um crescimento acentuado em relação aos formados inicialmente no corpo vegetal (figura 9).

Nessa planta, os rizomas apresentam um sistema radicular adventício fibroso, com raízes longas distribuídas em todas as direções do solo, emitidas tanto dos nós como dos entrenós (figuras 4-6). Observa-se nesses órgãos que as raízes se concentram em maior quantidade em regiões distantes da gema apical e que os catafilos formados a partir dos nós recobrem os entrenós.

Os rizomas orientam-se paralelamente à superfície do solo apresentando padrão de ramificação simpodial (figura 7, 9), por meio do desenvolvimento de gemas laterais, dispostas alternadamente nos órgãos subterrâneos, sendo estas responsáveis pela continuidade de crescimento do sistema caulinar subterrâneo.

Anatomia - O ápice do rizoma de *Canna edulis*, em secção longitudinal mediana, apresenta-se em forma de domo, sendo organizado em túnica e corpo (figura 10). A túnica constitui-se de duas camadas de células, com citoplasma denso (figura 11).

O corpo apresenta células de vários formatos e tamanhos, com diferentes graus de vacuolização e planos de divisão, definindo a região central, com células isodiamétricas dividindo-se em vários planos; a região periférica, constituída de células menores dividindo-se intensamente, origina o primórdio foliar. Logo abaixo da região central, o meristema fundamental origina o parênquima medular (figura 11). Lateralmente ao meristema fundamental, tem início a formação de cordões procambiais (figura 12).

O rizoma adulto, em secção transversal mediana (figura 13), apresenta-se constituído de epiderme, córtex e cilindro vascular. A epiderme é unisseriada, constituída por células pequenas de formato retangular, com paredes delgadas e recobertas por uma fina camada de cutícula (figura 13). O córtex é formado por células parenquimáticas isodiamétricas, com paredes delgadas e diferentes tamanhos (figura 13). Nessas células verifica-se o acúmulo de grãos de amido, de hilo excêntrico (figura 16) e a presença de idioblastos contendo compostos fenólicos (figura 13). Verificam-se feixes vasculares colaterais (figuras 13, 14), distribuídos por todo o córtex e feixes de fibras concentrados na região mais periférica.

Delimitando o córtex do cilindro vascular, nota-se a presença de uma camada de células cujas paredes apresentam estrias de Caspary, evidenciando uma endoderme (figuras 15, 16). Logo abaixo, observa-se uma a duas camadas de células alongadas radialmente que constituem o periciclo (figuras 15, 16).

No cilindro vascular próximo ao periciclo, concentra-se o maior número de feixes vasculares colaterais (figuras 14, 15). Observa-se, no cilindro vascular, a ocorrência de canais secretores (figura 15). Verifica-se ainda, a formação de raiz adventícia a partir das células do periciclo (figura 17).

O caule reprodutivo de *Canna edulis* originado a partir da gema apical do rizoma, em secção transversal mediana, é formado por epiderme unisseriada, constituída por células de formato retangular e tamanho reduzido, com paredes periclinais externas revestidas por cutícula delgada (figura 18).

