

MORFOLOGIA EXTERNA E INTERNA DE QUATRO ESPÉCIES DE *PAEPALANTHUS KUNTH* (ERIOCAULACEAE) EM DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL

JANE ELIZABETH KRAUS *

VERA LUCIA SCATENA **

MICHEL ESCKENAZY LEWINGER *

KÉSIA UVÔ E SÁ TRENCH *

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

** Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Caixa Postal 199, 13506-900 - Rio Claro, SP, Brasil.

Abstract – {External and internal morphology of post-seminal development in four species of *Paepalanthus* (Eriocaulaceae)}. Morphological aspects of post-seminal development in *Paepalanthus chlorocephalus* Silv. and *P. senaeanus* Ruhl. (subgen. *Xeractis*) and *P. geniculatus* (Bong.) Kunth. and *P. incanus* (Bong.) Koern. (subgen. *Paepalocephalus*) were studied. Each species studied has a different germination rate; according to species, this lies between 78-98%. The seeds contain an undifferentiated embryo and starchy endosperm. The outer integument of the seeds displays longitudinally arranged ribs, and projections which expand only after imbibition. A weakly differentiated operculum may be observed. During germination a protocorm with undifferentiated cells is the first structure to develop. The leaves form later on the upper portion of this structure, and adventitious roots then appear at the base resulting in a seedling. Germination is cryptocotyledonar. An epi- and hypocotylar nature is suggested for the protocorm. Additional information provided by the present study may help to understand taxonomic and phylogenetic relationships in the Eriocaulaceae.

Resumo – {Morfologia externa e interna de quatro espécies de *Paepalanthus* Kunth. (Eriocaulaceae) em desenvolvimento pós-seminal}. Foram analisados os aspectos morfológicos de *Paepalanthus chlorocephalus* Silv., *P. senaeanus* Ruhl. (subgen. *Xeractis*), *P. geniculatus* (Bong.) Kunth. e *P. incanus* (Bong.) Koern. (subgen. *Paepalocephalus*), em desenvolvimento pós-seminal. Cada espécie apresentou uma freqüência de germinação diferente; os valores variaram entre 78-98% para as diferentes espécies estudadas. As sementes possuem embrião indiferenciado e endosperma amilifero. O tegumento seminal externo apresenta costelas dispostas longitudinalmente e projeções que se expandem somente após a imbebição. Verificou-se a presença de um opérculo pouco diferenciado. Durante a germinação, a primeira estrutura a se desenvolver é um protocormo com células indiferenciadas. Posteriormente, nesta estrutura desenvolveram-se na porção superior as folhas e, a seguir, as raízes adventícias na porção basal, originando a plântula. A germinação é criptocotiledonar. Sugere-se uma natureza epi- e hipocotilar para o protocormo. O presente estudo adiciona informações que podem auxiliar na interpretação das relações taxonômicas e filogenéticas das Eriocaulaceae.

Key words: seed germination, seedling, *Paepalanthus*, Eriocaulaceae.

Introdução

A família Eriocaulaceae apresenta distribuição pantropical, com maior variedade de espécies na América do Sul, mais especificamente nos campos rupestres de Minas Gerais e da Bahia (Giulietti & Hensold 1991). Reúne dez gêneros, sendo que o gênero *Paepalanthus* Kunth. apresenta a maior variedade de hábito e diversidade morfológica, com aproximadamente 485 espécies, sendo considerado um gênero parafilético (Giulietti *et al.* 1995).

A importância econômica da família reside na utilização dos capítulos e escapos de várias espécies para a decoração de interiores (Giulietti *et al.* 1988b). Devido ao fato de algumas espécies de *Paepalanthus* serem uti-

lizadas como plantas ornamentais, os estudos sobre germinação são relevantes, podendo contribuir com dados para futuros cultivos. A observação do desenvolvimento pós-seminal permite, ainda, diferenciar grupos taxonômicos muito semelhantes entre si e auxiliar os estudos de levantamento florístico e de regeneração (Pereira 1987, 1988, Oliveira & Pereira 1989). A importância da análise das características das plântulas e sua aplicação para a sistemática das monocotiledôneas é também ressaltada por Tillich (1995). Esse mesmo autor salienta que dentro das Commelinaceae, a família Eriocaulaceae necessita de mais estudos.

Estudos sobre embriogênese de Eriocaulaceae foram desenvolvidos por Smith (1910), Patel e Patel (1964), Begum (1968), Monteiro-Scavanacca e Mazzoni (1978),

Arekal e Ramaswamy (1980), Ramaswamy *et al.* (1981) e Ramaswamy e Arekal (1982). Segundo Dahlgren *et al.* (1985), as sementes de todos os gêneros de Eriocaulaceae apresentam embrião indiferenciado, do tipo asteráceo. Além disso, o tamanho desse embrião é reduzido em relação ao endosperma amilífero (Giulietti *et al.* 1988a, Scatena 1990). Nas sementes, a anatomia dos envoltórios foi estudada em poucas espécies (Monteiro-Scavanacca & Mazzoni 1978, Arekal & Ramaswamy 1980, Ramaswamy *et al.* 1983, Giulietti *et al.* 1988a) e a escultura da superfície, em 46 espécies (Giulietti *et al.* 1988a), apresentando, nos diversos gêneros estudados, diferenças significativas.

Uma vez que os aspectos morfológicos do desenvolvimento pós-seminal em Eriocaulaceae foram estudados em poucas espécies (Hare 1950, Ramaswamy *et al.* 1981, Scatena 1990, Scatena *et al.* 1993), o presente trabalho visa analisar aspectos morfológicos externos e internos do desenvolvimento pós-seminal em quatro espécies de *Paepalanthus*.

