

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFO-ANATOMIA E DESENVOLVIMENTO
PÓS-SEMINAL DE CINCO ESPÉCIES
DE BROMELIACEAE**

Fábio Alessandro Padilha Viana

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL, SP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFO-ANATOMIA E DESENVOLVIMENTO
PÓS-SEMINAL DE CINCO ESPÉCIES
DE BROMELIACEAE**

Fábio Alessandro Padilha Viana

Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Profa. Dra. Fabiola Vitti Môro

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal-
UNESP, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia – Área de Concentração em Produção
e Tecnologia de Sementes

Jaboticabal, SP
Fevereiro – 2007

V614m Viana, Fábio Alessandro Padilha
Morfologia, Anatomia E Desenvolvimento Pós-Seminal de Cinco
Espécies de Bromeliaceae. (Bromeliaceae) / Fábio Alessandro
Padilha Viana. – Jaboticabal, 2007
vi, 79 f. : il. ; 28 cm

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientadora: Fabiola Vitti Moro.
Banca examinadora: Maria Esmeralda Soares Payão Demattê,
Carlos Ferreira Damião Filho, Shoey Kanashiro, Luiz Antonio Rochelle
Bibliografia
1. Bromélias 2. Sementes – Germinação 3. Sementes – Anatomia
I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 635.9:631.547.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

SUMÁRIO

	pág
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	4
3. Material e Métodos.....	24
3.1. Avaliações biométricas das sementes selecionadas.....	24
3.2. Espécies selecionadas.....	24
3.3. Avaliações morfológicas.....	24
3.3.1. Avaliações morfológicas externas.....	25
3.3.2. Estudos dos eventos morfológicos.....	25
3.4. Avaliações anatômicas.....	26
4. Resultados e Discussão.....	28
4.1. A espécie <i>Nidularium innocentii</i> Lem.....	28
4.2. A espécie <i>Nidularium rubens</i> Mez.....	37
4.3. A espécie <i>Nidularim mimitum</i> Mez.....	44
4.4. A espécie <i>Alcantarea imperialis</i> (Carrière.)-Harms.....	51
4.5. A espécie <i>Pitcairnia flammea</i> Lindl.....	61
5. Referências	74

RESUMO

O objetivo do trabalho foi descrever e comparar a anatomia e a morfologia da semente e da plântula, bem como descrever as etapas do processo germinativo das sementes de cinco espécies de bromeliáceas. Comparando os resultados, as espécies do gênero *Nidularium* apresentam semente com forma fusiforme a elíptica enquanto que as espécies *Alcantarea imperialis* e *Pitcairnia flammea* apresentam forma alongada. O tegumento das sementes estudadas tem coloração variando de marrom escura a preta. Já o padrão das células da testa é diferenciado, pois em *Alcantarea imperialis* o padrão é irregular, com presença de grânulos de cera, que não é notado nas outras espécies. Em *Pitcairnia flammea* o padrão é irregular ocorrendo diferença na forma entre as células das extremidades e as células da região mediana. Quanto à caracterização da germinação, as espécies de *Nidularium* e a espécie *Alcantarea imperialis* apresentam germinação hipógea enquanto que a espécie *Pitcairnia flammea* apresenta germinação epígea. Observou-se que as sementes das espécies de *Nidularium* e da espécie *Pitcairnia flammea* são monotegumentadas, com embrião basal e rudimentar podendo ser cônico ou alongado. O endosperma é abundante e constituído por células pequenas contendo grãos de amido. A plúmula das espécies de *Nidularium* tem forma triangular e diminuta enquanto na espécie *Alcantarea imperialis* a plúmula é piriforme e na espécie *Pitcairnia flammea* é alongada. As células da face adaxial das folhas de *Nidularium* apresentam padrão alongado; em *Alcantarea imperialis* são poliédricas e reticuladas, enquanto que em *Pitcairnia flammea* são poliédricas e isodiamétricas. Já as células da face abaxial das folhas das cinco espécies são poliédricas e reticuladas. A presença de estômatos na face abaxial das folhas foi detectada em todas as espécies estudadas, porém notou-se que na espécie *Pitcairnia flammea* os estômatos também ocorrem na face adaxial da folha. As raízes adventícias em todas as espécies tem o mesmo padrão, sendo sempre cilíndricas e glabras.

Palavras-Chave: bromélias, sementes, morfologia, anatomia, germinação,

ABSTRACT

The objective of the work was to describe and to compare the anatomy and the morphology of the seed and of the seedlings, as well as to describe the stages of the germination process of the seeds of five bromeliads species. Comparing the results, the species of the gender *Nidularium* present form from fusiform to elliptic seed while the species *Alcantarea imperialis* and *Pitcairnia flammea* present prolonged form. The tegument of the studied seeds has coloration varying from dark brown to black. The pattern of the cells is differentiated, therefore in *Alcantarea imperialis* the pattern is irregular, with the presence of wax granules, that is not noticed in the other species. In *Pitcairnia flammea* the pattern is irregular occurring some difference in the form between the cells of the extremities and the cells of the medium area. Within relationship to the characterization of the germination, the species of *Nidularium* and the species *Alcantarea imperialis* present hipogeal germination while the species *Pitcairnia flammea* presents epígeal germination. It was observed that the seeds of the species of *Nidularium* and of the species *Pitcairnia flammea* are have one tegument, with basal embryo and rudimentare and they could be conical or prolonged. The abundant endosperm is constituted by small cells containing grains of starch. The plumule of the species of *Nidularium* has triangular and tiny form while in the species *Alcantarea imperialis* the plumule is piriformy and in the species *Pitcairnia flammea* it is prolonged. The cells of the adaxial face of the leaves of *Nidularium* present prolonged pattern; in *Alcantarea imperialis* they are poliedrical and reticulate in *Pitcairnia flammea* they are poliedrical and isodiametrical. The cells of the abaxial face of the leaves of the five species are already poliedrical and reticulate. The estomata presence in the abaxial face of the leaves was detected in all the studied species, however it was noticed that in the species *Pitcairnia flammea* the estomata also happen in the adaxial face of the leaf. The adventiciou roots in all the species have the same pattern, being always cylindrical and glabrous.

Key-words: bromeliads, seeds, morphology, anatomy, germination,

1. INTRODUÇÃO

Dos ecossistemas brasileiros, a Mata Atlântica é um dos mais ricos em biodiversidade. Situada desde o Rio Grande do Sul até o Nordeste sobre as cadeias montanhosas litorâneas do Brasil, está reduzida a 8% dos seus 1 milhão de km² iniciais. As condições climáticas, com suspensão de grande quantidade de gotículas de água, associada à alta pluviosidade, são ideais para o desenvolvimento de uma exuberante vegetação (LEME & MARIGO, 1993).

Segundo Joly (1970), citado por Leme & Marigo (1993), a Mata Atlântica apresenta uma condição climática peculiar, com suspensão de grande quantidade de gotículas de água no ar, conhecida como neblina, que cria condições climáticas ideais para o desenvolvimento de uma exuberante vegetação, e desta, destaca-se a família Bromeliaceae, com grande adaptabilidade a essas condições.

A região litorânea brasileira constitui um dos grandes centros de diversidade da família Bromeliaceae, com elevadíssimo índice de endemismo, superior a 53%, inclusive de gêneros inteiros (LEME & MARIGO, 1993), mostrando, mais uma vez, motivo de preocupação com a perda de material genético da flora bromelícola dessa região, e a necessidade de pesquisas para minimizar essa perda.

As bromélias são plantas monocotiledôneas nativas das Américas, que pertencem à família Bromeliaceae e foram descobertas nas Antilhas. Apresentam

folhas duras ou suculentas, afuniladas, formando rosetas. Como a base das folhas é mais larga, as plantas de algumas espécies têm a capacidade de reter água e detritos orgânicos no centro de sua roseta, usualmente chamada de tanque, cisterna ou copo. As inflorescências cimosas ou racemosas têm brácteas coloridas e vistosas. Em geral, as bromélias florescem uma única vez e depois morrem. A inflorescência desenvolve-se no centro da planta e, em algumas espécies, lateralmente. Antes de morrer, as plantas produzem grande quantidade de sementes e vários brotos, que garantem a sua propagação (GRAF, 1978; LEME & MARIGO, 1993).

Devido à sua capacidade de povoar o ambiente, está presente em todo o território brasileiro, desde a caatinga aos campos de altitude, passando pelos campos rupestres, floresta amazônica, restinga e, especialmente, na Mata Atlântica. Segundo Leme & Marigo (1993), as bromélias são povoadoras dos mais inóspitos locais.

No Brasil, as bromélias já foram discriminadas e consideradas como sendo plantas prejudiciais à saúde pública, pois devido à sua conformação e capacidade de armazenar água em sua roseta, propícia condições de procriação de mosquitos transmissores de doenças. Além desse trabalho de eliminação sofrido pelas bromélias, elas também sofreram grande pressão devido à crescente urbanização que levou à destruição de extensas áreas de vegetação nativa, fato que contribuiu para a eliminação de espécies de bromélias de seu habitat.

Atualmente, devido ao modismo iniciado pelo paisagista Roberto Burle Marx, as bromélias passaram a ter valor econômico, e devido a isso, grandes quantidades de plantas foram retiradas indiscriminadamente de seu habitat, tanto para serem comercializadas no mercado interno, como, principalmente, com a finalidade de exportação para colecionadores e produtores europeus e norte-americanos.

Hoje, a produção comercial de bromélias é uma atividade viável e rentável, uma vez que muitas espécies apresentam características desejáveis para ornamentação, como colorido intenso e durabilidade das brácteas de suas inflorescências. Além de solucionar a questão ecológica, com a produção em viveiros

de espécies em sua forma nativa, há outras possibilidades, como a de conseguir novos híbridos comercialmente interessantes.

Além dos estudos genéticos, as caracterizações morfológicas das plantas são muito importantes em identificações taxonômicas. De acordo com Botelho et al. (2000), os aspectos morfológicos podem ser usados em estudos taxonômicos, auxiliar na interpretação de testes de germinação em laboratório, contribuir para ampliar o conhecimento sobre os métodos de produção de mudas e identificação da espécie no campo e auxiliar nos trabalhos de regeneração natural, facilitando o seu reconhecimento nos estádios iniciais de crescimento.

Os trabalhos de morfologia de plântulas têm merecido atenção há algum tempo, quer como parte de estudos morfo-anatômicos ou estudos visando a sistematização da identificação de plantas. O estudo morfológico de sementes e plântulas constitui-se num trabalho de análise do ciclo vegetativo das espécies (KUNIYOSHI, 1983) e pode fornecer subsídios à interpretação de testes de germinação, por meio do conhecimento das estruturas (OLIVEIRA & PEREIRA, 1986).

Diante destas observações, o objetivo do presente trabalho foi descrever e comparar a anatomia e a morfologia da semente e da plântula, bem como descrever as etapas do processo germinativo das sementes de cinco espécies de bromeliáceas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico

De acordo com Benzing, 1980, citado por Leme & Marigo (1993), e Nunes (1997), a família Bromeliaceae tornou-se conhecida na segunda viagem de Cristóvão Colombo ao Novo Mundo, em 1493. Os europeus não buscavam somente ouro, prata e pedras preciosas, mas também tudo o que fosse diferente e pudesse ter bom preço. As plantas tinham grande importância no mercado. O abacaxi (*Ananas comosus* L.), encontrado na ilha de Guadalupe, era cultivado pelos indígenas e foi levado para a Europa, onde, rapidamente, se tornou popular.

Nunes (1997) relatou fatos históricos referentes às bromélias, com base em revisão bibliográfica. As bromélias ornamentais mais vistosas eram desconhecidas como plantas de vasos na Europa, até que *Guzmania lingulata* L. foi introduzida em 1776. A partir daí, muitas outras espécies começaram a chegar na Inglaterra, França, Alemanha e outros países do Oeste da Europa. Em 1811, a coleção do Royal Botanical Garden de Kew, na Inglaterra, continha 16 espécies, crescendo para 252 espécies em 1887 (BENZING 1980, citado por NUNES 1997)), e cerca de 2000 espécies por volta de 1990 (Rauh, 1979). O Botanical Garden da Universidade de

Leyden, Alemanha, relatou que 334 espécies de bromélias estavam em cultivo em 1894.

Com exceção das espécies nativas, a família Bromeliaceae era quase desconhecida nos Estados Unidos nessa época (BENZING 1980, citado por NUNES 1997). Durante esse período, encontram-se vários relatos sobre viagens feitas ao Brasil e a outros países da América do Sul, nas quais os exploradores coletavam plantas e formavam suas próprias coleções em seus países.

A partir do século XVI, com a colonização das Américas, África e Ásia, o interesse por plantas tropicais mobilizou muitos horticultores e taxonomistas europeus, que tiveram grande influência na emergência da popularidade da família. Houve proliferação de coleções vivas comerciais e particulares, assim como de sociedades e publicações específicas (SAMYN & THOMAS, 1984 citados por KAMPF et al, 1992).

Charles Jacques Edouard Morren (1833-1886), botânico belga, artista, professor, e especialista em Bromeliaceae, na sua época, contribuiu muito, com os seus estudos, para o acervo do Herbário do Departamento de Botânica da Universidade de Liège e também exerceu forte impacto sobre alguns estudantes, que realizaram vários estudos posteriormente. Eduard François André, um de seus alunos, publicou "Bromeliaceae Andreanae", descrevendo detalhadamente 122 espécies e 14 variedades coletadas na América do Sul; dessas, 91 eram novas para a ciência e muitas assim permanecem até hoje. Outro aluno importante para a história das bromélias foi Cari Mez (1866-1944), publicando, em 1935, a obra "Das Pflanzenreich", a maior monografia de Bromeliaceae até então (BENZING 1980, citado por NUNES 1997). Mez produziu também monografias publicadas em "Monographie Phanerogamarum" e na "Flora Brasiliensis", editada por Martius. (NUNES, 1997).

No final do século XIX, no Brasil, o paisagista francês Auguste Glazou introduziu 65 espécies de bromélias na horticultura mundial, incorporando-as ao Royal Botanic Gardens, conforme J. G. Baker (1889), citado por (LEME & MARIGO 1993).

Ernest Heinrich Ule introduziu no horto do Museu Nacional do Rio de Janeiro novas espécies por ele descobertas, além de publicar inúmeros trabalhos (LEME & MARIGO, 1993).

Até o início do século XX, o cultivo de bromélias ganhou adeptos na Europa Central e Ocidental, até a ocorrência da I Guerra Mundial, quando houve desânimo por parte dos horticultores em geral, além da destruição das mais importantes coleções européias (LEME & MARIGO, 1993). Só depois de 1945 o interesse retomou, inclusive nos Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia (BENZING, 1980, citado por NUNES, 1997).

Racine e Mulford Foster, um casal de norte-americanos, popularizaram a família nos Estados Unidos (LEME & MARIGO, 1993), descobrindo ou redescobrendo centenas de espécies (PLEVER, 1996), e escreveram um livro intitulado "The Bromeliads of Brazil" (FOSTER & FOSTER, 1995). Alguns amantes das bromélias, juntamente com os Foster, fundaram, no dia 17 de setembro de 1950, na Califórnia, "The Bromeliad Society", uma organização internacional voltada para a difusão de conhecimentos sobre a família. Realizaram várias viagens para coleta de material, nas Américas do Sul e Central, simultaneamente à publicação oficial do Journal of The Bromeliad Society (LEME & MARIGO, 1993).

Com a morte de C. Mez, o estudo científico das bromélias passou a ser feito principalmente por Lyman B. Smith (RAUH, 1979, citado por NUNES, 1997), tendo como principal publicação a Monografia 14, que realizou sobre a família Bromeliaceae, em três volumes, na "Flora Neotropica", em co-autoria com o Dr. Robert J. Downs, nos anos de 1974 (Pitcairnioideae), 1977 (Tillandsioideae) e 1979 (Bromelioideae). Esta obra é a maior compilação de dados realizada até hoje para Bromeliaceae, com mais de 2000 páginas, marcando o início da fase atual (NUNES, 1997). Dr. Smith formou-se taxonomista, em Harvard e, a partir de então, dedicou-se integralmente ao estudo das bromélias por cerca de 60 anos, como membro do Gray Herbarium (Harvard) e do Departamento de Botânica do Smithsonian Institution; fez muitas viagens de campo ao Brasil, à Colômbia, à Venezuela, à Costa Rica, à Argentina e à Cuba (PLEVER, 1996).

De acordo com Plever (1996), depois de 53 anos de estudos, quando o último volume da monografia foi publicado, Dr. Smith e Dr. Robert W. Read começaram a revisá-la, publicando um complemento da monografia composto de 121 páginas. Com sua morte, outras celebridades, Werner Rauh, Amy Jean Gilmartin, Sue Gardener, Harry Luther, Renate Ehlers, Herbert Lehmann, Elton Leme e Jason R. Grani, entre outros, fizeram revisões e continuam estudando as chaves de identificação.

Segundo Nunes (1997), no Brasil, a popularização das bromélias ocorreu bem mais tarde, com a publicação, em 1983, da "Flora Ilustrada Catarinense", contendo um tratado fitogeográfico e de biologia sobre as bromélias ocorrentes no Estado de Santa Catarina. Leme & Marigo (1993) fazem referência ao amor que Raulino Reitz, o "padre dos gravatás", tinha pelas bromélias, e que, por causa do sério problema levantado no período em relação à "bromélia-malária", incentivado pelo Dr. Lyman B. Smith, do Smithsonian Institution, realizou uma intensa pesquisa regional sobre a família. Reitz também foi o responsável pela realização do I Simpósio Brasileiro de Bromélias, reunindo quarenta pessoas interessadas pela divulgação de informações sobre a família botânica, entre as quais esteve presente o maior especialista do Brasil, Edmundo Pereira (1914-1986). Durante esse simpósio, em 19 de janeiro de 1975, criou-se a Sociedade Brasileira de Bromélias, que tem uma publicação denominada Bromélia - Boletim da Sociedade Brasileira de Bromélias, inicialmente uma separata da revista Sellowia.

De acordo com Andrade (1999), na década de 80, novos colecionadores e pesquisadores iniciaram uma movimentação em favor dessas plantas. Um desses colecionadores, o compositor Roberto Menescal, em informação pessoal, afirmou que, naquela época, no Brasil, não havia mais de 30 pessoas dedicando-se ao cultivo de bromélias, e poucos pesquisadores na área. Comparando-se com os Estados Unidos e a Europa, esses números eram inexpressivos.

Em publicação da Sociedade Brasileira de Bromélias (sd), são citados estudiosos brasileiros que muito contribuíram e têm contribuído para o maior conhecimento da família: Edmundo Pereira, do Herbarium Bradeanum; Elton Leme e o fotógrafo Luiz Cláudio Marigo; o compositor Roberto Menescal; a botânica Dra.

Maria das Graças Lapa Wanderley, taxonomista do herbário do Instituto de Botânica; a artista plástica Margaret Mee e o paisagista Roberto Burle Marx.

Em Leme & Marigo (1993), encontra-se menção ao paisagista Roberto Burle Marx, um artista que encantou o Brasil e outros países que tiveram a oportunidade de conhecer o seu trabalho, em seus projetos, desde 1955, já utilizava espécies nativas da flora brasileira, com destaque para as bromélias, revolucionando o conceito estético dos jardins. Nessa mesma época, Margaret Mee também encantou os amantes da flora brasileira com suas aquarelas, em que as bromélias ocupavam lugar de destaque. A residência particular de Burle Marx, em seu sítio, tem uma coleção de espécies de bromélias espalhadas por toda parte, em meio a muitas outras espécies de famílias diferentes e, dentre elas, muitas fazem referência a seu nome, por terem sido por ele catalogadas ou por terem recebido o nome em sua homenagem.

Com os simpósios realizados pela comunidade científica brasileira a partir da década de 90, e o interesse da própria população pela família botânica, pode-se reverter a situação descrita por Palazzo & Both (1993), que colocaram as bromélias como plantas ornamentais brasileiras das mais úteis do ponto de vista ecológico e como as mais esquecidas.

2.2. Descrição da Família

De acordo com Leme & Marigo (1993), as bromélias são, quase na totalidade, plantas nativas das Américas. A origem do nome é atribuída a um explorador francês, padre Charles Plumier (1646-1704). Bromélias ornamentais foram encontradas nas Antilhas, no final do século XVII, e eram conhecidas pelos nativos como karatas. A família Bromeliaceae foi estabelecida em 1789 por A. L. de Jussieu. Em 1805, J. H. Jaume de Saint-Hilaire (1772-1845) acrescentou o sufixo "aceae".

A família foi assim descrita por Graf (1978): "plantas nativas das Américas, usualmente dos países quentes, geralmente epífitas, com folhas duras ou

suculentas, afuniladas, formando rosetas ou canais armazenadores de água; normalmente, a inflorescência possui brácteas vistosas e coloridas”.

A família Bromeliaceae é composta por aproximadamente 2550 espécies conhecidas, segundo Williams (1990). Ela está dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae. As subfamílias, por sua vez, são divididas em gêneros e espécies. A subfamília Pitcairnioideae contém 17 gêneros e 900 espécies. A Tillandsioideae, que corresponde a 50% das bromélias conhecidas, é composta por 6 gêneros. A terceira subfamília, Bromelioideae, apresenta 28 gêneros e 670 espécies.

O estudo taxonômico das bromeliáceas passa por constantes mudanças. Em 1994, Baensch & Baensch descreveram a subfamília Bromelioideae com 29 gêneros e mais de 700 espécies e Tillandsioideae, com 1034 espécies.

2.3. Taxonomia

A classificação sistemática citada por Leme & Marigo (1993) e por publicação do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo é apresentada abaixo:

REINO: Plantae

DIVISÃO: Magnoliophyta (Angiospermae)

CLASSE: Liliopsida (Monocotyledoneae)

SUBCLASSE: Zingiberidae

ORDEM: Bromeliales

FAMÍLIA: Bromeliaceae

A família, de acordo com Nunes (1997) e os autores por ele consultados, foi dividida em três sub-famílias, Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae, com base nos caracteres florais e na morfologia dos frutos e sementes. Segue uma chave de classificação organizada por esse autor.

1. Ovário súpero ou raramente semi-ínfero, fruto cápsula

2. Plantas essencialmente terrestres; sementes principalmente aladas ou com outros tipos de apêndices, mas nunca com uma coroa plumosa (ausência de apêndices em *Navia*); folhas com margem inteira ou frequentemente espinescentesPITCAIRNIOIDEAE
3. Plantas principalmente epífitas; sementes com coroa de tricomas plumosos; folhas com margens inteirasTILLANDSIOIDEAE
4. Ovário ínfero, ou raramente semi-ínfero; fruto baga; sementes aladas ou com outros tipos de apêndices; folhas frequentemente com margens espinescentes; plantas epífitas ou com menos freqüência terrestres.BROMELIOIDEAE

Conforme Nunes (1997), a família Bromeliaceae está constituída por cerca de 2.663 espécies distribuídas em 54 gêneros e três subfamílias. A subfamília Bromelioideae caracteriza-se por apresentar plantas com folhas com margens espinescentes, ovário ínfero; fruto baga e sementes lisas, sem apêndices. Está constituída por 29 gêneros, 20 destes ocorrentes no Brasil, e 722 espécies.

A subfamília Tillandsioidae, apresenta plantas com folhas sem espinhos, ovário súpero, fruto cápsula e sementes plumosas; está constituída por nove gêneros (sete ocorrem no Brasil) e 1007 espécies.

As plantas da subfamília Pitcairnioideae apresentam as folhas com margens lisas ou espinescentes, ovário súpero, fruto cápsula e sementes com apêndices nunca plumosos; está constituída por 16 gêneros, 11 ocorrentes no Brasil, e 934 espécies.

2.4. Botânica

Segundo Lawrence (1973), as características morfológicas manifestam-se por componentes estruturais das plantas e o seu valor aprecia-se pela sua constância, podendo ser empregadas com confiança na identificação de espécies.

O conhecimento morfológico da planta permite caracterizar famílias, gêneros e até mesmo espécies e tem sido aplicado no inventário florestal de muitas regiões

de clima temperado e tropical. Tais estudos, além das descrições e ilustrações, fazem-se acompanhar de chaves de identificação, cuja única limitação é a restrição de uso só para a área em questão. Esses trabalhos têm fornecido informações valiosas sobre a morfologia, germinação, habitat e identificação de muitas espécies em fases juvenis. Porém, além da unidade de dispersão, é imprescindível um melhor conhecimento da germinação, do crescimento e do estabelecimento da plântula para compreender o ciclo biológico e a regeneração natural da espécie (OLIVEIRA et al, 1993).

De acordo com Vidal (1978), a descrição e a classificação de frutos constituem um capítulo complexo no campo da morfologia vegetal, pois, tanto as descrições, quanto as conceituações são em geral restritas e imperfeitas. Segundo Oliveira & Pereira (1984), o estudo da morfologia de frutos e sementes é necessário devido à importância dessas estruturas na identificação botânica, principalmente nos locais onde se recebe apenas frutos e sementes para as análises de rotina.

