



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO

**MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Alcantarea
nahoumii* (Leme) J. R. GRANT. (BROMELIACEAE).**

MARIA CRISTINA FERREIRA ALFAYA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
JULHO – 2010**

MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Alcantarea nahoumil* (Leme) J. R. GRANT. (BROMELIACEAE).

MARIA CRISTINA FERREIRA ALFAYA

Licenciada em Ciências Agrícolas
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof(a). Dr(a) Maria Angélica P. de C. Costa

Co-Orientador: Prof(o). Dr(o) Edson Ferreira Duarte

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO (OU DOUTORADO) EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

A385

Alfaya, Maria Cristina Ferreira.

Morfologia e germinação de sementes de *Alcantarea Lahoumii*
(Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae) / Maria Cristina Ferreira Alfaya. _
. 2010.

83 f; il.

Orientadora: Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa.

Co-orientador: Edson Ferreira Duarte.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, CCAAB. Área de Concentração:
Fitotecnia.

1. Bromélia. 2. Bromélia - cultivo - Bahia – I. Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia - CCAAB. II. Título.

CDD 635.9

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MARIA CRISTINA FERREIRA ALFAYA**

Prof. Dra. Maria Angélica P. C. Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientador)

Dra. Claudinéia Regina Pelacani Cruz
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

Prof. Dr. Elvis Lima Vieira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências
Agrárias em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias
em.....

DEDICATÓRIA

Ao Mestre dos mestres, SENHOR Jesus Cristo, porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas e por ter Ele iluminado os meus caminhos e tornado os meus sonhos realidade.

Aos meus pais, Bernardino Ferreira e Maria Celina da Silva Ferreira (*in memoriam*), pelos esforços empreendidos enquanto viveram, para que eu chegasse até aqui.

Ao meu querido esposo Antonio Alfaya, pelo amor, cuidado e apoio.

Ao meu filho amado, Nicola Ferreira Alfaya, por entender o meu sonho e a falta de colo em muitos momentos...

Sem eles, eu não estaria realizando este sonho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser absolutamente tudo em minha vida e por ter guiado meus passos em todos os momentos deste trabalho.

Ao IF Baiano e à UFRB pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pelo amparo financeiro.

Aos professores, Doutora Maria Angélica Pereira Carvalho Costa e Doutor Edson Ferreira Duarte, pela orientação, pelos ensinamentos, pela dedicação, pela amizade e, principalmente pela paciência.

Ao meu esposo Antonio Alfaya, pelo amor, dedicação e cuidado.

Às minha irmãs, Maria José Ferreira Costa e Iraci Ferreira da Mota, pela valiosa ajuda e incentivo.

À todos os meus familiares, por torcerem sempre pelo meu sucesso.

À Prof. Dra. Ana Cristina Vello Loyola Dantas, Coordenadora do Curso.

À Prof. Dra. Maria Cristina Fermino Soares, Coord. do Mestrado Minter.

Aos Professores deste programa de Pós-Graduação, em especial ao professor Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pela colaboração nas análises estatística.

À pesquisadora doutoranda Daniela Sousa Hansen, pela valiosa colaboração na localização das plantas e coletas das sementes.

À pesquisadora Dra. Maria das Graças Lapa Wanderley, do Instituto de Botânica de São Paulo, pela contribuição na identificação taxonômica da espécie.

Aos estudantes, Fábio Ribeiro Garcia, Érika Ribeiro Souza, Camila Gonzaga de Jesus, Jailson de Souza Pereira, Jaylson Araújo dos Santos, pela colaboração nas atividades de laboratório.

Ao professor Julian Perez Pizarro, pela ajuda na tradução dos textos.

Aos todos os colegas e amigos de curso, pela incansável ajuda, companheirismo e amizade que tanto contribuíram para minimizar as dificuldades.

Aos amigos do IF Baiano, Rozenaide Pires Lima, Maria Aparecida Farias de Vasconcellos, Admilson Santana, Ana Rute da Silva, Ana Rita Motas. E aos professores e Dirigentes, pela amizade e incentivo.

Muito Obrigada

Sumário

Página

Página

RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01

Capítulo 1

MORFOLOGIA DE FRUTOS, DE SEMENTES E DO DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE <i>Alcantarea nahoumii</i> (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae).....	22
---	-----------

Capítulo 2

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE <i>Alcantarea Nahoumii</i> (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) EM DIFERENTES SUBSTRATOS.....	41
---	-----------

Capítulo 3

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE <i>Alcantarea nahoumii</i> (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS	60
---	-----------

CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
----------------------------	-----------

MORFOLOGIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. GRANT. (BROMELIACEAE).