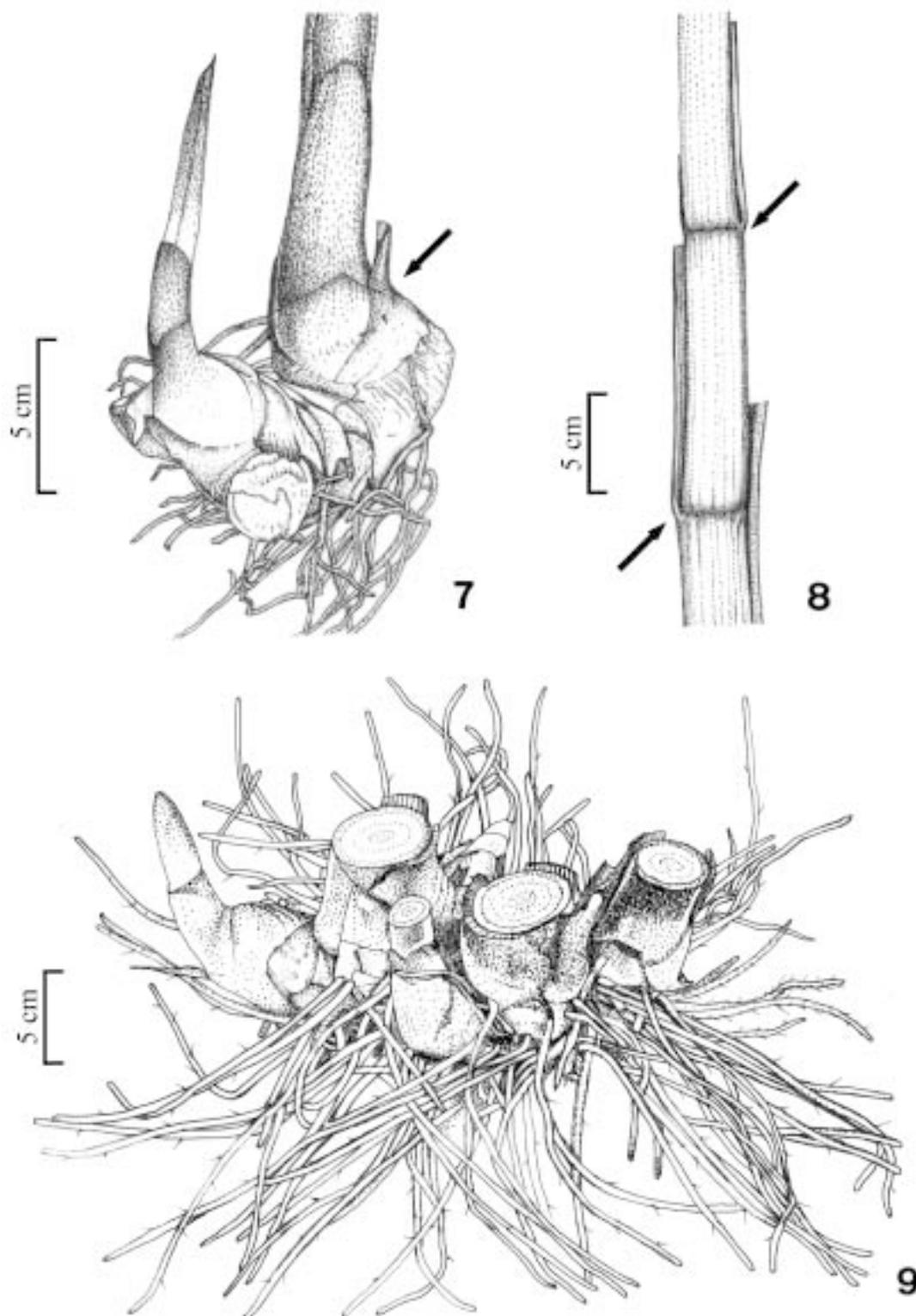
Em posição subepidérmica, nota-se a presença de uma camada de células de formato retangular e em algumas dessas células observa-se a presença de estrias de Caspary nas paredes anticlinais (figura 21). Logo abaixo destas células, nota-se a ocorrência de feixes de fibras distribuídos de maneira descontínua, por toda a extensão do caule (figura 18). Observa-se que não existe uma delimitação entre o córtex e o cilindro vascular, como no rizoma.

Os feixes vasculares são do tipo colateral fechado, apresentando diferenciação invertida de proto e metaxilema (figura 19). Verifica-se, também, a ocorrência de canais secretores, circundados por células epiteliais pequenas de contorno arredondado (figuras 18, 20).