As estruturas morfológicas de um embrião maduro, assim como a posição que ocupa na semente são tão distintas, entre os diferentes grupos de plantas, que podem ser seguramente utilizadas para a identificação de famílias, gêneros e até espécies (TOLEDO & MARCOS-FILHO, 1977). De acordo com Gunn (1981), tanto as características externas das sementes quanto as internas são pouco modificadas pelo ambiente, constituindo-se um fator bastante favorável para a identificação de espécies, já que as diferentes espécies apresentam variação de tamanho, forma, coloração e aspectos superficiais de suas sementes.

Para Silva et al. (1995), o estudo morfológico das sementes e plântulas, além de fornecer informações sobre a germinação, armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura, auxilia em trabalhos de análise do ciclo vegetativo das espécies, fornecendo subsídios para a sua identificação. Com igual importância, as ilustrações facilitam e padronizam a identificação.

O estudo da morfologia do desenvolvimento pós-seminal fornece importantes informações, sob o ponto de vista taxonômico, no que diz respeito ao conhecimento das estruturas essenciais da plântula ao longo do seu desenvolvimento, caracterizando a espécie (PAOLI & SANTOS, 1998).

A descrição botânica da família Bromeliaceae é a que segue. A família é estritamente neotropical (exceto por *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr, da África Ocidental), constituída por plantas de consistência herbácea, perenes ou raramente arborescentes (*Puya spp.*), terrestres ou epífitas, dotadas de folhas geralmente basais, em roseta, raramente caulinares, alternas, espiraladas, na maioria rígidas, lineares, com bainha na base e, muitas vezes, com margens do limbo serradas ou espinescentes.

Os caules podem ser glabros ou, muito frequentemente, como as folhas, cobertos por tricomas peltados ou escamas multicelulares, adaptados para absorver água ou umidade atmosférica. Os estômatos têm quatro células subsidiárias. Elementos de vasos ocorrem somente nas raízes.

A inflorescência é terminal, capituliforme, em espiga, cacho ou panícula, estando as flores na axila de brácteas, frequentemente vistosas; ocorrem flores solitárias e pseudo-solitárias em *Tillandsia usneoides* ball moss.

As flores são monóclinas, actinomorfas ou raramente zigomorfas, exibindo perianto diclamídeo trímero, sendo geralmente o verticilo externo sepalóide e menor que o interno petalóide; as peças de ambos são livres ou conatas, podendo as pétalas terem pares de apêndices na base. O androceu é diplostêmone (3+3), com estames livres ou basalmente adnatos às pétalas, tendo filetes usualmente livres ou coalescentes na base, anteras dorsifixas, introrsas, tetrasporangiadas, com deiscência rimosa. Os grãos de pólen fornecem bons caracteres taxonômicos, podendo aparecer tétrades (*Críptanthus* e *Hohenbergia*), mas, na maioria, monades; são sulcados (maioria das Bromelioideae) ou bi-triforaminados, e em muitos casos, binudeados. O ovário varia de súpero a ínfero, sincárpico, tricarpetar, trilocular, apresentando nectários septais e um estilete frequentemente dividido em três ramos retorcidos. Os óvulos são anátropos, crassinucelados, com endosperma do tipo helobial, na forma de placentas axiais. O fruto é septicida, raramente loculicida, cápsula, baga ou múltiplo (*Ananas*), produzindo sementes aladas, providas ou não de apêndices, tendo endosperma amiláceo, farináceo, abundante e embrião pequeno.

A família, de acordo com Nunes (1997) e os autores por ele consultados, foi dividida em três sub-famílias, Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae, com base nos caracteres florais e na morfologia dos frutos e sementes.

De acordo com Leme & Marigo (1993), os frutos e os tipos de sementes produzidos por plantas dessas subfamílias estão relacionados ao grau de evolução dos indivíduos. Para as Tillandsioideae e Pitcairnioideae, que apresentam sementes leves, a dispersão das sementes é feita pelo vento (anemocoria). As Bromelioideae apresentam frutos na forma de bagas, com sementes roliças e pesadas, e que não se abrem espontaneamente, sendo necessária a atuação de agentes externos, como animais (zoocoria), para dispersão das sementes.

Para Leme & Marigo (1993), as bromélias revelam características evolucionais variadas e incomuns. Em decorrência de sua avançada capacidade de adaptação ao meio em que vivem, desenvolveram índices elevados de especialização, não observados em qualquer outro grupo vegetal, tais como a redução de órgãos e funções, o desenvolvimento de tricomas foliares, a formação de tanque ou cisterna, além de mecanismos peculiares de polinização e dispersão de sementes. Isso as torna capazes de ocupar diferentes espaços na Mata Atlântica.

Há discordância entre os autores quanto ao número de gêneros e espécies que compõem a família Bromeliaceae. Segundo Williams (1990), a família é composta por, aproximadamente, 2550 espécies conhecidas. A subfamília Pitcairnioideae contém 17 gêneros e 900 espécies. A Tillandsioideae, que corresponde a 50% das bromélias conhecidas, é composta por seis gêneros. A terceira subfamília, Bromelioideae, apresenta 28 gêneros e 670 espécies.

Para Leme (1997), citado por Gomes Neto (1998), a família Bromeliaceae está distribuída em 54 gêneros e 3.000 espécies, variedades e formas. Em Sociedade Brasileira de Bromélias (2002), encontra-se a informação de que a subfamília Pitcairnioideae é composta por 16 gêneros e 942 espécies; a subfamília Tillandsioideae apresenta nove gêneros com 1008 espécies; a subfamília Bromelioideae é representada por 23 gêneros e 488 espécies.

Diante dessas informações é difícil estabelecer ao certo o número de gêneros e espécies já catalogadas por subfamília. Esses dados tornam-se muito

relativos à medida que se buscam informações dos pesquisadores, pois muitos trabalhos têm sido desenvolvidos em regiões distintas e, muitas vezes, os resultados não são publicados.

As bases referenciais das espécies catalogadas e identificadas variam muito. O Missouri Botanical Garden (2001) cita as espécies e seus homônimos e sinônimos; uma espécie pode apresentar vários homônimos.

De acordo com Leme & Marigo (1993), as bromélias mais primitivas são terrestres, com raízes bem desenvolvidas para fixação e absorção, mas a grande maioria é representada por plantas rupícolas ou epífitas, com raízes quase exclusivamente destinadas à fixação (ou sem raízes), sendo a absorção de água e nutrientes provida pela própria epiderme, que é revestida por tricomas especiais (escamas). As flores são distintamente heteroclamídeas (três sépalas e três pétalas), protegidas por brácteas coloridas, hipóginas e epíginas, com muitos óvulos de placentação axial. Acredita-se que a evolução da família tenha acontecido em função da busca pela luz e água.

Segundo Leme & Marigo (1993) e autores por eles citados, as bromélias constituem-se de um caule muito curto e imperceptível e, ao longo desse eixo, estão dispostas as folhas, de modo espiralado-rosulado, de maneira contígua, com diferentes cores, formas, tamanhos e texturas. As margens das folhas podem ser lisas ou conter espinhos. A base das folhas é mais larga do que a parte médio-apical; quanto mais alargada for a bainha foliar, maior será a capacidade da planta de reter água das chuvas e detritos orgânicos no tanque, vaso ou cisterna (roseta foliar). Mas não são todas as bromélias que formam o tanque. As raízes são quase sempre reduzidas, estrutural e funcionalmente, embora, em muitas espécies terrestres, a função seja a de absorção de água e nutrientes. Para as epífitas e rupícolas, a função principal das raízes é a de fixação da planta ao substrato.

Para compensar a redução da função de nutrição das raízes, as bromélias desenvolveram um mecanismo eficiente para obtenção de alimentos através dos tricomas foliares, que são pêlos com alta capacidade de absorver água e nutrientes. Dependendo do tipo de tricomas e de sua concentração, as folhas assumem um aspecto de "finíssimo pó", além da aparência escamosa. No caso de estarem

densamente dispostos, a coloração da planta torna-se branco-acinzentada ou prateada (LEME, 1993). Além da água, os tricomas absorvem sais minerais e aminoácidos dissolvidos em meios aquosos (BENZING et al , 1976).

Rauh (1979) afirmou que a particularidade das funções das raízes de Bromeliaceae é de grande importância na decisão sobre o meio de cultivo dessas plantas.

De acordo com Leme & Marigo (1993), as bromélias são herbáceas e perenifólias. Produzem flores uma única vez, e então morrem. A inflorescência é terminal, desenvolvendo-se a partir do centro da planta, como prolongamento do curtíssimo caule. As flores são hermafroditas e trímeras, podendo abrir-se durante o dia ou à noite. No final do período floral, antes de a planta morrer, muitas sementes são liberadas e formam-se brotos em número variável, conforme cada espécie. Esses brotos surgem na base das bainhas foliares e, no caso das espécies terrestres, desenvolvem-se na extremidade dos rizomas ou a partir de estolhos, aéreos quando se trata de epífitas, formando, muitas vezes, extensos "candelabros"; com isso garante-se a perpetuação vegetativa do indivíduo, contribuindo para a formação e adensamento dos agrupamentos populacionais.

Segundo Kampf et al (1992), as Pitcairnioideae apresentam folhas espinescentes, frutos secos (cápsulas) com sementes geralmente aladas (*Dyckia* e *Hechtia*) e vivem junto aos cactos e agaves, em pleno sol. As Bromelioideae apresentam folhas serrilhadas, denteadas ou com espinhos nas margens, e seus frutos podem ser secos (cápsulas) ou carnosos (bagas), como *Ananas*, *Bromelia*, *Aechmea*, *Nidularium* e *Cryptanthus*, muito cultivadas em jardins e vasos. Algumas formam, com as folhas, um depósito para captação de água, como uma cisterna, e as epífitas vivem em matas pluviais ou em ambientes com alta umidade relativa do ar. Em Tillandsioideae, as folhas apresentam margens lisas, sem espinhos ou dentes, os frutos são secos e as sementes contêm uma coroa de pêlos longos ("pappus"), que as auxiliam na dispersão pelo vento; em cultivo comercial, há algumas espécies de *Tillandsia* e algumas variedades de *Vriesea* e *Guzmania*, sendo estas em destaque entre as dez plantas mais comercializadas na Europa na década de 1980.

De acordo com Rauh (1979), Leme & Marigo (1993), o porte das bromélias é bastante variável, desde minúsculas plantas com aspecto de musgo (não superior a três centímetros), como algumas *Tillandsia*, até gigantescas espécies, como a *Puya raimondii* Harms. (Andes peruanos), que podem atingir até dez metros de altura.

Estudos de Martin (1994) sobre a ecofisiologia de bromélias terrestres e epífitas mostraram que existem surpreendentes semelhanças entre elas, embora ocupem situações geográficas bastante diferentes. O autor relatou que dois terços das bromélias apresentam metabolismo CAM (crassulacean acid metabolism, também designado como MAC, metabolismo ácido-crassuláceo). Essa gama evolutiva permite à família a ocorrência em áreas úmidas e de altas temperaturas, assim como em condições desérticas e adaptações em nível do mar até altitudes acima de 4000 metros.

Ainda, segundo Leme & Marigo (1993), o epifitismo proporciona vantagens para as bromélias: localização em pontos mais iluminados da floresta; redução parcial da atuação prejudicial de herbívoros; potencialização da participação da fauna na nutrição ou na polinização; maior eficiência na dispersão de sementes pelo vento.

Como desvantagem, citaram os substratos pobres em nutrientes, que limitam o desenvolvimento dos indivíduos, havendo necessidade de otimizar os recursos nutricionais. As espécies desprovidas de tanques, que não armazenam água e material orgânico, são exclusivamente xerófitas, com variados graus de suculência (*Tillandsia* e *Vriesea*), e por meio do metabolismo CAM, são verdadeiros filtros aéreos. Para Reitz (1983), as escamas (tricomas) são verdadeiras bombas de sucção. Em poucos segundos se intumescem como um mata-borrão.

A distribuição vertical das bromélias no interior das florestas tem lógica, de acordo com estudo feito por Reitz, 1983. Nas matas pluviais de Santa Catarina, há quatro níveis de posicionamento dos indivíduos. No caso das epífitas, o ângulo de crescimento formado pelos troncos, a textura da casca que os recobre e a disposição espacial dos galhos interferem na distribuição das plantas, assim como o tamanho, a idade e o tipo de folhagem que as árvores hospedeiras apresentam, pois esses fatores influem diretamente na disponibilidade de luz às bromélias, fazendo com que

algumas árvores sejam ocupadas mais intensamente pelas epífitas do que outras. Essa distribuição admite uma classificação das bromélias com relação aos aspectos ecológicos e nutricionais: bromélias terrestres desprovidas de tanques e com raízes funcionais chamadas solo-dependentes; as que apresentam tanques rudimentares e raízes funcionais chamadas prototanques; as tanque-dependentes, que contêm cisternas desenvolvidas e tricomas absorventes e, por último, as atmosféricas com avançado sistema fisiológico decorrentes da alta concentração de tricomas absorventes.

2.5. Distribuição geográfica

Acredita-se que as bromélias são nativas da América do Sul, pois é na região andina que encontramos a maioria das espécies primitivas. Dessa área, ter-se-iam irradiado pelo continente, atingindo a latitude 44° S no Chile e, através do istmo do Panamá, alcançado as Américas Central e do Norte até o Estado de Virgínia nos Estados Unidos (WILLIAMS, 1990). Apenas uma espécie não é nativa das Américas, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr., descoberta na Guiné, África, em 1937.

Em estudo mais detalhado, Leme & Marigo (1993) apontam três polos de dispersão: os Andes, o Planalto das Guianas e o leste brasileiro. No primeiro polo, encontramos as plantas da subfamília Tillandsioideae mais primitivas, embora especializadas. No Planalto das Guianas, também encontramos uma flora primitiva pertencente à subfamília Pitcairnioideae. No leste brasileiro, localizam-se as plantas mais evoluídas da subfamília Bromelioideae e também alguns táxons mais avançados de Pitcairnioideae e Tillandsioideae.

2.6. Propagação e reprodução

A reprodução de bromeliáceas dá-se via sexuada por sementes, ou vegetativamente, por divisão de touceiras e também por micropropagação. Jimenez

Mejias & Caballero Ruano (1990) afirmam que a forma vegetativa garante a variedade, mas resulta em altos custos na manutenção das matrizes, e que, portanto, a reprodução de bromélias em escala comercial, na Espanha, é feita por sementes ou por técnicas *in vitro*.

Andrade & Demattê (1999) citaram que as plantas são propagadas tanto por sementes como por brotos laterais e mudas desenvolvidas em laboratório por micropropagação (cultura de tecidos); entretanto, predomina a propagação utilizando sementes.

Segundo Rauh (1979), o uso da reprodução vegetativa é recomendado para espécies raras ou híbridos. O autor descreve que, para a obtenção de sementes, muitas vezes, são necessárias duas plantas da mesma espécie florescendo ao mesmo tempo, pois grande número de bromélias não realizam autofecundação. Assim, a aquisição de sementes pode ser feita por intermédio de importadores de sementes quando para o cultivo comercial.

A primeira dúvida em relação à propagação por sementes é quanto à época de semeadura. Alguns autores afirmam que o melhor é semear o mais rápido possível, pois as sementes perdem sua viabilidade muito rapidamente (BUTCHER, 1991b; DORR, 1990c).

O substrato para germinação pode ser algum tipo de musgo, imitando a situação natural de germinação onde as raízes encontrarão a aeração necessária (QUINN, 1990).

No Brasil, a experiência de Roberto Menescal (NOVAES, 1993) propõe a germinação das sementes em placas de xaxim, que são mantidas sempre úmidas. A germinação é conseguida após uns dez dias.

A temperatura mínima para boa germinação é de 21°C. Portanto, se necessário, recomenda-se o aquecimento das bandejas. Luminosidade intensa é desejável para que as plantas tenham bom poder de competição com algas e fungos. O controle de fungos é uma prática que deve ser utilizada (BRICKHILL, 1990).

Recomenda-se a esterilização das sementes com cloro e pulverizações com Captan®, além de manter as bandejas cobertas durante o primeiro mês de germinação. As sementes das espécies xerófitas, de *Tillandsias* e algumas *Vrieseas*,

muito sensíveis à umidade, seriam as únicas cuja germinação seria difícil numa bandeja com musgo ou turfa (BRICKHILL, 1990).

Rowe (1993) relata sua experiência com diferentes gêneros de bromeliáceas, utilizando bandejas com substrato de perlita e turfa, com aquecimento (26°C) e cobertura plástica. Ele conseguiu germinar as sementes em até três dias e transplantar as plântulas individualmente 21 dias após a semeadura.

O melhor pH para germinação de bromélias foi pesquisado por Pytlewski (1989). A maior taxa de germinação ocorreu em substrato com pH 4,0 tanto para *Guzmania* como para *Neoregelia*, 85% e 88%, respectivamente.

Um fator importante na propagação sexuada é o tempo necessário para que a nova planta se estabeleça. Para *Vriesea*, foram necessários cinco anos para a floração das novas plantas (TREVOR, 1990).

Em busca de população mais homogênea, foi desenvolvida uma técnica de reprodução vegetativa *in vitro*. Pierik *et al.* (1989) utilizaram meristemas de *Aechmea fulgens* Brongn. e conseguiram taxa de multiplicação de 10 por 1 em 12 semanas de cultivo. As plantas floresceram normalmente, porém não foi citado o tempo decorrido da inoculação ao florescimento.

Outro trabalho realizado com sucesso foi desenvolvido por Mercier & Kerbauy (1995). Preocupados com a preservação das espécies da Mata Atlântica, utilizaram o método de cultura de tecidos para a propagação de *Vriesea fosteriana* (Harvey Kendall) e *Vriesea hieroglyphica* (Carrière) E. Morren. Todas as plantas sobreviveram em casa de vegetação e apresentaram fenótipos normais.

Na propagação *in vitro*, a maior dificuldade é a obtenção de material estéril para a propagação. As gemas retiradas da base das plantas podem estar contaminadas por microrganismos. Além disso, os tecidos de bromélias oxidam-se facilmente pelo ar, sendo necessário o uso de antioxidantes no meio de cultura. Assim, o uso de propagação *in vitro* para alguns híbridos de *Aechmea* pode ser antieconômico. Para *Vriesea*, *Nidularium* e *Cryptanthus*, esse método é utilizado (LERCARI, 1983).

Hoje, já existe a produção especializada em mudas de bromélias. Para o produtor, cujo produto final são plantas floridas ou de folhagem ornamental, pode ser

interessante a compra de mudas, eliminando assim o processo de obtenção das plantas, tanto por sementes como por micropropagação.

2.7. Descrição das espécies selecionadas

2.7.1. Descrição *Nidularium innocentii* Lem.

Moreira (2007) descreve a espécie como sendo epífita terrestre ou rupícola de porte herbáceo, 20 cm de altura, com florescimento vistoso. As folhas são lineares, vinácea, com margem serrilhada e dispostas em roseta partindo da base. A inflorescência é curta, podendo ou não ultrapassar as bainhas foliares com brácteas com margem serrilhada, geralmente vermelhas, mas apresentam grande variabilidade de cores. As flores são brancas e diminutas. Seu florescimento ocorre nos meses de novembro a dezembro.



FIGURA A: Exemplar da espécie *Nidularium innocentii* Lem. evidenciando suas características morfológicas externas. Fonte: Instituto de Botânica de São Paulo.

2.7.2. Descrição *Nidularium rubens* Mez

Espécie terrestre rizomatosa de porte herbáceo, 30 cm de altura, com florescimento vistoso. As folhas são lineares, vinácea clara, com margem serrilhada e dispostas em roseta partindo da base. A inflorescência curta, ultrapassando ou não as bainhas foliares com brácteas com margem serrilhada, vistosas, verdes a vermelhas no ápice. As flores são alva-avermelhada e diminutas. Floresce de janeiro a fevereiro. Floresce de fevereiro a julho (MOREIRA, 2007).



FIGURA B: Exemplares da espécie *Nidularium rubens* Mez evidenciando suas características morfológicas externas. Fonte: Instituto de Botânica de São Paulo.

2.7.3. Descrição *Nidularium minutum* Mez

Segundo Moreira (2007), a espécie é terrestre rizomatosa de porte herbáceo, 30 cm de altura, com florescimento vistoso. As folhas são lineares, verde

clara, com margem serrilhada e dispostas em roseta partindo da base. A inflorescência é longa, ultrapassando as bainhas foliares com brácteas com margem serrilhada, vistosas, verdes a vermelhas no ápice. As flores são brancas e diminutas. Floresce de janeiro a fevereiro.

2.7.4. Descrição *Pitcairnia flammea* Lindl.

Espécie terrestre de porte herbáceo, rizomatosa, entouceirada, 70 cm de altura, com florescimento vistoso. As folhas são lineares, estreitas, longas, coriáceas, sem espinhos e dispostas em roseta partindo da base. As inflorescências são eretas, se elevam acima da folhagem, com flores pequenas, alongadas, vermelhas e vistosas. Seu florescimento ocorre em todo verão (LORENZI & SOUZA, 1998).



FIGURA C: Exemplar da espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando suas características morfológicas externas. Fonte: Lorenzii & Souza, 1998.

2.7.5. Descrição *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

Espécie terrestre de porte herbáceo robusto, 1,0 a 1,5m de altura, acaule com numerosas folhas laminares, longas, coriáceas, dispostas em roseta gigante, ornamentais e avermelhadas quando novas. A inflorescência é alta, ereta, terminal, ramificada, com brácteas brilhantes, marrom-avermelhadas. As flores são amarelas e numerosas (LORENZI & SOUZA, 1998).



FIGURA D: Exemplar da espécie *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. evidenciando suas características morfológicas externas. Fonte: Instituto de Botânica de São Paulo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. A espécie *Nidularium innocentii* Lem.

A semente de *Nidularium innocentii* Lem. tem cerca de $3\text{ mm} \pm 0,4\text{ mm}$ de comprimento por $1\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$ de diâmetro. O hilo pode ser observado na extremidade mais afilada da semente. A semente tem coloração que varia de preta a marrom escura (Fig. 1).

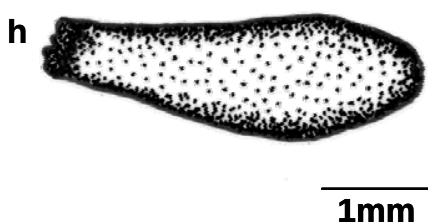


FIGURA 1. Vista lateral da semente de *Nidularium innocentii* Lem.
Legenda: h – hilo;

Através da microscopia eletrônica de varredura, pode-se observar que a semente é fusiforme, e que na extremidade mais afilada se encontra o hilo (Fig. 2).

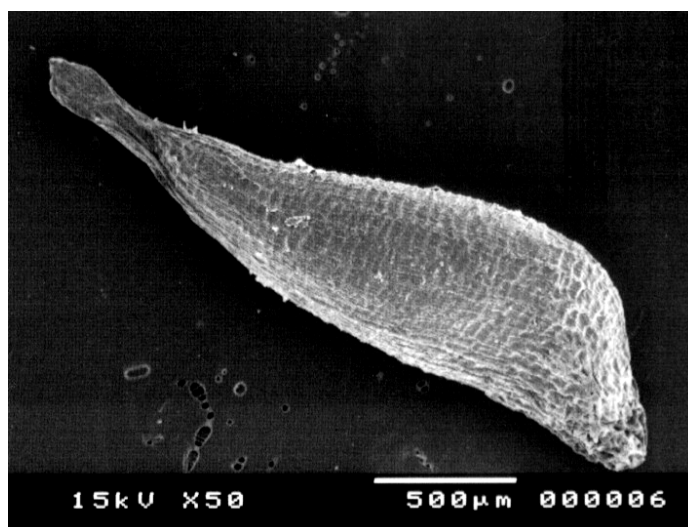


FIGURA 2. Semente de *Nidularium innocentii* Lem.

Na Fig. 3-A, observa-se o hilo da semente e a forma das células do tegumento da semente (Fig. 3-B). O tegumento possui células com forma isoquadrangular, com disposição justaposta e alinhadas.