Material e Métodos

O material estudado é proveniente da Serra do Cipó (Município de Santana do Riacho, MG). As exsicatas encontram-se depositadas no herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF), pertencentes à Coleção da Serra do Cipó (CFSC) ou à Coleção Flora dos Campos Rupestres (CFCR). As espécies analisadas foram: Subgen. *Xeractis*: *Paepalanthus chlorocephalus* Silv. forma *chlorocephalus* CFSC 11.095, col. R. C. Oliveira, 01-V-1988 e *P. senaeanus* Ruhl. CFSC 10.636, col. T. B. Cavalcanti, F. R. Salimena-Pires, J. Prado, M. G. L. Wanderley, V. Scatena e A. L. Dokkedal, 09-IX-1987; Subgen. *Paepalocephalus*: *P. geniculatus* (Bong.) Kunth. CFSC 11.091, col. R. C. Oliveira e M. G. L. Wanderley, 01-V-1988 e *P. incanus* (Bong.) Koern. CFCR 11.023, col. J. E. Kraus, A. Salatino e M. L. F. Salatino, 17-VII-1987.

Após a coleta, as inflorescências foram ensacadas e secas à temperatura ambiente. Em seguida, as sementes foram removidas dos frutos sob microscópio estereoscópico e estocadas em vidros hermeticamente fechados à temperatura ambiente.

Foram obtidas as medidas de comprimento e largura de 25 sementes de cada espécie, calculando-se a média aritmética e o desvio padrão.

Para os testes de germinação e obtenção dos diferentes estágios de desenvolvimento pós-seminal foram usadas sementes, estocadas por uma semana. Lotes de 100 sementes de cada material foram colocadas em placas de Petri (em triplicata), forradas com papel de filtro umidecido com água destilada e mantidas em câmara de germinação fotoperiódica (16 horas de luz

por dia, 46 $\mu\text{E. m}^{-2. \text{s}^{-1}}$ de iluminância e à temperatura de 30° C). Lotes similares foram mantidos em placas de Petri revestidas com papel alumínio e as observações foram feitas sob luz verde, em câmara escura. Foram consideradas embebidas as sementes cujas dimensões aumentaram e germinadas, as sementes que apresentaram uma protuberância emergindo dos envoltórios, de acordo com o “critério botânico” – citado por Labouriau (1983). Os números de sementes germinadas foram anotados diariamente num período de 50 dias.

Para a análise anatômica, o material foi fixado em FAA (formaldeído, ácido acético, álcool etílico 50%, 1:1:18 v/v), desidratado em álcool butílico, infiltrado em parafina e processado segundo técnicas usuais para obtenção de lâminas permanentes (Johansen 1940). Os cortes histológicos com 10 μm de espessura foram corados com safranina e verde-firme (Moore 1936). A montagem das lâminas foi feita com resina sintética. As plântulas foram clarificadas e coradas segundo Foster (1949).

Visando os estudos morfológicos externos foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV), após metalização com ouro, sementes embebidas e não embebidas.

Na descrição da escultura da semente, empregou-se a terminologia proposta por Giulietti *et al.* (1988a). Assim, na camada celular mais externa, as paredes anticlinais, que se dispõem em ângulo reto em relação ao maior eixo da semente são consideradas “transversais”, e as que são paralelas, como “longitudinais”.

Resultados

As sementes maduras das quatro espécies de *Paepalanthus* estudadas apresentaram coloração marrom, formato oblongo-elipsoidal e tamanho relativamente pequeno (Tab. 1).

Tabela 1. Dimensões ($\bar{x} \pm s$) de sementes de *Paepalanthus* Kunth. (n = 25).

Espécie	Comprimento (mm)	Largura (mm)
<i>P. chlorocephalus</i>	1,13 ± 0,11	0,82 ± 0,08
<i>P. geniculatus</i>	0,68 ± 0,05	0,40 ± 0,04
<i>P. incanus</i>	0,82 ± 0,06	0,51 ± 0,05
<i>P. senaeanus</i>	0,90 ± 0,06	0,60 ± 0,06

Nas espécies estudadas, as sementes após serem retiradas dos capítulos, não germinaram quando mantidas no escuro; as mantidas no claro germinaram entre o 2º e 8º dia após a embebição. As espécies *P. senaeanus*, *P. chlorocephalus* e *P. geniculatus* germinaram mais rapidamente.

mente, atingindo uma freqüência de germinação ao redor de 50-65% logo nos primeiros 10 dias. *P. chlorocephalus* atingiu no 25º dia o valor máximo de germinação (78%), *P. geniculatus* (84%) e *P. senaeanus* (88%) no 35º dia. *P. incanus* atingiu por volta do 18-20º dia a 50% de germinação e somente no 45º dia, o valor máximo (98%) (Fig. 1).

O tegumento seminal, em todas as espécies estudadas, apresentou um arranjo celular uniforme, em nítidas fileiras longitudinais. As células são penta ou hexafacetadas; as paredes anticlinais transversais são mais alongadas e menos proeminentes que as paredes anticlinais longitudinais. Estas últimas, originam as costelas apresentando projeções (PJ) nos ângulos, pouco visíveis na semente não hidratada (Figs. 19,21,23,25) e evidentes, após a embebição (Figs. 2-6; 12,20,22,24,26). Nas sementes embebidas, as projeções são mais curtas em *P. incanus* e *P. geniculatus* (Figs. 24,26), quando comparadas às de *P. chlorocephalus* e *P. senaeanus* (Figs. 20,22). As paredes periclinais internas parecem ser tu-

berculadas em *P. incanus* e *P. geniculatus* (Figs. 24,26). As sementes apresentavam-se pegajosas e aderentes após a embebição.

Em secções longitudinais, as sementes mostraram que o tegumento seminal possui dois estratos celulares. O externo mostra as projeções das paredes celulares periclinais, enquanto que o interno é constituído por células de formato retangular, paredes finas e com conteúdo escuro, provavelmente de natureza fenólica (Figs. 12,13). O endosperma (EN) é bem desenvolvido, de natureza amilífera (grãos de amido compostos) (Fig. 12, detalhe em maior aumento) e o embrião (E) é indiferenciado (Fig. 13), em forma de sino, com o pólo mais estreito voltado para a micrópila. Na região oposta à micrópila, o cotilédone (C) apresenta duas camadas de células mais altas que as demais (Fig. 13, seta) que estão em contato com o endosperma.

