

## M

**MORFOLOGIA DE FRUTOS E SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE *DYCKIA GOEHRINGII* GROSS & RAUH (BROMELIACEAE)****EDSON FERREIRA DUARTE**

Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus Universitário da UFRB, Cruz das Almas, 44380-000, Bahia, Brasil; e-mail: duarteef@ufrb.edu.br

**IRAÍDES FERNANDES CARNEIRO**

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Samambaia, Rodovia Goiânia-Nova Veneza, km 0, Caixa Postal 131, Goiânia, 74001-970, Goiás, Brasil; e-mail: iraidescf@hotmail.com

**MARIA HELENA REZENDE**

Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Samambaia, Goiânia, 74001-970, Goiás, Brasil; e-mail: mhrezende@icb.ufg.br

**RESUMO:** O conhecimento da morfologia das estruturas reprodutivas e das plântulas das Bromeliaceae amplia o entendimento de suas estratégias reprodutivas. Neste trabalho, objetivou-se descrever a morfologia de frutos e sementes e o desenvolvimento pós-seminal das plântulas de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). Seus frutos são cápsulas loculicidas polispérmicas, enquanto as sementes são 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 (DAI). A partir da base da bainha cotiledonar originaram-se os pelos radiculares (6 DAI) e as raízes primária (8 DAI) e adventícias. A primeira folha surgiu através de uma fenda na bainha cotiledonar aos 7 DAI e a segunda folha, aos 8 DAI. Os resultados aqui descritos permitem o entendimento da estrutura organizacional dos frutos, do processo de germinação, do desenvolvimento pós-seminal das plântulas e da duração de cada fase. Essas informações são importantes para testes de germinação, classificação do vigor de plântulas e entendimento da ecologia reprodutiva da espécie.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerrado, germinação, plântula.

**FRUIT AND SEED MORPHOLOGY AND POST-SEMINAL DEVELOPMENT OF *DYCKIA GOEHRINGII* GROSS & RAUH (BROMELIACEAE)**

**ABSTRACT:** The knowledge on the reproductive structures and seedling morphology of Bromeliaceae helps understand their propagation strategies better. The aim of this study was to describe the morphology of fruits and seeds as well as seedling development of *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). The fruits are loculicidal and polyspermic capsules, whereas the seeds are ellipsoid and covered by integuments involving an amylose endosperm, which contains a small embryo. During the cryptoepigeous emergence, the cotyledon remains inside the seed with a haustorial function. The seed germination process, considered as a protrusion of the cotyledonary sheath, took place four or five days after seeds were sown. Root hairs, primary root, and adventitious roots originated at the base of the cotyledonary sheath. The first leaf emerged from a cleft of the cotyledonary sheath 7 days after germination, and the second one emerged 8 days after germination. The results allowed us to understand the fruit organizational structure, germination process, development of seedlings, and duration of each stage. This information is important for accomplishing germination tests, grading seedling vigor, and understanding the species reproductive ecology.

**KEY WORDS:** Cerrado, germination, seedling.

## INTRODUÇÃO

As plantas da família Bromeliaceae distribuem-se desde desertos quentes e secos até florestas úmidas e regiões montanhosas mais frias (Benzing, 2000). São plantas herbáceas, crescendo como terrestres, saxícolas, rupícolas ou epífitas; porém, o extrativismo e a expansão das fronteiras agrícolas têm contribuído sobremaneira para o declínio ou mesmo para a extinção de populações naturais (Anacleto, 2005; Ratter et al., 1997; Santos et al., 2005; Tabarelli et al., 2006). Entre as 472 espécies da flora ameaçadas de extinção no Brasil, 174 são bromélias (Brasil, 2008).

Muitas espécies de bromélias são utilizadas por seu valor ornamental, seja por apresentarem folhas de cores vivas, rajadas e maculadas ou pela emissão de inflorescências com brácteas florais coloridas (Rizzini & Mors, 1976). Outras têm a sua aplicação principal como alimento, como é o caso do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e de outras espécies do gênero *Ananas*, nativas do Cerrado, as quais têm aplicações na culinária regional, com seu aproveitamento para produção artesanal de polpa, aluá, compota, geleia e sorvete (Almeida, 1998).

As espécies brasileiras de Bromeliaceae mais conhecidas são originárias da Mata Atlântica e vêm sendo contempladas com maior número de estudos e pesquisas técnico-científicas. Miranda & Miranda (2004) recomendaram a realização de estudos sobre a flora de Bromeliaceae nativa do Cerrado, chamando a atenção para o gênero *Dyckia*, bastante representativo neste bioma, o qual apresentou maior porcentagem de espécimes indeterminados (43,2%) nos herbários visitados pelos autores citados.

O Cerrado é um dos *hotspots* terrestres que concentra grande quantidade de espécies endêmicas (Felfili et al., 2004). Esse bioma encerra aproximadamente 30% da riqueza biológica do Brasil. Todavia, a velocidade de destruição de comunidades biológicas é, muitas vezes, superior à capacidade da comunidade científica de produzir o conhecimento necessário para a sua proteção e conservação (Aguilar et al., 2004).

O gênero *Dyckia*, pertencente à subfamília Pitcairnioideae, inclui aproximadamente 121 espécies sul-americanas, de larga ocorrência no Brasil Central. Essas espécies são, geralmente, terrestres ou saxícolas e não formam tanques. As folhas são ligeiramente suculentas, com espinhos rígidos nas margens e as flores são amarelas ou alaranjadas (Leme & Marigo, 1993; Paula, 2000).