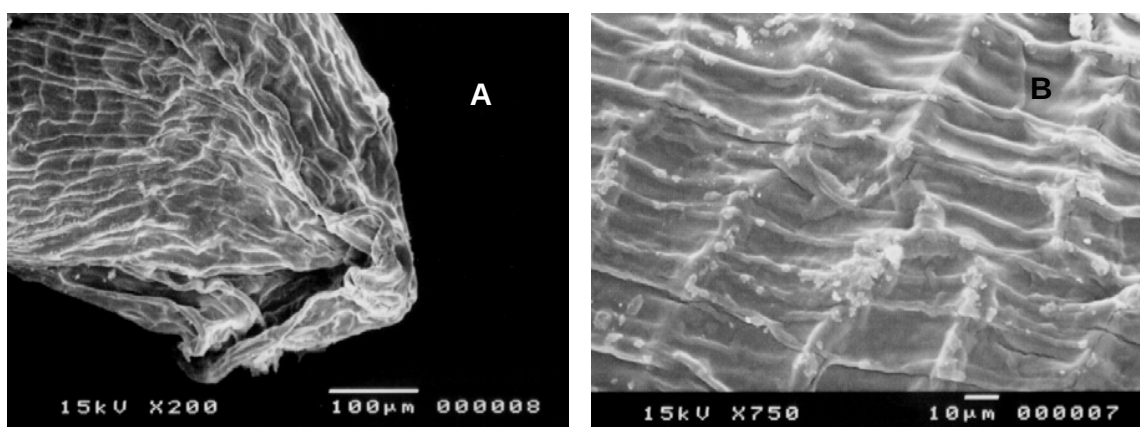


FIGURA 3. Semente de *Nidularium innocentii* Lem. A: detalhes do hilo; B: detalhes das células do tegumento da semente.

O corte transversal da semente evidenciou a presença de um tegumento externo (testa) com apenas uma camada de células justapostas. Abaixo da testa,

encontra-se o endosperma, formado por células pequenas, compactas e sem espaços intercelulares (Fig. 4). Nota-se a presença de inúmeros grãos de amido no interior dessas células.

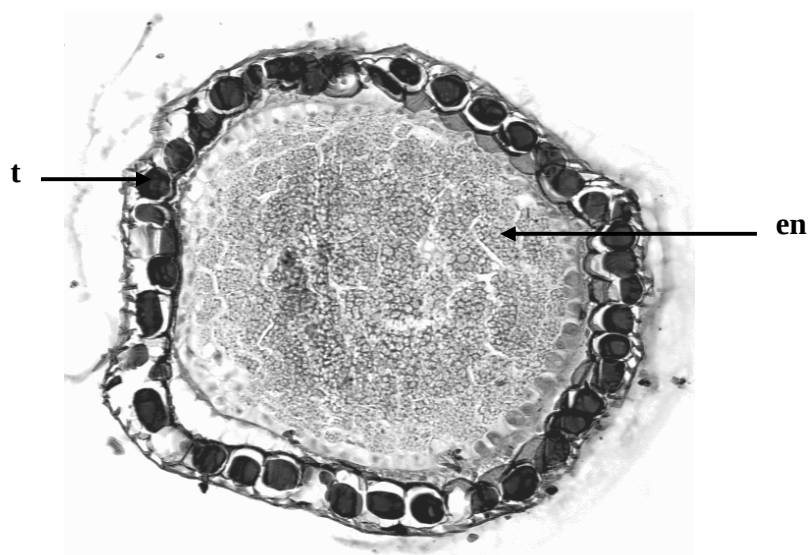


FIGURA 4. Corte transversal da semente de *Nidularium innocentii* Lem. evidenciando as células do tegumento e do endosperma da semente.
Legenda: t – tegumento; en – endosperma.

O embrião da semente é basal, periférico, rudimentar e se localiza na porção basal da semente, próximo ao hilo. O embrião tem formato cônico e é constituído por um grande número de células de paredes delgadas. Não há uma linha clara de separação entre o cotilédone e o eixo hipocótilo-radícula. O embrião é levemente inclinado em relação ao eixo da semente (Fig. 5).

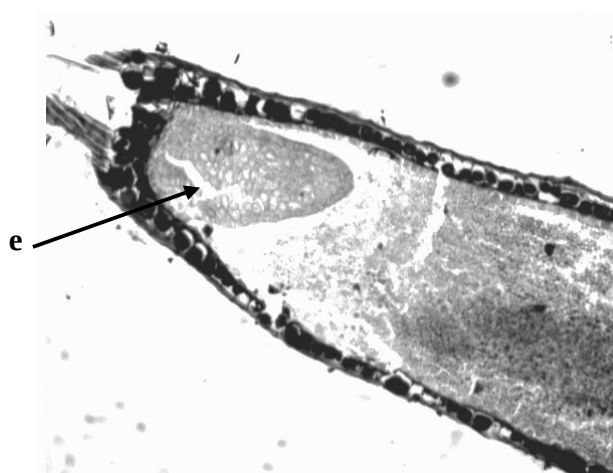


FIGURA 5. Corte longitudinal da semente de *Nidularium innocentii* Lem. mostrando o eixo embrionário da semente.
Legenda: e - embrião

A germinação das sementes de *Nidularium innocentii* var. *Innocentii* Lem. é hipógea e do tipo adjacente e se inicia com o entumescimento dos tecidos de reserva e do eixo embrionário da semente, seguido pelo crescimento do eixo hipocótilo-radícula, com forma cilíndrica e rugosa (Fig. 6)

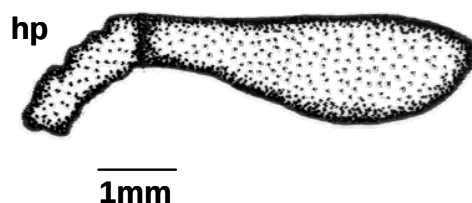


FIGURA 6. Início da germinação da semente de *Nidularium innocentii* Lem.: crescimento do eixo hipocótilo-radícula.
Legenda: hp – eixo hipocótilo-radícula

A seguir, inicia-se a diferenciação da raiz primária (Fig. 7). Com o crescimento do hipocótilo, ocorre uma dilatação no lado oposto à raiz primária e o rompimento do tecido, ocorrendo a emergência da plúmula (Fig. 7).

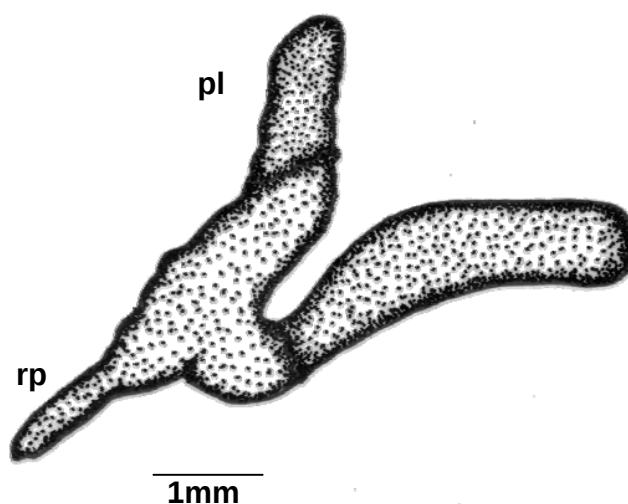


FIGURA 7. Início da emissão da raiz primária e crescimento da plúmula em *Nidularium innocentii* Lem. durante o processo germinativo.
Legenda: rp – raiz primária; pl – plúmula

Concomitante ao crescimento da plúmula, inicia-se o crescimento de pêlos absorventes na extremidade da raiz primária (Fig. 8-A) e a expansão da primeira folha lanceolada constituída de bainha e lâmina (Fig. 8-B).

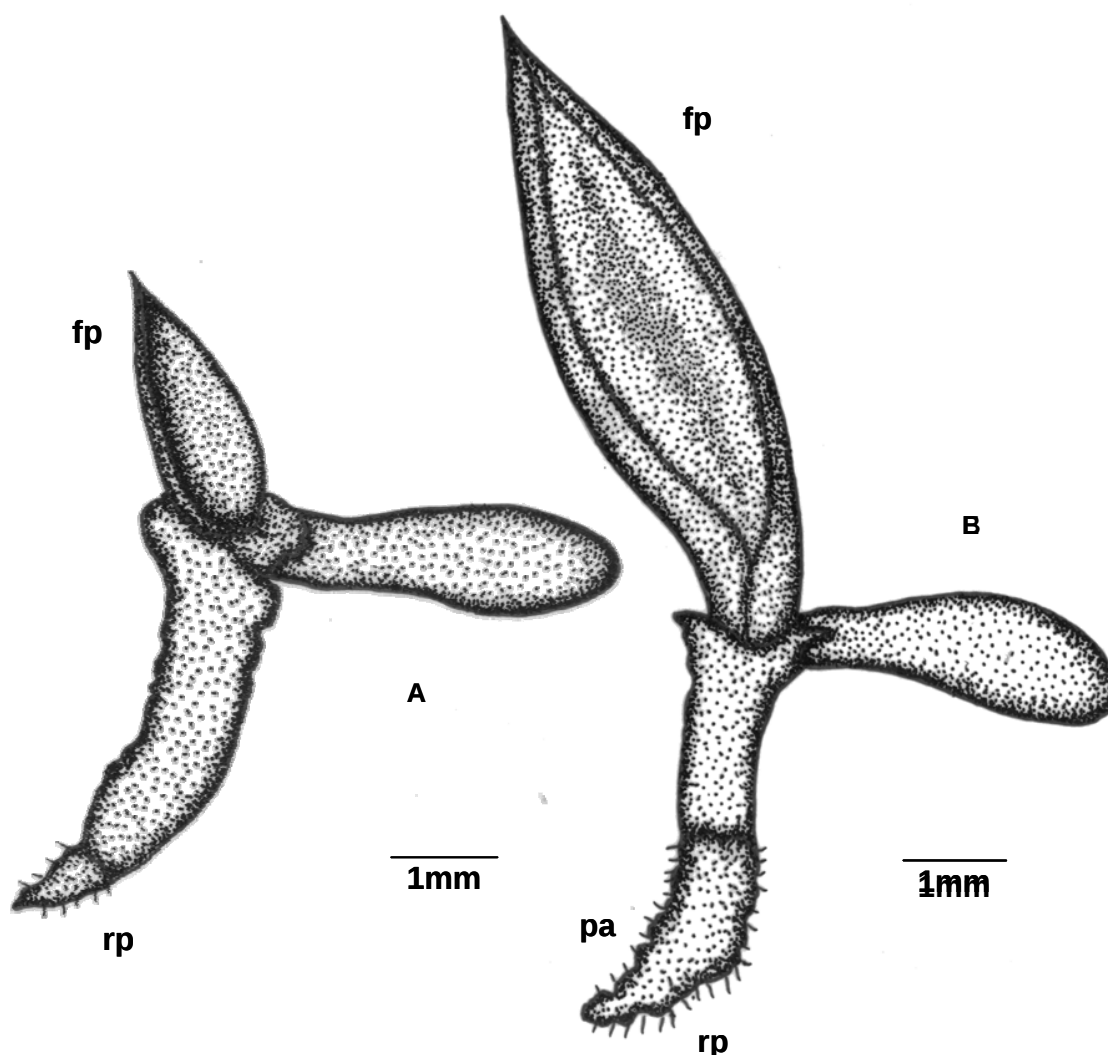


FIGURA 8. Aspecto da plântula de *Nidularium innocentii* Lem.: A – crescimento da raiz primária, dos pêlos absorventes e início da emissão da folha primária; B: crescimento da raiz primária e de pêlos absorventes e início da expansão da folha primária.
Legenda: rp – raiz primária; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária.

Na etapa seguinte, a folha primária continua se alongando e se abre completamente. Nesta fase, ocorre intenso crescimento de raízes adventícias e dos pêlos absorventes que recobrem todas as extremidades das raízes (Fig. 9).

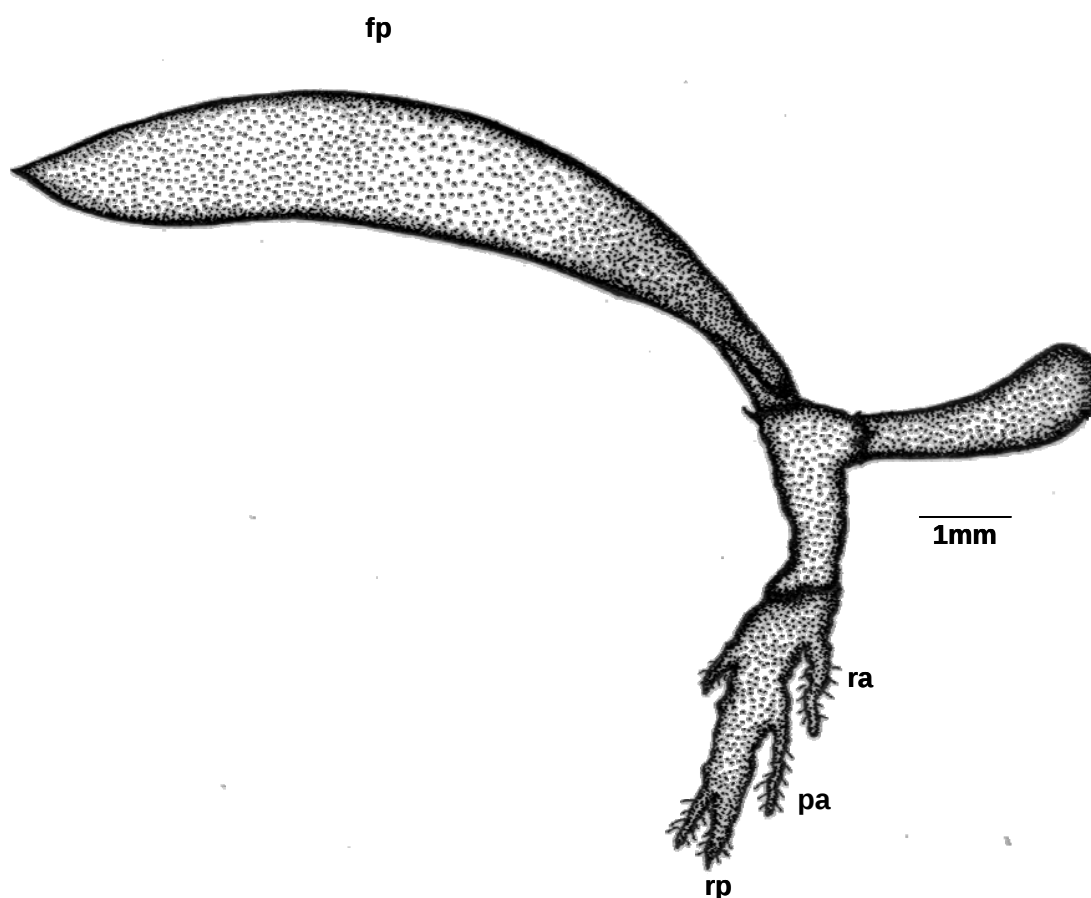


FIGURA 9. Aspecto da plântula de *Nidularium innocentii* Lem. evidenciando o crescimento da raiz primária, intenso crescimento de raízes adventícias e pêlos absorventes, bem como o crescimento da folha primária.

Legenda: rp – raiz primária; ra – raízes adventícias; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária.

Na etapa seguinte, a folha primária já está completamente expandida e observa-se o crescimento da folha secundária e sua abertura. Nesta fase, ainda ocorre intenso crescimento de raízes adventícias e dos pêlos absorventes (Fig. 10-A e B).

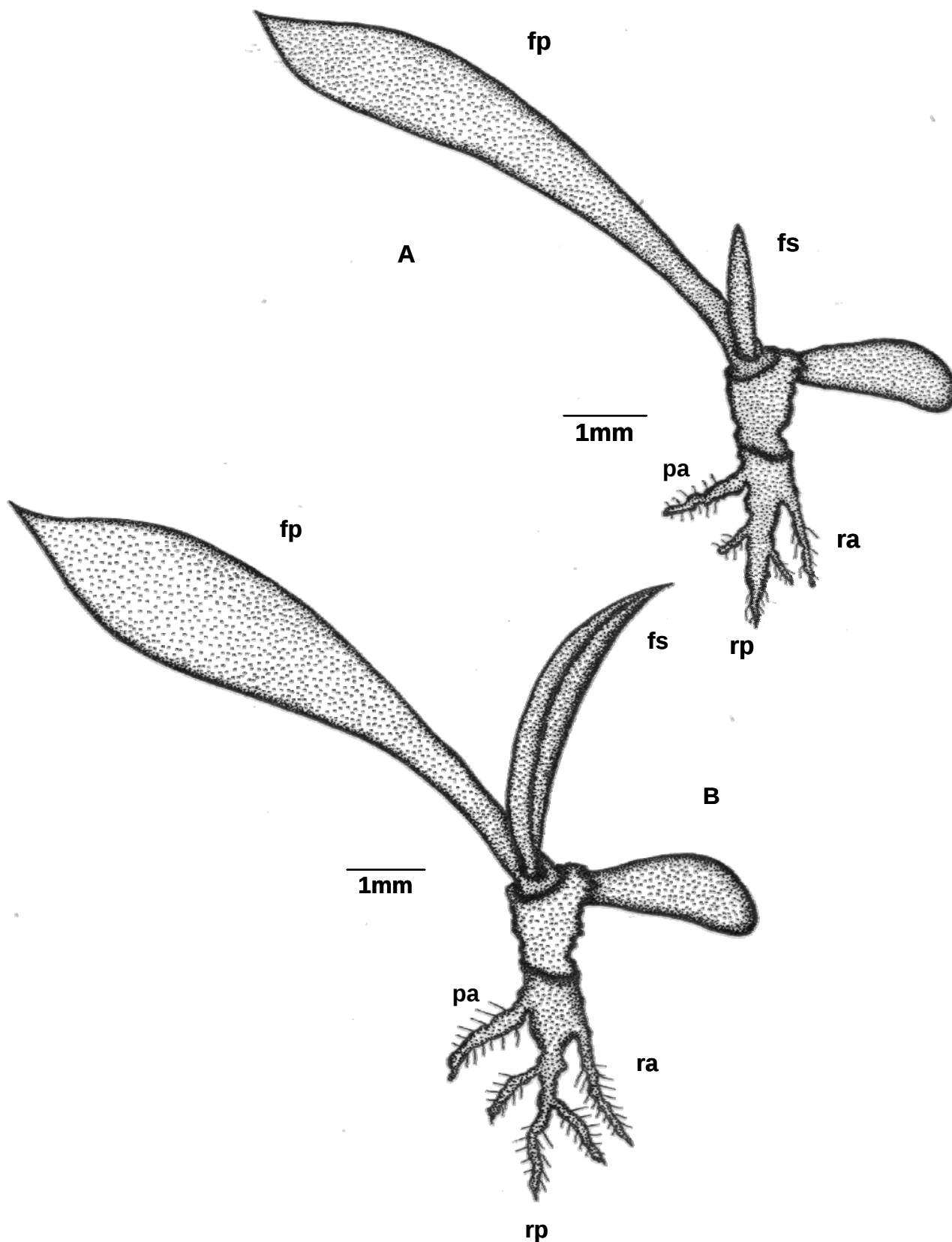


FIGURA 10. Aspecto da plântula de *Nidularium innocentii* Lem.: A e B – plântula evidenciando o crescimento intenso de raízes adventícias e de pêlos absorventes, bem como o crescimento da folha secundária.

Legenda: rp – raiz primária; ra – raízes adventícias; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária; fs – folha secundária.

Na elétron-micrografia de varredura da plântula em um estágio mais avançado, observa-se sistema o radicular fasciculado, a folha lanceolada, com nervuras paralelas(Fig. 11).

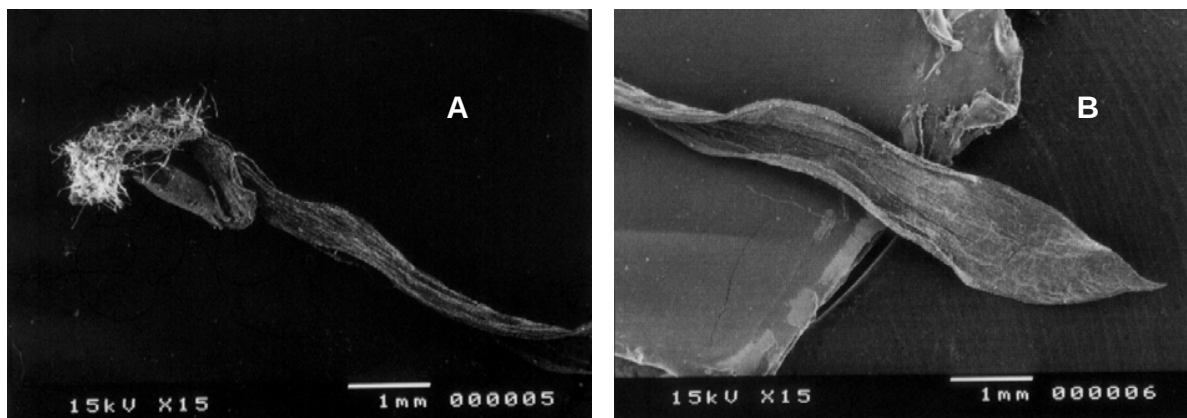


FIGURA 11. Plântula de *Nidularium innocentii* Lem. : A – detalhes das raízes adventícias; B – detalhes da folha primária.

Observou-se que as células da epiderme do hipocótilo são poliédricas, alongadas e justapostas (Fig. 12).

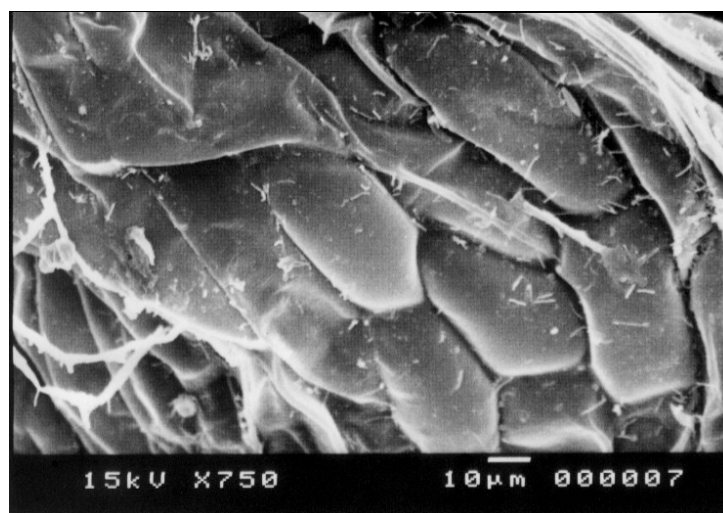


FIGURA 12. Detalhe das células da bainha foliar da plântula de *Nidularium innocentii* Lem.

Na figura 13-A, observa-se com detalhe a face superior da folha primária com células bastante alongadas. Já a figura 13-B, mostra a face inferior da folha primária com células poliédricas com paredes sinuosas com aspecto reticulado. Não foi detectado a presença de estômatos em ambas as faces da folha.

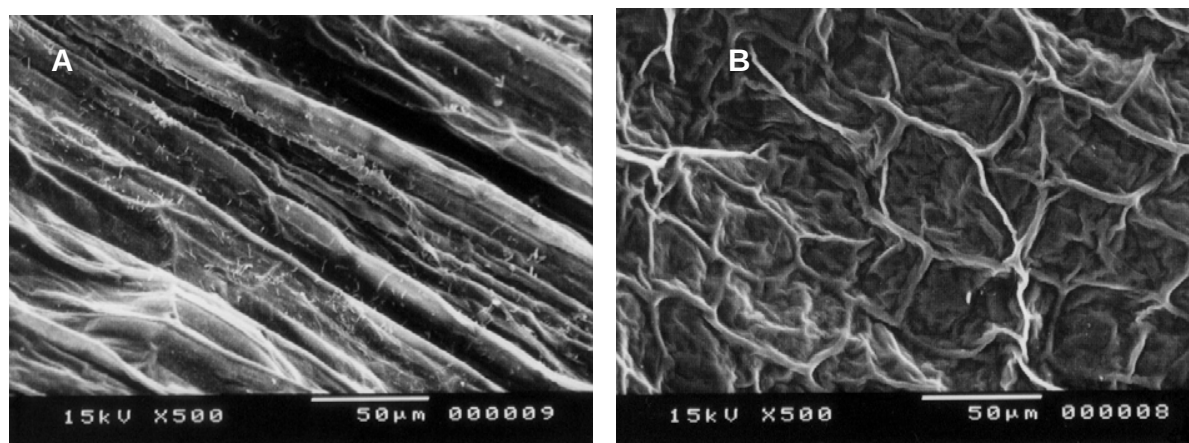


FIGURA 13. Plântula de *Nidularium innocentii* Lem. A – detalhe da face superior da folha primária.; B – detalhe da face inferior da folha primária.

O sistema radicular é constituído por raízes cilíndricas que apresentam algumas regiões mais dilatadas. As extremidades das raízes são rugosas e de maior espessura quando comparadas com a região mediana que é de mais glabras e de menor calibre (Fig. 14).