Nos estágios bem iniciais da germinação observou-se um opérculo (O) pouco diferenciado aderido à semente (Figs. 2,11). Após 3-5 dias de embebição da

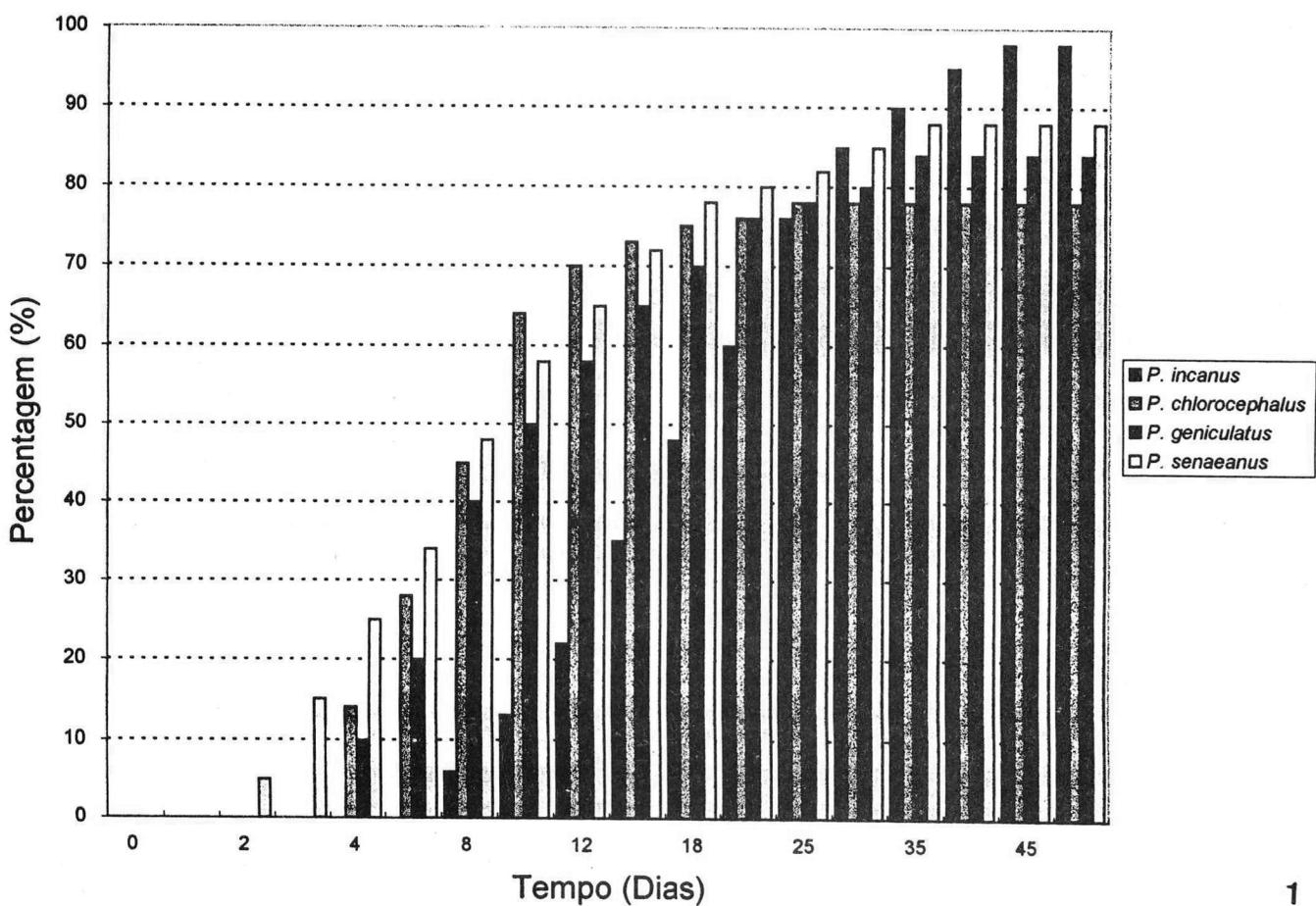


Fig. 1. Freqüência de germinação (%) de sementes de *Paepalanthus* Kunth.
Fig. 1. Germination rate (%) of seeds of *Paepalanthus* Kunth.

semente, na porção mais próxima à micrópila, por crescimento intercalar do embrião forma-se o protocormo constituído por células meristemáticas (Figs. 3,14,15). Nesta estrutura foram observados rizóides. Posteriormente, no protocormo, em posição superior, desenvolveu-se a primeira folha (F) (Figs. 4,17) e, em posição inferior, mais tarde, a raiz adventícia (RA) (Figs. 5,6). Tem-se uma plântula formada, onde não foi verificado o desenvolvimento da raiz primária. Somente após 20-25 dias de germinação, é que se observou o desenvolvimento de outras folhas e raízes adventícias (Figs. 7-10,18). A plântula de *P. senaeanus* apresentou um entrenó mais desenvolvido (Fig. 8), quando comparada com as demais espécies. Desde o início da germinação até o estágio em que se dá o maior desenvolvimento das folhas e das raízes adventícias (Figs. 3-10,14-18), o cotilédone permanece dentro da semente e as células que estão em contato com o endosperma apresentam núcleo e nucléolo evidentes (Fig. 16).

Discussão

As sementes de Eriocaulaceae estudadas mostram uma germinação relativamente rápida, pois após 2 a 8 dias apresentavam emergência do protocormo e a freqüência da germinação variou conforme a espécie. As sementes são fotoblásticas positivas, como aquelas de *Syngonanthus niveus* (Kunth.) Ruhl. (Lemos-Filho *et al.* 1993) e de *Paepalanthus speciosus* Koern. (Carvalho & Ribeiro 1994), germinando somente na presença de luz.