Entre as diversas bromélias nativas do Cerrado com potencial ornamental (Carneiro et al., 2007), *Dyckia goehringii* Gross & Rauh é uma espécie promissora por apresentar coloração prateada nas folhas, que se intensifica nas épocas mais secas do ano, devido ao indumento lepidoto denso. A floração ocorre durante quase todo o ano, com pico entre abril e maio, ocorrendo o desenvolvimento dos frutos e a dispersão de sementes após dois a quatro meses (Duarte, 2007). É uma espécie herbácea perene e suas inflorescências surgem lateralmente (Rauh & Gross, 1991). A espécie foi descrita em 1991 por Werner Rauh e Elvira Gross, tendo sendo registrada sua ocorrência em Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Contudo, Braum & Pereira (2004) esclareceram que a espécie é endêmica de Goiás, ocorrendo no município de Portelândia, sendo o último autor citado o coletor do Holótipo (HB, n° 67622) depositado no Herbário Bradeanum, no Rio de Janeiro.

Estudos morfológicos e anatômicos de bromeliáceas nativas foram realizados por Pereira (1988), Forzza & Wanderley (1998), Pita & Menezes (2002), Aoyama & Sajo (2003), Proença & Sajo (2004), Scatena & Segecin (2005), Mantovani & Iglesias (2005), Strehl & Beheregaray (2006) e Scatena et al. (2006). No entanto, poucas são as informações morfológicas acerca dos frutos e sementes e do desenvolvimento pós-seminal de Bromeliaceae (Scatena et al., 2006), uma vez que estas estruturas são descritas com pouco detalhamento (Rauh & Gross, 1991; Smith & Downs, 1974).

Assim sendo, a obtenção de tais informações se justifica pela aplicabilidade à taxonomia vegetal (Barroso et al., 1999), à identificação de sementes em testes laboratoriais de pureza, a estudos de ecologia e dinâmica populacional, à geração de outras pesquisas e a usos comerciais (Groth & Liberal, 1988). Com base no exposto, no presente estudo,

objetivou-se descrever a morfologia de frutos e sementes, bem como o desenvolvimento pós-seminal de *D. goehringii*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, foram acompanhados o florescimento em condições naturais, a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas no campo e em laboratório, entre julho e setembro de 2005, em uma fitofisionomia do tipo campo cerrado (Brandão et al., 1992; Ribeiro & Walter, 1998). Hastes florais com flores, frutos maduros e imaturos de *D. goehringii* foram coletados, em julho de 2005, no município de Portelândia, Goiás (17 11'06,71"S e 52 40'43,38"W), altitude de 557 m. Um testemunho foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

As análises de flores, frutos, sementes e plântulas foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes do Setor de Agricultura da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG. Primeiramente, fez-se a extração manual das sementes a partir de frutos em deiscência para, em seguida, colocá-las dentro de recipientes plásticos dotados de tampa, mantendo-as em condições ambientais até o início do trabalho.

Foram descritas a morfologia e a estrutura organizacional dos frutos, por intermédio da realização de secções transversais, assim como a dissecação e a análise, com microscópio estereoscópico, de ovários e frutos imaturos. Para a descrição da morfologia dos frutos, adotou-se a terminologia empregada por Barroso et al. (1999) e Beltrati & Paoli (2006); as ilustrações foram feitas à mão livre, com posterior confecção de pranchas em nanquim sobre papel vegetal.

Avaliou-se o número médio de sementes por fruto contando-se o número de sementes em um lóculo, em uma amostra de 100 frutos; como o fruto é trilocular, obteve-se o número médio de sementes por fruto, multiplicando-se o número médio de sementes do lóculo por três.

Para a descrição da morfologia e estrutura organizacional das sementes, estas foram dissecadas com o auxílio de pinças e de uma lâmina afiada e, em seguida, examinadas em

microscópio estereoscópico. Adotou-se a terminologia empregada por Smith & Downs (1974); foram feitas ilustrações à mão livre, com posterior confecção de pranchas em nanquim sobre papel vegetal.

A descrição e a ilustração das fases do desenvolvimento pós-seminal foram feitas em amostras de plântulas obtidas de sementes submetidas a teste de germinação, em caixas Gerbox, sobre duas folhas de papel mata-borrão pré-umedecidas com água destilada (Brasil, 1992) e mantidas em câmara germinadora a 30°C. As avaliações foram diárias, visando o acompanhamento da germinação e do desenvolvimento inicial das plântulas até a estabilização da germinação, aos 17 dias após serem postas para germinar, quando as plântulas apresentavam a segunda folha desenvolvida. Considerou-se o tempo para ocorrência de cada fase observada. Para a descrição das plântulas, adotou-se a terminologia de Pereira (1988).

