

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFOLOGIA DA SEMENTE E DESENVOLVIMENTO PÓS-
SEMINAL EM CINCO ESPÉCIES DE BROMELIACEAE**

Lorraine Stefanini

Bióloga

2013

**D
I
S
S.**

/

**S
T
E
F
A
N
I
N
I**

L.

**2
0
1
3**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFOLOGIA DA SEMENTE E DESENVOLVIMENTO PÓS-
SEMINAL EM CINCO ESPÉCIES DE BROMELIACEAE**

Lorraine Stefanini

Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Vitti Moro

Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Genética e
Melhoramento de Plantas)**

2013

Stefanini, Lorraine
S816m Morfologia da semente e desenvolvimento pós-seminal em cinco
espécies de Bromeliaceae / Lorraine Stefanini. -- Jaboticabal, 2013
iii, 32 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientadora: Fabiola Vitti Moro
Coorientador: Eduardo Custódio Gasparino
Banca examinadora: Vitor Fernandes Oliveira de Miranda, Andreia
Alves Rezende
Bibliografia

1. Bromeliáceas. 2. Germinação. 3. Morfoanatomia. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 582.548.11

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Lorraine Stefanini, São José do Rio Preto, 02 de Julho de 1985. Ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira em Março de 2006. Atuou como colaboradora do Diretório Acadêmico (Xerox da Faculdade) de Abril de 2008 a Março de 2009. Durante a graduação participou de vários cursos e estagiou na área de Silvicultura de 2008 a 2010. Formou-se em Dezembro 2010 e em Março de 2011 iniciou o mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Estadual Paulista - Campus de Jaboticabal. Em Novembro de 2012 participou do Congresso Nacional de Botânica apresentando uma parte de seu trabalho de mestrado. Defendeu sua dissertação e concluiu seu mestrado em Julho de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Sandra e Wilson, ao meu querido irmão Leandro e ao amor da minha vida Julian, pois sem eles eu nada seria e sem o seu apoio, não conseguiria realizar esse sonho tão almejado por todos nós.

AGRADECIMENTOS

É muito bom passar por uma jornada destas e ter tanto a agradecer.

É bom dizer obrigada a tanta gente que, neste período, em que se é acometido de tantos surtos de tristeza, incapacidade, euforia, incerteza, cansaço, alegrias, se mantiveram sempre presente.

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que colocou em meu caminho e pelo amparo em todos os momentos.

A minha família, em especial meus pais Sandra e Wilson e ao meu irmão Leandro, pelo amor incondicional e pela paciência. Por terem feito o possível e o impossível para a minha formação, respeitando minhas decisões, me apoiando, sem nunca deixar que as dificuldades acabassem com os meus sonhos, serei eternamente grata.

Ao meu namorado e amigo Julian, que sempre esteve ao meu lado, me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho!

A minha orientadora Professora Doutora Fabiola Vitti Moro por me orientar nesse trabalho e acompanhar o desenvolvimento até esse ponto final, agradeço imensamente.

Ao meu co-orientador Eduardo Custódio Gasparino por estar sempre presente ao longo dessa etapa, me auxiliando e orientando em todos os momentos, foi a pessoa que me fez evoluir e me acalmou nos momentos de desespero. Não tenho palavras pra expressar o tamanho da minha gratidão.

A técnica do Laboratório de Morfologia Vegetal, Roseli Conceição Silva pela disponibilidade, gentileza, ajuda na realização desse trabalho e também pela grande amizade construída ao longo do tempo.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo especialmente ao Armando Reis Tavares, pelas sementes disponibilizadas para a realização do trabalho.

A CAPES pelo auxílio financeiro para a realização da pesquisa.

E finalmente ao Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UNESP-FCAV por abrirem as portas e possibilitarem a realização de um sonho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	09
4. RESULTADOS	12
4.1. Descrição da Semente – Morfologia Externa	12
4.2. Descrição da Semente – Morfologia Interna	14
4.3. Porcentagem de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)	16
4.4. Desenvolvimento Pós-Seminal	16
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

MORFOLOGIA DA SEMENTE E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL EM CINCO ESPÉCIES DE BROMELIACEAE

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi descrever a morfologia da semente e as etapas do processo germinativo de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Neoregelia marmorata* (Baker) L.B.Sm., *Pitcairnia flammea* Lindl. e *Vriesea incurvata* Gaudich. As espécies apresentaram germinação epígea e criptocotiledonar, diferindo entre si nos períodos e porcentagem de germinação. Os embriões possuem posição axial com eixos embrionários curtos e cilíndricos, o endosperma contém células de amido e o tegumento é composto por células justapostas. Antes da emissão da raiz primária observa-se pilosidade em forma de anel na radícula. O envoltório das sementes de *Aechmea* Ruiz & Pav. e *Neoregelia* L.B.Sm. (Bromelioideae) apresenta mucilagem que evita a dessecação; enquanto que em *Pitcairnia* L'Hér. (Pitcairnioideae) as sementes apresentam alas membranáceas e em *Vriesea* Lindl. (Tillandsioideae) notam-se apêndices plumosos. O início do desenvolvimento pós-seminal de *A. blanchetiana*, *A. bromeliifolia*, *N. marmorata* (Bromelioideae) e *Pitcairnia flammea* (Pitcairnioideae) é marcado pela emergência da raiz primária, já em *Vriesea incurvata* (Tillandsioideae) observa-se a emergência do cotilédone haustorial. Os resultados obtidos no presente estudo subsidia a área de tecnologia de sementes envolvendo as espécies estudadas, assim como a taxonomia de Bromeliaceae.

Palavras chave: Bromeliáceas, germinação, morfoanatomia

SEED MORPHOLOGY AND POST-SEMINAL DEVELOPMENT IN FIVE SPECIES OF BROMELIACEAE

ABSTRACT - The aim of this study was to describe the morphology and the stages of germination of *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm., *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Neoregelia marmorata* (Baker) L.B.Sm., *Pitcairnia flammea* Lindl. e *Vriesea incurvata* Gaudich. The species have epigeal and cryptocotylar germination, with different periods and germination rates. The embryos have axial position with short and cylindrical embryonic axes, the endosperm containing starch and the tegument has overlapping cells. The radicle shows ring- shaped pilosity before the issuance. The seeds of *Aechmea* and *Neoregelia* (Bromelioideae) presents mucilage that prevents drying out, *Pitcairnia* L'Hér. (Pitcairnioideae) has seeds with membranous wings and in *Vriesea* Lindl. (Tillandsioideae) the seeds show feathery appendages. In *A. blanchetiana*, *A. bromeliifolia*, *N. marmorata* (Bromelioideae) and *Pitcairnia flammea* (Pitcairnioideae) the post-seminal development starts with the emergence of primary root; to *Vriesea incurvata* (Tillandsioideae) we observed a haustorial cotyledon. The results obtained in this study are basis in the area of seed technology involving these species, as well as the taxonomy of Bromeliaceae.

Keywords: Bromeliads, germination, morphoanatomy

1. INTRODUÇÃO

Bromeliaceae Juss. segundo Luther (2006) possui atualmente 58 gêneros e cerca de 3.086 espécies, trata-se de uma das maiores famílias de angiospermas, com distribuição quase exclusivamente neotropical, estendendo-se desde a América do Norte até a América do Sul, sendo apenas *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr nativa do continente africano. No Brasil, Bromeliaceae compreende 44 gêneros e 1.292 espécies sendo distribuída por todos os biomas (FORZZA et al., 2013). Estima-se que cerca de 70% dos gêneros e 40% das espécies ocorram no território brasileiro, onde vivem como epífitas, rupícolas ou terrestres.

Trata-se de uma família monofilética, com posição basal em Poales, tendo como grupo irmão Thyphaceae e Sparganiaceae (GIVNISH et al., 2007; APG, 2009). Estudos moleculares de Givnish et al. (2007) sugerem a divisão da família em oito subfamílias (Bromelioideae, Puyoideae, Pitcairnoideae, Navioideae, Hechtioideae, Tillandsioideae, Lindmanioideae e Brocchinioideae) contrariando a tradicional divisão morfológica de Bromeliaceae nas subfamílias: Bromelioideae, Pitcairnoideae e Tillandsioideae (SMITH; DOWNS, 1974; REITZ, 1983; DAHLGREN; CLIFFORD; YEO, 1985), pelo fato desta última não ser monofilética.

A variação morfológica, a arquitetura foliar e a diversidade de espécies permitem que as bromélias estejam em evidência entre as plantas ornamentais comercializadas no Brasil, o que tem ocasionado grande procura por suas espécies (PEREIRA et al., 2008). Esse fato contribui para o aumento da coleta predatória para comercialização, da depredação de seu ambiente natural o que pode ser responsável pela redução ou até mesmo pela extinção de inúmeras espécies (MENDONÇA, 2002; PEREIRA et al. 2008).

Além da importância econômica relacionada ao paisagismo, os indivíduos de Bromeliaceae desempenham importante função ecológica, servindo de habitat, local de reprodução e alimentação para pequenos animais que vivem associados aos seus tanques, como observados nos estudos de Benzing (2000). Desta forma a preservação das espécies é fundamental tanto pela manutenção da biodiversidade quanto para a ecologia dos ecossistemas (PINTO; DEMATTÊ; PAVANI, 1995).