Discussão

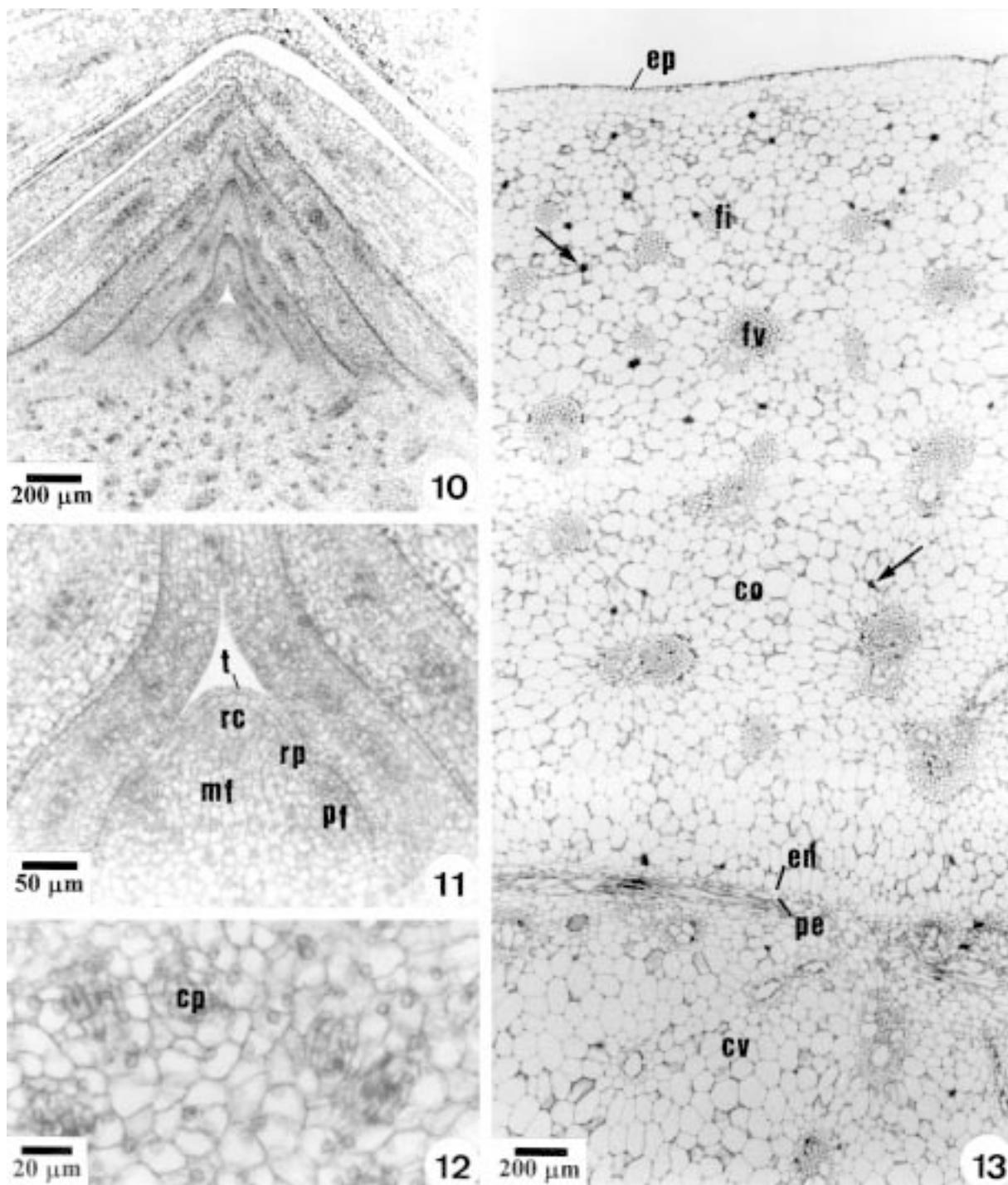
O sistema subterrâneo dos representantes herbáceos das espécies de Zingiberales é formado em sua maioria por rizomas (Tomlinson 1962). Entretanto, existem divergências quanto à adoção de alguns parâmetros morfológicos utilizados nas definições de rizoma. Para Bell & Tomlinson (1980) os rizomas não apresentam necessariamente crescimento horizontal, interpretando esses órgãos como uma extensão vegetativa, podendo esta ocorrer acima ou dentro do substrato por meio do alongamento do seu próprio eixo. Estão incluídos nessa definição eixos vegetativos entre estolhos, tubérculos e cormos, como sendo “rizomas”.

Em relação ao termo “rizoma”, Rocha & Menezes (1997) argumentam que este não é o mais adequado para se designar os órgãos subterrâneos de *Dioscorea*