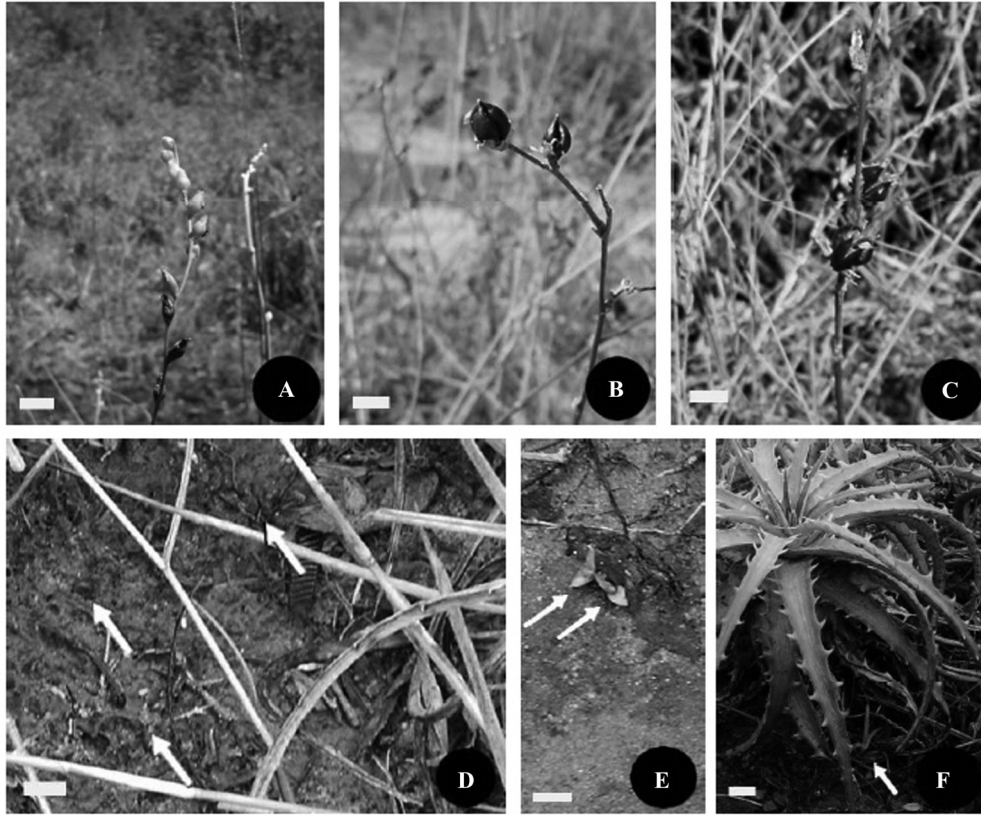
A presença de amido foi testada com lugol no endosperma das sementes (Kraus & Arduin, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cada ciclo de florescimento de *D. goehringii*, pode se formar uma inflorescência por planta ou, mais raramente, duas ou três. As inflorescências no gênero *Dyckia* são racemosas, simples ou ramificadas, originando-se a partir de gemas localizadas na base de folhas da região proximal e/ou mediana do caule (Smith & Downs, 1974).

Quando ocorreu mais de uma inflorescência, essas normalmente surgiram em momentos diferentes, tendo sido observado *in situ* que os frutos de uma primeira inflorescência podem estar no início da fase de dispersão das sementes, enquanto os de outra estão em formação, ou então, apresentando apenas flores abertas e botões florais.

Desse modo, em um mesmo escapo floral, foram encontrados frutos em início de deiscência e novas flores. Isso se deve à formação e antese das flores em momentos diferentes, da base para o ápice da inflorescência (Figura 1A), ocorrendo maturação acrópeta e desuniforme no ramo florífero (Figura 2A), pois o tempo de florescimento de cada haste



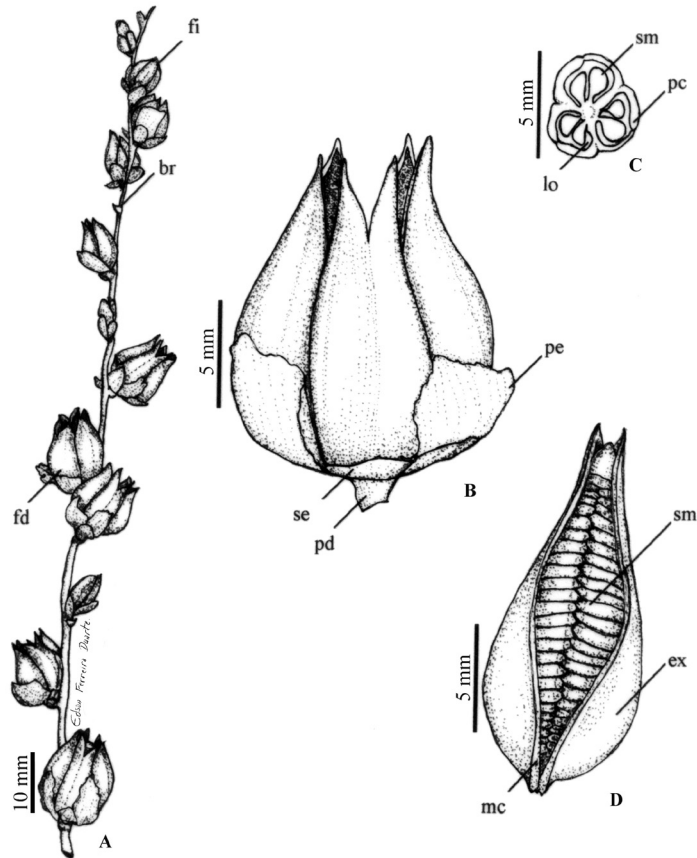
**Figura 1** – Aspecto de florescimento, frutificação, dispersão de sementes, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae), observados em condições naturais, em Portelândia, Goiás, Brasil. **A.** Inflorescência com flores e frutos jovens; **B.** Frutos imaturos com restos florais; **C.** Frutos deiscendo dispersando sementes; **D.** Sementes caídas sobre o solo (setas brancas); **E.** Plantas jovens (setas brancas); **F.** Planta jovem desenvolvendo-se sob uma planta desenvolvida (seta branca).

floral pode chegar a até três meses. Duarte (2007) observou que o fruto de *D. goehringii* leva aproximadamente 45 dias após a antese floral para atingir a maturação.

Observações feitas em ovários de *D. goehringii* demonstraram que a placentação é axilar, sendo percebida também em frutos jovens (Figura 2C), confirmando as características da família Bromeliaceae (Judd et al., 1999). Alguns autores interpretam erroneamente a placentação nas Bromeliaceae, tendo-a como axial. Angely (1959) conceituou a placentação axial como aquela que se dá em um ovário unicarpelar fechado, no qual os óvulos estão inseridos nas bordas dos carpelos e em que esta região está voltada para o centro da flor, de modo que as placentas encontram-se aderidas como que ao eixo central. Em Bromeliaceae, os ovários são tricarpelares e triloculares (Smith & Downs, 1974) e os óvulos estão ligados aos septos; portanto, o termo axilar é o mais adequado.