Segundo Barroso (1999), conhecer a estrutura e germinação das sementes é importante para o armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura. Além disso, 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 e auxiliar nos trabalhos de regeneração natural, facilitando o seu reconhecimento nos estádios iniciais de crescimento (BOTELHO et al. 2000).

Morfologia e germinação em espécies de bromélias foram anteriormente estudadas por Gatin (1911); Pereira (1988); Tillich (1995); Scatena, Segecin e Coan (2006); Tillich (2007); Pereira et al. (2008); Pereira et al. (2009); Duarte, Carneiro e Rezende (2009); Pereira, Cuquel e Panobianco (2010); Silva & Scatena (2011b).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo descrever a morfologia das sementes e as etapas do processo germinativo em espécies ornamentais de bromélias, sendo elas: *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Neoregelia marmorata* (Baker) L.B.Sm., *Pitcairnia flamma* Lindl. e *Vriesea incurvata* Gaudich., identificando assim dados morfológicos que possam contribuir para a manutenção e preservação das espécies.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As bromélias são quase que exclusivamente, plantas nativas das Américas. Bromélias ornamentais foram encontradas nas Antilhas, no final do século XVII, e eram conhecidas pelos nativos como “karatas” (LEME; MARIGO, 1993).

Os representantes de Bromeliaceae 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 têm brácteas coloridas e vistosas. Em geral, as bromélias possuem rosetas que florescem uma única vez e depois morrem podendo ser substituídas por outras rosetas. A inflorescência desenvolve-se no centro da planta e em algumas espécies lateralmente, e normalmente antes de morrer, as plantas produzem grande quantidade de sementes e vários brotos, que garantem a sua propagação (GRAF, 1978; LEME; MARIGO, 1993; WANDERLEY; MARTINS, 2007).

Pela sua alta diversidade as bromélias são encontradas nos mais diferentes ambientes e utilizadas em diferentes situações. Muitas espécies de bromélias são utilizadas como ornamentais, seja por apresentarem folhas de cores vivas, rajadas e maculadas ou pela emissão de inflorescências com brácteas florais coloridas (RIZZINI; MORS, 1976). Com isso dá-se as bromélias uma importância econômica que se relaciona com um crescente interesse ornamental, sendo assim muito utilizadas em projetos de paisagismo e em decoração de interiores (MENDONÇA, 2002). Outras têm o seu valor atribuído por serem utilizadas como alimento, como é o caso do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e de outras espécies do gênero *Ananas*, nativas do Cerrado (ALMEIDA, 1998). Em função da grande procura pelas bromélias, é difícil controlar o extrativismo e o destino de muitas espécies, hoje talvez extintas no seu habitat (MOREIRA; WANDERLEI; CRUZ-BARROS, 2006).

Para a preservação da biodiversidade das espécies da família é necessário o desenvolvimento de métodos para a produção de mudas de baixo impacto ambiental e custo reduzido, que preservem a diversidade genética das espécies, a fim de proporcionar uma alternativa para propagação (ANACLETO, 2005; NEGRELLE; ANACLETO; MITCHEL, 2005; PEREIRA; CUQUEL; PANOBIANCO, 2010).

De acordo com Labouriau (1983), o processo da germinação das sementes normalmente inicia-se pela absorção de água que é seguida pelo aumento da atividade metabólica da semente e promove o crescimento intra-seminal do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária ou plúmula. Fatores externos como disponibilidade de água, de oxigênio, temperatura adequada e luz afetam a germinação assim como também fatores internos (viabilidade e longevidade das sementes) como observados em Duarte (2007).

Dados sobre a morfologia e germinação em espécies de bromélias foram anteriormente relatados nos trabalhos de Gatin (1911); Pereira (1988); Tillich (1995); Scatena, Segecin e Coan (2006); Tillich (2007); Pereira et al. (2008); Pereira et al. (2009); Duarte, Carneiro e Rezende (2009); Pereira, Cuquel e Panobianco (2010); Silva & Scatena (2011b).

Pereira (1988) estudando 58 espécies da subfamília Bromelioideae caracterizou os principais estágios do desenvolvimento pós-seminal. De acordo com Tillich (1995), que estudou várias espécies de monocotiledôneas inclusive espécies de bromélias, o cotilédone haustorial tem a função de absorver e conduzir as reservas do endosperma para a plântula.

O trabalho de Scatena, Segecin e Coan (2006) consistiu em estudar a morfologia da semente e do desenvolvimento pós-seminal de *Tillandsia gardneri* Lindl., *T. streptocarpa* Baker, e *T. stricta* Sol. ex Sims que ocorrem nos Campos Gerais do Paraná, Brasil. As sementes apresentaram apêndices plumosos na região micropilar o que evidencia um caráter importante na taxonomia da família e também apresenta uma grande importância na dispersão anemocórica das sementes. A primeira estrutura que emergiu durante a germinação foi o cotilédone haustorial, que é responsável pela nutrição da plântula foi observado também a formação de um pequeno tanque que armazena água e detritos orgânicos para a nutrição da plântula e as raízes adventícias emergiram tardiamente. Essas características observadas são importantes para o uso na filogenia de Bromeliaceae onde Tillandsioideae é considerado um grupo derivado.

Pereira et al. (2008) estudando as características de sementes obtiveram informações sobre o tipo e o tempo médio de germinação e de formação de plântulas e também descrevendo a morfologia do desenvolvimento pós-seminal de

Aechmea blanchetiana (Baker) L.B. Sm., *Wittrockia gigantea* (Baker) Leme, *Dyckia pseudococcinea* L.B. Sm., *Pitcairnia encholirioides* L.B. Sm., *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms e *Vriesea heterostachys* (Baker) L.B. Sm. Os autores observaram as porcentagens máximas de germinação obtidas, que ficava acima de 80% e indicaram alta qualidade fisiológica das sementes. Os caracteres morfológicos mais relevantes para a diferenciação entre gêneros e subfamílias de Bromeliaceae referem-se à forma e ao tipo de apêndices das sementes, e na forma e tamanho da bainha cotiledonar, hipocótilo e raiz primária das plântulas, subsidiando estudos taxonômicos, ecológicos e na área de tecnologia de sementes.

Ainda segundo os resultados de Pereira et al. (2008), as plântulas eram criptocotiledonares para todas as espécies pois o cotilédone presente em Bromeliaceae não se desprende do tegumento da semente, mantendo o haustório no interior dos restos seminiais. Assim, segundo a revisão de terminologia de Tillich (2007) é possível afirmar que o termo criptocotiledonar se aplica fortemente a essas plântulas, pois o cotilédone é parte foliáceo, emergindo dos restos seminiais através da liberação da bainha cotiledonar; parte haustorial, permanecendo no interior dos tegumentos e mantendo contato com o tecido de reserva.

O padrão de desenvolvimento pós-seminal obtido por Tillich (2007) e Pereira et al. (2008) para as subfamílias de Bromeliaceae foi que as espécies de Bromelioideae apresentam bainha cotiledonar curta, hipocótilo bem reduzido ou inexistente na plântula e a raiz primária cresce moderadamente em comprimento. Em Pitcairnioideae a bainha cotiledonar é extensa, o hipocótilo é evidentemente alongado e a raiz primária é medianamente desenvolvida. Já para Tillandsioideae a bainha cotiledonar apresenta-se com tamanho mediano, o hipocótilo é pouco desenvolvido e há forte tendência da raiz primária ser reduzida ou ausente.

Pereira et al. (2009) estudaram o comportamento germinativo de quatro espécies de Bromeliaceae: *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, *Pitcairnia flammea* Lindl., *Vriesea heterostachys* (Baker) L. B. Sm. e *Vriesea penduliflora* L. B. Sm., oriundas do Parque Estadual do Ibitipoca – MG, com preferências contrastantes de habitat e representando duas formas de vida diferentes. Um dos objetivos deste estudo foi caracterizar as sementes quanto ao tipo de germinação e descrever a morfologia do desenvolvimento pós-seminal. Os resultados

demonstraram que todas as espécies produzem sementes pequenas e muito leves, variando de 0,2 a 1,7 mg; a germinação é epígea com plântulas criptocotiledonares. Para *P. flammea*, a germinação iniciou-se com o rompimento do tegumento e protrusão da raiz primária, enquanto que, para as espécies de Tillandsioideae, a germinação iniciou-se com a emergência da base do cotilédone, e posteriormente desenvolveu-se a raiz primária.

Segundo Pereira et al. (2009), a morfologia do desenvolvimento pós-seminal em Bromeliaceae é determinantemente para o diagnóstico entre as subfamílias, apresentando diferenças nas suas estruturas essenciais. As plântulas de *Vriesea* e *Alcantarea* (Tillandsioideae), embora tenham dimensões diferentes, apresentam as mesmas características morfológicas em suas estruturas essenciais. No entanto, as espécies de Tillandsioideae diferem de Pitcairnioideae, e a estrutura mais diagnóstica é o hipocótilo, conspícuo em *Pitcairnia* e ausente ou muito reduzido nas Tillandsioideae (*Vriesea* e *Alcantarea*).