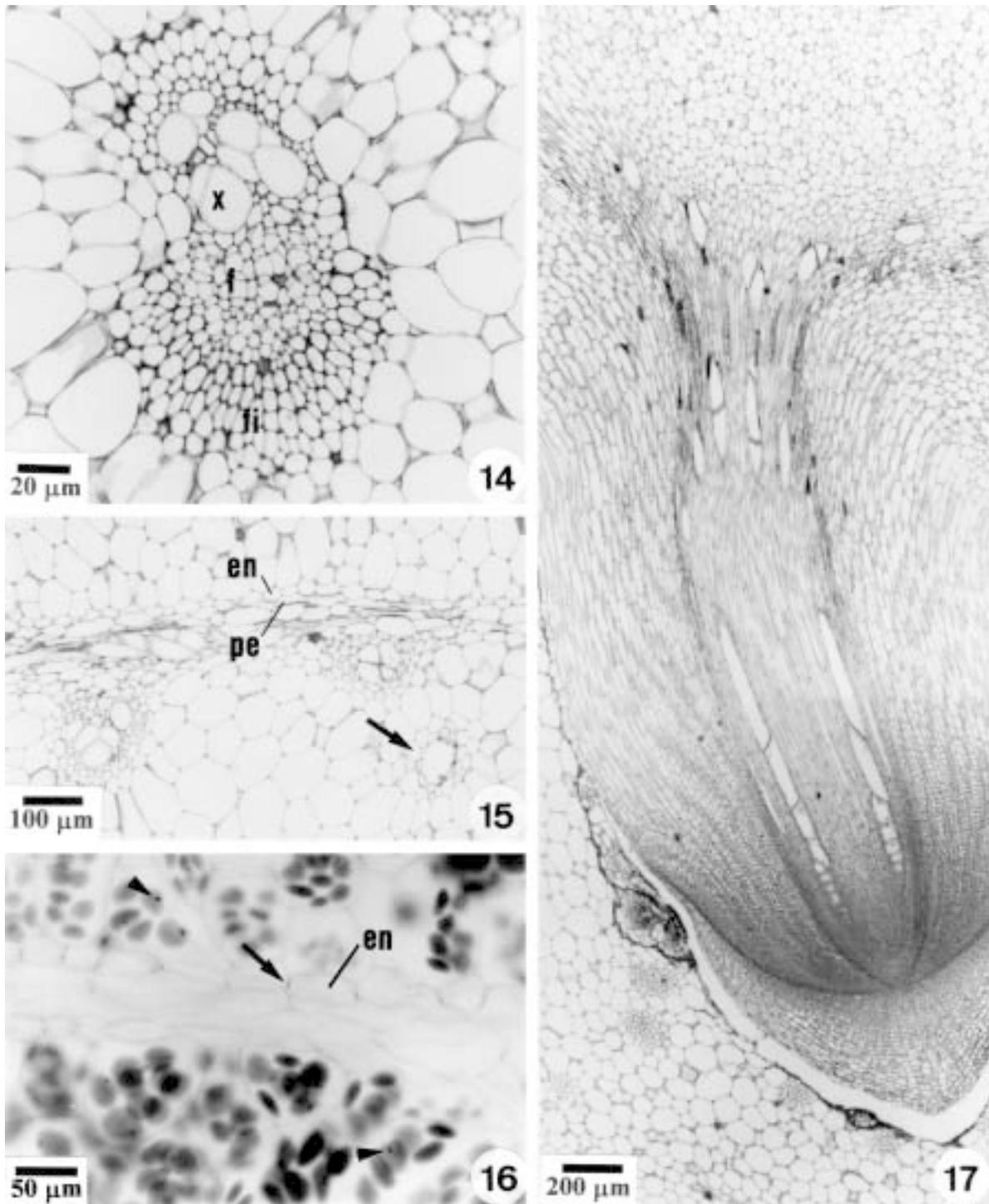
Figuras 7-9. Aspectos morfológicos do sistema caulinar de *Canna edulis* (150 dias). 7. Aspecto geral da planta mostrando rizoma adulto e catafilo (seta). 8. Aspecto do caule reprodutivo seccionado longitudinalmente mostrando nós evidentes (setas) e filotaxia alternata. 9. Detalhe do sistema subterrâneo notando-se padrão de ramificação simpodial dos rizomas.

Figures 7-9. Morphological aspects of the shoot system of *Canna edulis* (150 days). 7. General aspect of the plant showing adult rhizome and cataphyll (arrow). 8. Aspect of the reproductive stem longitudinally sectioned showing clear nodes (arrows) and alternate phyllotaxy. 9. Detail of the underground system showing sympodial branching pattern of the rhizomes.