Os frutos são capsulares (Figura 2B), triloculares (Figura 2C) e raramente tetraloculares ou biloculares, sendo este último tipo, possivelmente, resultante da degeneração de um dos lóculos ou da ausência de fecundação. Porém, são necessários estudos ontogenéticos para confirmar essa hipótese. A ausência de um dos lóculos poderia, também, ser resultado de um processo de autoincompatibilidade, conforme relatado para *Dyckia ibiramensis* Reiz (Hmeljevski et al., 2007). Outra possibilidade é que isso seria decorrente do sistema de cruzamento, conforme observado por Rogalski et al. (2007) para *Dyckia brevifolia* Baker, tendo sido verificado que esta espécie é autocompatível mas forma sementes apomíticas viáveis em flores não emasculadas.

A espécie em estudo apresenta cápsulas polispérmicas, com deiscência loculicida e parcialmente septicida, disposição sinistrógera no escapo floral, mantendo os restos florais, tais como sépalas e pétalas (Figuras 1B e 2B),



**Figura 2** – Morfologia dos frutos de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). **A.** Escapo com frutos; **B.** Fruto tipo cápsula loculicida e parcialmente septicida; **C.** Secção transversal em um fruto jovem; **D.** Vista ventral de um lóculo do fruto contendo sementes. br: bráctea; ex: exocarpo; fd: fruto deisciente; fi: fruto imaturo; lo: lóculo; mc: mesocarpo; pc: pericarpo; pe: pétala; pd: pedicelo; se: sépala; sm: semente.

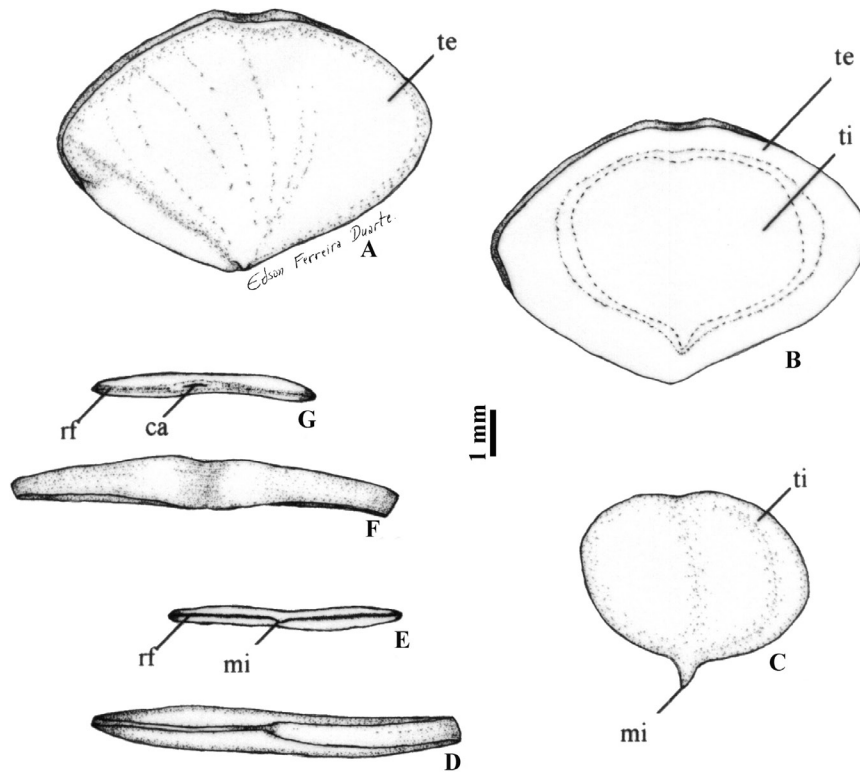
até a fase de deiscência. A deiscência se dá ao longo da nervura mediana, passando pelo centro do lóculo. Essa região mediana é percebida por uma linha espessada ou saliente, que representa fragmentos de septos, concordando com relatos de Barroso et al. (1999) para esse tipo de fruto.

Quando imaturos, os frutos são esverdeados, passando para marrom no início da maturação e, finalmente, adquirem coloração marrom-enegrecida quando maduros, tornando-se mais brilhantes na fase de dispersão das sementes. O exocarpo é brilhante, enquanto o mesocarpo é amarelo pálido e de consistência fibrosa. O endocarpo possui uma película brilhante na porção interna do lóculo. Na fase de dispersão das sementes, ocorreu a deiscência do fruto, da porção distal para a proximal (Figuras 1C e 2B), expondo as sementes (Figura 2D).

Em cada fruto foram contadas de 33 a 111 sementes, com média de 72 sementes. As sementes da região mediana do lóculo são elipsoidais a falciforme, achatadas (Figuras 3A-C e 3E). As sementes mais distais são cônicas, enquanto as proximais apresentam-se convexas devido às pressões sofridas durante seu desenvolvimento.

As sementes são bitegumentadas, sendo o tegumento externo (Figuras 3A e 3B) de coloração amarelo-clara e o interno (Figuras 3B e 3C) de coloração marrom-clara brilhante. O tegumento interno é pouco espesso e com formato cordiforme (Figura 3C). Smith & Downs (1974) já haviam observado a presença de dois tegumentos em sementes de espécies de *Dyckia*.

Strehl & Beheregaray (2006) verificaram que sementes de 12 espécies de *Dyckia* ocorrentes no Rio Grande do Sul apresentaram



**Figura 3** – Sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). **A.** Vista lateral da semente exibindo o tegumento externo; **B.** Disposição dos tegumentos na semente; **C.** Vista lateral da semente exibindo o tegumento interno; **D.** Vista proximal da semente com tegumento externo; **E.** Vista proximal da semente sem o tegumento externo; **F.** Vista distal da semente com o tegumento externo; **G.** Vista distal da semente sem o tegumento externo. ca: calaza; mi: micrópila; rf: rafe; te: tegumento externo; ti: tegumento interno.