Para Duarte, Carneiro e Rezende (2009), o conhecimento da morfologia das estruturas reprodutivas e das plântulas das Bromeliaceae amplia o entendimento de suas estratégias reprodutivas, com isso eles analisaram a morfologia de frutos e sementes e o desenvolvimento pós-seminal das plântulas de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). Com relação as sementes foi observado que elas eram elipsóides, com tegumentos que envolvem o endosperma amiláceo, que contém um pequeno embrião. Durante a emergência criptocotiledonar-epigeal, o cotilédone mantém-se internamente na semente com função haustorial. O processo de germinação, considerado como a protrusão da bainha cotiledonar, ocorreu entre o quarto e quinto dias após as sementes serem colocadas para germinar. A partir da base da bainha cotiledonar originaram-se os pelos radiculares e as raízes primárias e adventícias. A primeira folha surgiu através de uma fenda na bainha cotiledonar aos sete dias de germinação.

Duarte, Carneiro e Rezende (2009) afirmam que os resultados descritos permitirão o entendimento da estrutura organizacional dos frutos, do processo de germinação, do desenvolvimento pós-seminal das plântulas e da duração de cada fase e que as informações obtidas serão de grande importância para testes de

germinação, classificação do vigor de plântulas e entendimento da ecologia reprodutiva da espécie.

Em razão da disponibilidade e fácil retirada do ambiente natural, poucas espécies de bromélias são produzidas em escala comercial e segundo Pereira, Cuquel e Panobianco (2010), algumas espécies já se encontram ameaçadas de extinção. Por esse motivo a propagação sexuada pode ser uma alternativa para compensar o extrativismo.

Ainda no estudo de Pereira, Cuquel e Panobianco (2010) a alta porcentagem de germinação obtida na faixa de temperatura entre 20 e 30 °C evidencia que a espécie pode facilmente ser propagada em viveiros inseridos no próprio ecossistema da planta, sem a necessidade de controle de temperatura e relacionaram isto ao fato de possivelmente seria uma alternativa para redução de custos na implantação de estruturas adequadas para a propagação, favorecendo a propagação de bromélias por sementes.

Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker, *Aechmea castelnavii* Baker, *Dyckia duckei* L.B. Smith, *Dyckia racemosa* Baker e *Tillandsia adpressiflora* Mez foram as espécies que Silva e Scatena (2011b) estudaram visando sua caracterização morfológica e o desenvolvimento pós-seminal com finalidades taxonômicas, verificar também a porcentagem de germinação das suas sementes. Como resultado foi observado que todas as espécies apresentam germinação epígea e plântulas criptocotiledonares. As sementes possuem porcentagem de germinação alta (acima de 86%) o que de acordo com os autores, facilita a produção de mudas e estudos de conservação.

As sementes das espécies estudadas por Silva e Scatena (2011b), apresentam adaptações facilitadoras da dispersão que são descritas como características exclusivas dos gêneros, evidenciadas na sua morfologia: as sementes de *Aechmea* (Bromelioideae) apresentam mucilagem, as de *Dyckia* (Pitcairnioideae) apresentam ala membranácea e a de *Tillandsia* (Tillandsioideae) apêndices plumosos.

No desenvolvimento pós-seminal, observou-se que ocorreu uma diferenciação na fase de início de germinação onde, em *Aechmea* (Bromelioideae) e *Dyckia* (Pitcairnioideae) é marcada pela emergência da raiz primária, enquanto que

em *Tillandsia adpressiflora* (Tillandsioideae) é marcada pela emergência do cotilédone (SILVA; SCATENA, 2011b).

Outro ponto abordado é sobre a produção de mudas via sementes pois assim é mantida a variabilidade genética, importante fator para futuros estudos de recuperação de áreas degradadas e reintrodução de espécies ameaçadas de extinção (SILVA; SCATENA, 2011b).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes das espécies (Figura 1), utilizadas no estudo foram provenientes da coleção de sementes nativas e/ou cultivadas do Núcleo de Pesquisa de Plantas Ornamentais do centro de Pesquisa em Ecologia e Fisiologia do Instituto de Botânica de São Paulo (Tabela 1), já beneficiadas e mantidas em embalagens de papel em câmara fria.



Figura 1. Sementes recebidas do Instituto de Botânica de São Paulo. a. *Aechmea blanchetiana*, b. *Aechmea bromeliifolia*, c. *Neoregelia marmorata*, d. *Pitcairnia flammea*, e. *Vriesea incurvata*.

Tabela 1. Dados de coleta das espécies estudadas.

Subfamília/Espécie	Data da coleta	Voucher
Bromelioideae / <i>A. blanchetiana</i>	Março de 2008	Bro Ab 03/08
Bromelioideae / <i>A. bromeliifolia</i>	Outubro de 2010	Bro Ab 10/10
Bromelioideae / <i>N. marmorata</i>	Março de 2007	Bro Nm 03/07
Pitcairnoideae / <i>P. flammea</i>	Junho de 2007	Bro Pf 06/07
Tillandsioideae / <i>V. incurvata</i>	Agosto de 2010	Bro Vi 08/10

Para a descrição biométrica das sementes (comprimento e largura) foram tomadas ao acaso 20 sementes, medidas individualmente com paquímetro digital (ZAAS PRECISION). O peso de 1.000 sementes foi determinado utilizando balança analítica (BRASIL, 2009).

Com a finalidade de observar detalhes da morfologia externa das sementes foi realizada uma análise sob microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para a análise, as sementes foram montadas em suportes metálicos com fita adesiva de carbono e revestidas com uma camada de ouro-paládio (JEOL, JFC1100) e avaliados por meio de observação no microscópio eletrônico de varredura operando a 15 kv, (JEOL, JSM5410).

Para o estudo anatômico, as sementes foram fixadas em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) desidratadas em série etílica e incluídas em paraplast e posteriormente seccionadas em micrótomo de precisão (LEICA RM2065) com navalhas descartáveis de aço, com 12 µm de espessura, obtendo-se séries longitudinais e transversais. As seções obtidas foram individualmente montadas sobre lâminas histológicas, coradas com azul de toluidina a 0,05%, pH 4,7 (O'BRIEN et al. 1964) e as lâminas foram cobertas com lamínulas fixadas com Entelan. Os cortes anatômicos foram observados e fotografados em microscópio óptico com câmera digital (COLEMAN XSZ-N107/Moticam 1000).

Para os experimentos de germinação, as sementes de todas as espécies foram distribuídas em caixas de plástico com tampa sobre duas folhas de papel germintest, contendo 50 sementes cada. As caixas foram mantidas sob luminosidade e temperatura de laboratório (25,6 a 32,8°C.) As caixas foram umedecidas diariamente e as sementes foram analisadas periodicamente. Foram confeccionadas ilustrações com o auxílio de estereomicroscópio óptico (CARL ZEISS), equipado com câmara clara para a descrição morfológica das etapas da germinação.

A emergência da raiz primária foi o critério usado para definir a germinação, e o índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962). A terminologia adotada na descrição da germinação foi baseada em Tillich (2007), que considera germinação quando ocorre a emergência da raiz primária, plântula quando ocorre o desenvolvimento radicular sadio, expansão total da primeira folha e aparecimento da segunda folha e planta jovem quando acontece o aparecimento da terceira folha.

4. RESULTADOS

4.1. Descrição da Semente – Morfologia Externa

Aechmea blanchetiana, *A. bromeliifolia*, *Neoregelia marmorata*, *Pitcairnia flamma* e *Vriesea incurvata* (Figura 2) apresentam sementes anátropas, pequenas com comprimento variando de 3,31 a 1,75mm, largura entre 1,59 e 0,29mm, e variação do peso de 1.000 sementes de 3,61 a 0,22g (Tabela 2). Os maiores valores de todas as características biométricas foram observados em *A. bromeliifolia*.



Figura 2. Aspectos morfológicos das sementes. a. *Aechmea blanchetiana*, b. *Aechmea bromeliifolia*, c. *Neoregelia marmorata*, d. *Pitcairnia flamma*, e. *Vriesea incurvata*. Barras = 10µm.

Tabela 2. Dados biométricos e peso de mil sementes das espécies estudadas.

Espécies	Média de comprimento da semente (mm)±dp*	Média de largura da semente (mm)±dp*	Peso de 1.000 sementes (g)
<i>Aechmea blanchetiana</i>	2,44±0,38	0,83±0,10	0,89
<i>Aechmea bromeliifolia</i>	3,31±0,26	1,59±0,08	3,61
<i>Neoregelia marmorata</i>	1,75±0,25	0,55±0,16	0,28
<i>Pitcairnia flammea</i>	2,77±0,39	0,29±0,06	0,22
<i>Vriesea incurvata</i>	3,15±0,29	0,30±0,09	0,22

*dp= desvio padrão

As sementes de *Aechmea blanchetiana*, *A. bromeliifolia* e *N. marmorata* são elípticas, com porção micropilar mais estreita, as de *P. flammea* são elípticas e bicaudadas e as sementes de *V. incurvata* são filiformes. O envoltório das sementes de *A. blanchetiana*, *A. bromeliifolia* e *N. marmorata* e *P. flammea* é rugoso e tem coloração marrom avermelhado, *V. incurvata* possui o envoltório liso e castanho (Figuras 2 e 3).

Não foram observados qualquer tipo de apêndice em *Aechmea blanchetiana*, *A. bromeliifolia* e *N. marmorata*, no entanto nota-se a presença de substância mucilagínosa em suas sementes, *P. flammea* possui alas membranáceas em suas sementes e *V. incurvata* apêndices plumosos esbranquiçados ligados à porção micropilar (Figuras 2 e 3).