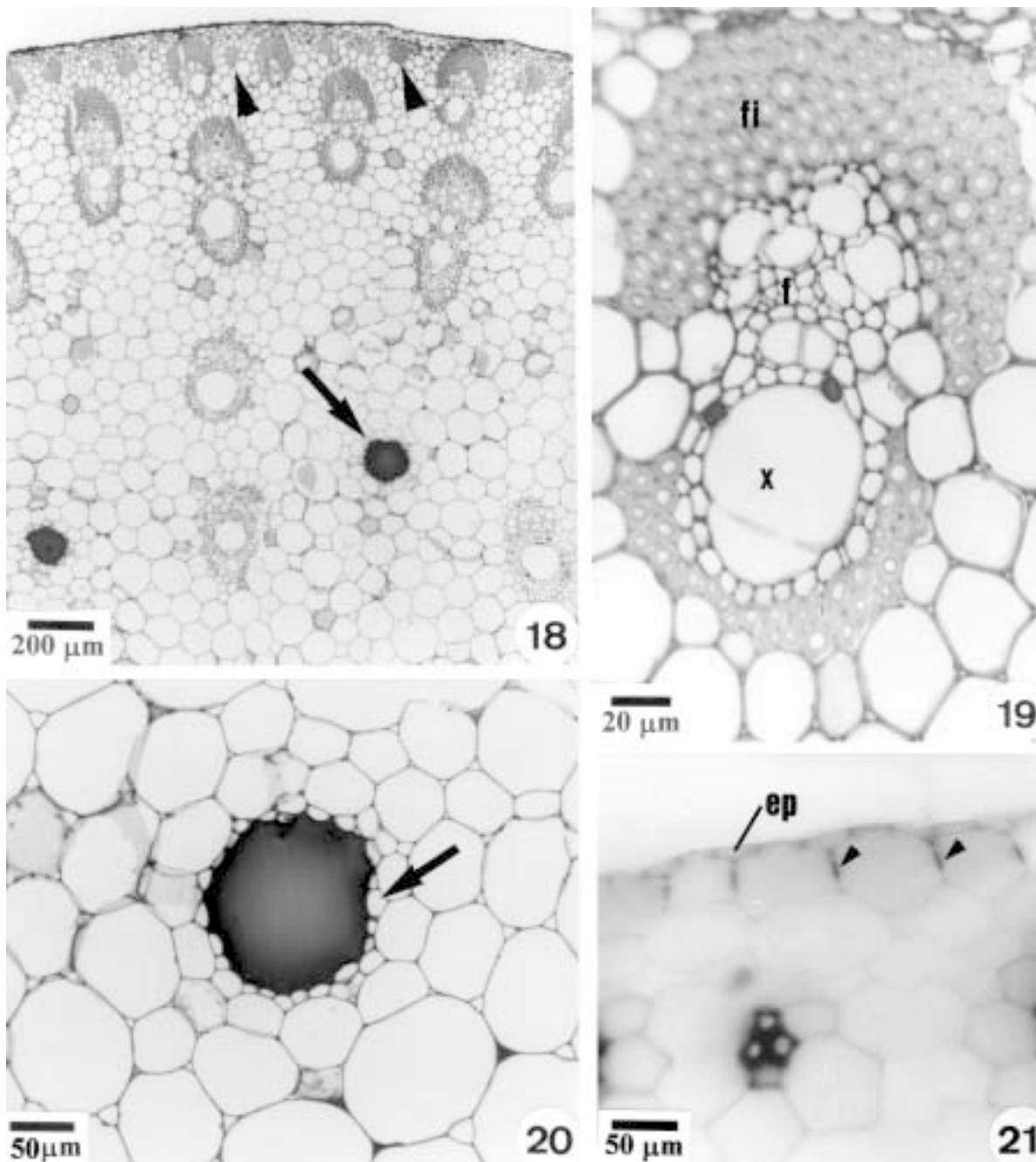
Figuras 10-13. Secções longitudinais e transversais medianas do rizoma de *Canna edulis*. 10. Aspecto geral da gema apical. 11. Detalhe da figura anterior. 12. Detalhe da figura 10, mostrando cordão procambial. 13. Aspecto geral do rizoma em secção transversal. As setas indicam idioblastos. (co = córtex; cp = cordão procambial; cv = cilindro vascular; en = endoderme; ep = epiderme; fi = fibras; fv = feixe vascular; mf = meristema fundamental; pe = periciclo; rc = região central; rp = região periférica; t = túnica).

Figures 10-13. Median longitudinal and transverse sections of the rhizome of *Canna edulis*. 10. General aspect of the apical bud. 11. Detail of last figure. 12. Detail of the figure 10, showing procambial strand. 13. General aspect of the rhizome in transverse section. The arrows show idioblasts. (co = cortex; cp = procambial strand; cv = vascular cylinder; en = endodermis; ep = epidermis; fi = fibers; fv = vascular bundle; mf = ground meristem; pe = pericycle; rc = central region; rp = peripheral region; t = tunica).



Figuras 14-17. Secções transversais medianas do rizoma de *Canna edulis*. 14. Detalhe do feixe vascular observando-se floema, xilema e fibras. 15. Região do cilindro vascular próximo à endoderme com canal secretor (seta) e periciclo. 16. Endoderme com estrias de Caspary (seta) e grãos de amido com hilo excêntrico (ponta de seta). 17. Primórdio de raiz adventícia originada do periciclo. (en = endoderme; fi = fibras; f = floema; pe = periciclo; x = xilema).