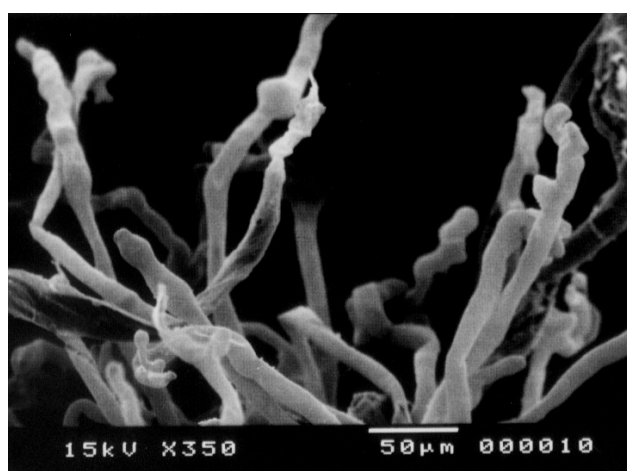


FIGURA 14. Detalhe das raízes da plântula de *Nidularium innocentii* Lem.

4.2. A espécie *Nidularium rubens* Mez

A semente de *Nidularium rubens* Mez é elíptica, com cerca de $2.5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de comprimento por $1,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ de diâmetro. Em uma das suas extremidades observa-se o hilo. A semente tem coloração de marrom clara a escura (Fig. 15).

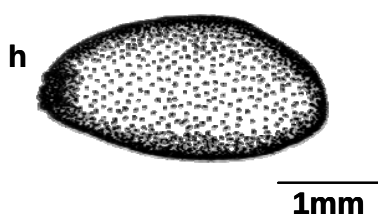


FIGURA 15. Vista lateral da semente de *Nidularium rubens* Mez.
Legenda: h – hilo;

Pela microscopia eletrônica de varredura observou-se que a semente tem forma elíptica levemente curvada, sendo que em uma das extremidades observa-se o hilo (Fig. 16).



FIGURA 16. Semente de *Nidularium rubens* Mez.

Na figura 17-A, observa-se o hilo da semente e a forma externa das células do tegumento da semente, que apresentam um padrão estriado (Fig. 17-B).

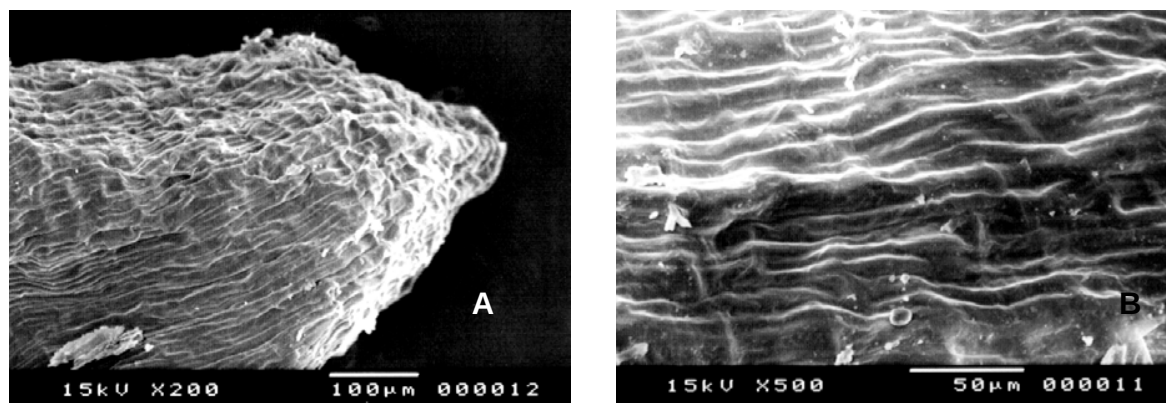


FIGURA 17. Semente de *Nidularium rubens* Mez: A - detalhes do hilo; B – detalhes das células do tegumento da semente.

Nos cortes realizados na semente, observou-se que esta apresenta testa com uma camada de células alongadas e justapostas (Fig. 18). O endosperma é formado por células pequenas, compactas, sem espaços intercelulares e com grãos de amido. O embrião é periférico, rudimentar e se localiza na porção basal da semente, próximo ao hilo. O embrião tem forma cônica e é constituído por um grande número de células de paredes delgadas. Não há uma linha clara de separação entre cotilédone e o eixo hipocótilo-radícula. O embrião é levemente inclinado em relação ao eixo da semente.

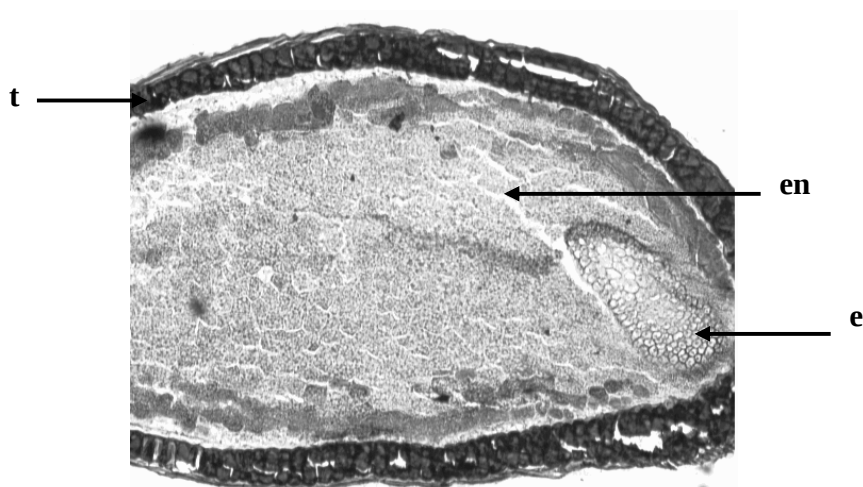


FIGURA 18. Corte longitudinal da semente de *Nidularium rubens* Mez: células do tegumento da semente e as células do eixo embrionário.

Legenda: t – tegumento; en – endosperma; e – eixo embrionário

A germinação das sementes de *Nidularium rubens* Mez. é hipógea e do tipo adjacente e se inicia com o entumescimento dos tecidos de reserva e do eixo embrionário da semente, seguido pelo crescimento do eixo hipocótilo-radícula, com forma cilíndrica e rugosa (Fig. 19).

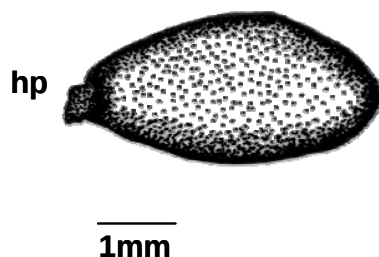


FIGURA 19. Início da germinação da semente de *Nidularium rubens* Mez : início da emissão do eixo hipocótilo-radícula.

Legenda: hp – eixo hipocótilo-radícula

A seguir, ocorre a diferenciação da raiz primária que apresenta extremidade recoberta por pêlos absorventes (Fig. 20-A). Com o crescimento do hipocótilo ocorre uma dilatação no lado oposto à raiz primária e o rompimento do tecido, ocorrendo a emergência da plúmula (Fig. 20-B).

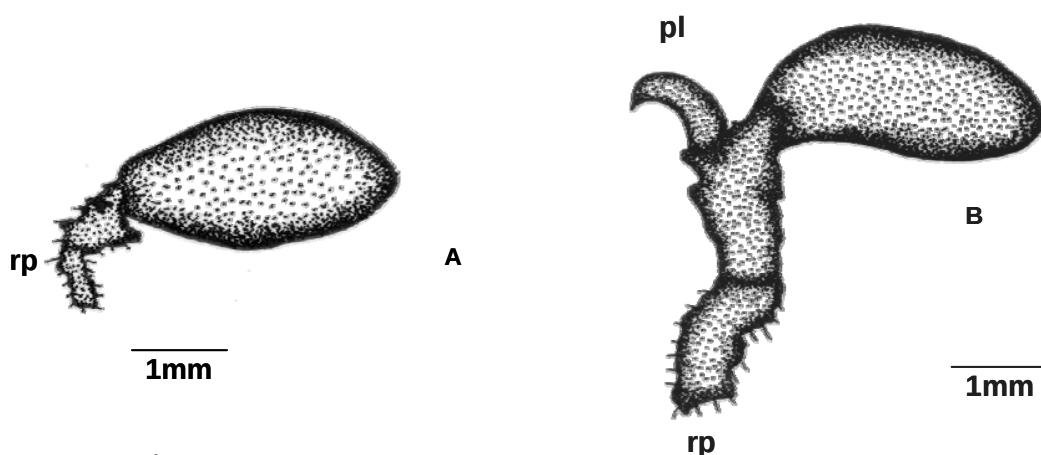


FIGURA 20. Início da germinação da semente de *Nidularium rubens* Mez: A – crescimento do eixo hipocótilo-radícula; B - crescimento da plúmula.

Legenda: rp – raiz primária; pl – plúmula

Com o crescimento da plúmula, inicia-se o crescimento da raiz primária e de raízes adventícias (Fig. 21). As raízes adventícias assim como a raiz primária são recobertas por pêlos absorventes.

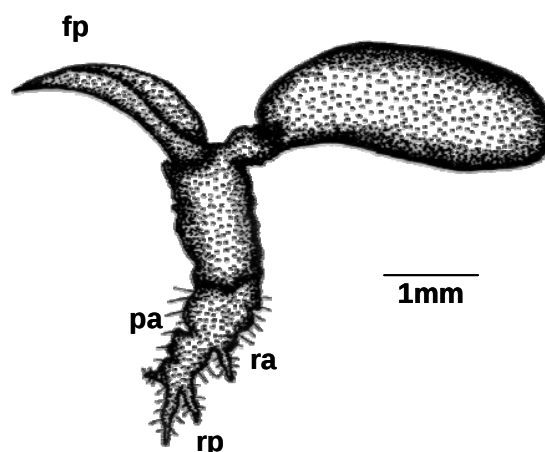


FIGURA 21. Aspecto da plântula de *Nidularium rubens* Mez: início da emissão das raízes adventícias e crescimento da folha primária.

Legenda: rp – raiz primária; ra – raiz adventícia; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária

A primeira folha é simples e lanceolada. Posteriormente inicia-se a expansão da segunda folha e um intenso crescimento de raízes adventícias (Fig. 22).

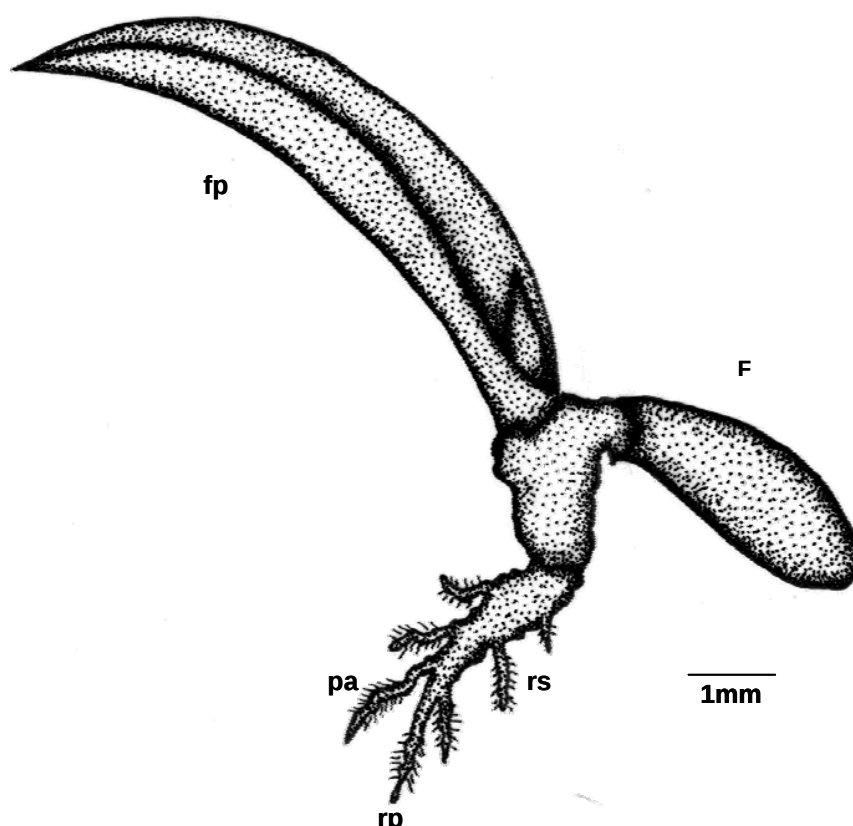


FIGURA 22. Aspecto da plântula de *Nidularium rubens* Mez: F – vista frontal da plântula com intenso crescimento de raízes adventícias, a folha primária expandida e início do crescimento da folha secundária.

Legenda: rp – raiz primária; rs – raiz secundária; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária

A folha secundária continua se alongando e concomitantemente crescem as raízes adventícias. Esta cresce em menor velocidade quando comparada com a folha primária (Fig. 23-A). Após o crescimento total da segunda folha, inicia-se o crescimento da terceira folha e intenso crescimento de raízes adventícias (Fig. 23-B).

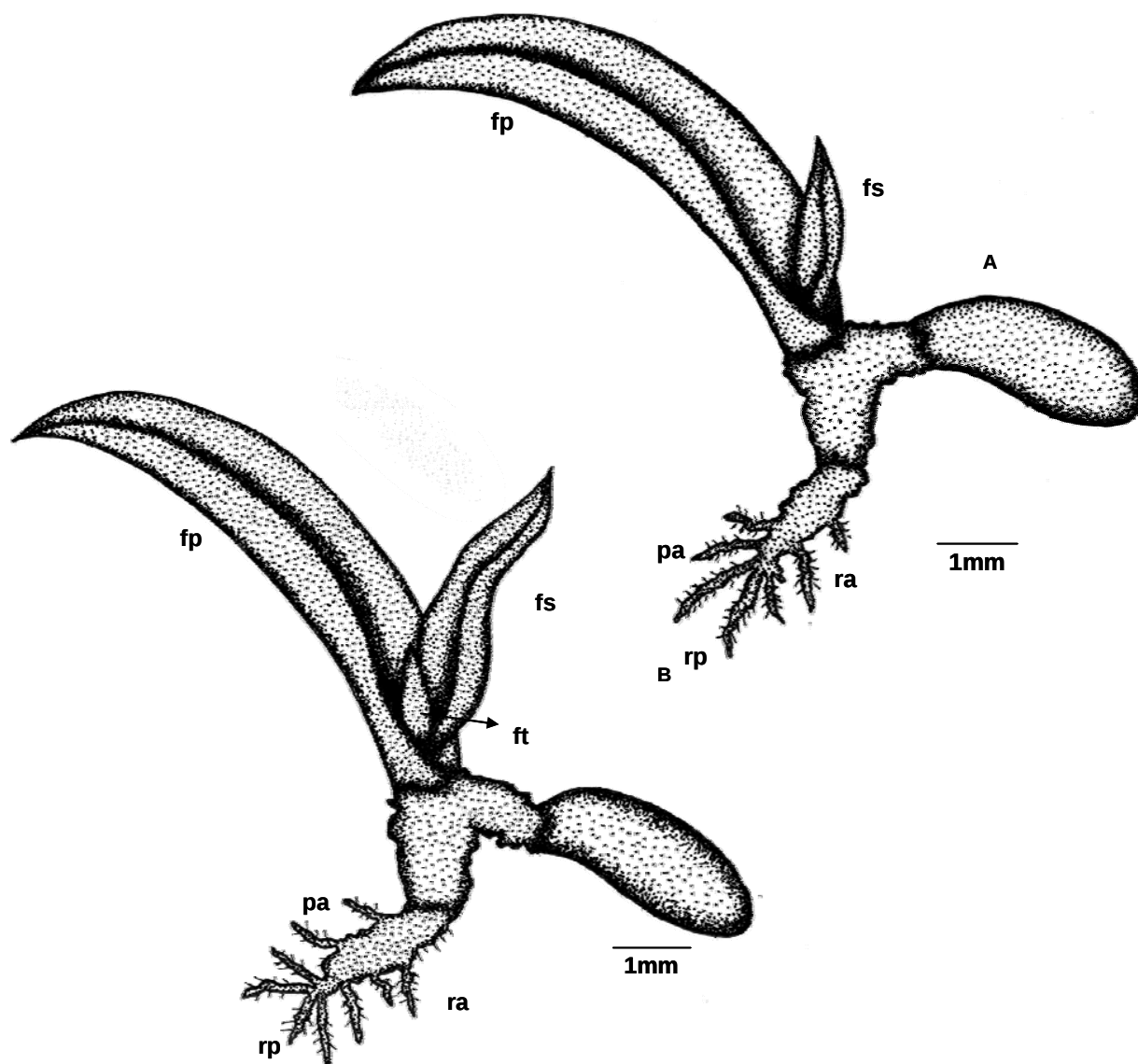


FIGURA 23. Aspecto da plântula de *Nidularium rbens* Mez: A – plântula evidenciando o intenso crescimento de raízes adventícias e início do crescimento da folha secundária; B - plântula com intenso crescimento de raízes adventícias e início do crescimento da terceira folha.
 Legenda: rp – raiz primária; ra – raiz adventícia; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária; fs – folha secundária; ft – terceira folha

Na elétron-micrografia de varredura da plântula em um estágio mais avançado observa-se intenso crescimento de raízes adventícias, a primeira folha lanceolada, com nervuras paralelas (Fig. 24).

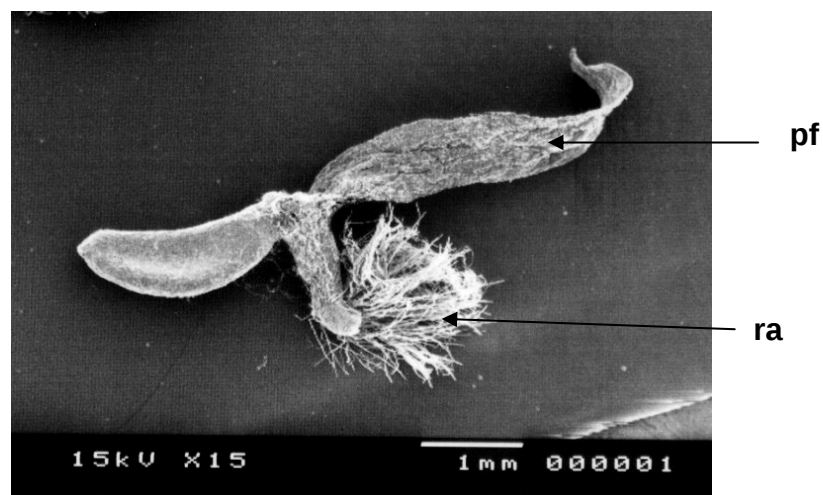


FIGURA 24. Plântula de *Nidularium rubens* Mez
Legenda: pf - primeira folha; ra – raízes adventícias.

Observou-se que as células da epiderme do hipocótilo são poliédricas, alongadas e justapostas (Fig. 25).

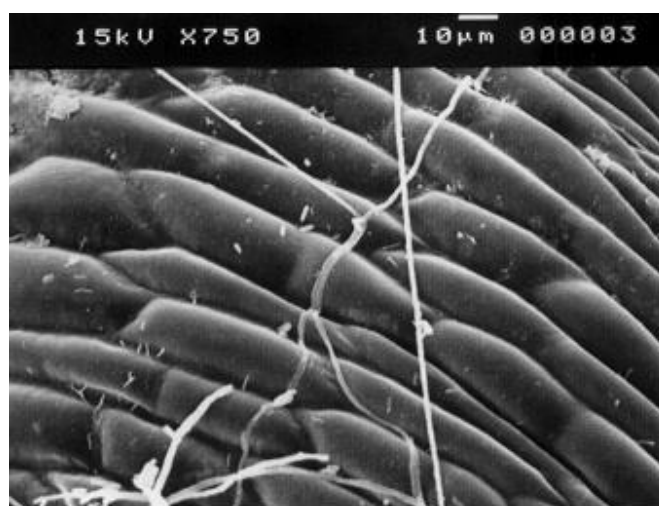


FIGURA 25. Detalhe das células do hipocótilo da plântula de *Nidularium rubens* Mez

Na face superior da folha primária as células são poliédricas e pouco alongadas (Fig. 26-A). Na face inferior da folha primária as células são poliédricas com paredes sinuosas (Fig. 26-B).

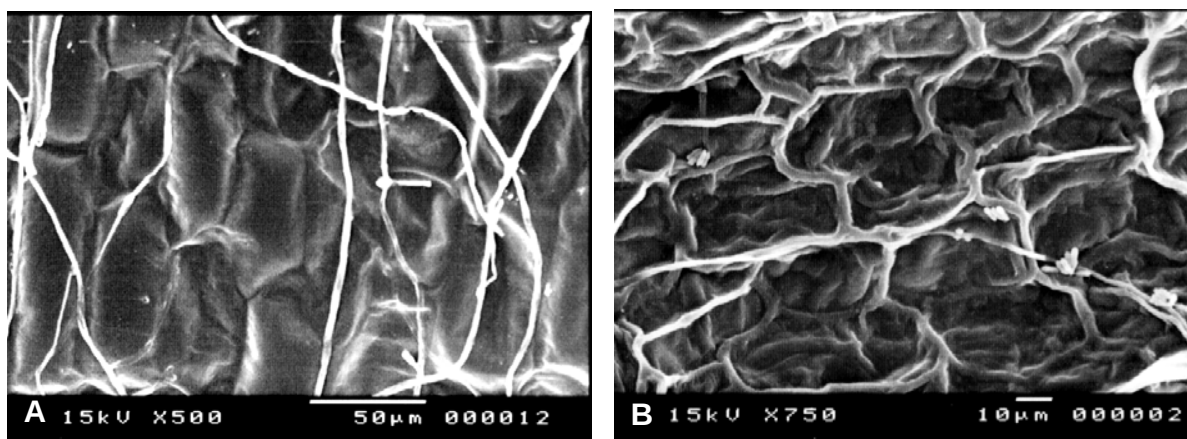


FIGURA 26. A e B: Detalhe da plântula de *Nidularium rubens* Mez. mostrando a face superior (A) e a face inferior (B) da folha primária.

Foi observada a presença de estômatos somente na face inferior da folha, constituídos por duas células reniformes e duas células subsidiárias, caracterizando os estômatos (Fig. 27)

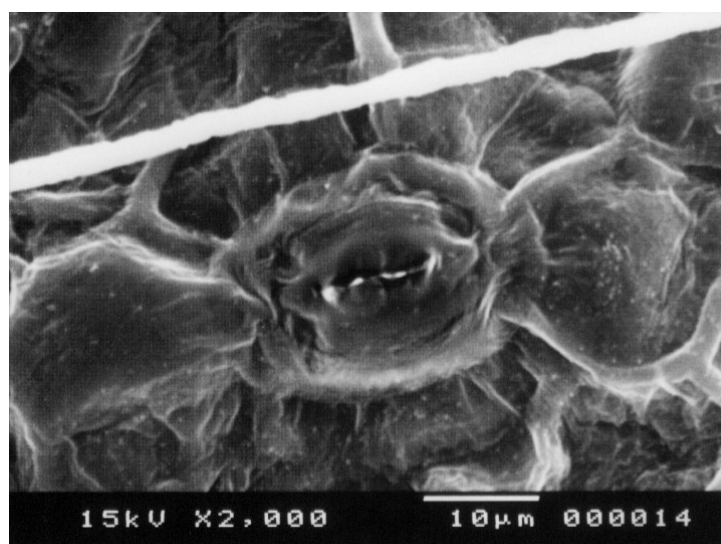


FIGURA 27. Estômato presente na face inferior da folha primária da plântula de *Nidularium rubens* Mez

Em detalhe, a figura 28 mostra as raízes da plântula que são cilíndricas e glabras e apresentam algumas regiões mais dilatadas.

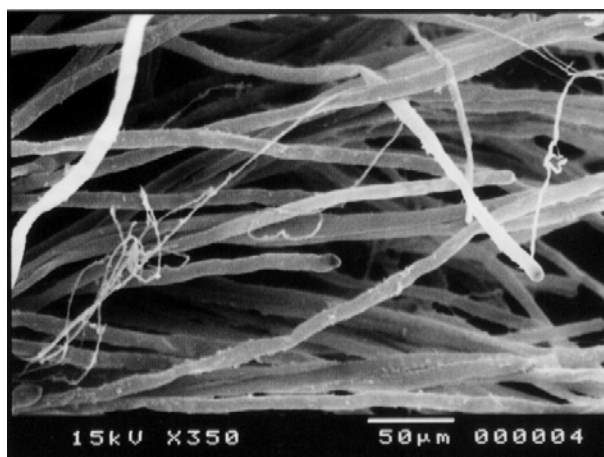


FIGURA 28. Detalhe das raízes da plântula de *Nidularium rubens* Mez.

4.3. A espécie *Nidularium minutum* Mez

A semente de *Nidularium mimitum* Mez tem cerca de $3\text{ mm} \pm 0,6\text{ mm}$ de comprimento por $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ de diâmetro. Em uma das suas extremidades observa-se o hilo. A semente tem coloração de preta a marrom escura (Fig. 29)

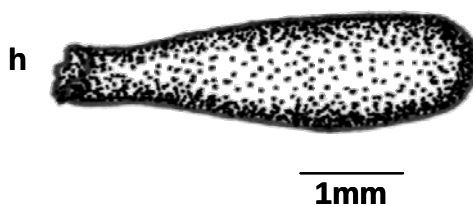


FIGURA 29. Vista lateral da semente de *Nidularium minutum* Mez
Legenda: h – hilo;

Através da microscopia eletrônica de varredura, pode-se observar que a semente é fusiforme sendo que na extremidade mais larga se encontra o hilo (Fig. 30).