Autora: Maria Cristina Ferreira Alfaya

Orientador: Prof. Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Co-orientador: Prof. Edson Ferreira Duarte

RESUMO: *Alcantarea nahoumii* é bromélia rupícola, endêmica de afloramentos rochosos na Serra da Jibóia, Bahia, Brasil, com elevado potencial ornamental, porém pouco conhecida no meio científico, contudo, tem sido explorada de forma extrativista. Objetivou-se descrever a morfologia dos frutos, das sementes e do desenvolvimento pós-seminal, avaliar substratos e temperaturas sobre a germinação e vigor das plântulas, com vistas a ampliar a compreensão das estratégias reprodutivas e possibilitar sua conservação. Foi feita a descrição e ilustração da morfologia dos frutos, das sementes e das plântulas. Testou-se a germinação a 25°C em BOD com 4 repetições de 100 sementes em areia, papel, Plantmax® e vermiculita, os quais foram caracterizados fisicamente. Avaliou-se, a germinação sobre papel no escuro. O efeito da temperatura foi avaliado em sementes germinadas, à 20, 25, 30 e 35 °C. O vigor das plântulas foi avaliado ao final dos experimentos pelas medidas dos comprimentos da parte aérea e das raízes e a massa fresca total. Determinou-se a primeira contagem e a contagem final. Os frutos são cápsulas septicidas, com deiscência espontânea. As sementes são filiformes, pequenas e leves, com a presença de papus proximal e distal. A germinação é criptoepigeial, iniciando-se aos 10 dias. As plântulas apresentam desenvolvimento lento. A germinação ocorre preferencialmente na presença de luz e os substratos exercem pouco efeito sobre esta, afetando o vigor das plântulas. O maior crescimento das plântulas foi proporcionado pelo Plantmax®, após 60 dias. A germinação à 35 °C limitou o processo germinativo e o desenvolvimento das plântulas. A morfologia das sementes possibilita sua dispersão pelo vento, mas o lento desenvolvimento das plântulas pode reduzir o recrutamento em seu ambiente natural. Substratos com densidade, porosidade total e capacidade de retenção de água intermediária, podem ser utilizados em testes de germinação, com temperaturas de 25°C. A primeira contagem pode ser feita aos 18 dias e a contagem final aos 54 dias.

Palavras-chave: substrato, crescimento, plântulas, temperatura, vigor.

MORPHOLOGY AND GERMINATION OF SEEDS *Alcantarea nahoumii* (LEME) J. R. GRANT. (BROMELIACEAE).

Author: Maria Cristina Ferreira Alfaya

Adviser: Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Co-Adviser: Edson Ferreira Duarte

ABSTRACT: *Alcantarea nahoumii* is a bromelic rupicol, endemic of rock environments in the Serra da Jibóia, Bahia, Brazil, with high ornamental potential, therefore little known by scientists. It has been explored in an extractive way. The objective was to describe the morphology of fruits, seeds and the post seminal development, test the substrates and temperatures of germination and vigor of seedlings, looking for amplifying the comprehension of the reproductive strategies and possible their conservation. The morphology of the fruits, seeds and seedlings were described and illustrated. The germination was tested at 25 °C in BOD with 4 replications of 100 seeds in sand, paper, Plantmax® and vermiculite, where they were physically characterized. The germination was tested on the paper in darkness. The effect of the temperature was evaluated in seeds germinated at 20, 25, 30 and 35 °C. The strength of the seedlings was evaluated at the end of the experiments using the size of aerial length part and the roots and the total fresh matter. The first and last count was determinate. The fruits are septicidal capsules with spontaneous dehiscence. The seeds are filiform, small and light, with the presence of a proximal and distal papus. The germination is cryptoepigeal, initiated in the tenth day. The seedlings present slow development. The germination occurs, preferentially, in the presence of light and the substrates has little effect over it, affecting the strength of the seedlings. The highest growth of the seedlings was using Plantmax®, after 60 days. The germination at 35°C limited the germination process and growth of the plants. The morphology of the seeds allows its dispersion by the wind, although the slow development of the seedlings could reduce the recruitment in their natural environment. Substrates with density, total porosity and water retention capacity, could be used in germination tests with temperatures of 25°C. The first count could be done after 18 days and the final count at 54 days.