Figures 14-17. Median transverse sections of the rhizome of *Canna edulis*. 14. Detail of the vascular bundle showing phloem, xylem and fibers. 15. Region of the vascular cylinder next to endodermis with secretory canal (arrow) and pericycle. 16. Endodermis with Casparian strips (arrow) and starch grains with eccentric hilum (arrowhead). 17. Adventitious root primordium originated from the pericycle. (en = endodermis; fi = fibers; f = phloem; pe = pericycle; x = xylem).



Figuras 18-21. Secções transversais da região mediana do entrenó do caule reprodutivo de *Canna edulis*. 18. Aspecto geral do caule mostrando feixes vasculares, canal secretor (seta) e feixes de fibras (pontas de seta). 19. Feixe vascular colateral mostrando floema, xilema e fibras. 20. Canal secretor rodeado de células epiteliais (seta). 21. Aspecto geral do caule mostrando camada subepidérmica com estrias de Caspary (ponta de seta), evidenciadas pela tripla coloração. (ep = epiderme; fi = fibras; f = floema; x = xilema).

Figures 18-21. Median transverse sections of the internodes of reproductive stem of *Canna edulis*. 18. General aspect of the stem showing the vascular bundles, secretory canal (arrow) and fiber bundles (arrowheads). 19. Vascular collateral bundle showing phloem, xylem and fibers. 20. Secretory canal surrounded by epithelial cells (arrow). 21. General aspect of the stem showing subepidermal layer with Casparian strips (arrowhead), evidenced by the triple coloration. (ep = epidermis; fi = fibers; f = phloem; x = xylem).

kunthiana Uline ex R. Knuth, constituído por um caule volúvel e um rizoma, afirmando que uma mesma planta não pode apresentar dois tipos de sistemas caulinares: um aéreo e um subterrâneo. Dessa forma utilizaram o termo “rizóforo” para o sistema subterrâneo dessa planta.

A presença de órgãos caulinares espessados é uma característica vegetativa marcante entre as Zingiberales. Em *Alpinia speciosa* L., Bell (1979) verificou a existência de dois sistemas caulinares, um aéreo e outro do tipo rizoma com crescimento horizontal, sendo formado a partir de uma ou duas gemas laterais, originadas de órgãos subterrâneos precedentes. Segundo esse autor, padrão semelhante de ramificação é observado para *Heliconia rostrata* Ruiz & Pav. e algumas espécies de *Maranta*, concordando com o padrão observado em *Canna edulis*.

Em *Zingiber officinale* Rosc., as gemas podem produzir eixos aéreos vegetativos ou reprodutivos (Santos & Silva 1997). Segundo Holttum (1955), esse padrão de constituição do sistema caulinar aéreo de *Z. officinale*, é comum para as Zingiberaceae e o padrão de ramificação do sistema caulinar desse grupo de plantas é característico de espécies que fizeram parte de uma flora abundante em florestas primitivas. Em *Heliconia angusta* Vell. e *H. velloziana* L. Emygd., Simão e Scatena (2001) constataram que o sistema aéreo é formado por escapos florais formados a partir dos rizomas.

Em relação aos rizóforos, essa é uma terminologia pouco utilizada para designar estruturas caulinares subterrâneas de angiospermas. Contudo, Menezes *et al.* (1979) constataram a presença de um caule aéreo e rizóforos com crescimento geotrópico positivo com nós e entrenós, gemas apicais e laterais e inúmeras raízes adventícias emitidas somente a partir desses órgãos, constituindo o sistema caulinar de *Vernonia psilophylla* DC., *V. sessilifolia* Less. e *V. linearis* Spreng.

Essas características foram também observadas em *Canna edulis*, no entanto o padrão de crescimento dessa espécie é plagiotrópico. Andreatta & Menezes (1999) observaram que a planta adulta de *Smilax quinquenervia* Vell. é constituída por um caule aéreo e um subterrâneo posicionado horizontalmente em relação ao solo, como em *Canna edulis*. Baseado em estudo pós-seminal, essas autoras concluíram que o caule aéreo daquela planta é originado da plúmula e o subterrâneo tem origem a partir de uma gema da bainha cotiledonar; reinterpretaram esse órgão, até então tido como rizoma para outras espécies do gênero, como rizóforo.

Ogura (1938) não só relaciona a aplicação do termo rizóforo às Dioscoreaceae para as estruturas caulinares

de espécies de *Selaginella*, mas também para diversas espécies de pteridófitas. Em estudos realizados com *Dioscorea anomala* (Kunth) Griseb. e *D. debilis* Uline ex R. Knuth, Cardoso (2001) constatou que a formação do rizóforo ocorre a partir do hipocótilo, afirmando textualmente “... o rizóforo é de fato um caule, melhor dizendo, um segundo sistema caulinar que a planta apresenta”.