Após a embebição das sementes ficam visíveis projeções perpendiculares do tegumento seminal externo, conferindo às sementes um aspecto piloso, observação feita em *P. gardnerianus* e, também, em *P. senaeanus* por Giulietti *et al.* (1988a). Esses autores, nos estudos sobre escultura da testa de sementes de diferentes gêneros de Eriocaulaceae, mostraram que esta característica pode ser utilizada com fins taxonômicos. O exposto acima foi confirmado para as sementes de *Paepalanthus* estudadas, pois *P. chlorocephalus* e *P. senaeanus*, que pertencem ao subgênero *Xeractis* possuem um padrão similar quanto ao tegumento seminal e *P. geniculatus* e *P. inca-nus*, que pertencem ao subgênero *Paepalocephalus*, secção *Aphorocalylon*, possuem um padrão mais semelhante ainda. Ressalta-se que essa característica é semelhante entre as espécies dentro da mesma secção, mas é divergente entre os subgêneros.

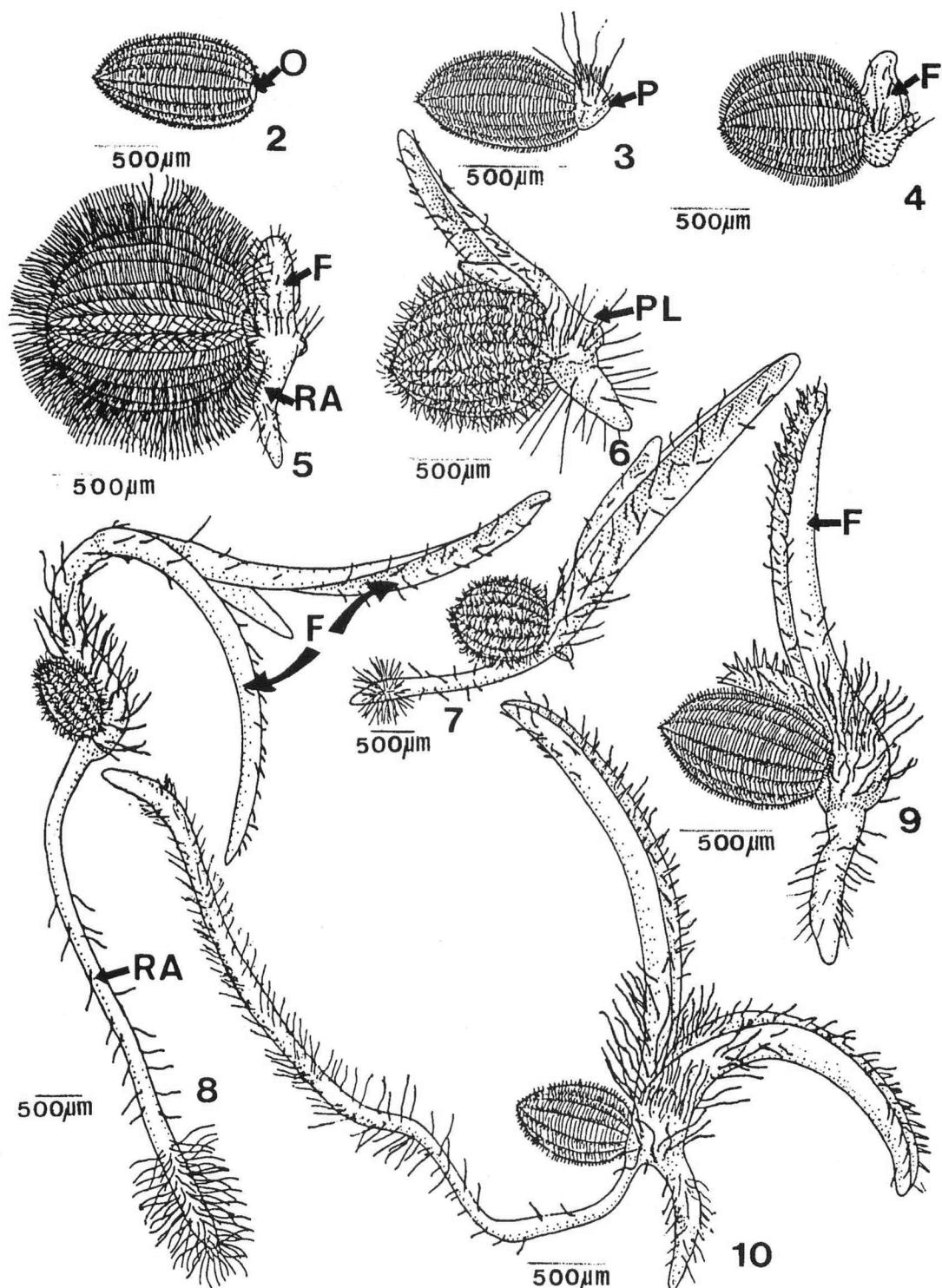
O tegumento seminal das espécies de *Paepalanthus* estudadas pode possuir propriedades higroscópicas, semelhantes àquelas descritas para *Mayaca fluviatilis* por Venturelli e Bouman (1986). O fato das sementes embebidas mostrarem-se pegajosas sugere a presença de substâncias mucilaginosas, que, provavelmente, possi-

bilitam a adsorção de água. Essas características estruturais podem representar adaptações para a dispersão e/ou germinação das sementes em seu habitat.

Giulietti *et al.* (1988a), baseados nas espécies que analisaram e nos estudos de Monteiro-Scanavacca e Mazzoni (1978), Arekal e Ramaswamy (1980) e Ramaswamy *et al.* (1983), propõem que as sementes de Eriocaulaceae são bitempamentadas, podendo ser endo- ou exotesta. Nas espécies de *Paepalanthus* analisadas não foi possível definir a categoria das sementes, pela ausência de estudos ontogenéticos. Entretanto, Giulietti *et al.* (1988a) puderam observar, nos estágios iniciais do desenvolvimento de sementes de *P. bromelioides*, a ocorrência de espessamentos nas células da camada interna do tegumento interno e alongamento das paredes anticlinais das células da camada interna do tegumento externo.