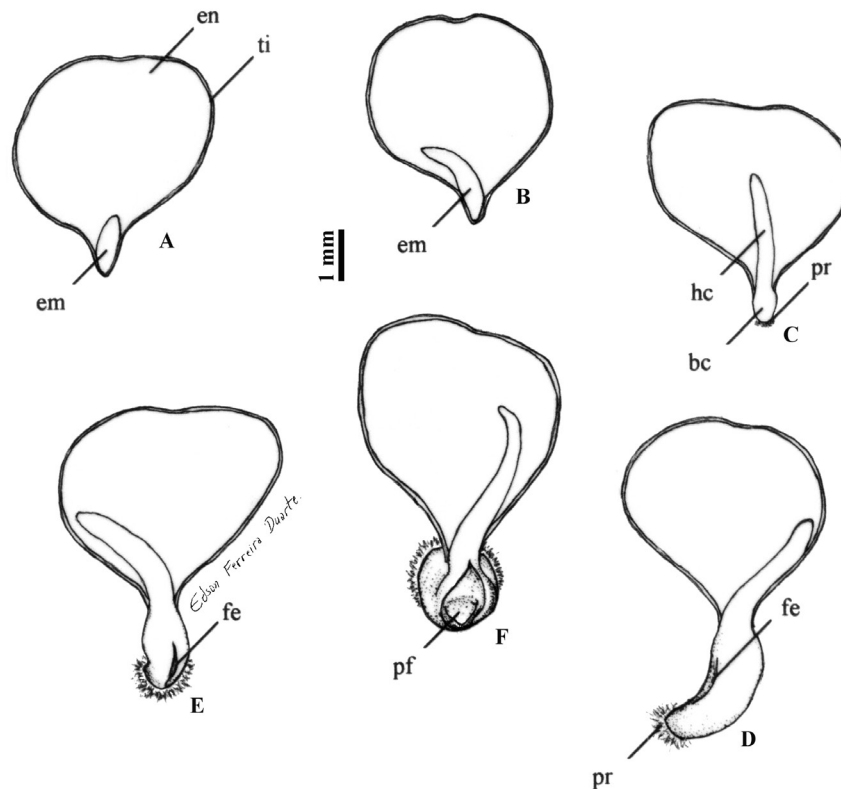
formatos variando de longo ovalado a achatado-discoide, com projeções alares e diferentes ornamentações no tegumento externo, as quais não foram verificadas na espécie em estudo.

Nas sementes de *D. goehringii*, o tegumento externo, com forma achatada, pode auxiliar na dispersão anemocórica; porém, observações em condições naturais indicam que a dispersão anemocórica se dá a pouca distância, pois as sementes são depositadas próximo às plantas adultas (Figura 1D). Contudo, devido ao baixo peso das sementes, entre 100 mg e 300 mg (Duarte, 2007), e ao fato de a dispersão ocorrer na época seca do ano, considera-se possível que essas sementes possam ser levadas a maiores distâncias.

Na porção proximal da semente, identificou-se a micrópila (Figuras 3C e 3E), além de uma suave saliência rafeal circundando o tegumento interno até a região distal e fundindo-se com a calaza (Figuras 3E e 3G), o que sugere a presença de uma pericalaza. A calaza

apresenta-se como uma mancha escura sobre o tegumento das sementes pericalazais ou paquicalazais, permitindo que a nucela torne-se altamente vascularizada (Barroso et al., 1999). Essa característica de *D. goehringii* pode auxiliar no entendimento da rápida embebição das sementes observada no presente estudo e por Duarte (2007). Isso porque a presença de uma possível pericalaza proporcionaria rápida absorção da água, o que aceleraria o processo germinativo e o estabelecimento das novas plântulas em condições naturais. No entanto, são necessários estudos específicos para a confirmação dessa hipótese.

Antes do início da germinação, as sementes apresentaram embrião ovalado, axial, indiferenciado, proximal, com cerca de 1,0 mm de comprimento, frequentemente hialino, envolto por endosperma amiláceo (Figura 4A). Quando se inicia o intumescimento dos tecidos, ocorre o crescimento axial do eixo embrionário, embora também tenha sido observado

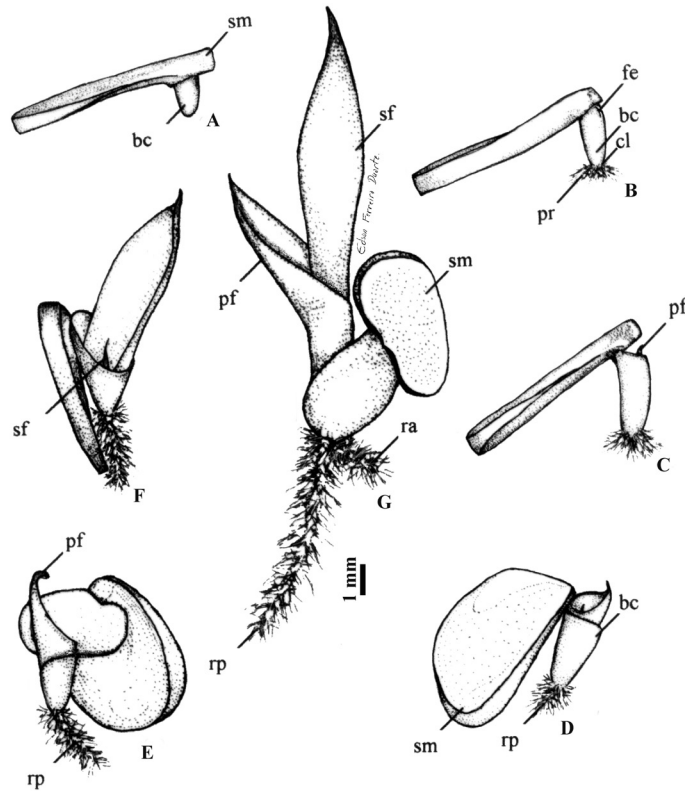


**Figura 4** – Secções longitudinais laterais nas sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae), durante a germinação. **A.** Secção da semente; **B.** Secção da semente aos três dias após o início do teste de germinação (DAI); **C.** Secção da semente aos 4 DAI; **D.** Secção da semente aos 5 DAI; **E.** Secção da semente aos 6 DAI; **F.** Secção da semente aos 7 DAI. bc: bainha cotiledonar; em: embrião; en: endosperma; fe: fenda; hc: haustro cotiledonar; ti: tegumento interno; pf: primeira folha; pr: pelo radicular.

que este pode crescer lateralmente ao eixo central (Figuras 4B e 4C, respectivamente). Posteriormente, ocorre a protrusão da bainha cotiledonar, possibilitando distinguir o haustro cotiledonar, que se mantém no interior da semente (Figuras 4C a 4F) com função de digestão e transporte das reservas (Bewley & Black, 1986).