O sistema caulinar de *Canna indica* L., *C. coccinea* Link e *C. orientalis* Bouche, foi descrito por Tomlinson (1961), como sendo constituído por caules aéreos e rizomas. Pelo exposto, verifica-se que as interpretações existentes sobre a morfologia dos sistemas caulinares aéreos das Zingiberales, são controversas. No presente trabalho, o sistema caulinar aéreo de *Canna edulis* foi designado como caule reprodutivo, tendo em vista que este caule aéreo é o eixo da inflorescência.

Embora, as características morfológicas do sistema caulinar de *Canna edulis*, concorde com as interpretações descritas para “rizóforo”, o caule subterrâneo dessa planta foi interpretado, no presente trabalho, como rizoma, tendo em vista as descrições existentes na literatura para outras espécies do gênero. Contudo, para a atribuição do termo “rizóforo” ao sistema caulinar de *Canna edulis*, sugere-se que seja realizado um estudo da ontogênese do sistema subterrâneo dessa espécie, a partir de sementes.

Analisando os tecidos do sistema caulinar de *Canna edulis*, constatou-se que o rizoma apresenta endoderme característica com estrias de Caspary, delimitando o córtex do cilindro vascular e também a presença de um periciclo plurisseriado. A presença de endoderme, nos rizomas de *C. indica*, já havia sido observada por Van Fleet (1942), que a observou, também, nas folhas. Em *Alpinia speciosa* L., Bell (1980) relatou a existência de endoderme nos rizomas, porém para caule aéreo argumentou que essas células permanecem indiferenciadas. Simão & Scatena (2001), verificaram a ocorrência de endoderme e periciclo unisseriado nos rizomas de *Heliconia angusta* e *H. velloziana* e em torno dos feixes vasculares dos escapos.

A endoderme, observada nos rizomas de *Canna edulis*, foi descrita por Tomlinson (1969), para órgãos caulinares de outras espécies de Cannaceae, como “camada endodermóide”. Essa mesma designação foi utilizada para os rizomas de *Zingiber officinale* por Remashree *et al.* (1997, 1998). Todavia, Santos & Silva (1997) relataram a presença de endoderme e periciclo nos rizomas dessa mesma espécie.

A presença de estrias de Caspary na endoderme dos rizomas de *Canna edulis* mostra que a palavra endodermóide é imprecisa ao ser usada na designação de camadas celulares de mesma configuração da endoderme, corroborando o exposto por Van Fleet (1961).

Em *Canna edulis*, as paredes anticlinais da camada subepidérmica do caule reprodutivo apresentam, também, estrias de Caspary. Van Fleet (1961) argumentou que, de acordo com o papel desempenhado pelas enzimas e outras substâncias presentes nas células com configuração de endoderme, os órgãos caulinares podem desenvolver estrias de Caspary. Embora, não se observe a presença de parênquima cortical no caule reprodutivo de *Canna edulis*, a camada subepidérmica desse órgão foi interpretada como endoderme, por apresentar estrias de Caspary.

Agradecimentos – Agradecemos à Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (Capes) pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor e aos membros do Grupo de Agricultura do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (Cerat), pelo apoio técnico e fornecimento do material vegetal.