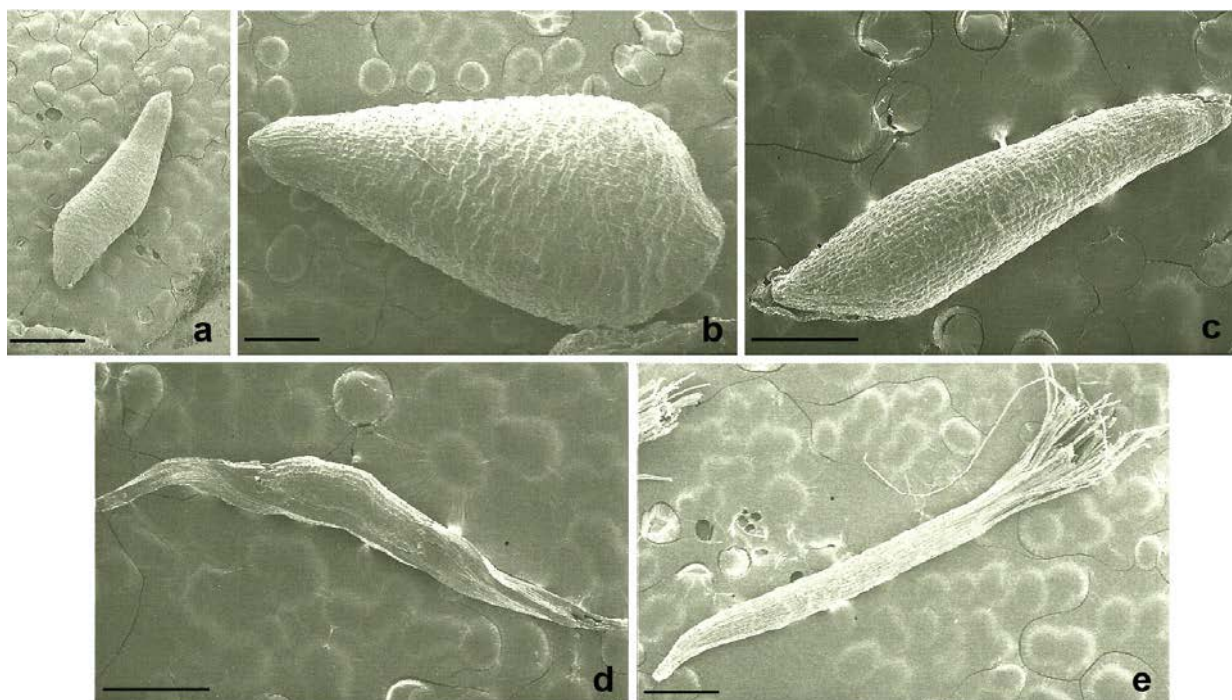


Figura 3. Eletromicrografias (MEV) das sementes. a. *Aechmea blanchetiana*, b. *Aechmea bromeliifolia*, c. *Neoregelia marmorata*, d. *Pitcairnia flammea*, e. *Vriesea incurvata*. Barras = a. 1000 μ m b-c-d-e. 500 μ m

4.2. . Descrição da Semente – Morfologia Interna

As sementes das cinco espécies possuem tegumento com apenas uma camada de células (testa) justapostas (Figura 4), observa-se um ligeiro espessamento nas extremidades (próximo ao embrião e próximo à calaza) de *A. blanchetiana* (Figura 4a). Logo abaixo do tegumento a semente é preenchida pelo endosperma que é formado por células pequenas, compactadas e sem espaços intercelulares e no interior dessas células são encontrados grãos de amido (Figura 4). O embrião é axial, com os eixos embrionários curtos e cilíndricos e é composto por um grande número de células de paredes delgadas (Figura 4).

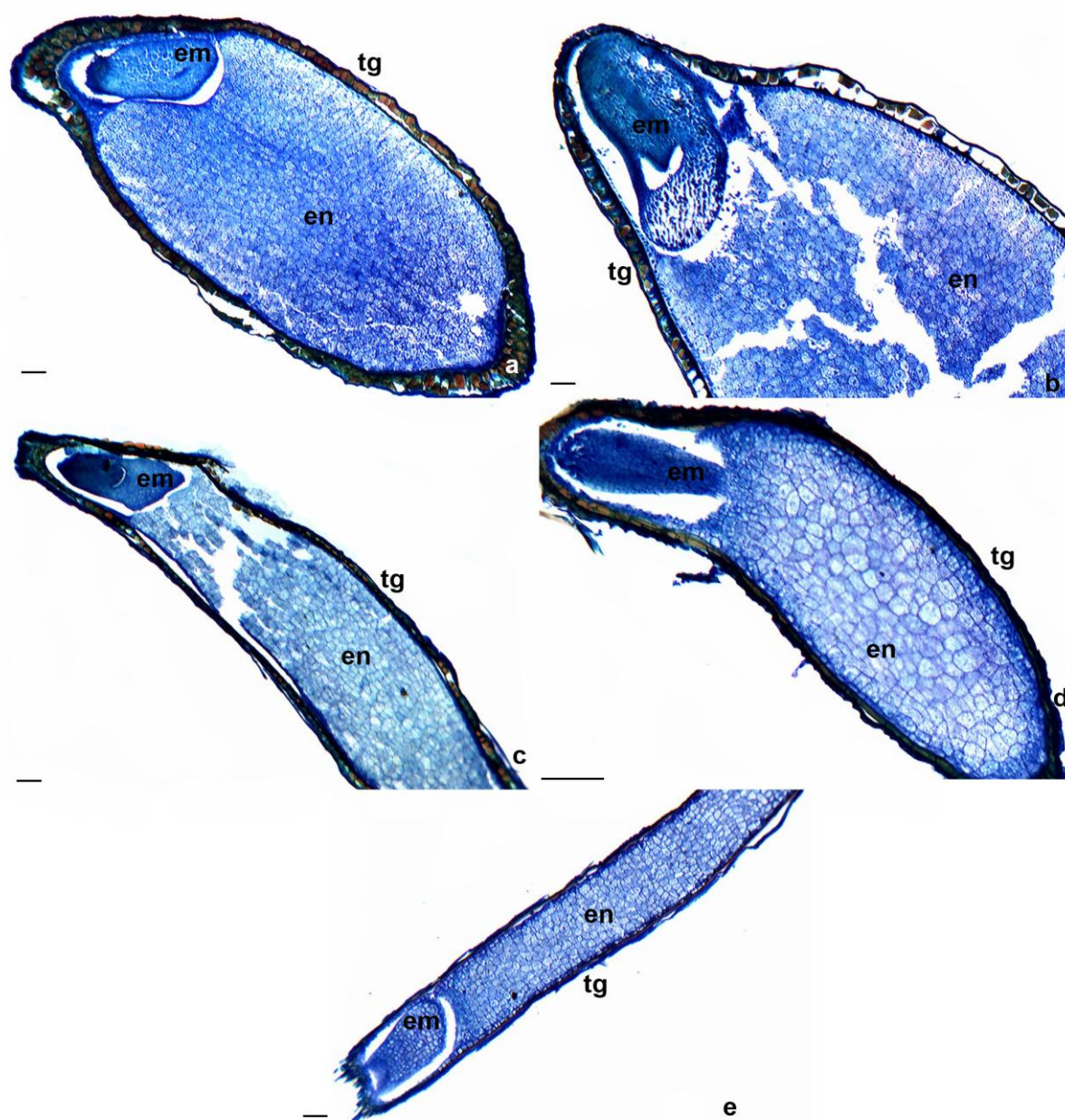


Figura 4. Cortes histológicos longitudinais das sementes. a. *Aechmea blanchetiana*, b. *Aechmea bromeliifolia*, c. *Neoregelia marmorata*, d. *Pitcairnia flammea*, e. *Vriesea incurvata*. em: embrião; en: endosperma; tg: tegumento. Barras = a-b-d-e. 100μm, c. 10 μm.

4.3. Porcentagem de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Aechmea bromeliifolia, *Neoregelia marmorata*, *Aechmea blanchetiana* e *Vriesea incurvata* apresentaram taxa de germinação 98, 92, 72 e 50% e índice de velocidade (IVG) variando de 3,36 a 7,35. (Tabela 3). Já *Pitcairnia flammea* apresentou 16% de taxa de germinação e IVG de 0,4, dados inferiores ao das outras espécies.

Tabela 3. Dados sobre o desenvolvimento pós-seminal das espécies estudadas.

Espécies	Período em dias				
	Germinação	Plântula	Planta jovem	IVG*	Germinação (%)
<i>Aechmea blanchetiana</i>	6	16	21	5,2	72
<i>Aechmea bromeliifolia</i>	4	10	20	7,35	98
<i>Neoregelia marmorata</i>	4	18	31	6,9	92
<i>Pitcairnia flammea</i>	12	21	29	0,4	16
<i>Vriesea incurvata</i>	4	26	-	3,35	50

*Índice de Velocidade de Germinação

4.4. Desenvolvimento Pós-Seminal

Todas as espécies apresentaram germinação epígea e plântulas criptocotiledonares. Do ponto de vista morfológico, a germinação em *Aechmea blanchetiana* (Figura 5a) inicia-se no sexto dia de embebição, pelo rompimento do tegumento (Figura 5b) e protrusão da raiz primária. As plântulas apresentam raiz primária, seguida do hipocótilo e colo bem delimitado por anel de pelos (Figura 5c). A bainha é cotiledonar foliácea e exibe o eófilo lanceolado após oito dias (Figura 5d). O hipocótilo na plântula é cilíndrico, curto e de coloração esbranquiçada (Figura 5e). A segunda folha surge aos 16 dias de embebição (Figura 5f) e o hipocótilo continua seu crescimento lentamente (Figura 5g). A planta jovem apresenta colo bem delimitado, hipocótilo cilíndrico creme esverdeado, raiz primária desenvolvida e começa a surgir raízes adventícias (Figura 5h); a bainha é cotiledonar foliácea com folhas elevadas pelos entrenós longos aos 21 dias (Figura 5i).