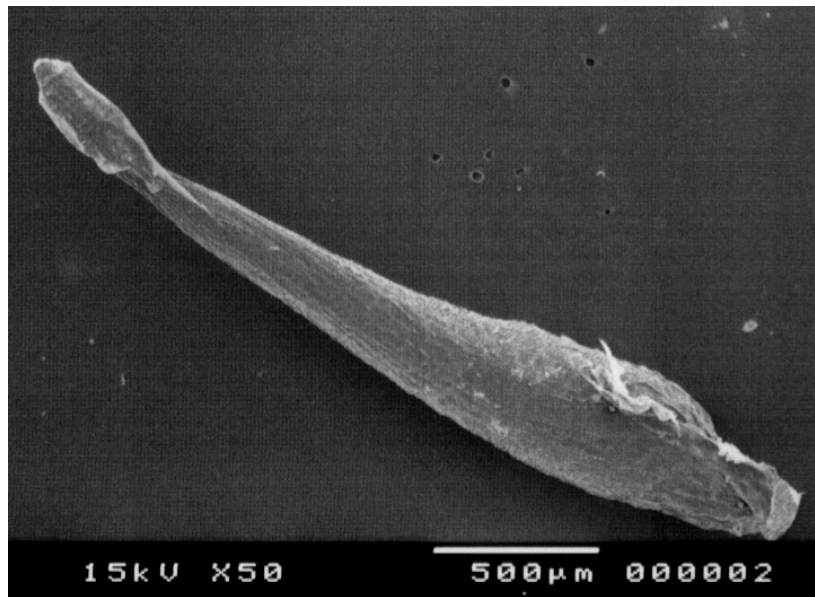


FIGURA 30. Semente de *Nidularium mimitun* Mez

O hilo está localizado na extremidade mais larga da semente (Fig. 31-A). O tegumento apresenta células com padrão estriado (Fig. 31-B).

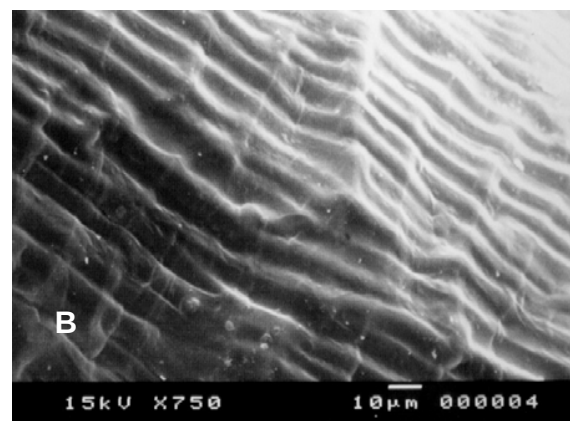
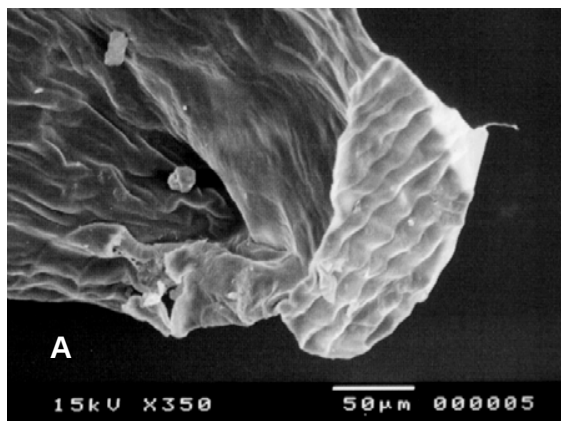


FIGURA 31: Semente de *Nidularium minutum* Mez.: A - detalhe do hilo e B – detalhes das células do tegumento da semente.

O corte transversal da semente mostrou que o tegumento com apenas uma camada de células (testa) justapostas. Abaixo da testa, o endosperma, é formado por células pequenas, compactas e sem espaços intercelulares (Fig. 32). Nota-se a presença de inúmeros grãos de amido.

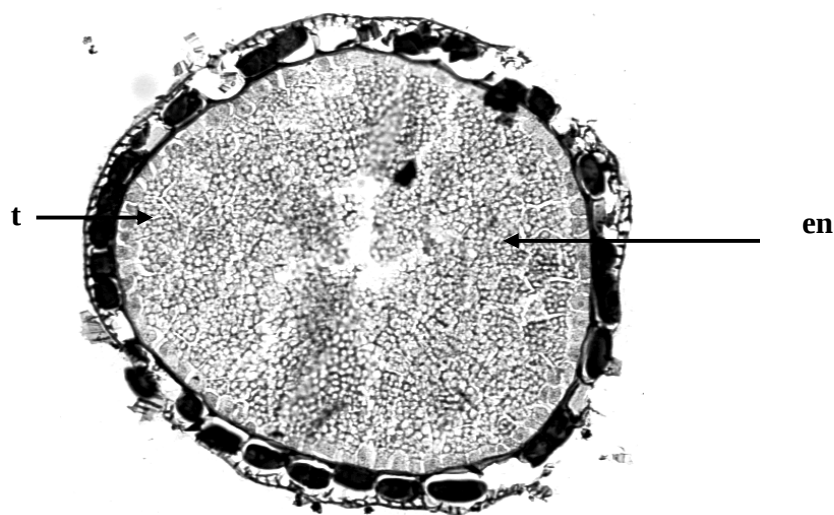


FIGURA 32. Corte transversal da semente de *Nidularium minutum* Mez
Legenda: t – tegumento; en – endosperma.

O embrião é basal, rudimentar e se localiza próximo ao hilo. O embrião tem forma cônica e é constituído por um grande número de células de paredes delgadas. Não há uma linha clara de separação entre cotilédone e o eixo hipocótilo-radícula. O embrião é paralelo ao eixo da semente. (Fig. 33).

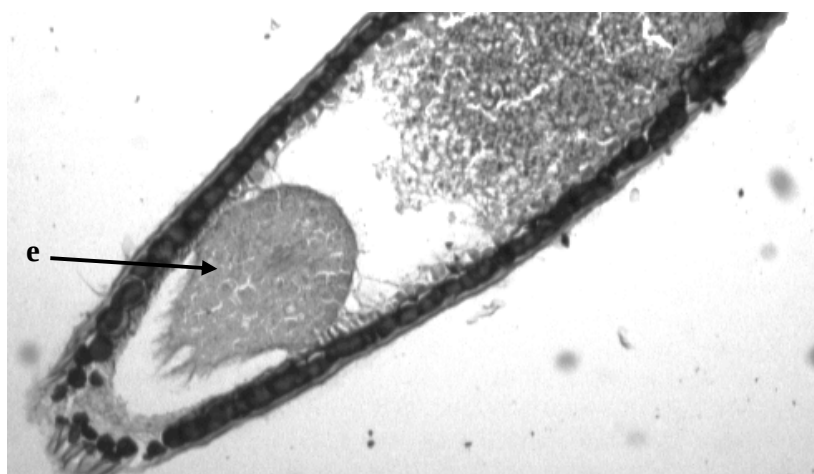


FIGURA 33. Corte longitudinal da semente de *Nidularium minutum* Mez mostrando o eixo embrionário da semente.
Legenda: e – eixo embrionário

A germinação das sementes de *Nidularium minutum* Mez. é hipógea e do tipo adjacente e se inicia com o entumescimento dos tecidos de reserva e do eixo embrionário da semente, seguido pelo crescimento do eixo hipocótilo-radícula, com forma cilíndrica e rugosa (Fig. 34)

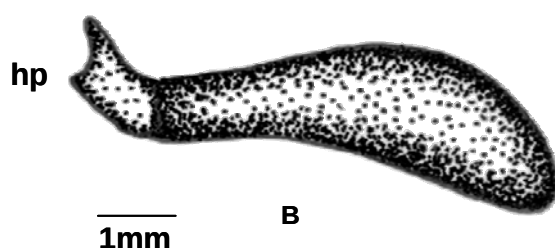


FIGURA 34. Início da germinação de *Nidularium minutum* Mez: crescimento do eixo hipocótilo radícula.
Legenda: hp – eixo hipocótilo radícula.

A seguir, ocorre a emissão da raiz primária que apresenta extremidade recoberta por pêlos absorventes (Fig. 35-A). Com o crescimento do hipocótilo ocorre uma dilatação no lado oposto à raiz primária e o rompimento do tecido, ocorrendo a emergência da plúmula (Fig. 35-B).

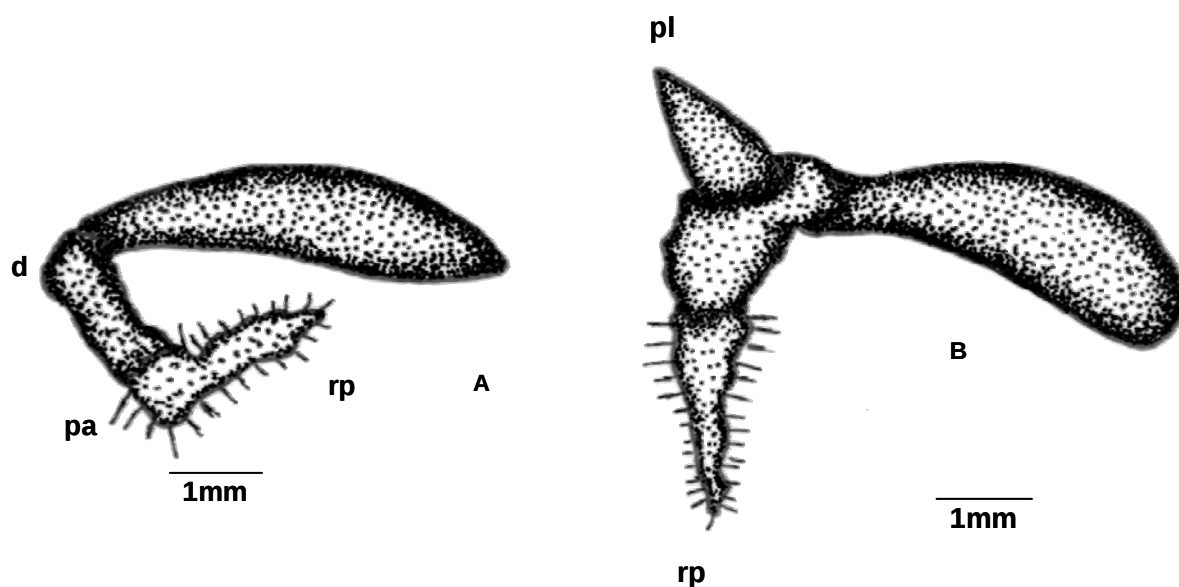


FIGURA 35 A e B. Aspecto da plântula *Nidularium minutum* Mez: A – início da emissão da raiz primária e dilatação da parte superior do botão germinativo; B – emergência da plúmula.
Legenda: rp – raiz primária; pa – pêlos absorventes; pl – plúmula; d – dilatação do botão germinativo.

Em uma nova etapa, ocorre início da emissão de raízes adventícias e a expansão da primeira folha (Fig. 36-A). A primeira folha é lanceolada (Fig. 36-B).

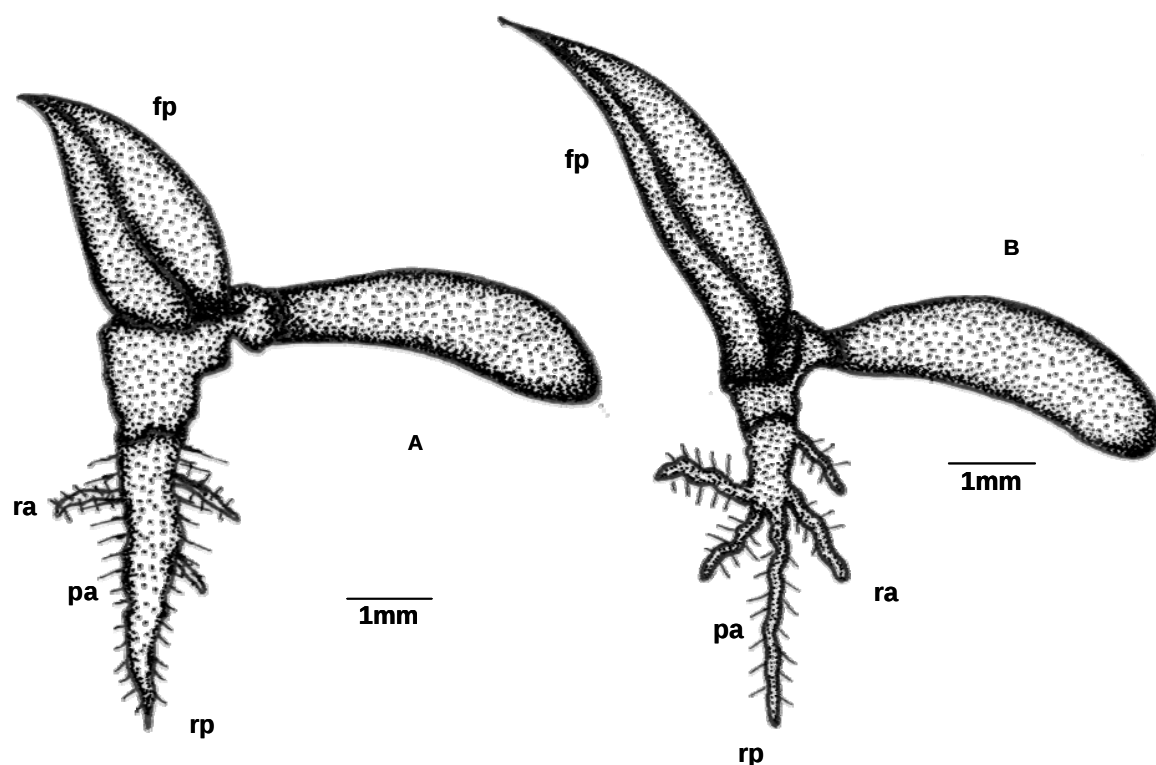


FIGURA 36 A e B: Aspecto da plântula de *Nidularium minutum* Mez : A – crescimento da raiz primária, de raízes adventícias e dos pêlos absorventes, bem como o crescimento da folha primária. B – Crescimento e forma da folha primária.

Legenda: rp – raiz primária; rs – raízes adventícias; pa – pêlos absorventes; pl: plúmula, fp – folha primária.

Na etapa seguinte, a folha primária continua se alongando e se abre completamente. Nesta fase, ocorre intenso crescimento de raízes adventícias e dos pêlos absorventes que recobrem todas as extremidades das raízes (Fig. 37). A folha secundária continua se alongando e concomitantemente crescem as raízes adventícias (Fig. 38). Após o crescimento total da folha secundária, inicia-se o crescimento da terceira folha.

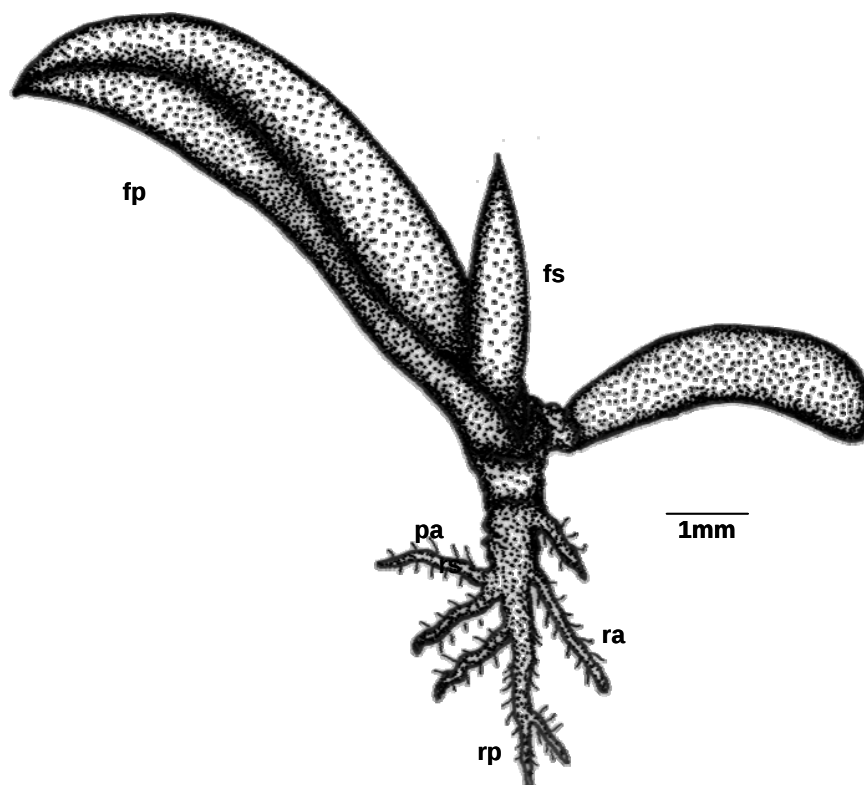


FIGURA 37: Plântula de *Nidularium minutum* Mez evidenciando o crescimento intenso de raízes adventícias e de pêlos absorventes, bem como o crescimento da folha secundária.
 Legenda: rp – raiz primária; ra – raízes adventícias; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária, fs – folha secundária.

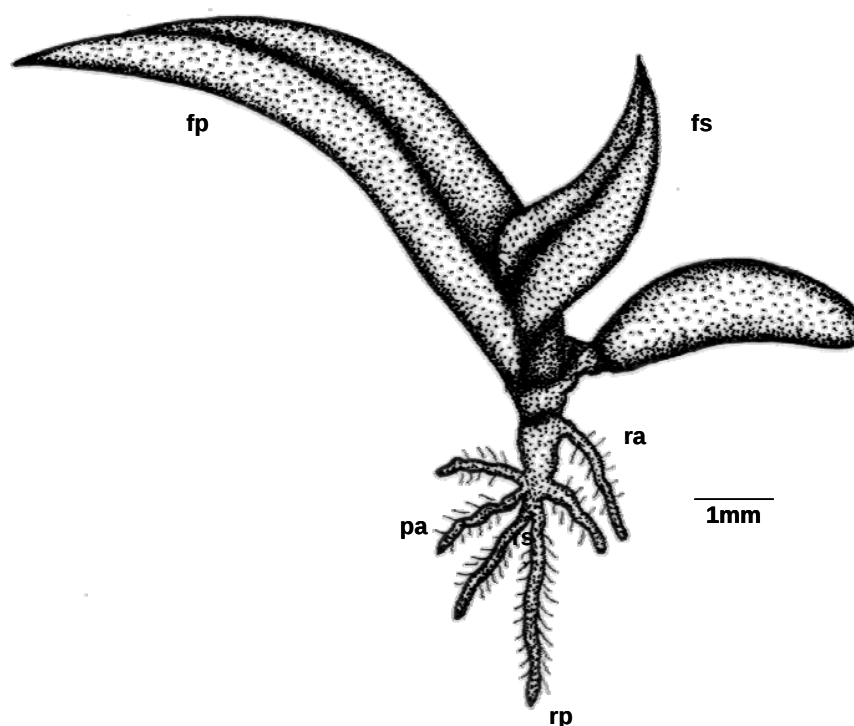


FIGURA 38: Plântula de *Nidularium minutum* Mez evidenciando o crescimento intenso de raízes adventícias e de pêlos absorventes, bem como o crescimento da folha secundária.
 Legenda: rp – raiz primária; ra – raízes adventícias; pa – pêlos absorventes; fp – folha primária, fs – folha secundária.

A elétron-micrografia de varredura da plântula em um estágio mais avançado evidenciou o sistema radicular fasciculado e a folha lanceolada, com nervuras paralelas (Fig. 39)

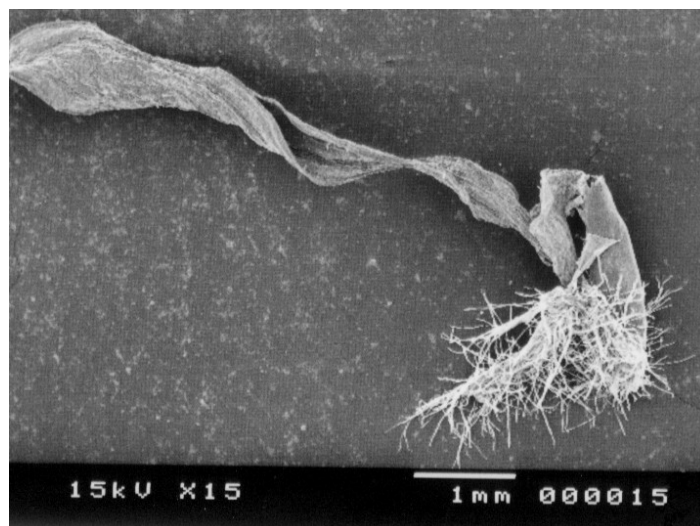


FIGURA 39. Plântula de *Nidularium minutum* Mez com sistema radicular (raízes adventícias) e a folha primária.

Na figura 40 (A), observa-se com detalhe a face superior da folha primária com células bastante alongadas. Na face inferior da folha primária as células são poliédricas com paredes sinuosas.

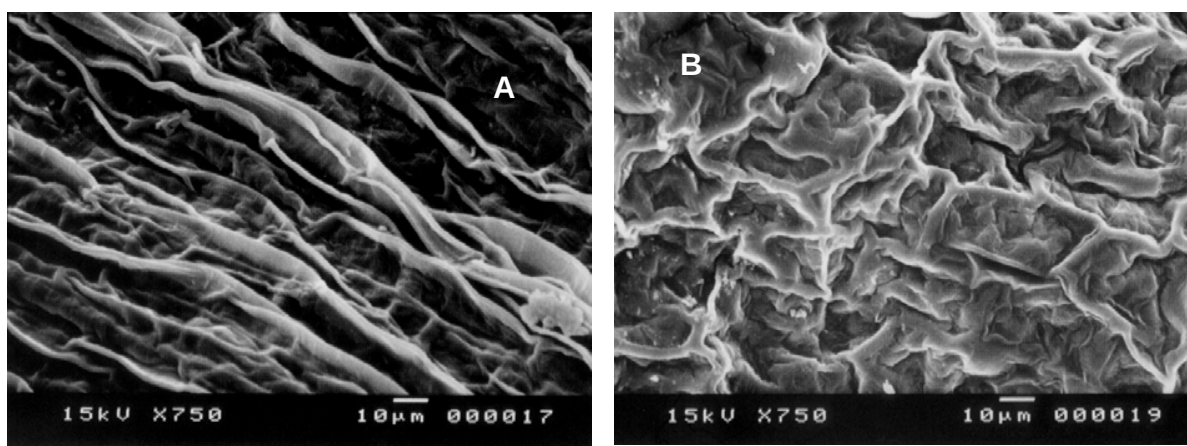


FIGURA 40. Plântula de *Nidularium minutum* Mez: A – detalhe da face superior e B – detalhe da face inferior da folha primária.

Os estômatos ocorrem apenas na epiderme abaxial da folha. Possuem duas células guarda reniformes, duas células subsidiárias, caracterizando estômatos (Fig.41).

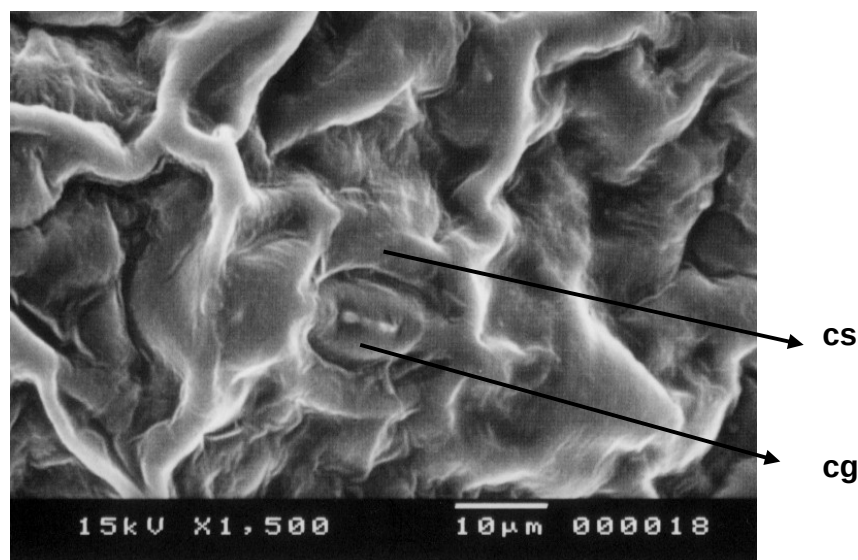


FIGURA 41. Plântula de *Nidularium minutum* Mez evidenciando detalhe do estômato presente na face inferior da folha primária.