Referências bibliográficas

- ANDREATA, R.H.P. & MENEZES, N.L. 1999. Morfoanatomia do embrião, desenvolvimento pós-seminal e origem do rizóforo de *Smilax quinquenervia* Vell. (Smilacaceae). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 18:39-51.
- APPEZZATO-DA-GLORIA, B. & ESTELITA, M.E.M. 2000. The developmental anatomy of the subterranean system in *Mandevilla illustris* (Vell.) Woodson and *M. velutina* (Mart. ex Stadelm.) Woodson (Apocynaceae). Revista Brasileira de Botânica 23:27-35.
- BELL, A.D. 1979. The hexagonal branching pattern of rhizomes of *Alpinia speciosa* L. (Zingiberaceae). Annals of Botany 43:209-223.
- BELL, A.D. 1980. The vascular pattern of a rhizomatous ginger (*Alpinia speciosa* L. Zingiberaceae) 1. The aerial axis and its development. Annals of Botany 46:203-212.
- BELL, A.D. & TOMLINSON, P.B. 1980. Adaptive architecture in rhizomatous plants. Botanical Journal of the Linnean Society 80:125-160.
- CARDOSO, V.A. 2001. Estudos anatômicos dos órgãos vegetativos de *Dioscorea anomala* (Kunth) Griseb. e *Dioscorea debilis* Uline ex Kunth (Dioscoreaceae) de campos rupestres da Serra do Cipó, MG. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CASTRO, C.F. 1995. Inter-relações das famílias das Zingiberales. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 1:2-11.
- DAHLGREN, R.M.T., CLIFFORD, H.T. & YEO, P.F. 1985. The families of the monocotyledons: Structure, evolution and taxonomy. Springer-Verlag, Berlin.
- ESAU, K. 1940. Developmental anatomy of the fleshy storage organ of *Daucus carota*. Hilgardia 13:175-226.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. 1977. Propagação vegetativa de *Oxalis latifolia* Kunth (Oxalidaceae). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 5:13-20.
- ESTELITA-TEIXEIRA, M.E. 1978. Desenvolvimento anatômico do sistema subterrâneo de *Oxalis latifolia* Kunth (Oxalidaceae). I. Sistema caulinar. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 6:9-25.
- GERRITS, P.O. 1964. The application of glycol metacrylate in histotechnology: some fundamental principles. Leica GmbH, Frankfurt.
- HOLTTUM, R.E. 1955. Growth-habits of monocotyledons-variations on a theme. Phytomorphology 5: 399- 413.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York.
- MENEZES, N.L., MULLER, C. & SAJO, M.G. 1979. Um novo e peculiar tipo de sistema subterrâneo em espécies de *Vernonia* da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 7:33-38.
- O' BRIEN, T.P., FEDER, N. & MCCULLY, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. Protoplasma 59:368-373.
- OGURA, Y. 1938. Anatomie der vegetationsorgane der Pteridophyten. In Handbuch der Pflanzenanatomie. Gebruder Bornträger, Berlin, 476p.
- REMASHREE, A.B., SHERLIJA, K.K., UNNIKRIISHNAN, K. & RAVINDRAN, P.N. 1997. Histological studies on ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.). Phytomorphology 47:67-75.
- REMASHREE, A.B., UNNIKRIISHNAN, K. & RAVINDRAN, P.N. 1998. Developmental anatomy of ginger rhizomes. Ontogeny of buds, roots and phloem. Phytomorphology 48:155-166.
- RICHARDSON, J.W. & SMITH, L.B. 1972. Canaceas. In Flora ilustrada catarinense (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- ROCHA, D.C. & MENEZES, N.L. 1997. O sistema subterrâneo de *Dioscorea kunthiana* Uline ex R. Kunth (Dioscoreaceae). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 16:1-13.
- SAJO, M.G. & MENEZES, N.L. 1986. Origem e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Schreb. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. Revista Brasileira de Biologia 46:197-202.
- SANTOS, G.O. & SILVA, E.A.M. 1997. Crescimento e desenvolvimento do rizoma de gengibre (*Zingiber officinale* Rosc.). Arquivos de Biologia e Tecnologia 40:651-656.

- SCATENA, V.L.C. & MENEZES, N.L. 1995. Aspectos morfológicos e anatômicos do caule em espécies de *Syngonanthus* Ruhl. Eriocaulaceae. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 14:91-107.
- SIMÃO, D.G. & SCATENA, V.L. 2001. Morphology and anatomy in *Heliconia angusta* Vell. and *H. velloziana* L. Emygd. (Zingiberales: Heliconiaceae) from the Atlantic forest of southeastern Brazil. Revista Brasileira de Botânica 24:415-424.
- SOLEREDER, H. & MEYER, F.J. 1930. Cannaceae. In Systematische anatomie der Monokotyledonen. Gebruder Bornträger, Berlin, v.6, p.56-62.
- TOMLINSON, P.B. 1961. The anatomy of *Canna*. Journal of the Linnean Society of London Botany 56:467-473.
- TOMLINSON, P.B. 1962. Phylogeny of the Scitamineae: morphological and anatomical considerations. Evolution 16:192-213.
- TOMLINSON, P.B. 1969. Commelinales-Zingiberales. In Anatomy of the monocotyledons (C.R. Metcalfe, ed.). Clarendon Press, Oxford, v.3, p.295-421.
- VAN FLEET, D.S. 1942. The developmental and distribution of the endodermis and an associated oxidase system in monocotyledonous plants. American Journal of Botany 29:1-15.
- VAN FLEET, D.S. 1961. Histochemistry and function of the endodermis. The Botanical Review 27:165-220.