A germinação inicia-se após quatro dias de embebição em *Aechmea bromeliifolia* (Figura 6a), pelo rompimento do envoltório (Figura 6b) e emissão da raiz primária (Figura 6c). A raiz primária apresenta-se esbranquiçada e cônica, bainha cotiledonar é foliácea, o colo é demarcado, com hipocótilo cilíndrico (Figura 6d-e). O eófilo se inicia no nono dia após a germinação e apresenta-se levemente lanceolado, de ápice ligeiramente acuminado e bordo inteiro (Figura 6f). Com aproximadamente dez dias de germinação inicia-se o aparecimento da segunda folha e as plântulas apresentam raiz principal robusta, cônica, pilosa, com início de formação de raízes adventícias (Figura 6g-h). O hipocótilo é curto e a bainha cotiledonar é membranosa. Aos vinte dias de germinação as plantas jovens apresentam hipocótilo cilíndrico, raízes adventícias e folhas elevadas pelos entrenós longos (Figura 6i-j).

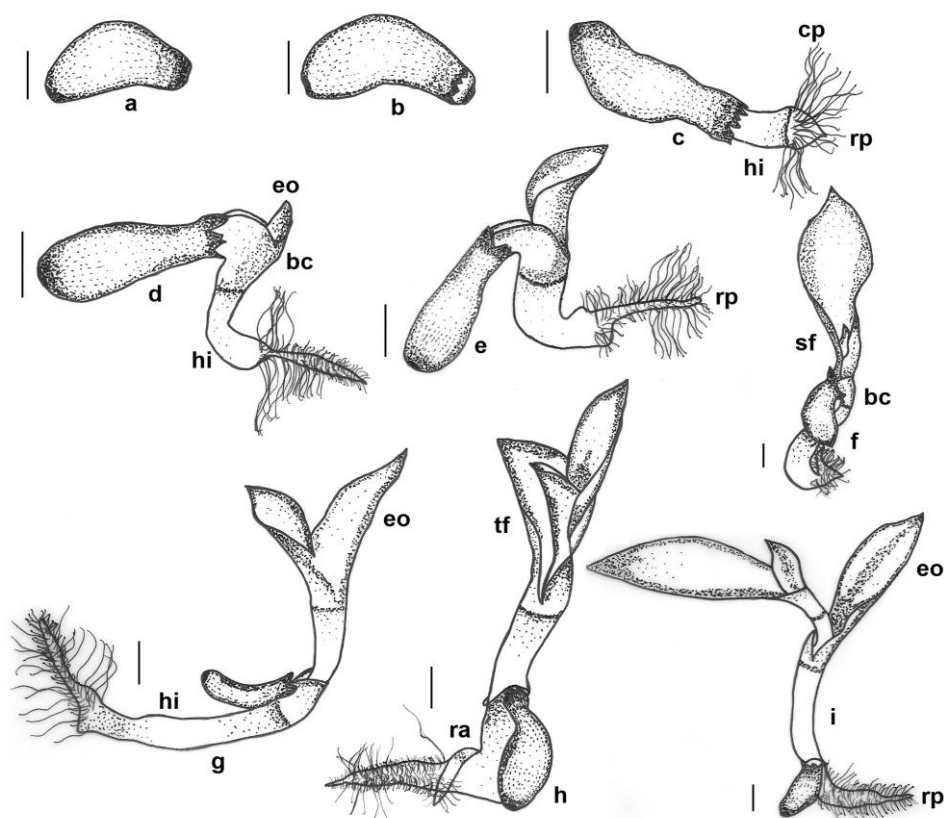


Figura 5. Desenvolvimento pós-seminal de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. – a. Semente. b-c. Fases da germinação. d-e-f-g. Plântula. h-i. Planta jovem. bc: bainha cotiledonar; cp: colo com pelos; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária; ra: raiz adventícia; sf: segunda folha; tf: terceira folha. Barras = 1 mm.

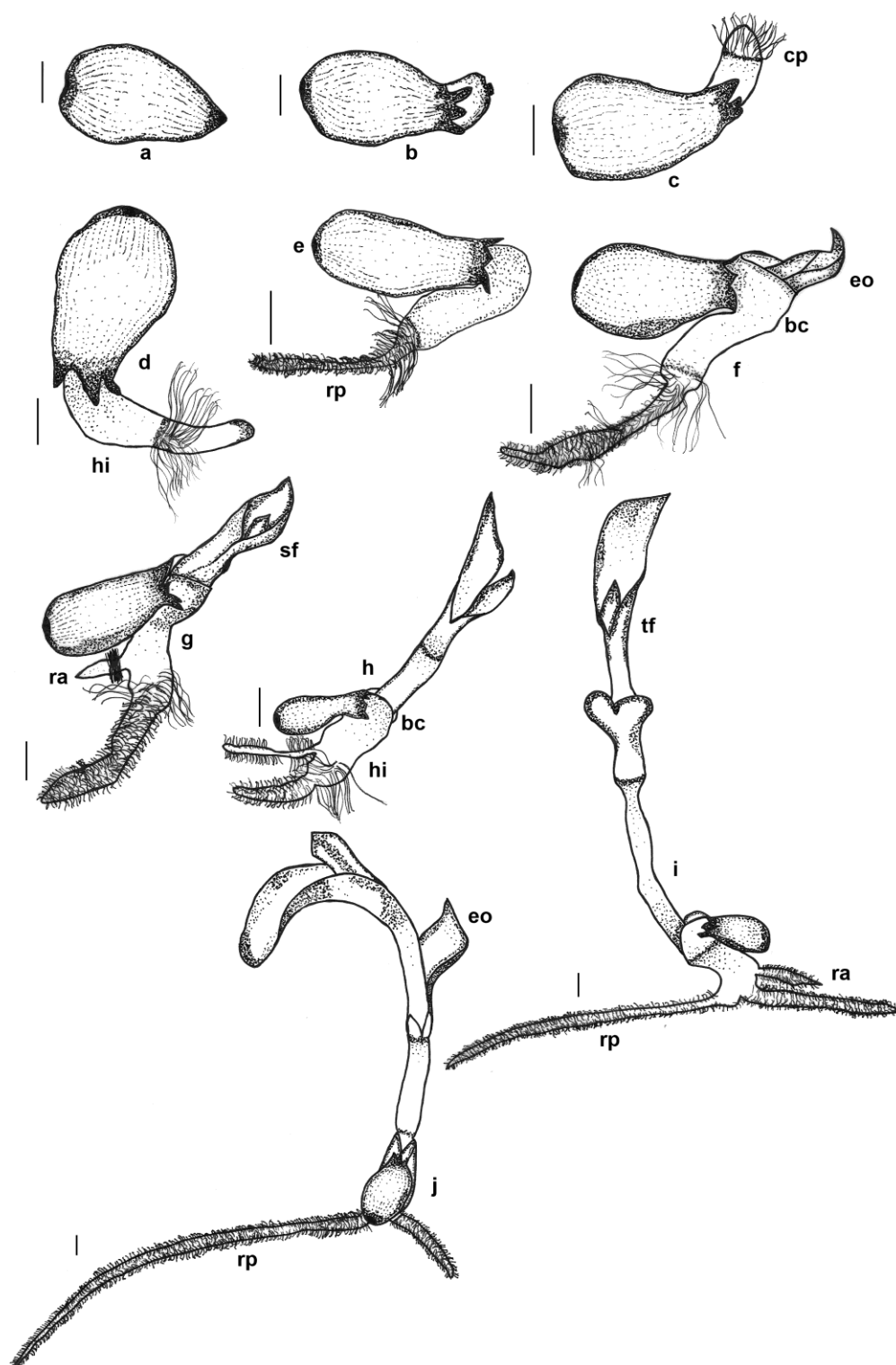


Figura 6. Desenvolvimento pós-seminal de *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker – a. Semente. b-c-d-e. Fases da germinação. f-g-h. Plântula. i-j. Planta jovem. bc: bainha cotiledonar; cp: colo com pelos; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária; ra: raiz adventícia; sf: segunda folha; tf: terceira folha. Barras = 1 mm.

Em *Neoregelia marmorata* (Figura 7a) a germinação inicia-se após quatro dias de embebição (Figura 7b). A raiz primária é bem delimitada por um anel de pelos (Figura 7c) e o hipocótilo cilíndrico começa se alongar (Figura 7d). No nono dia surge o eófilo (Figura 7e) e após esse período observa-se um crescimento tanto do hipocótilo, quanto do eófilo (Figura 7f). A plântula apresenta sua segunda folha no 18º dia (Figura 7g) com crescimento contínuo (Figura 7h). O aparecimento da terceira folha e formação da planta jovem se dá aos 31 dias (Figura 7i). Após esse período a planta jovem não apresenta raízes adventícias e suas folhas são elevadas por entrenós curtos (Figura 7j).