Legenda: cs – célula subsidiária; cg – célula guarda.

As três espécies de *Nidularium* (*Nidularium innocentii* Lem., *Nidularium rubens* Mez *Nidularium minutum* Mez) apresentaram mesmo padrão para as características observadas, ocorrendo apenas pequenas diferenças na coloração, na forma e dimensões das sementes e nas dimensões das plântulas. Tais características concordam com os resultados de Nunes (1997), pois sendo pertencentes à subfamília Bromelioideae apresentaram sementes lisas e sem apêndices.

4.4. A espécie *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

A semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms é alongada, com cerca de 8,0 mm $\pm$ 1,0 mm de comprimento por 1,0 mm $\pm$ 0,2 mm de diâmetro. Em uma

das extremidades se inserem tricomas com aproximadamente 7,0 mm de comprimento, que se prendem ao tegumento formando ângulo agudo em relação ao eixo longitudinal da semente, conferindo aspecto de umbela. Já na outra extremidade, os tricomas são mais longos, com aproximadamente 15 mm de comprimento e se inserem no tegumento paralelamente ao eixo longitudinal da semente (Fig. 42). Apresenta coloração de preta a marrom escura e os tricomas são de cor creme.

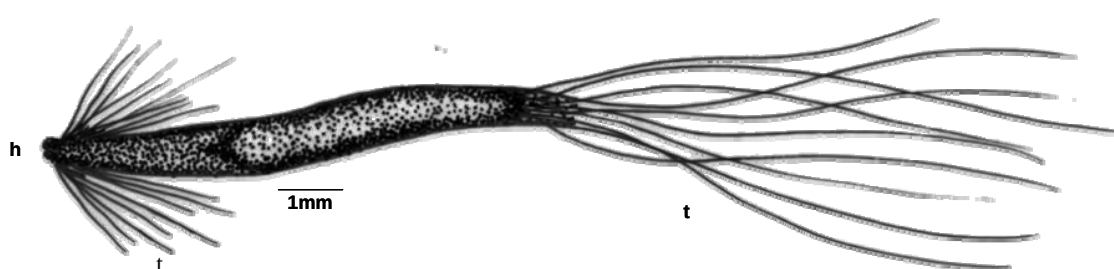


FIGURA 42. Vista lateral da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms
Legenda: h – hilo; t – tricomas.

Pela microscopia eletrônica de varredura observou-se que a semente tem formato alongado, cilíndrico com a presença de tricomas nas duas extremidades. Em uma extremidade, os tricomas são unidos e se separam apenas nas extremidades assumindo conformação de cauda, já na outra extremidade, os tricomas são separados assumindo uma conformação de coroa (Fig. 43 A e B).

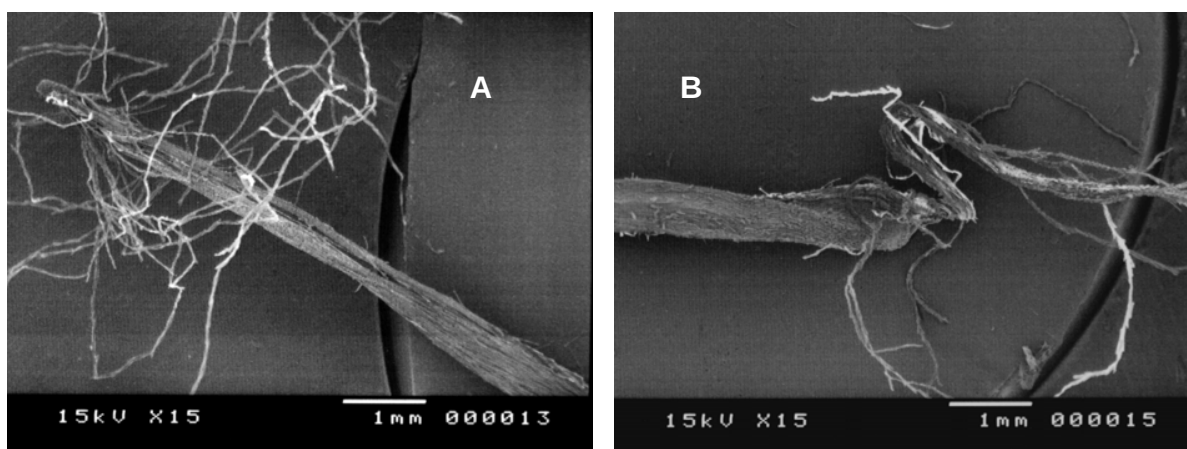


FIGURA 43. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando os tricomas presentes em suas extremidades: A - tricomas próximos ao hilo da semente e B - tricomas do lado oposto ao hilo.

Na figura 44 vê-se com detalhe a extremidade da semente onde está presente o hilo.

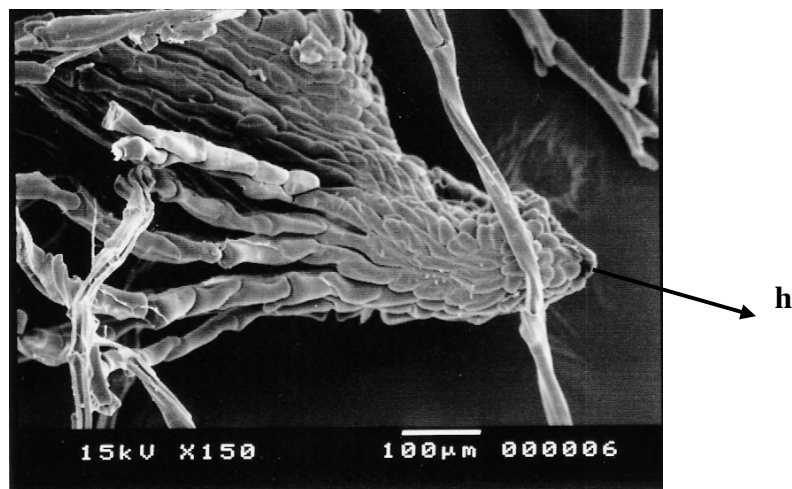


FIGURA 44. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando detalhe do hilo e da inserção dos tricomas.
Legenda: h - hilo

As células desta extremidade (Fig. 45) são elípticas, alongadas, formando uma estrutura semelhante a um cacho.

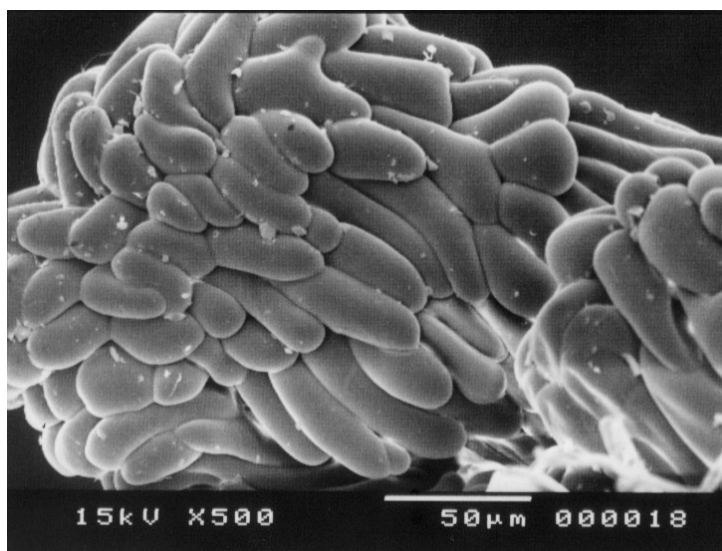


FIGURA 45. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando conformação das células próximas ao hilo.

Os tricomas presentes na extremidade da semente do lado oposto ao hilo, são mais alongados, e apresentam sua extremidade bilobada sendo um dos lobos mais longo que o outro (Fig. 46). Os tricomas inseridos próximos ao hilo são segmentados (Fig. 47).

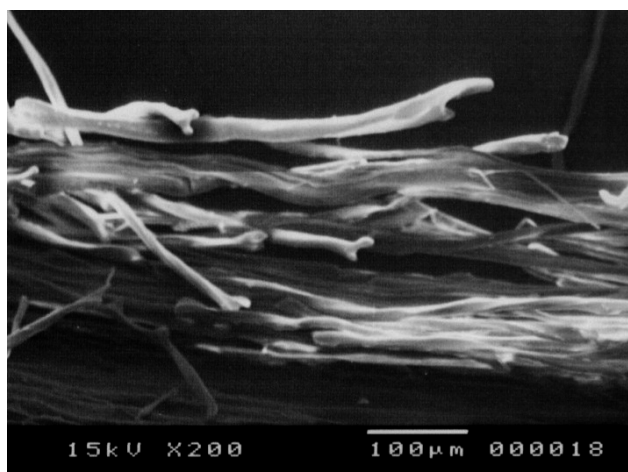


FIGURA 46. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando os tricomas presentes na extremidade oposta ao hilo.



FIGURA 47. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando os tricomas segmentados presentes próximos ao ao hilo.

As células do tegumento da semente são alongadas e irregulares (Fig. 48-A). A figura 48 (B) mostra grânulos de cera presentes no tegumento na extremidade da semente oposta ao hilo.

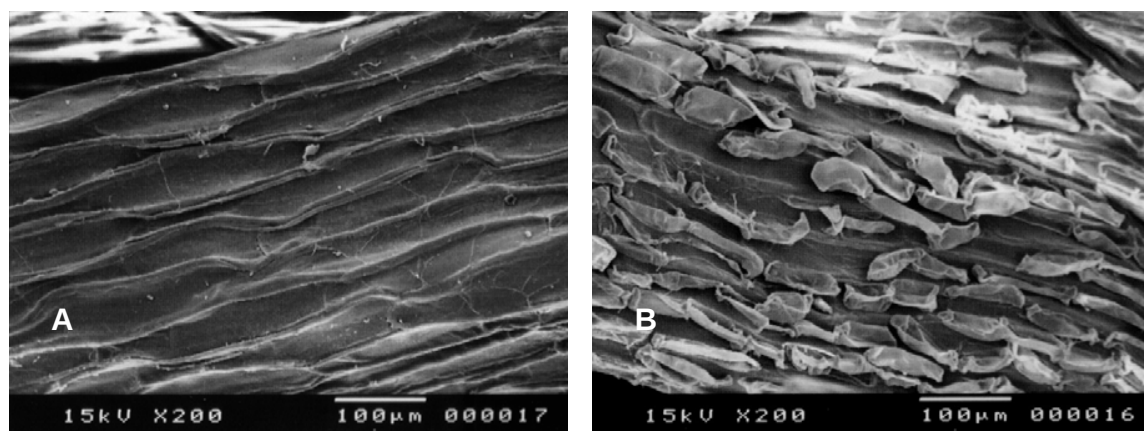


FIGURA 48 A e B. Semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms mostrando detalhe das células que compõem o tegumento da semente (A) e os grânulos de cera presentes no tegumento (B).

As observações anatômicas das estruturas da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms não puderam ser realizadas, pois durante o preparo das lâminas histológicas, devido à rigidez do tegumento todos os cortes ficaram danificados.

A germinação das sementes de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms é hipógea e do tipo adjacente e se inicia com a hidratação dos tecidos de reserva e do eixo embrionário da semente (Fig. 49).

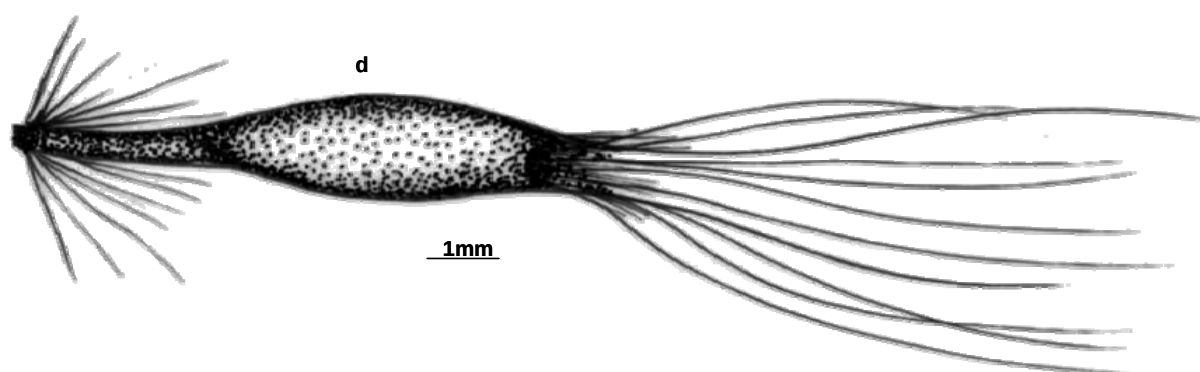


FIGURA 49. Início da germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms: dilatação promovida pela hidratação da semente.

Legenda: d – dilatação promovida pela hidratação da semente

O início da germinação é notado quando ocorre a emergência do eixo hipocótilo-radícula que tem forma cilíndrica e rugosa do eixo embrionário (Fig. 50). Juntamente com o crescimento do eixo, ocorre o crescimento da plúmula (Fig. 51). A plúmula assume um formato piriforme (Fig. 52).

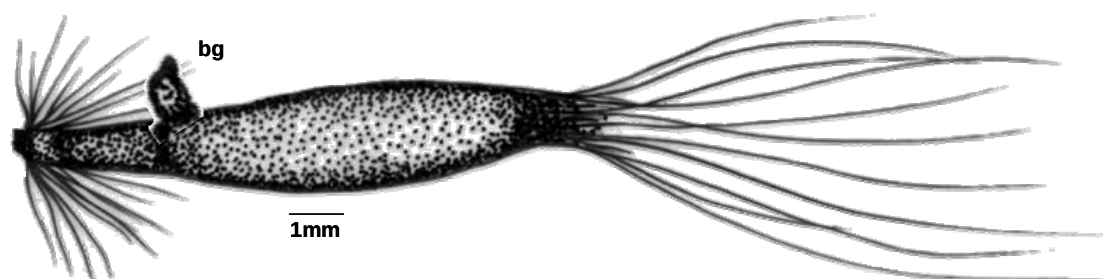


FIGURA 50. Início da emissão do eixo hipocótilo-radícula durante a germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.
Legenda: hp – eixo hipocótilo-radícula

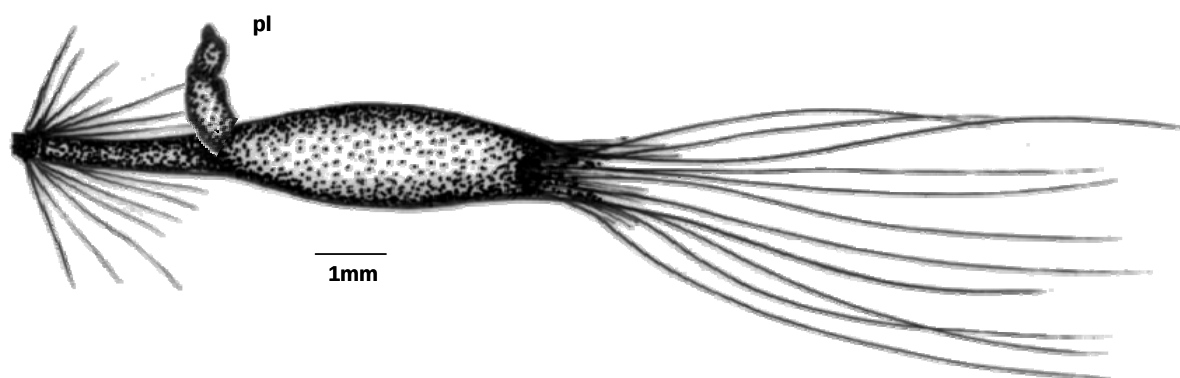


FIGURA 51. Crescimento do eixo hipocótilo-radícula e da plúmula durante a germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.
Legenda: pl – plúmula

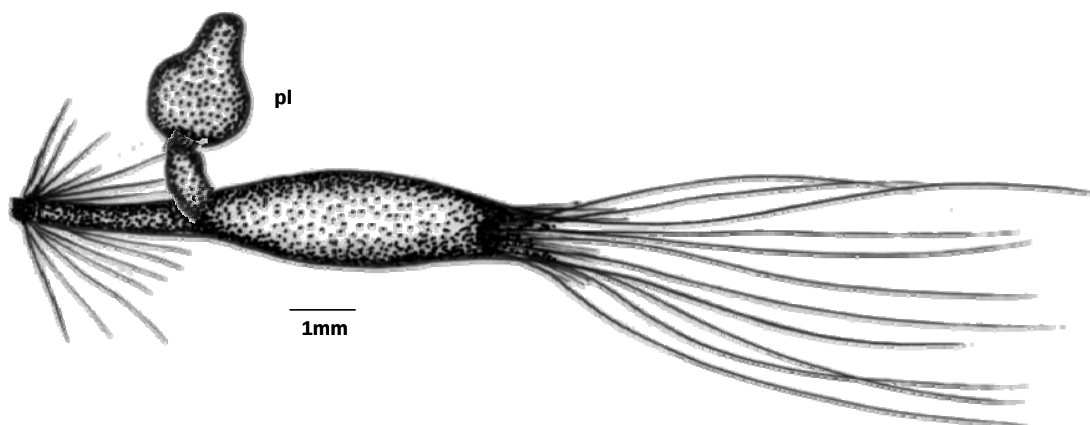


FIGURA 52. Crescimento da plúmula durante a germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.
Legenda: pl – plúmula

Com o crescimento da plúmula, inicia-se nesta fase o crescimento da raiz primária recoberta por pelos absorventes. (Fig. 53).

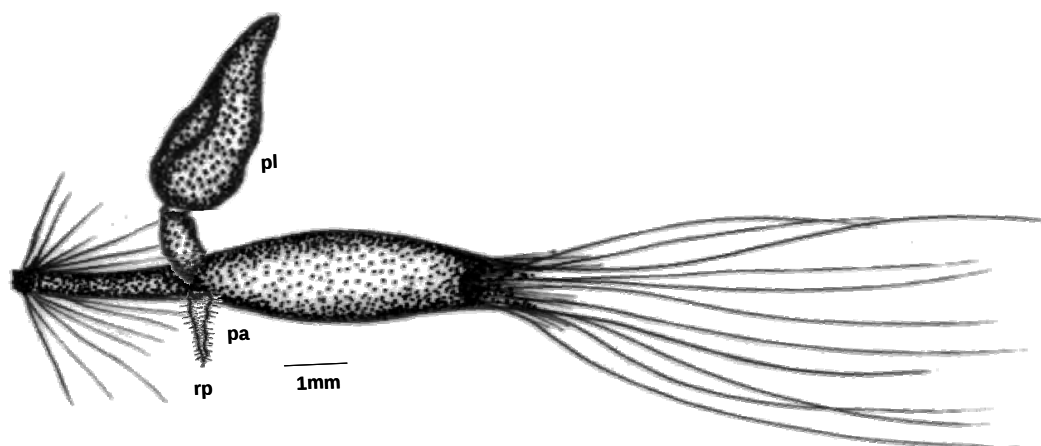


FIGURA 53. Crescimento da plúmula e da raiz primária durante a germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

Legenda: pl – plúmula; rp – raiz primária; pa – pelos absorventes.

A primeira folha é simples e lanceolada. Logo após o crescimento da primeira folha ocorre o desenvolvimento da segunda folha e um intenso crescimento de raízes adventícias que são recobertas por pêlos absorventes (Fig. 54).

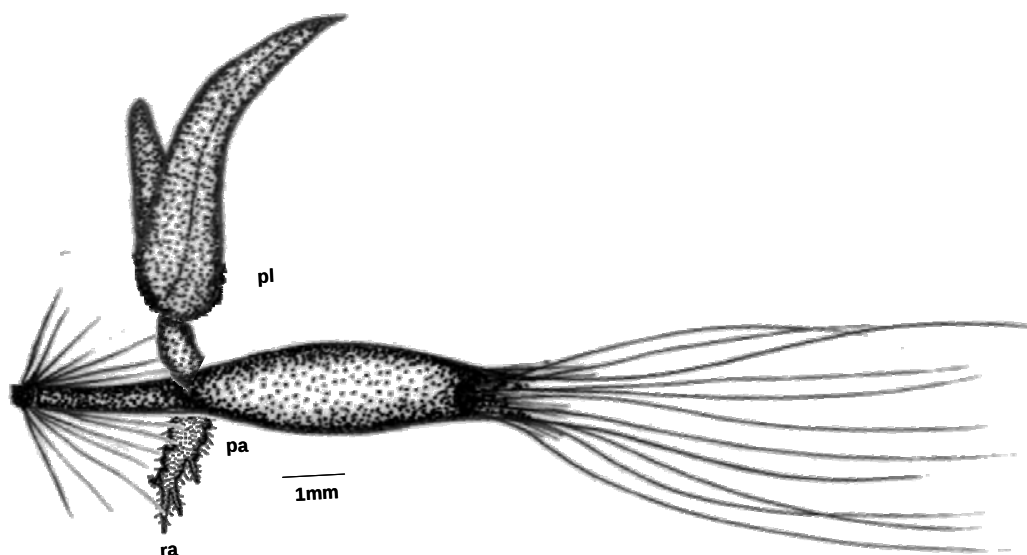


FIGURA 54. Desenvolvimento da primeira folha, da segunda folha e de raízes adventícias durante a germinação da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

Legenda: fp – folha primária; fs – folha secundária; pa – pêlos absorventes; rp – raiz primária; ra – raízes adventícias

A folha secundária continua alongando-se assumindo formato lanceolado. Nesta fase, ocorre o crescimento de grande quantidade de raízes adventícias (Fig. 55 - A). Após o crescimento total da folha secundária, inicia-se o crescimento da terceira folha e ocorre diminuição no ritmo do crescimento de raízes secundárias (Fig. 55 - B).

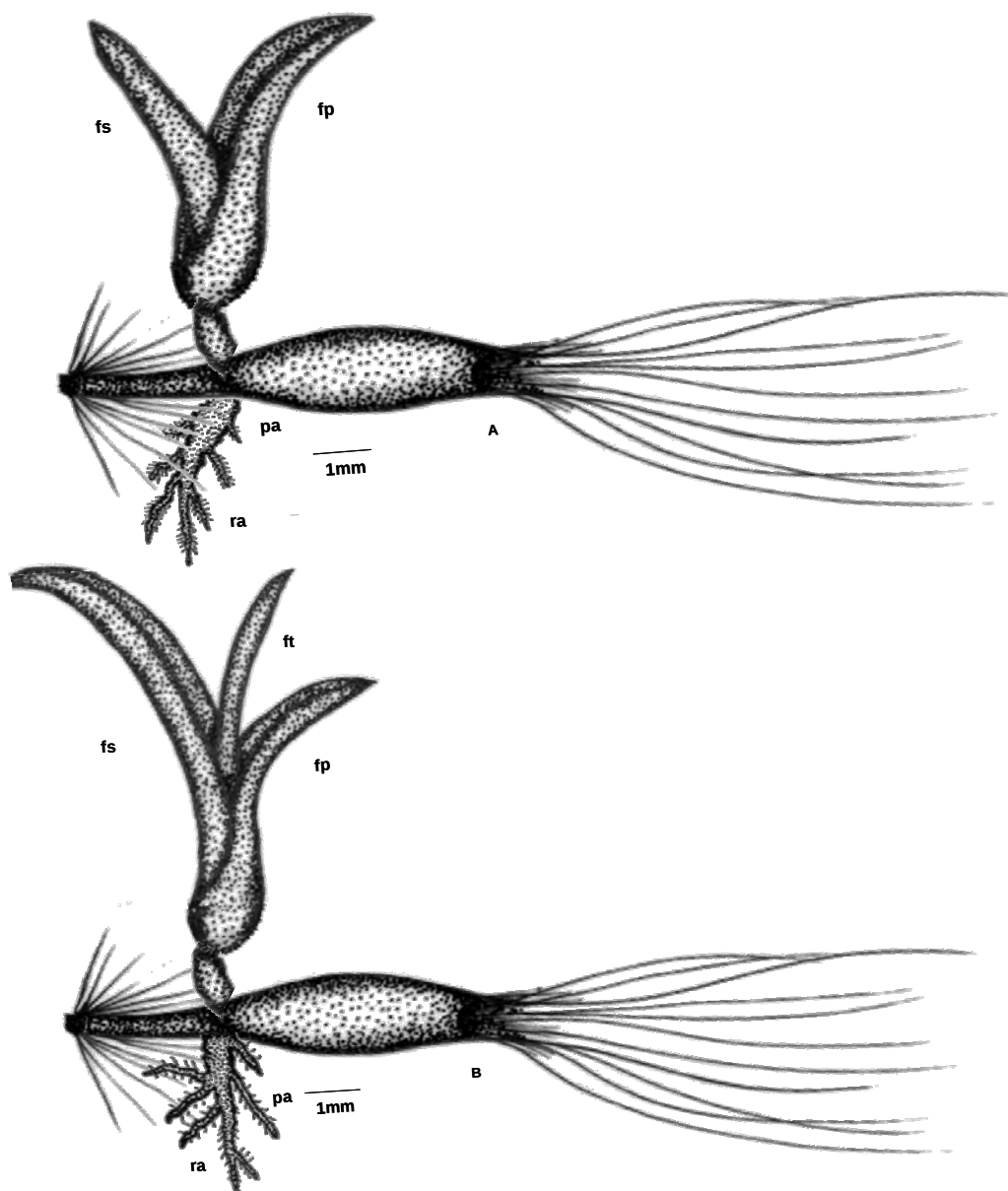


FIGURA 55. Aspectos da plântula de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms evidenciando o crescimento das folha secundária e da 3ª folha e intenso crescimento de raízes adventícias

Legenda: fp – folha primária; fs – folha secundária; ft – 3ª folha; pa – pêlos absorventes; rp – raiz primária; ra – raízes adventícias.