Segundo Esau (2000), no embrião das monocotiledôneas, o cotilédone desenvolve-se de tal forma que pode parecer uma continuação do eixo embrionário, podendo ocorrer ou não depressão lateral na base do cotilédone, marcando a posição do meristema apical. Nessas plantas, o meristema apical pode ser percebido como uma protuberância de células embrionárias ou estar no fundo de uma depressão, formando o primeiro primórdio foliar que surge através de uma fenda, quando a semente germina. Essa forma de emissão do primórdio foliar foi observada no presente estudo (Figuras 4D a 4F).

O processo de germinação visível de *D. goehringii* iniciou-se com o intumescimento dos tecidos da semente, seguido da protrusão da bainha cotiledonar esbranquiçada, entre o quarto e o quinto dias após o início do teste de germinação (DAI) (Figuras 4C e 5A), com orientação geotrópica positiva. De forma semelhante, Pereira (1988) relatou que o cotilédone da subfamília Bromelioideae, durante o desenvolvimento pós-seminal, apresenta três porções distintas: um haustro cotiledonar, que se mantém no interior da semente; o pecíolo cotiledonar como uma porção mediana curta e não vascularizada; e a bainha cotiledonar, que protege a gema apical. Mantovani & Iglesias (2005), trabalhando com bromélias terrestres de restinga, verificaram que em *Aechmea nudicaulis*, *Neoregelia cruenta* e *Vriesea neoglutinosa* foram necessários três dias para a emissão da radícula. Scatena et al. (2006) observaram que para três espécies de *Tillandsia* foram necessários cerca de 20 dias para germinar, protruindo um coti-



**Figura 5** – Germinação de sementes e desenvolvimento pós-seminal de plântulas de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae). **A.** Protrusão da bainha cotiledonar aos cinco dias após o início do teste de germinação (DAI); **B.** Plântula aos 6 DAI; **C.** Plântula aos 7 DAI; **D.** Plântula aos 8 DAI; **E.** Plântula aos 9 DAI; **F.** Plântula aos 10 DAI; **G.** Plântula aos 15 DAI. bc: bainha cotiledonar; cl: colo; fe: fenda; pf: primeira folha; pr: pelo radicular; ra: raiz adventícia; rp: raiz primária; sf: segunda folha; sm: semente.

lédone haustorial responsável pela nutrição inicial da plântula.

Na espécie em estudo, após a protrusão da bainha cotiledonar, verificou-se a emissão de pelos radiculares, delimitando a região do colo (Figuras 4C e 5B). Oliveira (1988) relatou, para algumas monocotiledôneas, que a região de emissão dos pelos radiculares pode corresponder ao hipocótilo, sendo bastante curto e formado por apenas uma placa vascular com 1,0 mm ou menos de comprimento.

A germinação das sementes de *D. goehringii* é do tipo criptocotiledonar-epígea, concordando com Smith & Downs (1974) e Pereira (1988). Em condições naturais, observou-se o início do processo de germinação em sementes que ficam depositadas sobre o solo próximo às plantas matrizes. O processo de emergência ocorre da mesma forma que o observado em condições laboratoriais, ou seja, os cotilédones permanecem aderidos à plântula em

desenvolvimento acima da superfície do solo (Figuras 1E e 1F).

Entre o quinto e o sexto DAI, percebeu-se uma fenda nos tecidos da bainha cotiledonar (Figuras 4D, 4E e 5B). Através desta fenda, surgiu a primeira folha no sétimo DAI, com formato inicial de uma lâmina curta, tornando-se cônica e, finalmente, lanceolada, com consistência membranácea, ápice acuminado (Figuras 4F e 5C) e coloração verde-clara. No oitavo DAI, houve emissão da segunda folha (Figura 5D), sendo inicialmente protegida pela primeira folha. Nas espécies *Aechmea nudicaulis* e *Neoregelia cruenta*, Mantovani & Iglesias (2005) verificaram que o início da emissão da primeira folha ocorreu no 11º DAI e no 14º DAI, respectivamente, enquanto a segunda folha emergiu no 14º DAI em *A. nudicaulis* e no 18º DAI em *N. cruenta*. Em *Vriesea neoglutinosa*, a emissão da primeira folha através da fenda ocorreu no 18º DAI.



Com o desenvolvimento da plântula, a bainha cotiledonar assumiu formato obcônico (Figuras 5C a 5F) e, concomitantemente, ocorreu o crescimento da primeira folha e da raiz primária, densamente pilosa. Esau (2000) relatou que, para algumas sementes de monocotiledôneas, durante a germinação, o meristema apical da raiz e a coifa se organizam na base do hipocótilo curto. Não se percebeu a presença do hipocótilo em *D. goehringii*. As estruturas da plântula não foram claramente observadas até que se tornassem verdes e foliáceas, concordando com os relatos de Smith & Downs (1974) e com as observações de Mantovani & Iglesias (2005).