A germinação de *Pitcairnia flammea* (Figura 8a) inicia-se aos 12 dias de embebição (Figura 8b), pelo rompimento dos tegumentos e protrusão da raiz primária. O cotilédone se eleva da superfície do substrato por alongamento do hipocótilo elevando também a semente e raiz primária é coberta por pelos absorventes, (Figura 8c). A plântula normal apresenta bainha cotiledonar foliácea e exhibe o eófilo lanceolado aos 15 dias (Figura 8d). A segunda folha surge aos 21 dias (Figura 8e) e o hipocótilo é branco, translúcido e cilíndrico (Figura 8f). A planta jovem apresenta raiz primária desenvolvida, hipocótilo cilíndrico creme esverdeado bastante alongado (Figura 8g), bainha cotiledonar foliácea lanceolada com base profundamente fendida com folhas subseqüentes aos 29 dias (Figura 8h).

A germinação em *Vriesea incurvata* (Figura 9a-b) iniciou-se no quarto dia de embebição, com a emergência (Figura 9c) e crescimento da base do cotilédone haustorial (Figura 9d) , e posteriormente desenvolveu-se a raiz primária (Figura 9e) que é protegida pela coifa até surgirem os pelos absorventes. As plântulas aos 22 dias apresentam o eófilo, a raiz primária recoberta por pelos absorventes, bainha cotiledonar túrgida e hipocótilo pouco desenvolvido (Figura 9f). A plântula normal tem bainha cotiledonar transpassada profundo fendida, raiz primária truncada e recobertas pela coifa e a segunda folha aparece aos 26 dias (Figura 9g-h). As plantas jovens com o surgimento da terceira folha não foram observadas no estudo. As plântulas morreram antes de atingirem esse estágio.

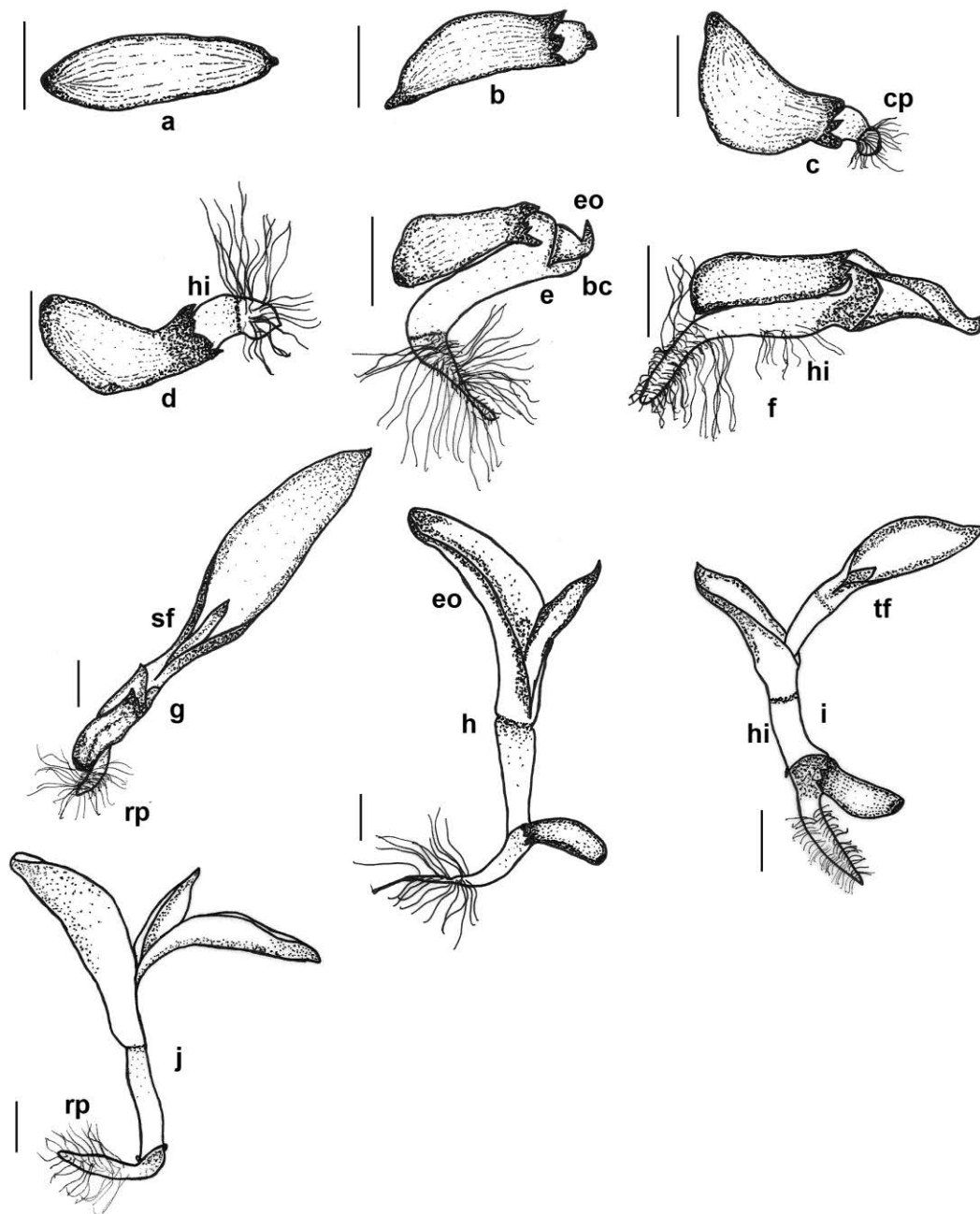


Figura 7. Desenvolvimento pós-seminal de *Neoregelia marmorata* (Baker) L.B.Sm. – a. Semente. b-c-d. Fases da germinação. e-f-g-h. Plântula. i-j. Planta jovem. bc: bainha cotiledonar; cp: colo com pelos; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária; sf: segunda folha; tf: terceira folha. Barras = 1 mm.

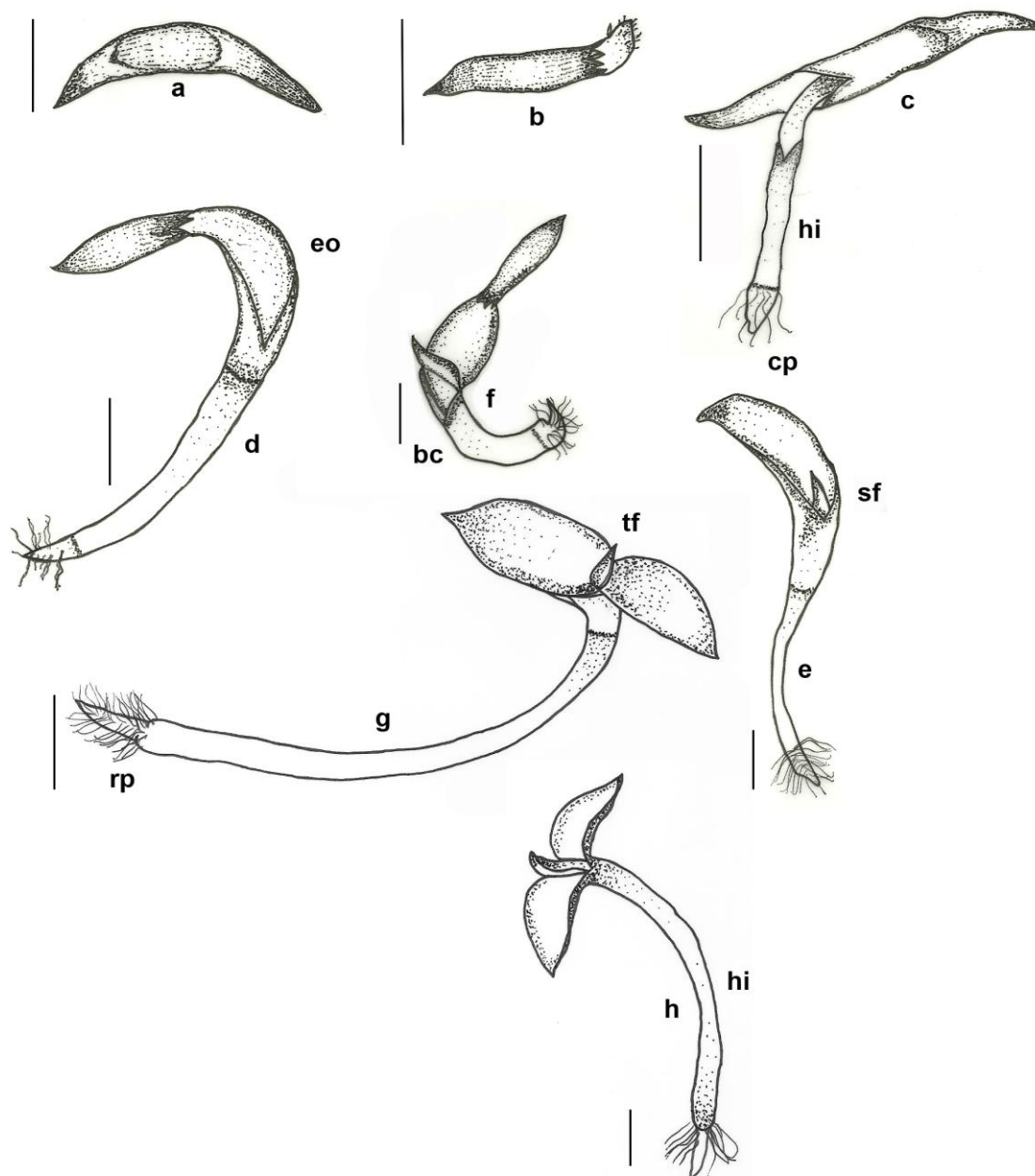


Figura 8. Desenvolvimento pós-seminal de *Pitcairnia flammea* Lindl. – a. Semente. b-c. Fases da germinação. d-e-f. Plântula. g-h. Planta jovem. bc: bainha cotiledonar; cp: colo com pelos; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária; sf: segunda folha; tf: terceira folha. Barras = 1 mm.