A elétron-micrografia de varredura da plântula em um estágio mais avançado mostra o intenso crescimento de raízes adventícias característico das monocotiledôneas, com sistema radicular fasciculado (Fig. 56-A), folha lanceolada, com nervuras paralelas (Fig. 56-B).

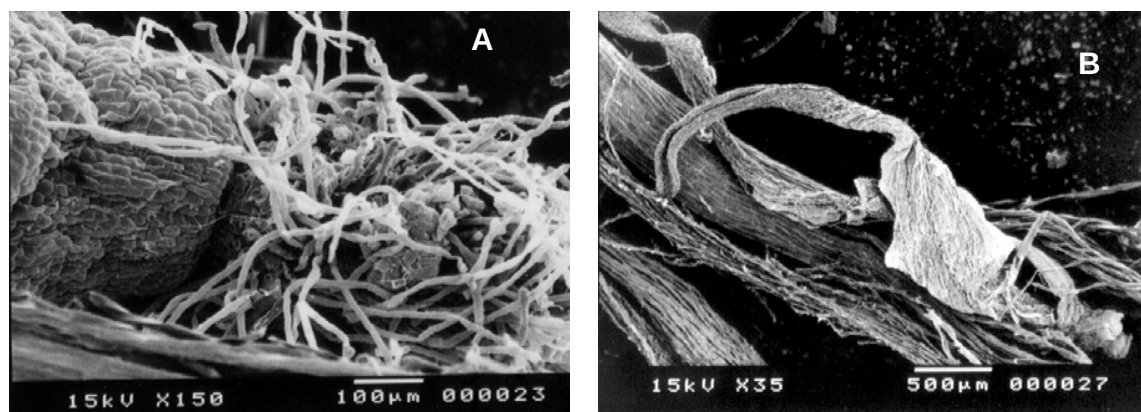


FIGURA 56. Plântula de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms : A – raízes adventícias e B – folha lanceolada.

Na figura 57-A, observa-se com detalhe a face superior da folha primária e a figura 57-B, mostra a face inferior da folha primária ambas com células poliédricas com aspecto reticulado. Observamos na face inferior a presença de estômatos (Fig. 58).

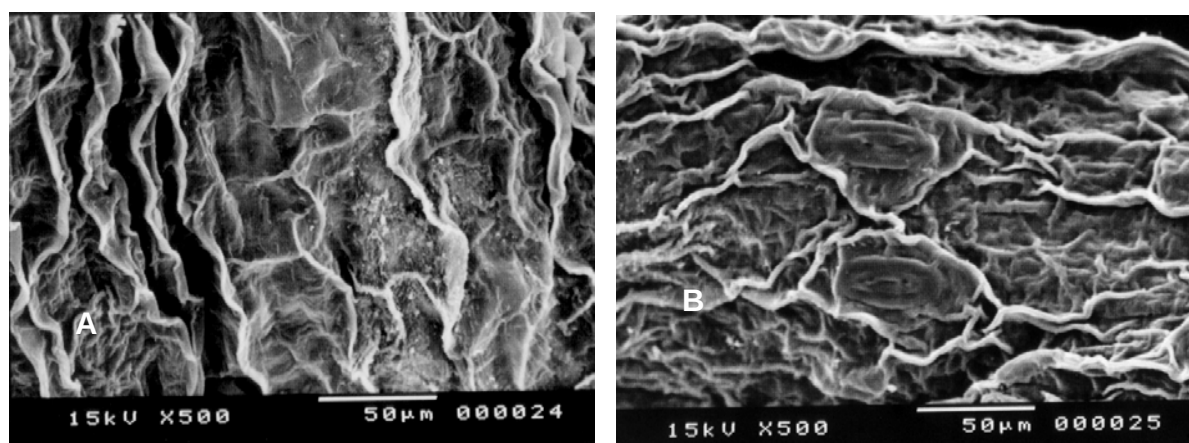


FIGURA 57. Plântula de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms: A – detalhe da face superior e B – detalhe da face inferior da folha primária.

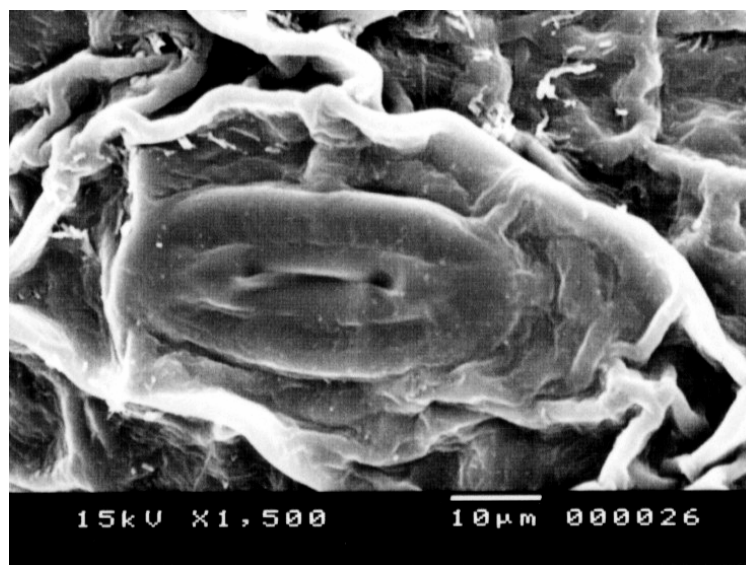


FIGURA 58. Detalhe do estômato presente na face inferior da folha primária da plântula de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

Na figura 59 observa-se que as raízes adventícias da plântula são cilíndricas e glabras.

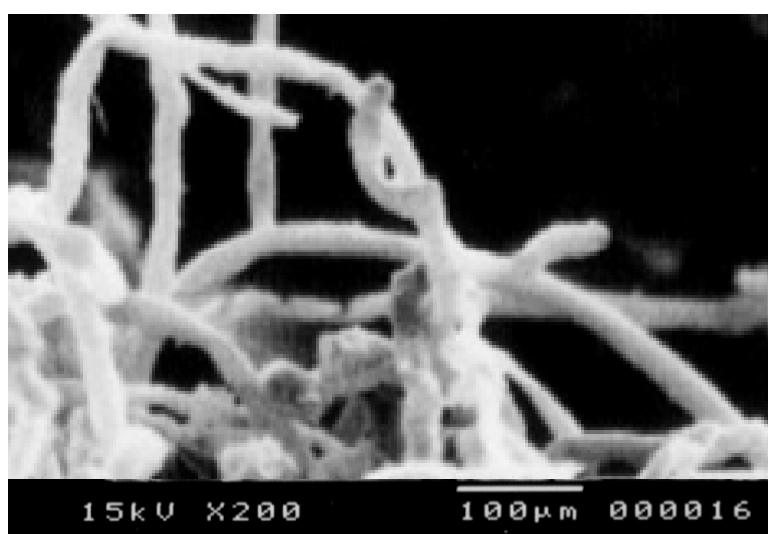


FIGURA 59. Detalhe das raízes adventícias da plântula de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms.

A caracterização da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.)-Harms concordam com os resultados de Nunes (1997), pois apresentam sementes com

coroa de tricomas plumosos. As espécies com sementes com essas características pertencem à subfamília Tilandsioideae.

4.5. A espécie *Pitcairnia flammea* Lindl.

A semente de *Pitcairnia flammea* Lindl., tem cerca de $5\text{ mm} \pm 1,0\text{ mm}$ de comprimento por $0,5\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$ de largura, forma alongada e cilíndrica com diâmetro que diminui em direção às extremidades. Sua coloração varia de marrom escuro a preta. (Fig. 60).

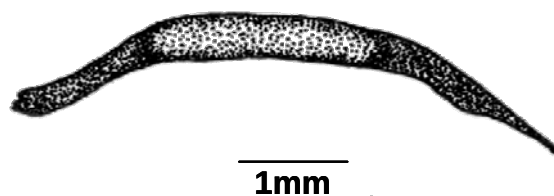


FIGURA 60. Vista lateral da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl.
Legenda: h – hilo;

Através da microscopia eletrônica de varredura, pode-se observar que a semente é alongada e cilíndrica e que seu diâmetro diminui em direção às extremidades (Fig. 61).

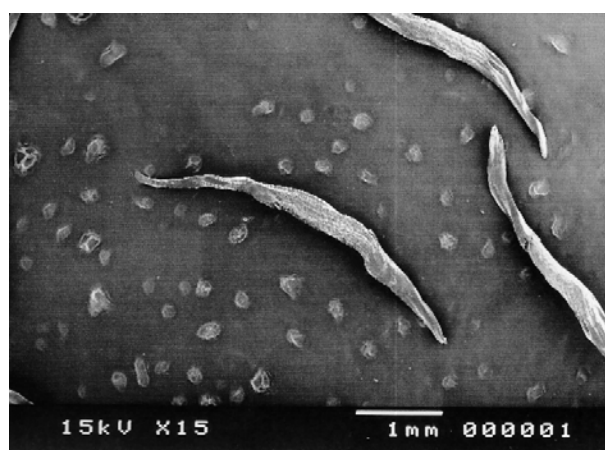


FIGURA 61. Semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. mostrando sua forma e dimensões.

Na figura 62) observa-se a micrópila e a forma externa das células do tegumento da semente.

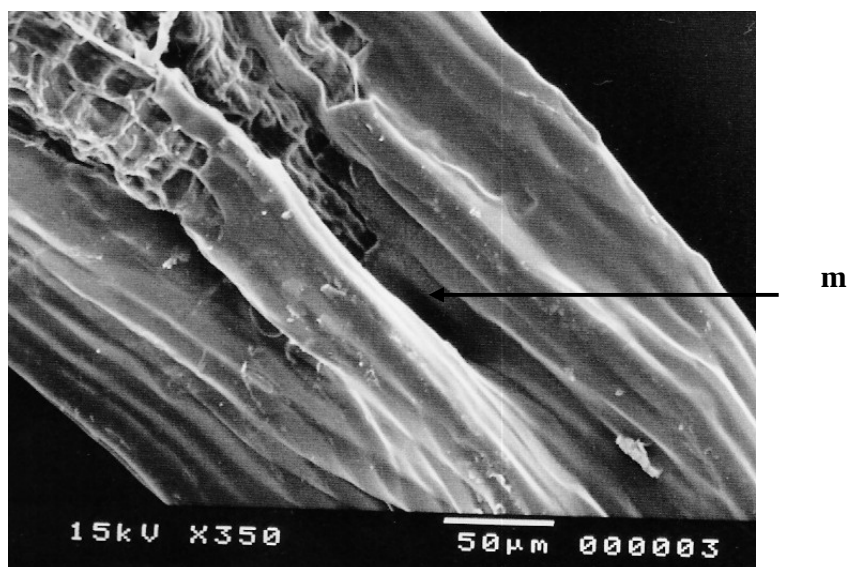


FIGURA 62. Semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. mostrando detalhe da micrópila
Legenda: h - micrópila

Observa-se que o tegumento apresenta células diferenciadas ao longo da semente, pois as duas extremidades apresentam um padrão de formas diferenciado. As células do tegumento das extremidades da semente são alongadas com paredes glabras, conferindo aspecto estriado ao mesmo (Fig. 63-A). Estas células recobrem parcialmente as células presentes na região mediana da semente que apresentam formato retangular, com paredes sinuosas e aspecto reticulado (Fig. 63-B).

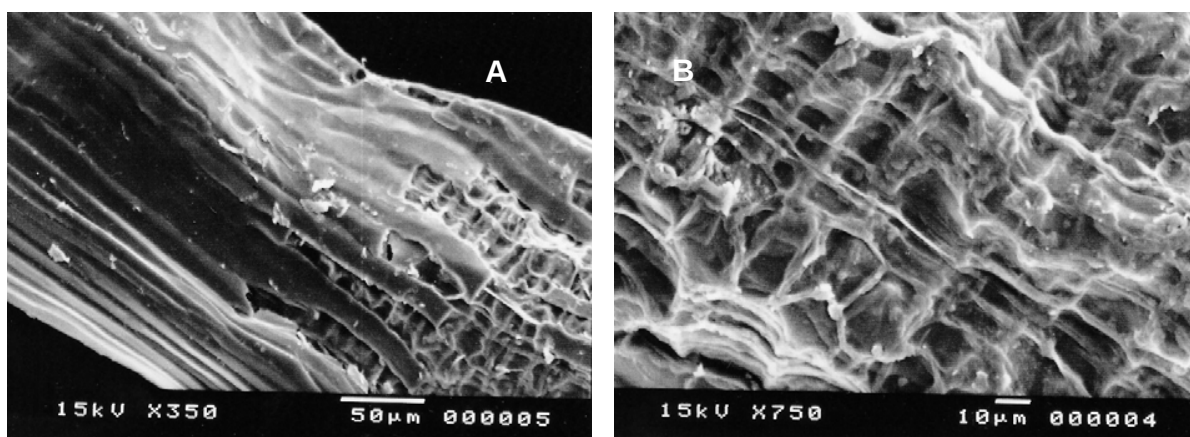


FIGURA 63. Semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. mostrando as células do tegumento: A – detalhe das células da extremidade e B – detalhe das células da região mediana da semente.

Nos cortes realizados na semente, observou-se que ela é monotegumentada. O tegumento apresenta uma camada de células pequenas, retangulares, com cutícula espessa e justapostas. Abaixo do tegumento, encontra-se o endosperma, formado por células pequenas, compactas, sem espaços intercelulares e com grãos de amido (Fig. 64).

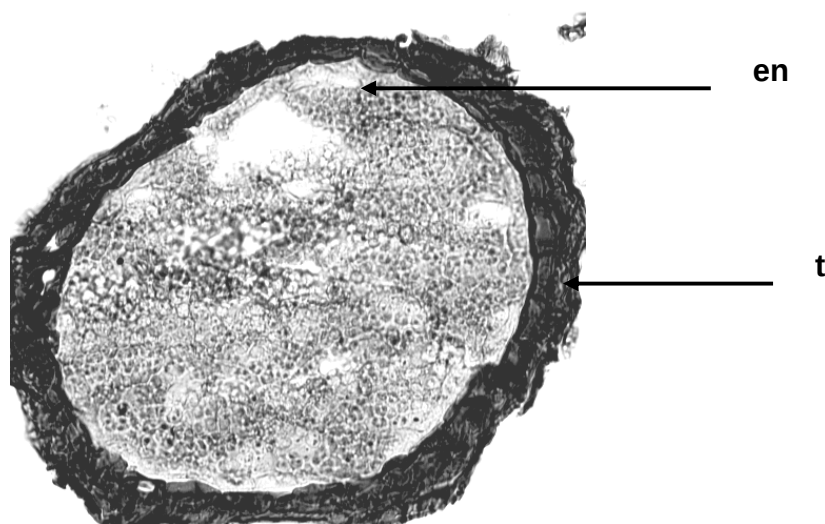


FIGURA 64: Corte longitudinal da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando as células do tegumento e as do endosperma.
Legenda: t – tegumento; em - endosperma

O embrião da semente é basal, alongado e rudimentar. É constituído por um grande número de células pequenas, irregulares de paredes delgadas (Fig. 65).

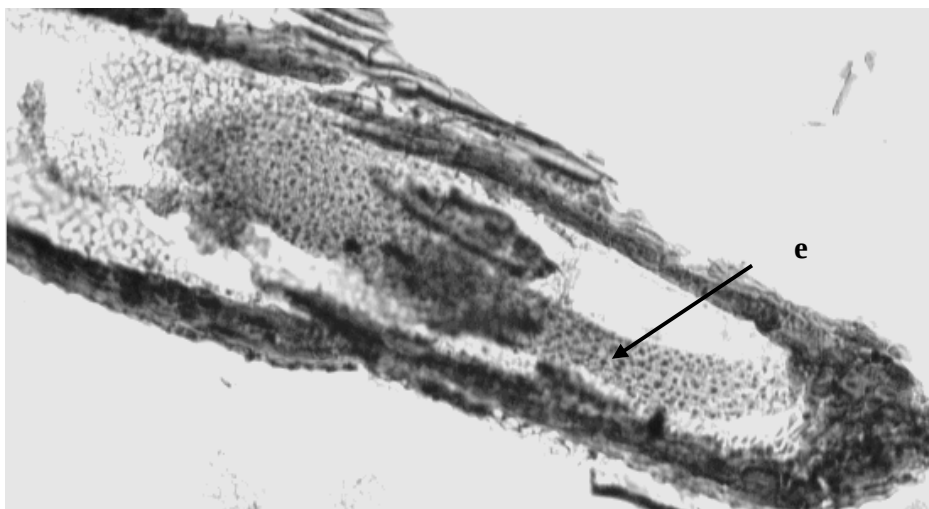


FIGURA 65. Corte longitudinal da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando o eixo embrionário.
Legenda: e – eixo embrionário.

A germinação das sementes de *Pitcairnia flammea* é epígea e se inicia com a dilatação da semente promovida pela hidratação dos tecidos de reserva e do eixo embrionário da semente (Fig. 66-A). Com a ruptura do tegumento, ocorre a emissão da raiz primária (Fig. 66-B).

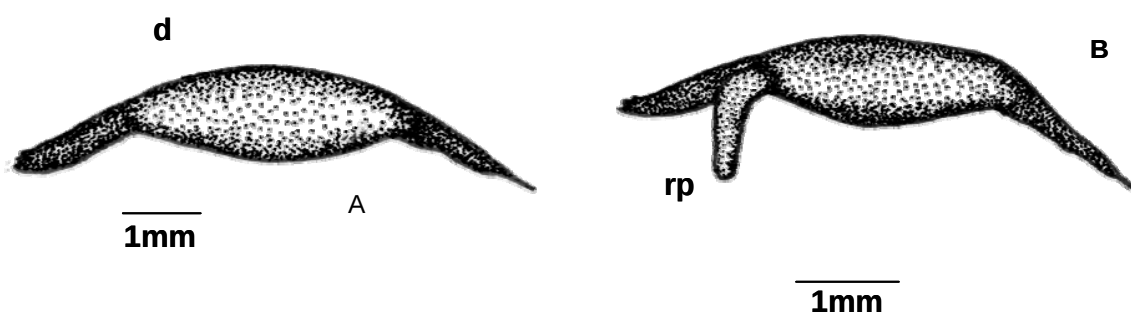


FIGURA 66. Início da germinação da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl.: A – dilatação da semente promovida pelo entumescimento da semente; B – início da emissão da raiz primária.
Legenda: d – dilatação; rp – raiz primária

Após o crescimento da raiz primária, inicia-se o desenvolvimento do hypocótilo e intenso crescimento de raízes adventícias (Fig. 67-A). O hypocótilo cresce elevando a plúmula e o tegumento aderido à semente acima da superfície do substrato. Com o crescimento da plúmula ocorre a ruptura do tegumento da semente que aos poucos se desprende (Fig. 67-B).

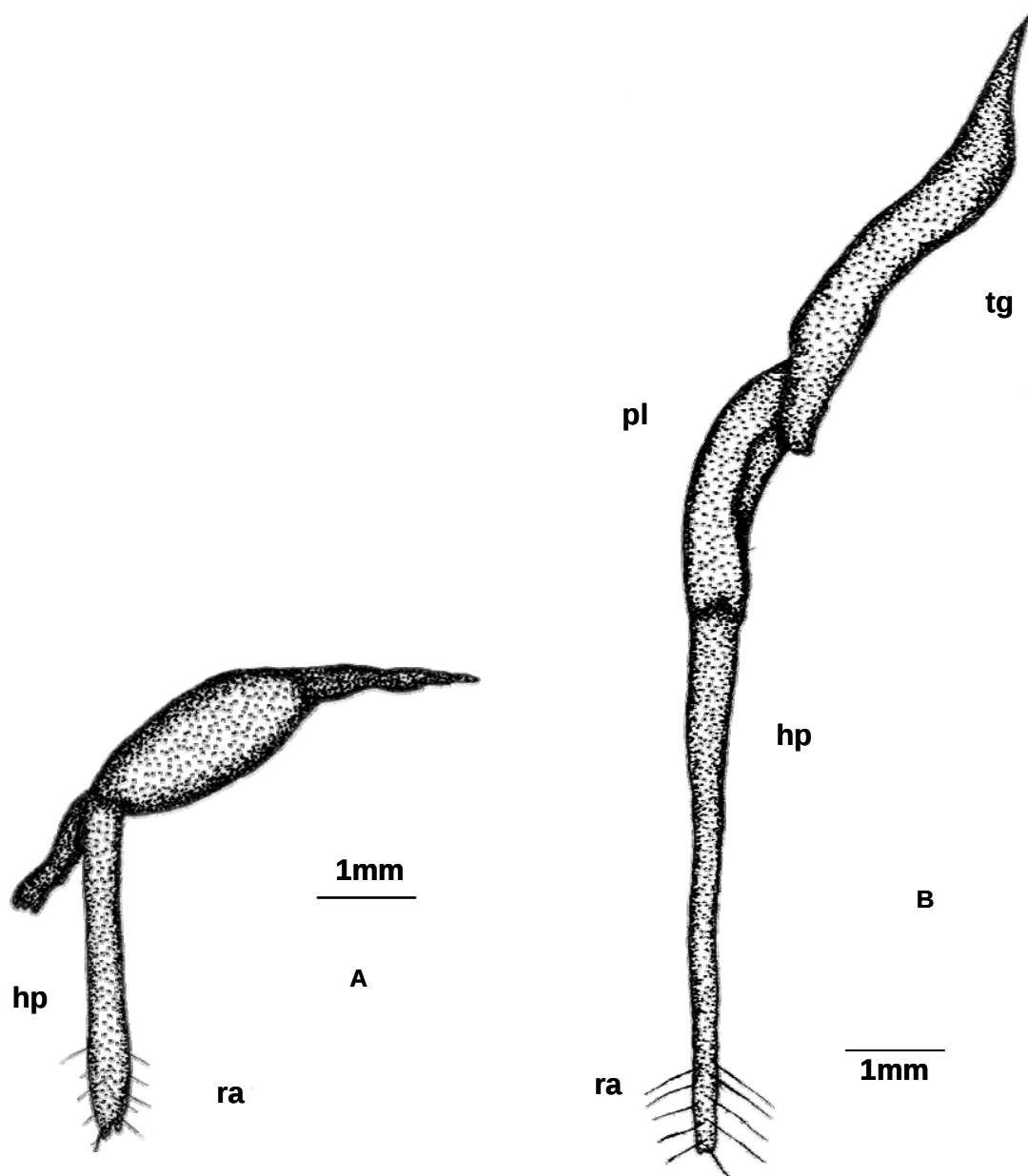


FIGURA 67. Germinação da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl.: A – crescimento do hypocótilo e início da emissão de raízes adventícias e B – crescimento do hypocótilo e início da abertura da plumula.

Legenda: hp – hypocótilo; ra – raiz adventícia; pl – plúmula; tg - tegumento

A seguir, a folha primária se abre (Fig. 68-A) e, concomitantemente ao seu crescimento, ocorre o crescimento da folha secundária que se abre na direção oposta à folha primária (Fig. 68-B). As folhas são simples, lanceoladas e apicioladas.