No 15º DAI (Figura 5A), a segunda folha distinguiu-se da primeira por ser maior, mais espessa e apresentar lanugem esparsa nos bordos, possivelmente devido à formação de tricomas peltados. Em *A. nudicaulis* e *N. cruenta*, os tricomas foram observados em microscopia eletrônica de varredura, a partir do 14º DAI e 18º DAI, respectivamente, e em *Vriesea neogutinosa*, as escamas foram produzidas já na primeira folha no 18º DAI (Mantovani & Iglesias, 2005).

Aos 15 DAI, também se observou intensificação da coloração verde dos tecidos e a emissão de raízes adventícias (Figura 5G). Ambos os tipos de raízes, primária e adventícias, apresentaram-se densamente recobertas por pelos. Em *Aechmea nudicaulis* e *Neoregelia cruenta*, a radícula e os pelos radiculares surgiram no 3º DAI, período considerado como início de germinação, enquanto em *V. neoglutinosa* não foram observados pelos radiculares no primeiro dia de germinação (Mantovani & Iglesias, 2005).

As plântulas de *D. goehringii* não apresentaram entrenós visíveis, fato também observado por Pereira (1988) em espécies da subfamília Bromelioideae.

Existe uma relação morfofuncional em plântulas em que espécies com emergência cripto-hipogeal-armazenadoras são associadas a grupos sucessionais florestais com maior capacidade de armazenamento. Isso promove maior proteção do processo germinativo e do estabelecimento das plântulas, conforme apontado por Ressel et al. (2004). Os autores também observaram que as sementes de menor peso estão associadas com espécies florestais pioneiras. Embora as plântulas de *D. goehringii* mantenham o cotilédone no inte-

rior do tegumento, suas sementes apresentam emergência epígea, pouco peso e, consequentemente, pequena quantidade de reservas, aproximando-as das espécies fanero-epígeas, que são associadas ao estágio sucessional das espécies pioneiras. Isso é compreensível devido à sua ocorrência em afloramentos rochosos de campos cerrados.

A ocorrência de *D. goehringii* sobre rochas areníticas e em calotas rasas de solo nem sempre é adequada ao desenvolvimento e à sobrevivência de plântulas originárias de sementes, em decorrência da seca rápida e do aquecimento da superfície exposta ao sol. Carneiro et al. (2007) relataram que as espécies mais comuns do gênero *Dyckia* ocorrentes no Cerrado goiano são encontradas em campos rupestres, sendo estes ambientes restritivos ao seu estabelecimento.

Nessa mesma fitofisionomia, ocorrem espécies de *Encholirium*, tendo sido verificado por Cavallari (2004) que uma minoria das sementes produzidas germinou em condições naturais. Quando a germinação é baixa e o desenvolvimento das novas plântulas é lento, essas ficam mais vulneráveis ao ambiente, o que reduz a capacidade de multiplicação da espécie por reprodução sexuada. Consequentemente, muitas espécies se propagam preferencialmente por via vegetativa (Fenner, 1993). Parte do sucesso na propagação assexuada pode ser decorrente da presença de escamas em folhas jovens de rametes ou filhotes, conforme observado por Mantovani & Iglesias (2005) em bromélias da restinga, uma vez que os tricomas peltados favorecem o estabelecimento em condições naturais, minimizando a perda de água. Assim, recomenda-se a realização de estudos para avaliação da propagação vegetativa em *D. goehringii*.

Os resultados apresentados no presente estudo poderão servir como subsídios para trabalhos taxonômicos, fitossociológicos e ecofisiológicos, uma vez que abordam aspectos específicos de *D. goehringii*, possibilitando sua identificação e a avaliação das plântulas em condições naturais e/ou de cultivo. Dessa forma, o presente trabalho constitui contribuição ao estudo das Bromeliaceae, podendo ser aplicado à conservação e ao manejo da espécie estudada.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de auxílio nº 141753/2005-6, concedida ao primeiro autor; ao Professor Peter Ernst Sonnenberg, pelo auxílio no preparo do abstract; e ao Professor Dr. Piero Delprete, pelas correções e sugestões.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, L. M. S., R. B. Machado & J. Marinho-Filho.** 2004. A diversidade biológica do Cerrado, p. 17-40. *In:* L. M. S. Aguiar & A. J. A. Camargo (Eds), *Cerrado: ecologia e caracterização*. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Almeida, S. P.** 1998. Cerrado: aproveitamento alimentar. Embrapa-CPAC, Planaltina, 188 p.
- Anacleto, A.** 2005. Germinação de sementes e desenvolvimento de brotos de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae): subsídios à produção e extrativismo sustentável. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Angely, J.** 1959. Dicionário de botânica. Instituto Paranaense de Botânica, Curitiba, 403 p.
- Aoyama, E. M. & M. G. Sajo.** 2003. Estrutura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae). *Rev. Bras. Bot.* 26: 461-473.
- Barroso, G. M., M. P. Morim, A. L. Peixoto & C. L. F. Ichaso.** 1999. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 443 p.
- Beltrati, C. M. & A. A. S. Paoli.** 2006. Semente, p. 399-424. *In:* Apezatto-da-Glória, B. & S. M. Carmello-Guerreiro (Eds), *Anatomia vegetal*. Viçosa, Editora UFV.
- Benzing, D. H.** 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge, Cambridge University Press, 693 p.
- Bewley, D. & M. Black.** 1986. *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press, New York, 367 p.
- Brandão, M., P. G. S. Carvalho & G. Jesué.** 1992. Guia ilustrado de plantas do cerrado de Minas Gerais. Cemig/Superintendência de Comunicação Social e Representação, Belo Horizonte.
- Brasil.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, SNDA/DNDV/CLAV, 365 p.
- Brasil.** Ministério do Meio Ambiente. 2008. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção. Brasília, DF.
- Braum, P. J. & E. E. Pereira.** 2004. Zur klärung der herkunft von *Dyckia goehringii* E. Gross & Rauh. *Die Bromelie*. 3: 64-65.
- Carneiro, M. F., I. F. Carneiro, C. B. Leite Júnior, M. M. Souza, T. V. Ramos, S. A. Oliveira & R. A. Pacheco.** 2007. Caracterização e aproveitamento ornamental de espécies da família Bromeliaceae do estado de Goiás, p. 121-147. *In:* Prêmio CREA Goiás de Meio Ambiente: Compêndio dos trabalhos premiados. Goiânia, CREA.
- Cavallari, M. M.** 2004. Estrutura genética de populações de *Encholirium* (Bromeliaceae) e implicações para sua conservação. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Duarte, E. F.** 2007. Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do Cerrado. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Esau, K.** 2000. Anatomia das plantas com sementes. Trad. B. L. Morretes. 15. reimpr. Edgard Blüncher, São Paulo, 293 p.
- Felfili, J. M., J. F. Ribeiro, H. C. Borges Filho & A. T. Vale.** 2004. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora, p. 177-220. *In:* L. M. S. Aguiar & A. J. A. Camargo (Eds), *Cerrado: ecologia e caracterização*. Planaltina, Embrapa Cerrados.
- Fenner, M.** 1993. *Seed ecology*. Chapman & Hall, London, 151 p.