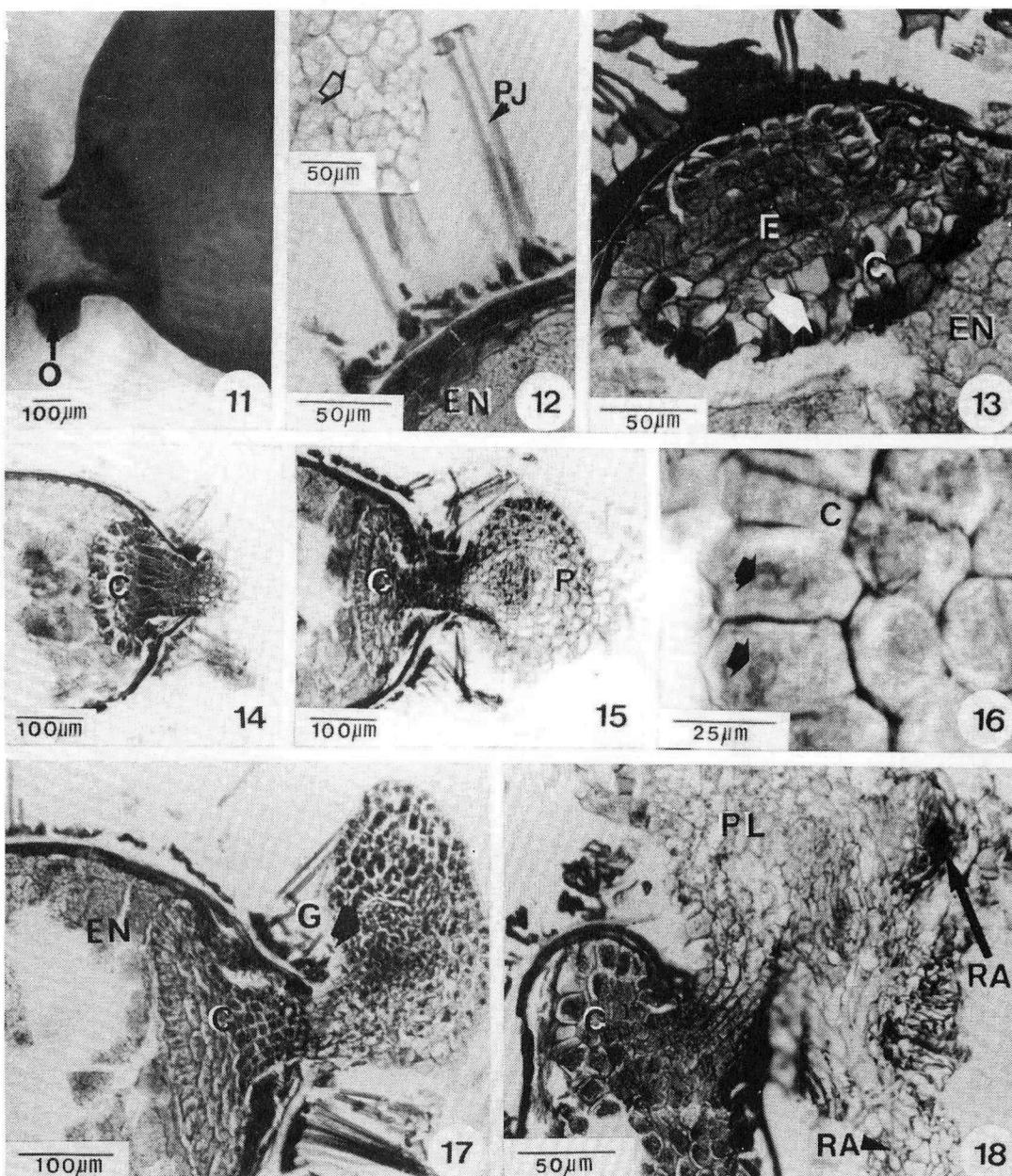
Nas espécies de *Paepalanthus* estudadas, o embrião é indiferenciado, do tipo asteráceo, conforme definido por Dahlgren *et al.* (1985). Neste, o cotilédone permanece no interior do envoltório durante todo o desenvolvimento da plântula, apresentando assim germinação do tipo criptocotiledonar. Esta observação já havia sido feita por Ramaswamy *et al.* (1981) em *Eriocaulon robusto-brownianum* e por Scatena (1990) e Scatena *et al.* (1993) em *Syngonanthus rufipes* Silv. Sugere-se uma função haustorial para as células do cotilédone, em contato com o endosperma, as quais devem estar em intensa atividade metabólica devido a presença de núcleo e nucléolo conspícuos, durante todo o processo de germinação até o desenvolvimento da plântula.

Nas espécies estudadas, nos estágios iniciais do desenvolvimento pós-seminal, o crescimento intercalar do embrião origina uma estrutura tubiforme com células meristemáticas. Hare (1950) verificou a presença desta estrutura em *Eriocaulon septangulare*, denominando-a "órgão ancorador". Esta foi denominada "embrião" por Ramaswamy *et al.* (1981) em *Eriocaulon robusto-brownianum* e "eixo embrionário" por Scatena (1990) e Scatena *et al.* (1993) em *Syngonanthus rufipes*. No presente trabalho, foi denominada de protocormo por não apresentar uma organização cormofítica típica, mostrando-se muito semelhante ao protocormo das orquídeas (cf. Nishimura 1981). Nesta estrutura, instala-se a polarização e diferenciação celulares, que darão origem à gema apical do eixo caulinár e aos primórdios das raízes adventícias, originando uma plântula. O protocormo parece corresponder aos eixos do epi- e hipocôtilo que estariam reduzidos, pois deste desenvolvem-se as folhas na porção superior e, posteriormente, as raízes adventícias na porção inferior (basal). A presença de um entrenó mais desenvolvido, seguido do ápice caulinár em *P. senaeanus*, corrobora a proposta de sua natureza epicotilar. Esta espécie na natureza, quando adulta,