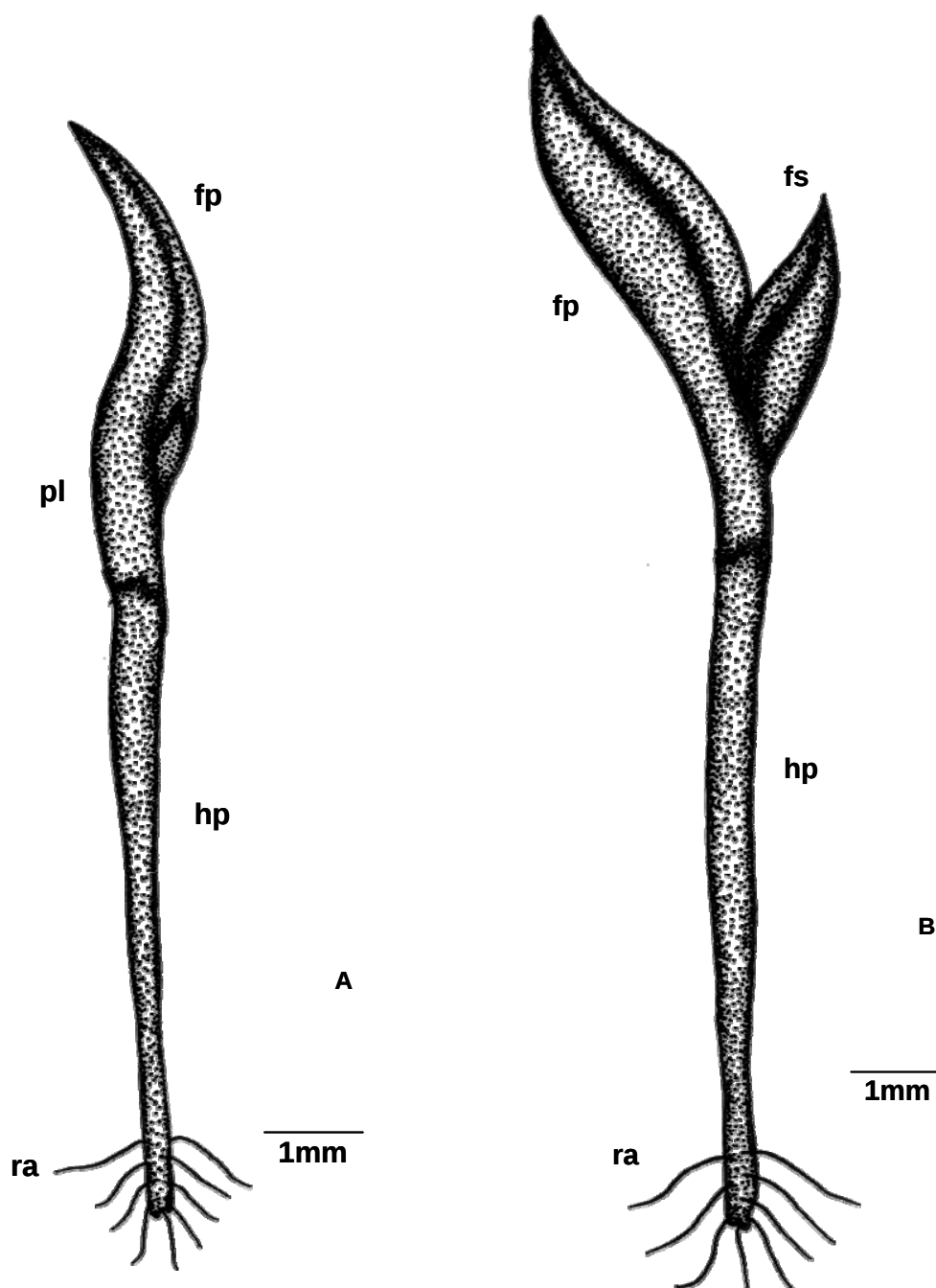


FIGURA 68. Germinação da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl.: A – crescimento das raízes adventícias e abertura da primeira folha e B – crescimento das raízes adventícias e abertura da segunda folha
 Legenda: hp – hipocótilo; ra – raiz adventícia; pl – plúmula; tg – tegumento; fp – folha primária; fs – folha secundária

Na elétron-micrografia de varredura da plântula em um estágio mais avançado pode-se verificar o intenso crescimento de raízes adventícias (Fig. 69–A), folha lanceolada, com nervuras paralelas (Fig. 69–B).

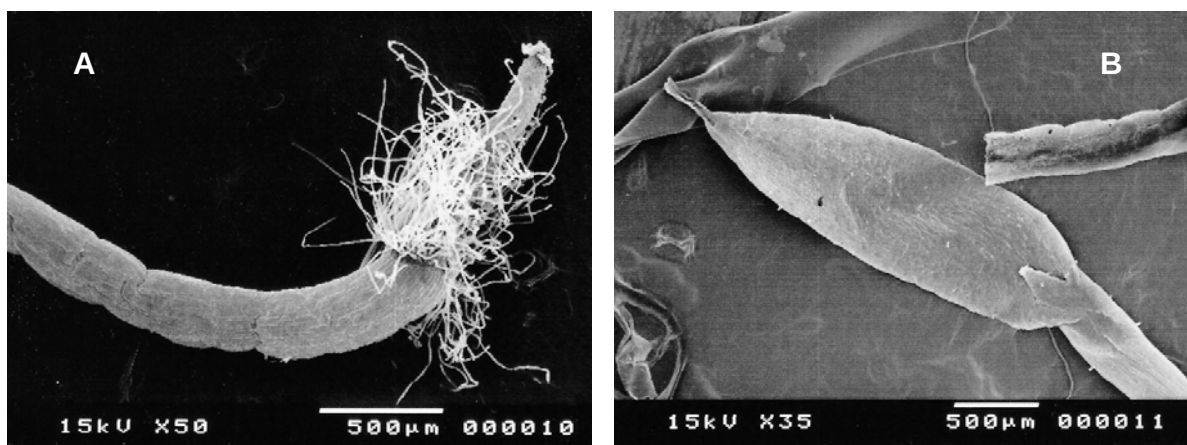


FIGURA 69. Plântula de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando: A - sistema radicular e B – folha lanceolada.

Em detalhe (Fig. 70-A), se observa as células da superfície inferior da folha. As células são alongadas e com paredes sinuosas. Nota-se grande número de estômatos (Fig. 70–B).

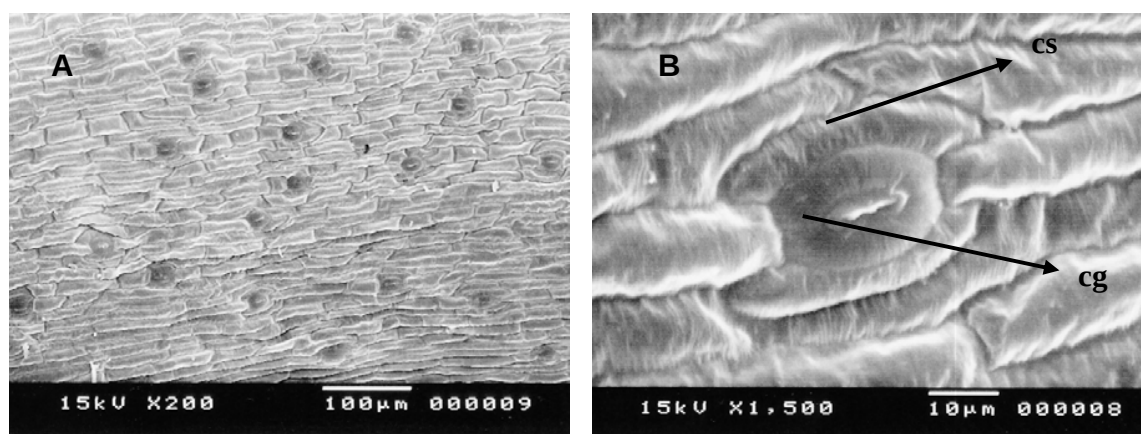


FIGURA 70 A e B. Plântula de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando: A – detalhe das células da face inferior da folha e B – detalhe do estômato presente na face inferior da folha.

Legenda: cs – célula subsidiária; cg – célula guarda.

A face superior da folha primária possui células poliédricas e isodiamétricas. O número de estômatos é bem reduzido quando comparada com a face inferior vista anteriormente (Fig. 71).

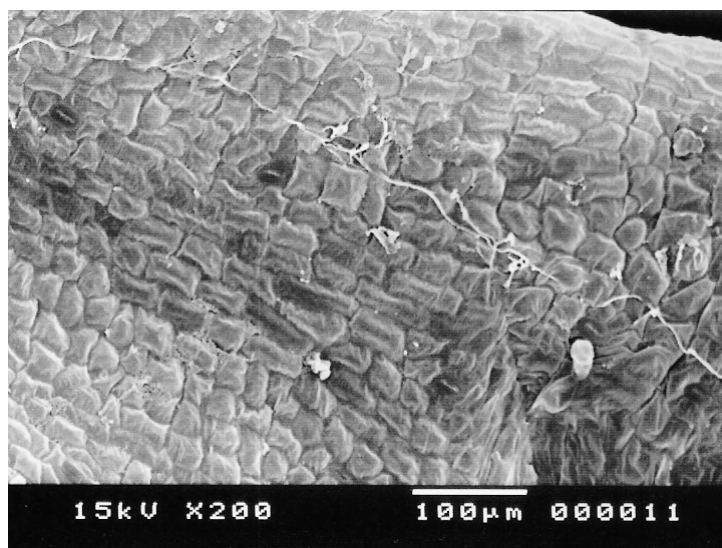


FIGURA 71. Detalhe da face superior da folha primária da plântula de *Pitcairnia flammea* Lindl.

Na face superior da folha os estômatos são menores que os encontrados na face inferior (Fig. 72).

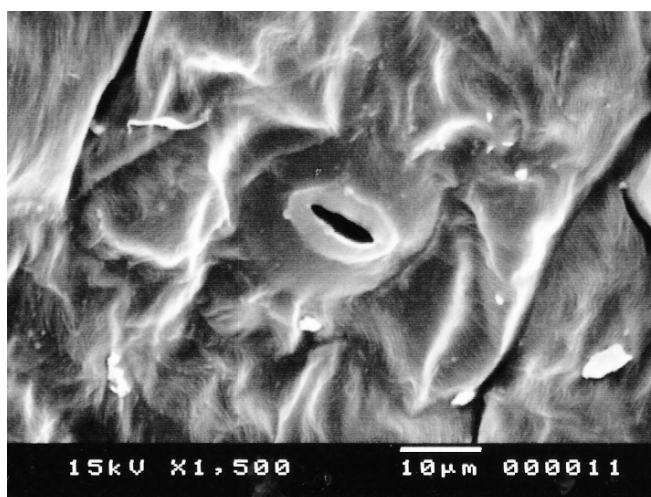


FIGURA 72. Plântula de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciando em detalhe o estômato presente na face superior da folha

As raízes da plântula são cilíndricas, glabras e apresentam algumas regiões mais dilatadas (Fig. 73).

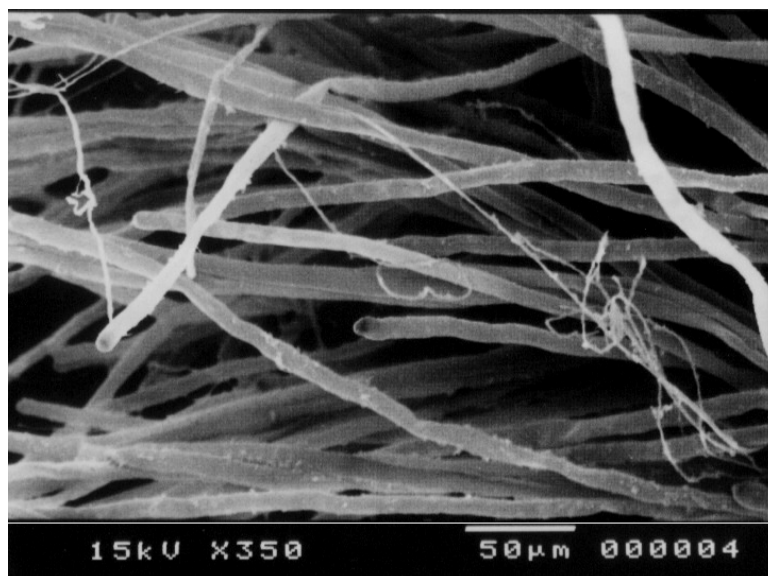


FIGURA 73. Detalhe das raízes da plântula de *Pitcairnia flammea* Lindl.

A caracterização da semente de *Pitcairnia flammea* Lindl. evidenciou e concordou com os resultados obtidos por Nunes (1997) e de Paula (2000) que relataram que as sementes das espécies pertencentes à subfamília Pitcairnioideae apresentam apêndices, mas estes nunca são plumosos.

De acordo com Varadarajan & Gilmartin (1998) as sementes das espécies de *Pitcairnia* são longas, relativamente pequenas com as extremidades praticamente idênticas em forma de “cauda”. Denominam tais sementes como sendo do tipo fosterella. Estas sementes apresentam as células das expansões tegumentares modificadas. A superfície das células das “caudas” são alongadas e as da região mediana da semente são reticulares e isoquadrangular. Tais resultados concordam com os observados para essa espécie (Fig. 63).

Observa-se nas tabela 1 as características morfológicas e anatômicas da semente e da plântula das cinco espécies estudadas.

Tabela 1. Características morfológicas e anatômicas da semente e da plântula das cinco espécies de bromélias estudadas.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E ANATÔMICA	ESPÉCIES				
	<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	<i>Nidularium rubens</i> Mez	<i>Nidularium minutum</i> Mez	<i>Alcantarea imperialis</i> (Carriêr.) Harms.	<i>Pitcairnia flammea</i> Lindl.
MORFOLOGIA DA SEMENTE					
Forma	fusiforme	Elíptica curvada	Fusiforme	Alongada	Alongada
Dimensões	3x1 mm	2,5x1,3 mm	3x1 mm	8x1 mm	5x0,5 mm
Cor	Preta a marrom	marrom	Preta a marrom	Preta a marrom	Preta a marrom
Hilo	Visualizado	Visualizado	Visualizado	Visualizado	Não visualizado
Tricomas	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Micrópila	Não visualizado	Não visualizado	Não visualizado	Não visualizado	Visualizado
Tegumento	Estriado	Estriado	Estriado	Irregular	Irregular
ANATOMIA DA SEMENTE					
Tegumento	Uma camada de células arredondadas e justapostas	Uma camada de células arredondadas e justapostas	Uma camada de células arredondadas e justapostas	Não visualizado	Uma camada de células retangulares justapostas
Embrião	Rudimentar basal e cônico	Rudimentar basal e cônico	Rudimentar basal e cônico	Não visualizado	Rudimentar basal alongado
Endosperma	Células pequenas compactas com grãos de amido	Células pequenas compactas com grãos de amido	Células pequenas compactas com grãos de amido	Não visualizado	Células pequenas compactas com grãos de amido
TIPO DE GERMINAÇÃO	Hipógea	Hipógea	Hipógea	Hipógea	Epígea
MORFOLOGIA PLÂNTULA					
Eixo hipocótilo-radícula	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Bainha	Presente	Não visualizado	Não visualizado	Não visualizado	Não visualizado

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E ANATÔMICA	ESPÉCIES				
	<i>Nidularium innocentii</i> Lem.	<i>Nidularium rubens</i> Mez	<i>Nidularium minutum</i> Mez	<i>Alcantarea imperialis</i> (Carriêr.) Harms.	<i>Pitcairnia flammea</i> Lindl.
MORFOLOGIA PLÂNTULA					
Plúmula	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Raízes adventícias	Cilíndricas, glabras com extremidade dilatada	Cilíndricas e glabras	Cilíndricas e glabras	Cilíndricas e glabras	Cilíndricas e glabras
Folha (adaxial)	Células alongadas	Células pouco alongadas	Células alongadas	Células poliédricas reticuladas	Células poliédricas isodiamétricas
Folha (abaxial)	Células poliédricas reticuladas	Células poliédricas reticuladas	Células poliédricas reticuladas	Células poliédricas reticuladas	Células poliédricas alongadas
Estômato	Não visualizado	2 células guarda e 2 células subsidiárias	2 células guarda e 2 células subsidiárias	2 células guarda e 2 células subsidiárias	2 células guarda e 2 células subsidiárias

Em todas as espécies estudadas observa-se diferentes estruturas e comportamentos que concordam com os resultados de Nunes (1997), que caracterizam as sementes. Além disso, pode-se observar que a diferenciação de tais estruturas (seminal e pós-seminal) entre as espécies fornece importantes informações, sob o ponto de vista taxonômico, no que diz respeito ao conhecimento das estruturas essenciais da plântula ao longo do seu desenvolvimento, e na caracterização da espécie, como citou (PAOLI & SANTOS, 1998).

Comparando os resultados, as espécies do gênero *Nidularium* apresentam forma fusiforme a elíptica enquanto que as espécies *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. e *Pitcairnia flammea* Lindl. apresentam forma alongada.

O tegumento das sementes de *Nidularium* apresentam padrão estriado e coloração variando de marrom escura a preta. Quanto à coloração, o mesmo padrão se repete, mas o padrão das células se diferencia. O tegumento da semente de *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. apresenta padrão irregular, com presença de grânulos de cera, que não é notado nas outras espécies e a *Pitcairnia flammea* Lindl. também apresenta padrão irregular havendo diferença entre as células das extremidades com padrão liso e as células da região mediana com padrão reticulado.

Quanto à caracterização da germinação, as espécies de *Nidularium* e a espécie *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. apresentam germinação hipógea enquanto que a espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. apresenta germinação epígea.

Quanto aos padrões anatômicos das estruturas como tegumento, embrião e endosperma, observa-se que as espécies de *Nidularium* e a espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. apresentam padrão monotegumentar com células alongadas e justapostas. O embrião é basal e comferruminado, diferenciando-se apenas quanto à sua forma, já que nas espécies *Nidularium* o embrião é cônico e na *Pitcairnia flammea* Lindl. tem forma alongada. O endosperma dessas espécies apresenta mesmo padrão, com células pequenas compactadas com presença de grãos de amido.

Quanto à plúmula, observa-se que as espécies de *Nidularium* apresentam essa estrutura com forma triangular e diminuta enquanto na espécie *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. a plúmula é piriforme e na espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. é alongada.

As células da face adaxial das folhas das espécies de *Nidularium* apresentam padrão alongado enquanto que na espécie *Alcantarea imperialis* (Carriêr.) Harms. as células são poliédricas e reticuladas e na espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. são poliédricas e isodiamétricas. Já as células da face abaxial das folhas das cinco espécies estudadas são poliédricas e reticuladas, ocorrendo diferença apenas na espécie *Pitcairnia flammea* Lindl. que são mais alongadas.

A presença de estômatos na face abaxial das folhas foi detectada em todas as espécies estudadas. Todos os estômatos visualizados tem o mesmo numero de células, diferenciando apenas em suas dimensões. Nota-se, porém, que na espécie

Pticairnia flammea Lindl. os estômatos também ocorrem na face adaxial da folha, o que não ocorre nas outras espécies estudadas, porém ocorrem em menor número quando comparado com a face abaxial da mesma.

As raízes adventícias em todas as espécies tem o mesmo padrão, sendo sempre cilíndricas e lisas, havendo uma pequena diferenciação na espécie *Nidularium innocentii* Lem. que apresenta raízes com a extremidade pouco dilatada, o que não ocorre nas outras espécies.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. S. A. **Estudo sobre a produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 1999. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ANDRADE, F. S. A.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.5, p.97-110, 1999.

BAENSCH, U., BAENSCH, U. **Blooming bromeliads**. Nassau: Tropic Beauty, 1994. 269p.

BENZING, D. H.; HENDERSON, K.; KESSEL, B.; SULAK, J. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. **American Journal of Botany**, Columbus, v.63, n.7, p.1009-1014, 1976.

BOTELHO, S. A.; FERREIRA, R. A.; MALAVASI, M. M.; DAVIDE, A. C. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 144-152, 2000.

BRICKHILL, W.L. Growing Bromeliads from seed; experiments and experiences. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.40, n.2, p.76-9, 1990.

BUTCHER, D. Questions & answers. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.41, n.6, p.223-4, 1991b.

DORR, K. Questions & answers. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.40, n.2, p.85-6, 1990c.

FOSTER, M., FOSTER, R. Brazil. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.45, n.4, p.170-6, 1995.

GOMES NETO, M. **Bromeliaceae como recurso alimentar para beija-flores no manguezal do Rio Picinguaba**, Ubatuba, S.P. 1998. 33f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de Santo Amaro, São Paulo.

GUNN, C.R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science and Technology**. Zurich, v. 9, n. 3, p. 737-757, 1981.

GRAF, A.B. **Trópica**: color cyclopedia of exotic plants and trees. East Rutherford: Roehrs, 1978. 1152 p.

JIMENEZ MEJIAS, R.M., CABALLERO RUANO, M.R. El cultivo industrial de plantas en maceta. **Reus**: Ediciones de Horticultura, 1990. 664 p.

KÄMPF, A.N. Bromélias. In: CASTRO, C.E.F., ANGELIS, B.L.D., MOURA, L.P.P., SILVEIRA, R.B.A., ANGELIS NETO, G., SATO, N.T. **Manual de Floricultura**. Maringá: Prefeitura Municipal e Universidade Estadual de Maringá, 1992. p.201-11.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. 1983. 233. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Lisboa: Fundação Caluste Gulbekian, 1973. v. 1, 296 p.

LEME, E.M.C. Desvendando os mistérios das bromélias. **Revista dos Amantes da Natureza**, São Paulo, n.77, p. 12-8, 1994.

LEME, E.M.C., MARIGO, L.C. **Bromélias na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual, 1993. 183 p.

LERCARI, G. Possibilities and limits for in vitro propagation in the Bromeliaceae. **Notiziario de Ortoflorofrutticoltura**, San Remo, v.9, n.4, p.169-70, 1983.

LORENZI, H. SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2 ed. Nova Odessa ; Plantarum, 1998. 1088p.

MARTIN, C.E. Physiological ecology of the Bromeliaceae. **Botanical Review**, Bronx, v.60, n.1, p.1-82, 1994.

MERCIER, H., KERBAUY, G.B. The importance of culture technique for conservation of endangered Brazilian bromeliads from Atlantic Rain Forest canopy. **Selbyana, Sarasota**, v.16, n.2, p.147-9, 1995.

MOREIRA, B.A. Nidularium. Bromeliaceae. In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti & T.S. Melhem, (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, Fapesp: ed....., São Paulo, v.5. 2007 (no prelo).

NOVAES, V. Bromélias: a nova bossa de um compositor. **Manchete Rural**, v. 6, p.72-5, 1993.

NUNES, J. V. C. **Estudo florístico e fenomorfológico de Tillandsioideae – Bromeliaceae na Serra do Cipó, M.G.** 1997. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, E. C.; PEREIRA, T. S. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae – Caesalpinioideae – Martiodendron Gleason, Peltophorum (Vogel) Walpers, Sclerolobium Vogel, Tachigalia Aublet e Schizolobium Vogel. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 60, p. 35-42, 1984.

OLIVEIRA, E. C.; PEREIRA, T. S. Euphorbiaceae - morfologia da germinação de algumas espécies I. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9 n.1, p.9-29, 1986.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. M. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 175-213.

PALLAZO JR., J.T., BOTH, M.C. **Flora ornamental brasileira**: um guia para o paisagismo ecológico. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1993. 184 p.

PAOLI, A. A. S.; SANTOS, M. R. O. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de Sapindus saponaria L. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 385-391, 1998.

PIERIK, R.L.M., SPRENKELS, P.A., VELDEN, J.M. van der. Vegetative propagation of Aechmea fulgens in vitro. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.39, n.5, p.210-3, 1989.

PLEVER, H. The fertilizer revolution. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.46, n.6, p.252-60, 1996.

PYTLEWSKI, C.A. Propagation of several species of bromeliads (Bromeliaceae). II. Influence of pH on seed germination and number of seedlings obtained. **Prace-Instytutu-Sadownictwa-i-Kwiaciarnictwa-w-skieniewicach-seriaB**, v. 14, p. 65-9, 1989. (CD - CAB Abstracts...)

QUINN, K. Planting media for bromeliads seeds, Part III. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.40, n.5, p.213,221, 1990.

RAUH, W. **Bromeliads for home, hardens an greenhouses**. London: Blandford, 1979. 431 p.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica**. Itajaí, 1983. 808p. (Flora Ilustrada Catarinense, 11).

ROWE, L. Seed germination. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.43, n.5, p.219-20, 1993.

SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P.; PEREIRA, D. D.; LIMA, A. A. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Duke (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 154-159, 1995.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BROMÉLIAS. **Cultivo da bromélia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Bromélias, s.d.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BROMÉLIAS. **O cultivo da bromélia**. Disponível em <http://www.maniadebromelia.com.br/O_Cultivo_das_Bromelias.htm>. Acesso em 21/2/2002.

TOLEDO, F. F.; MARCOS-FILHO, J. **Manual de sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 224 p. 1977.

TREVOR, O. Regional reflections. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v.40, n.1, p.30-3, 1990.

VARADARAJAN, G. S.; GILMARTIN, A. J. Seed Morphology of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and systematic implicatiom. **American Journal of Botany** , 1988, Vol. 75, No. 6, pp. 808-818.

VIDAL, V. N. Considerações sobre as sâmaras que tem ala paranuclear. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v.30, n.47, p.109-168, 1978.

WILLIAMS, B.E. **Growing bromeliads**. 2. ed. Kenthurst: Kangaroo, 1990. 112 p.