- Forzza, R. C. & M. G. L. Wanderley.** 1998. Considerações sobre a morfologia polínica em *Dyckia*, *Encholirium* e *Pitcairnia*. *Brom.* 5: 50-53.
- Groth, D. & O. H. T. Liberal.** 1988. Catálogo de identificação de sementes. Fundação Cargill, Campinas, 182 p.
- Hmeljevski, K. V., A. Reis, M. S. Reis, J. M. Rogalski, C. Daltrini Neto & M. Lenzi.** 2007. Resultados preliminares da biologia reprodutiva de *Dyckia ibiramensis* Reiz (Bromeliaceae): uma espécie rara e endêmica de Santa Catarina. *Rev. Bras. Bioc.* 5: 267-269.
- Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg & P. F. Stevens.** 1999. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kraus, J. E. & M. Arduim.** 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. EDUR, Rio de Janeiro, 198 p.
- Leme, E. M. C. & L. C. Marigo.** 1993. Bromélias na natureza. Marigo Comunicação Visual, Rio de Janeiro, 183 p.
- Mantovani, A. & R. R. Iglesias.** 2005. Quando aparece a primeira escama? Estudo comparativo sobre o surgimento de escamas de absorção em três espécies de bromélias terrestres de restinga. *Rodriguésia* 56: 73-84.
- Miranda, Z. J. G. & A. L. C. Miranda.** 2004. Las especies suculentas del género *Dyckia* (Pitcairnioideae-Bromeliaceae) del Cerrado brasileño I: *Dyckia braunii* Rauh. *Rev. Circ. Col. Cactus y Crasas Rep. Arg.* 3: 32-38.
- Oliveira, E. C.** 1988. Morfologia de plântulas, p. 15-24. *In*: F. C. M. Piña-Rodrigues (Coord), Manual de análise de sementes florestais. Campinas, Fundação Cargill.
- Paula, C. C.** 2000. Cultivo de bromélias. *Aprenda Fácil*, Viçosa, 140 p.
- Pereira, T. S.** 1988. Bromelioideae (Bromeliaceae): morfologia do desenvolvimento pós-seminal de algumas espécies. *Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 29: 115-154.
- Pita, P. B. & N. L. Menezes.** 2002. Anatomia da raiz de espécies de *Dyckia* Schult. e *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil), com especial referência ao velame. *Rev. Bras. Bot.* 25: 25-34.
- Proença, S. L. & M. G. Sajo.** 2004. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18: 319-331.
- Ratter, J. A., J. F. Ribeiro & S. Bridgewater.** 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80: 223-230.
- Rauh, W. & E. Gross.** 1991. Bromelienstudien 22. *Trop. Subtrop. Pflanz.* 79: 12-14.
- Ressel, K., F. A. G. Guilherme, I. Schiavini & P. E. Oliveira.** 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Rev. Bras. Bot.* 27: 311-323.
- Ribeiro, J. F. R. & B. M. T. Walter.** 1998. Fito-fisionomias do bioma Cerrado, p. 89-166. *In*: S. M. Sano & S. P. Almeida (Eds), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa-CPAC.
- Rizzini, C. T. & W. B. Mors.** 1976. Botânica econômica brasileira. EPU/Edusp, São Paulo.
- Rogalski, J. M., A. Reis, M. S. Reis, K. V. Hmeljevski, & M. Lenzi.** 2007. Caracterização do sistema reprodutivo da reófito *Dyckia brevifolia* Baker, Rio Itajaí-Açu, SC. *Rev. Bras. Bioc.* 5: 270-272.
- Santos, A. J., A. M. Bittencout & A. S. Nogueira.** 2005. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e litoral paranaense. *Floresta* 35: 409-417.
- Scatena, V. L. & S. Segecin.** 2005. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 28: 635-649.
- Scatena, V. L., S. Segecin & A. K. Coan.** 2006. Seed morphology and post-seminal development of *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) from the "Campos Gerais", Paraná, Southern Brazil. *Braz. Arch. Biol. Tech.* 49: 945-951.

**Smith, L. B. & R. J. Downs.** 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Flora neotropica, Monograph 14, Hafner Press, New York, 658 p.

**Strehl, T. & R. C. P. Beheregaray.** 2006. Morfologia de sementes do gênero *Dyckia*, subfamília Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Pesq. Bot.* 57: 103-120.

**Tabarelli, M., A. V. Aquiar, Grillo, A. S. & A. M. M. Santos.** 2006. Fragmentação e perda de habitats na Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco, p. 80-99. *In:* J. A. Siqueira Filho & E. M. C. Leme (Eds), *Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste: biodiversidade, conservação e suas bromélias*. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.

Recebido em 4/V/2008

Aceito em 3/I/2010