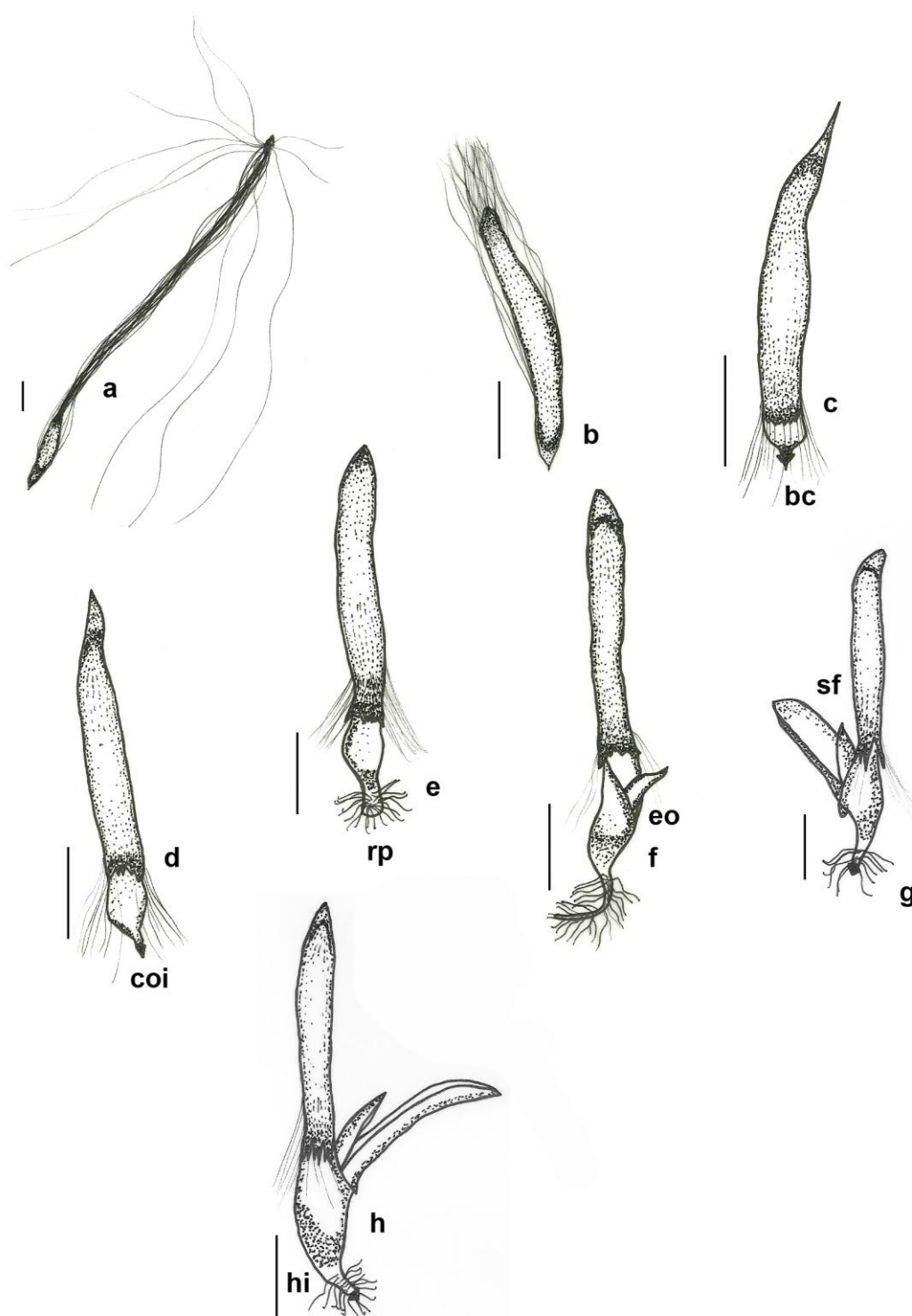


Figura 9. Desenvolvimento pós-seminal de *Vriesea incurvata* Gaudich. – a-b Semente. c-d-e. Fases da germinação. f-g-h. Plântula. bc: bainha cotiledonar; coi: coifa; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária; sf: segunda folha. Barras = 1 mm.

5. DISCUSSÃO

As espécies estudadas são divididas da seguinte maneira: *Aechmea blanchetiana*, *A. bromeliifolia* e *Neoregelia marmorata* fazem parte da subfamília Bromelioideae, *Pitcairnia flammaea* pertence à Pitcairnioideae e a espécie *Vriesea incurvata* faz parte de Tillandsioideae. Esse posicionamento se apresenta tanto na divisão tradicional de três subfamílias, quanto na divisão atual de onde são apresentadas oito subfamílias.

Com isso, de acordo com Benzing (2000) e Silva e Scatena (2011a) Tillandsioideae são predominantemente epífitas, suas sementes são plumosas sendo assim dispersas pelo vento e possuem raízes que possibilitam a fixação. Pitcairnioideae podem ser tanto terrestres quanto epífitas com sementes aladas, dispersas pelo vento e com raízes que realizam a absorção. Já em Bromelioideae, as plantas são geralmente epífitas, apresenta sistema radicular reduzido facilitando a fixação e sementes envolvidas por mucilagem que na sua maioria são dispersas por animais (SMITH; DOWNS, 1979; REITZ, 1983; BENZING, 2000; SILVA; SCATENA, 2011a).

No presente estudo as sementes das espécies apresentam adaptações facilitadoras da dispersão, evidenciadas na sua morfologia: as sementes de *A. blanchetiana*, *A. bromeliifolia*, *N. marmorata*, (Bromelioideae) apresentam mucilagem, as de *P. flammaea* (Pitcairnioideae) apresentam ala membranácea e a de *V. incurvata* (Tillandsioideae) apêndices plumosos. Esses caracteres também foram encontrados em sementes de outros representantes de Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae já estudados em Scatena, Segecin e Coan (2006), Pereira et al. (2008), Silva e Scatena (2011b) e confirmam-se como caracteres importantes das subfamílias.

A mucilagem encontrada nas sementes de espécies de Bromelioideae provavelmente auxilia na atração de dispersores e protege contra a dessecação (PAULA; SILVA, 2004; SILVA; SCATENA, 2011b). As sementes de *P. flammaea* (Pitcairnioideae) que apresentam alas membranáceas e as de *V. incurvata* (Tillandsioideae) que apresentam apêndices plumosos, provavelmente são transportadas pelas correntes de ar nos períodos secos, facilitando sua dispersão.

Os apêndices como ocorrem em *Vriesea*, auxiliam a fixação em troncos e cascas de árvores, garantindo o sucesso de sua dispersão em hábito epifítico (VAN DER PIJL, 1982; BENZING, 2000; SCATENA; SEGECIN; COAN, 2006).

Pereira et al. (2008) estudando *Aechmea blanchetiana*, *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, *Dyckia pseudococcinea* L.B.Sm., *Pitcairnia encholirioides* L.B.Sm., *Vriesea heterostachys* (Baker) L.B.Sm. e *Wittrockia gigantea* (Baker) Leme caracterizaram todas as espécies como germinação epígea pois os cotilédones se elevam acima do nível do substrato durante o alongamento do hipocótilo, o que também foi relatado por Silva e Scatena (2011b). Boyd (1932) afirma que a germinação epígea é condicionada por características que estão relacionadas com a tendência ao epifitismo hábito muito observado em espécies tropicais como é o caso de Bromeliaceae. Desta forma o presente estudo concorda com os dados de Pereira et al. (2008) e Silva e Scatena (2011b) sobre o tipo de germinação e características morfológicas presente nas espécies analisadas.

Em sua revisão da terminologia da germinação de representantes de Poales (Monocotiledoneae), Tillich (2007) afirma que o termo criptocotiledonar se aplica a essas plântulas, pois o cotilédone é haustorial, permanecendo no interior dos tegumentos e mantendo contato com o tecido de reserva o que foi observado nas espécies aqui estudadas.

O início da germinação em *A. blanchetiana*, *A. bromeliifolia*, *N. marmorata*, (Bromelioideae) e *P. flammea* (Pitcairnioideae) é apresentado pela emergência da raiz primária como também é observado nos estudos de desenvolvimento pós-seminal de outras Bromelioideae (PEREIRA et al., 2008; SILVA; SCATENA, 2011b). Em *V. incurvata* (Tillandsioideae) o início da germinação é marcada pela emergência do cotilédone haustorial que é responsável pela nutrição da planta até que suas folhas consigam realizar a fotossíntese e posteriormente o desenvolvimento da raiz primária, mesmo padrão de desenvolvimento pós- seminal verificado em outras espécies do gênero *Vriesea* e também em *Tillandsia* e *Alcantarea* (SCATENA; SEGECIN; COAN, 2006; PEREIRA et al., 2008). Uma diferença observada no trabalho de Scatena, Segecin e Coan (2006) foi que para espécies de *Tillandsia* não ocorreu o crescimento de raiz primária após o surgimento do cotilédone haustorial.