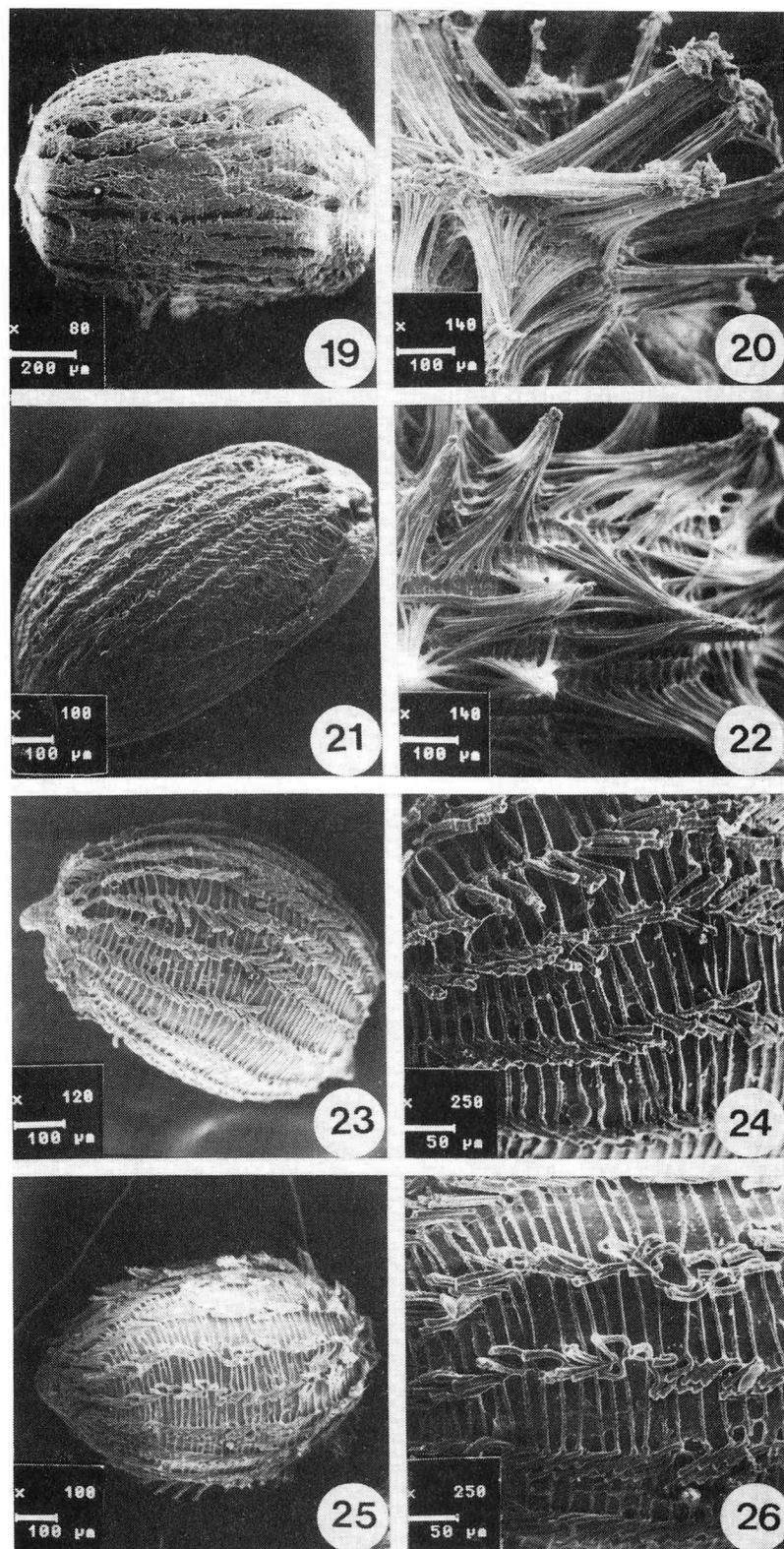
Figs. 2-10. *Paepalanthus* Kunth., em desenvolvimento pós-seminal. 2,3. *P. geniculatus*: semente embebida após 24-48h (2) e 3-5 dias (3) mostrando o protocormo. 4. *P. incanus*: protocorm com 15 dias mostrando o início do desenvolvimento da folha. 5. *P. chlorocephalus*: plântula com 8 dias. 6-8. *P. senaeanus*: plântula com 20 (6), 25 (7) e 30 (8) dias. 9,10. *P. geniculatus*: plântula com 25 (9) e 35 (10) dias. (F = Folha, O = Opérculo, P = Protocormo, PL = Plântula, RA = Raiz adventícia).

Figs. 2-10. *Paepalanthus* Kunth., post-seminal development. 2,3. *P. geniculatus*: imbibed seed of 24-48 h (2) and of 3-5 days (3) showing the protocorm. 4. *P. incanus*: protocorm of 15 days showing the development of the leaf. 5. *P. chlorocephalus*: seedling of 8 days. 6-8. *P. senaeanus*: seedling of 20 (6), 25 (7) and 35 (8) days. 9,10. *P. geniculatus*: seedling of 25 (9) and 30 (10) days. (F = Leaf, O = Operculum, P = Protocorm, PL = Seedling, RA = Adventitious root).



Figs. 11-18. *Paepalanthus* Kunth., em desenvolvimento pós-seminal. 11. Semente diafanizada de *P. geniculatus*: vista lateral, mostrando opérculo. 12,13. Secções longitudinais da semente: *P. senaeanus* (12) mostrando projeções do tegumento seminal e células do endosperma amilífero (detalhe, em maior aumento, seta). *P. incanus* (13) evidenciando o embrião indiferenciado e células do cotilédone maiores (seta) na região em contato com o endosperma. 14,15,16,17. Secções longitudinais das sementes de *P. senaeanus*: divisões intercalares do embrião para formar o protocormo (14). Protocormo (15). Detalhe, em maior aumento, das células do cotilédone com núcleo e nucleólo evidentes (setas) (16). Protocormo mostrando a gema apical caulinar em diferenciação (17). 18. Secção longitudinal da semente de *P. incanus*: plântula com raízes adventícias (setas). (C = Cotilédone, E = Embrião, En = Endosperma, G = Gema apical caulinar, O = Opérculo, P = Protocormo, PJ = Projeção do tegumento seminal, PL = Plântula, Ra = Raiz adventícia).

Figs. 11-18. *Paepalanthus* Kunth., post-seminal development. 11. Cleared seed of *P. geniculatus*: lateral view, showing the operculum. 12,13. Longitudinal sections of the seeds: *P. senaeanus* (12) showing projections of the seed coat and amylose endosperm cells (detail, higher magnification, arrow). *P. incanus* (13) showing undifferentiated embryo and large cells of cotyledon (arrow) in the region near the endosperm. 14,15,16,17. Longitudinal sections of seeds of *P. senaeanus*: intercalary cellular divisions of the embryo to form protocorm (14). Protocorm (15). Detail, higher magnification, showing the cotyledonal cells with conspicuous nucleus and nucleolus (arrows) (16) Protocorm showing differentiation of the bud (arrow) of the shoot tip (17). 18. Longitudinal section of the seed of *P. incanus*: seedling with adventitious roots (arrows). (C = Cotyledon, E = Embryo, En = Endosperm; G = Bud of the shoot tip, O = Operculum, P = Protocorm, PJ = Projection of the seed coat, PL = Seedling, Ra = Adventitious root).



Figs. 19-26. *Paepalanthus* Kunth. Aspectos morfológicos externos das sementes de *P. chlorocephalus*, *P. senaeanus*, *P. incanus* e *P. geniculatus* respectivamente. 19,21,23,25. Sementes não embebidas. 20,22,24,26. Sementes embebidas.

Figs. 19-26. *Paepalanthus* Kunth. External morphological aspects of seeds of *P. chlorocephalus*, *P. senaeanus*, *P. incanus* and *P. geniculatus*, respectively. 19,21,23,25. Seeds prior to imbibition. 20,22,24,26. Imbibed seeds.

apresenta-se “acaule” ou com um eixo caulinar com cerca de 4 cm acima do solo, conforme descrição feita por Hensold (1988).

Tillich (1995) comenta que as Eriocauláceas têm uma plântula extremamente reduzida, na qual o pequeno cotilédone consiste de um haustório e uma bainha condensada; afirma, ainda, que a raiz primária não se desenvolve. Considera a pequena projeção presente na base da bainha como o hipocôtilo vestigial e o polo radicular. Observou, em outras famílias de monocotiledôneas, na região de transição entre o hipocôtilo e a raiz primária, a ocorrência de tricomas, denominados rizóides. No presente trabalho, o termo protocormo engloba a estrutura que Tillich (1995) denominou de bainha cotiledonar. Nas espécies de *Paepalanthus* estudadas, embora não se forme a raiz primária, é freqüente a presença de rizóides no protocormo.

Yamashita (1983, 1991) propõe que a maioria das angiospermas possui raiz primária de origem exógena, pois esta é proveniente da radícula, a qual é sempre exógena. Conseqüentemente, as raízes adventícias são de origem endógena. Nas espécies de *Paepalanthus* estudadas, verifica-se que a raiz primária é ausente e observa-se o desenvolvimento de raízes adventícias, de origem endógena, a partir da porção basal do protocormo, sugerindo uma natureza também hipocotilar para este. Scatena (1990) e Scatena *et al.* (1993) já haviam relatado a ausência de raiz primária em *Syngonanthus*. Entretanto, Ramaswamy *et al.* (1981), em *Eriocaulon robusto-brownianum*, propuseram a ausência de uma verdadeira radícula no embrião e consideraram a primeira raiz que se desenvolveu como raiz primária, embora de origem endógena. Provavelmente o que esses autores denominaram de raiz primária, por sua origem, seja uma raiz adventícia.

A presença do endosperma amilífero bem desenvolvido nas sementes, ao qual o cotilédone permanece aderido durante o desenvolvimento da plântula, pode estar associada à ausência da formação de raiz primária. Isto possibilitaria a sobrevivência das plântulas até a formação posterior das raízes adventícias. Do mesmo modo, a nutrição da futura plântula, ocorreria com o aparecimento precoce da parte aérea, fotossintetizante, antes do desenvolvimento das raízes adventícias.

Em Eriocaulaceae, a presença de opérculo foi citada pela primeira vez em *Syngonanthus rufipes* por Scatena (1990) e Scatena *et al.* (1993), apesar de já existirem alguns dados acumulados sobre o desenvolvimento pós-seminal nesta família. Nas sementes das espécies estudadas, verificou-se também a presença do opérculo, embora pouco diferenciado. A importância dessa estrutura em Eriocaulaceae advém de ser um novo caráter sinapomórfico entre essa família e a família Xyridaceae, conforme discutido por Scatena *et al.* (1993). Con-

sidera-se que Xyridaceae e Eriocaulaceae são grupos irmãos (Linder & Kellogg 1995) e a presença do opérculo é mais um caráter dando apoio a esta proposta. Deve-se levar em conta, entretanto, que nas angiospermas o opérculo tem origem polifilética não podendo ser usado para indicar relações filogenéticas conclusivas entre famílias diferentes (Boesewinkel & Bouman 1984).

Estudos ontogenéticos mais acurados devem ser realizados visando esclarecer a natureza das estruturas formadas durante o desenvolvimento pós-seminal. A ampliação desses estudos, incluindo mais espécies do mesmo gênero e de outros gêneros, poderá auxiliar na interpretação da taxonomia da família e da filogenia desta com grupos correlatos das Commelinaceas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de Pesquisa (Proc. 30.1776/83, 520.116/94) e de Iniciação Científica (Proc. 803026/8-0/20); ao Lab. de Microscopia Eletrônica do IBUSP por fornecer condições de trabalho com auxílio técnico; e, ao Prof. Paulo Takeo Sano pela identificação do material botânico.