Essas características (morfologia da germinação) poderão ser úteis para futuras análises cladísticas da família.

Segundo Tillich (2007), as plântulas da subfamília Bromelioideae apresentam bainha cotiledonar curta, hipocótilo bem reduzido ou inexistente na plântula, e a raiz primária cresce moderadamente em comprimento. Já em Pitcairnioideae a bainha cotiledonar é extensa, o hipocótilo é evidentemente alongado e a raiz primária é medianamente desenvolvida. Para Tillandsioideae a bainha cotiledonar apresenta-se com tamanho mediano, o hipocótilo é pouco desenvolvido e há forte tendência da raiz primária ser reduzida ou ausente.

Entre os quatro gêneros estudados, as diferenças morfológicas mais evidentes foram encontradas no hipocótilo das plântulas, que em *Aechmea* e *Neoregelia* são curtos, em *Pitcairnia* são alongados e em *Vriesea* são pouco desenvolvidos; e na raiz primária das plântulas, podendo apresentar raízes que em *Aechmea*, *Neoregelia* são bastante desenvolvidas e em *Pitcairnia* e *Vriesea* são pequenas ou pouco desenvolvidas, mas em todas se observa pelos absorventes que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (BENZING, 2000; SILVA; SCATENA, 2011b).

Quanto a velocidade de início germinação, as seis espécies estudadas por Pereira et al. (2008) foram classificadas em: rápidas (tempo médio < 7 dias); intermediárias, (tempo médio > 7 < 14 dias) e lentas (tempo médio > 14 dias). Silva e Scatena (2011b) estudando as seguintes espécies: *Aechmea bromeliifolia*, *Aechmea castelnavii* Baker, *Dyckia duckei* L.B. Smith, *Dyckia racemosa* Baker e *Tillandsia adpressiflora* Mez. também classificaram todas as espécies como rápidas. As espécies aqui estudadas foram classificadas como rápidas exceto *P. flammea* que é classificada como intermediária. Esse fator que se relaciona com o IVG, pois quanto mais rápida a espécie germina, maior é o seu Índice de Velocidade de Germinação. Em programas de produção de mudas, o conhecimento do tempo necessário para a germinação, desenvolvimento da plântula e da planta jovem tem grande importância por permitir o planejamento da utilização dos espaços nos canteiros.

As porcentagens de germinação obtidas foram de 98, 72, 92, 50 e 16% (Tab. 3) para *Aechmea blanchetiana*, *A. bromeliifolia*, *N. marmorata*, *P. flammea* e *V. incurvata*, respectivamente. Os valores acima de 50% são considerados por Pereira

et al. (2008) indicadores de média e alta qualidade fisiológica das sementes, o que caracterizam médio e alto potencial para a produção de mudas. O fato de *Pitcairnia flammaea* possuir um valor tão baixo poderia ser atribuído ao longo período de armazenamento fazendo assim com que a germinação fosse inviável.

Segundo Pereira (1988), apesar das sementes e plântulas possuírem um tamanho reduzido e serem muito frágeis, dificultando o estudo morfológico das estruturas pós-seminais, as sementes e as plântulas de Bromeliaceae no presente estudo apresentam bons caracteres de diferenciação entre gêneros e subfamílias.

6. CONCLUSÃO

Com os resultados do presente estudo, pode-se concluir que as espécies de Bromeliaceae apresentam adaptações facilitadoras da dispersão como mucilagem, ala membranácea e apêndices plumosos. Como observado, existe uma pilosidade em forma de anel ao redor da radícula, antes da emissão da raiz primária o que é considerado o caráter que define o início da germinação, exceto para *V. incurvata* onde observa-se a presença do cotilédone haustorial. Os hipocótilos das plântulas variam entre curtos, alongados ou pouco desenvolvidos. Porcentagens altas de germinação indicam médio e alto potencial pra a produção de mudas, exceto para *P. flammea*. Estes dados, aliados a futuros estudos poderão indicar um melhor aproveitamento destas espécies em projetos paisagísticos e produção de mudas, bem como garantir a manutenção da biodiversidade em espécies de bromélias.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Embrapa-CPAC, 1998. Planaltina, 188 p.

ANACLETO, A. **Germinação de sementes e desenvolvimento de brotos de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae): subsídios à produção e extrativismo sustentável**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants . **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BARROSO, G. M. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. 1999. Viçosa, UFV.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation**. 2000. Cambridge, Cambridge University Press.

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.

BOYD, L. Monocotylous seedlings. Morphological studies in the post-seminal development of the embryo. **Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh**, v. 31, p. 5-224, 1932.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa da Agropecuária. 2009. 399 p.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H. T.; YEO, P. F. **The families of the monocotyledons**. 1985. Berlin, Springer-Verlag.

DUARTE, E. F. **Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goerhringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do**

cerrado. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2007.

DUARTE, E. F.; CARNEIRO, I. F.; REZENDE, M. H. Morfologia de frutos e sementes e desenvolvimento pósseminar de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p.1-12, 2009.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MaARTINELLI, G.; MONTEIRO, R. F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B. *Bromeliaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB66>> Acesso em : 04 de fev. 2013.

GATIN, M. C. L. Primières observations sur le embryon et la germination des broméliacéss. **Revue Générale de Botanique**, v. 23, p. 49-66, 1911.

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

GIVINISH, T. J.; MILLAN, K. C.; BERRY, P. E.; SYTSMA, K. J. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. **Aliso**, v. 23, p. 3-26, 2007.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. 1940. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. 1983. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americano, 173 p.

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

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of bromeliad binomial**. The Marie Selby Botanical Gardens. 10 ed. Sarasota, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

MENDONÇA, P. G. **Estimativa da área foliar de Tillandsia spp. (bromeliaceae) e similaridade entre espécies com base em dimensões foliares**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

MOREIRA, B. A.; WANDERLEI, M. G. L e CRUZ-BARROS, M. A. V. **Bromélias: importância ecológica e diversidade. Taxonomia e morfologia – Curso de Capacitação de Monitores**. 2006. São Paulo: Instituto de Botânica, 12 p.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A.; MITCHEL, D. Local production and global markets: lessons for southern Brazil. In: **“A future beneath the trees”** International Symposium Proceedings, Victoria (BC, Canada), 2005.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. M. E. Polychromatic attaining of plant cell wall by toluidine blue. **O Protoplasm**, v. 59, n. 2, 1964.

PAULA, C. C.; SILVA, H. M. P. **Cultivo prático de bromélias**. 2004. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.

PEREIRA, T. S. Bromelioideae (Bromeliaceae): morfologia do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. **Arquivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 29, p. 115-154, 1988.

PEREIRA, A. R.; PEREIRA, T. S.; RODRIGUES, A. S.; ANDRADE, A. C. S. Morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de espécies de Bromeliaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1150-1162, 2008.

PEREIRA, A. R.; ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FORZZA, R. C.; RODRIGUES, A. S. Comportamento germinativo de espécies epífitas e rupícolas de Bromeliaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 4, p. 827-838, 2009.

PEREIRA, C.; CUQUEL, F. L.; PANOBIANCO, M. Germinação e armazenamneto de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 36-41, 2010.

PINTO, A. C. R.; DEMATTÊ, M. E. S. P.; PAVANI, M. do C. M. D. Composição florística de epífitas (Magnoliophyta) em fragmento de floresta do município de Jaboticabal SP, Brasil. **Científica**, v. 23, n. 2, p. 283-295, 1995.

REITZ, R. Bromeliáceas e a Malária-Bromélia Endêmica. In: **Flora Ilustrada Catarinense**. Parte I. Fascículo Bromélia. 1983.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. 1976. EPU/Edusp, São Paulo.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S.; COAN, A.I. Seed morphology and post-seminal development of *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) from the "Campos Gerais", Paraná, Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, p. 945-951, 2006.

SILVA, I. V.; SCATENA, V. L. Anatomia de raízes de nove espécies de Bromeliaceae (Poales) da região amazônica do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 618-627, 2011.

SILVA, I. V.; SCATENA, V. L. Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, 2011.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph**, v. 14, n. 1, p. 1-658, 1974.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromelioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph**, v. 14, n. 3, p. 1493-2142, 1979.

TILLICH, H. J. Seedlings and systematics in monocotyledons. In: Rudall, P. J.; Cribb, P. J.; Cutler, D. F. and Humphries, C. J. (Eds.). *Monocotyledons: systematics and evolution*. Kew: **Royal Botanic Garden**, p. 303-352, 1995.

TILLICH, H. J. Seedling diversity and the homologies of seedling organs in the order Poales (Monocotyledons). **Annals of Botany**, v. 100, p. 1413-1429, 2007.

VAN DER PIJL, L. **Principals of dispersal in higher plants**. 1982. Springer Verlag, 3rd ed. 214 p.

WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E. Bromeliaceae. In:_____. (Org.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, v. 5, p. 39-162, 2007.