Referências

- AREKAL, G. D. & RAMASWAMY, S. N. 1980. Embryology of *Eriocaulon hookerianum* Stapf. and the systematic position of Eriocaulaceae. *Bot. Notiser* 133: 295-309.
- BEGUM, M. 1968. Embryological studies in *Eriocaulon quinquangulare* L. *Indian Acad. Sci.* 67: 148-156.
- BOESEWINKEL, F. D. & BOUMAN, F. 1984. The seed: structure. In B. M. Johri (ed). *Embryology of angiosperms*. Springer-Verlag, Berlin, p. 567-610.
- DAHLGREN, R. M. T., CLIFFORD, H. T. & YEO, P. F. 1985. *The families of the monocotyledons*. Springer-Verlag, Berlin.
- FOSTER, A. S. 1949. *Practical plant anatomy*. ed. 2. D. Van Nostrand Press, New Jersey.
- GIULIETTI, A. M. & HENSOLD, M. 1991. Revision and redefinition of the genus *Rodonanthus* Herzog (Eriocaulaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 78: 441-449.
- GIULIETTI, A. M., AMARAL, M. C. E. & BITTRICH, V. 1995. Phylogenetic analysis of inter- and infrageneric relationships of *Leiothrix* Ruhland (Eriocaulaceae). *Kew Bul.* 50: 55-71.
- GIULIETTI, A. M., MONTEIRO, W. R., MAYO, S. J. & STEPHENS, J. 1988a. A preliminary survey of testa sculpture in Eriocaulaceae. *Beitr. Biol. Pflanzen*, 62: 189-209.
- GIULIETTI, N., GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R. & MENEZES, N. L. 1988b. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. *Acta bot. bras.* 1: 179-193 (suppl).
- HARE, L. C. 1950. The structure and development of *Eriocaulon septangulare* With. *Bot. J. Linn. Soc.* 53: 422-448.
- HENSOLD, N. 1988. Morphology and systematics of *Paepalanthus* subgenus *Xeractis* (Eriocaulaceae). *Syst. Bot. Monographs* 23: 1-150.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book. New York.

- LABOURIAU, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Dept. Cient. e Tecn. da Secr. Geral da OEA. Washington.
- LEMOS FILHO, J. P., SCATENA, V. L. & LIMA, A. A. A. 1993. Germinação e desenvolvimento inicial de *Syngonanthus niveus* (Kunth.) Ruhl. *Resumos do XLIV Congresso Nacional de Botânica*. São Luis (MA).
- LINDER, H. P. & KELLOGG, E.A. 1995. Phylogenetic patterns in the Commelinid clade. p. 473-496. In Rudall, P.J. Cribb, D.F. Cutler & C.J. Humphries (eds.). *Monocotyledons: systematics & evolution*. vol 2. Whitsable Litho Printers. Whitstable.
- MONTEIRO-SCANAVACCA, W. R. & MAZZONI, S. C. 1978. Embryological studies in *Leiothrix fluitans* (Mart.) Ruhl. (Eriocaulaceae). *Revta brasil. Bot.* 1: 59-64.
- MOORE, J. A. 1936. Staining with safranin and fast green FCF. *Stain Technol.* 11: 69-70.
- NISHIMURA, G. 1981. Comparative morphology of *Cattleya* and *Phalaenopsis* (Orchidaceae) seedlings. *Bot. Gaz.* 142: 360-365.
- OLIVEIRA, E. C. & PEREIRA, T. S. 1989. Germinação de algumas espécies de monocotiledôneas. III. *Acta Biol. Leopoldensia* 11: 61-86.
- PATEL, C. M. & PATEL, D. S. 1964. The morphological and embryological studies in *Eriocaulon cinereum*. *R. B. J. Lujarat Univ.* 7: 58-70.
- PEREIRA, T. S. 1987. Commelinaceae: estudo do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. *Acta Biol. Leopoldensia* 9: 49-80.
- PEREIRA, T. S. 1988. *Bromelioideae* (Bromeliaceae): morfologia do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 29: 115-154.
- RAMASWAMY, S. N. & AREKAL, G. D. 1982. On the embryogeny of three taxa of Paepalanthoideae (Eriocaulaceae). *Ann. Bot.* 49: 99-102.
- RAMASWAMY, S. N., SWAMY, B. G. L. & AREKAL, G. D. 1981. From zygote to seedling in *Eriocaulon robusto-brownianum* Ruhl. *Beitr. Biol. Pflanzen.* 55: 179-188.
- RAMASWAMY, S. N., AREKAL, G. D. & RAJU, M. V. S. 1983. Development anatomy of seed coat and pericarp in two species of *Eriocaulon* L. (Eriocaulaceae). *Bull. Torrey Bot. Club* 110: 287-291.
- SÁ E CARVALHO, C. G. & RIBEIRO, M.C. 1994. Efeitos de choques térmicos na germinação de *Paepalanthus speciosus* Koern. (Eriocaulaceae). *Acta bot. bras.* 8: 205-211.
- SCATENA, V. L. 1990. *Morfoanatomia de espécies de Syngonanthus Ruhl. (Eriocaulaceae) dos campos rupestres do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- SCATENA, V. L., MENEZES, N. L. & STUTZEL, T. 1993. Embryology and seedling development in *Syngonanthus rufipes* Silveira (Eriocaulaceae). *Beitr. Biol. Pflanzen.* 67: 333-343.
- SMITH, R. W. 1910. The floral development and embryogeny of *Eriocaulon septangulare*. *Bot. Gaz.* 49: 281-289.
- TILLICH, H.-J. 1995. Seedlings and systematics in monocotyledons. In P.J. Rudall, P.J. Cribb, D.F. Cutler & C.J. Humphries (ed.). *Monocotyledons: systematics & evolution*. vol 1. Whitsable Litho Printers. Whitstable, p. 303-352.
- VENTURELLI, M. & BOUMAN, F. 1986. Embriology and seed development in *Mayaca fluviatilis* (Mayacaceae). *Acta. Bot. Neerl.* 35: 497-516.
- YAMASHITA, T. 1983. Embryo und Wurzelentwicklung bei *Commelina communis* mit besonderer Berücksichtigung der Coleorrhiza. In *Root ecology and its practical application*. Int. Symp. Gumpenstein, 1982. Bundesanstalt Gumpenstein, A-8952 Irdning, p. 21-32.
- YAMASHITA, T. 1991. Ist die Primärwurzel bei Samenpflanzen exogen oder endogen? *Beitr. Biol. Pflanzen.* 66: 371-391.