Key words: substrate, growth, seedlings, temperature, strength.

INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae é constituída por três subfamílias, Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae (LEME e MARIGO, 1993). Esta última contém o gênero *Alcantarea*, nativa do Brasil e apresenta em torno de 15 espécies. Seu nome é em homenagem a Dom Pedro de Alcântara (1840-1889), o segundo Imperador do Brasil. Tais espécies são rupícolas, crescendo naturalmente sobre afloramentos rochosos ou solos rasos e pedregosos, sendo exposta a alta luminosidade, com grande plasticidade a variações de temperatura, sendo considerada tolerante ao frio (ANDREAS, 2006).

A importância econômica das bromeliáceas relaciona-se principalmente como plantas ornamentais, sendo hoje em dia muito cultivadas e utilizadas em decorações de interior e projetos paisagísticos (MENDONÇA, 2002). Em função da grande procura pelas bromélias de valor ornamental, o extrativismo tem se intensificado nos últimos anos, colocando algumas espécies com maior grau de ameaça (MOREIRA et al., 2006).

Devido à grande riqueza da flora do Brasil há, ainda, carência de pesquisas que proporcionem o conhecimento das espécies nativas, principalmente em germinação de sementes e estádios de desenvolvimento pós-seminal das plantas, que possam servir de referência e subsídio para os programas de recuperação e manejo de áreas naturais. Dessa forma, a ampliação dos conhecimentos sobre o comportamento das espécies nativas, em suas fases pós-semeadura, contribui para que seu uso possa ser intensificado.

Segundo o Programa de Proteção das Espécies Ameaçadas de Extinção da Mata Atlântica Brasileira, da Fundação Biodiversitas, a *Alcantarea nahoumii* é uma espécie de bromélia que encontra-se na categoria de "Espécie vulnerável à extinção" (BIODIVERSITY, 2010) e consta na lista de Espécies da Flora Brasileira

com Deficiência de Dados (BRASIL, 2008). Portanto, o desenvolvimento de estratégias de conservação é fundamental para a sua proteção contra a extinção.

Pesquisas sobre desenvolvimento e morfologia de plântulas têm sido realizadas com diferentes enfoques, quer para o reconhecimento e identificação dos estádios iniciais de desenvolvimento de espécies de certa região ou ecossistema, uma vez que a emergência e o estabelecimento das plântulas são estágios críticos no ciclo de vida das plantas, quer como parte de pesquisas morfo-anatômicas de determinadas espécies ou de grupamentos sistemáticos (MORAES e PAOLI, 1999; ROSA et al., 2005; OLIVEIRA, 2001; MELO e VARELA, 2006; MELO et al., 2004).

Outros trabalhos enfatizam a área de tecnologia, análise e conservação de sementes (ANDRADE et al., 2003). Contudo há escassez de informações sobre a germinação das sementes, tipo de substratos, crescimento, exigências e tolerâncias de plantas nativas, conforme já havia sido observado por Labouriau (1983).

Certo número de profissionais tem se dedicado à determinação de padrões a serem adotados para a detecção da qualidade de lotes de sementes de espécies nativas, com vistas a seu armazenamento e aproveitamento, além de sua conservação em bancos de germoplasma (CARMONA, 1999).

O presente trabalho objetivou descrever a morfologia dos frutos, das sementes e do desenvolvimento pós-seminal, e, avaliar substratos e temperaturas sobre a germinação de sementes e vigor das plântulas de *Alcantarea naohumii*, com vistas a ampliar a compreensão das estratégias reprodutivas e possibilitar sua conservação.

Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma presente na maior parte no território brasileiro, abrangendo ainda parte do território do Paraguai e da Argentina. A área original era 1.290.692,46 km², 15% do território brasileiro, contudo, devido ao desmatamento e ocupação desordenada, atualmente o remanescente é 95.000 km², 7,3% da área original. Hoje a maior parte da área litorânea que era coberta pela Mata Atlântica é ocupada por grandes cidades, pastos e agricultura. Porém, ainda restam manchas da floresta na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira, no sudeste do Brasil. Atualmente, abrange total ou parcialmente

3.409 municípios em 17 Estados brasileiros (RS, SC, PR, SP, GO, MS, RJ, MG, ES, BA, AL, SE, PB, PE, RN, CE, PI) (FUNDAÇÃO SOS e INPE, 2000).

Este bioma possui camadas de vegetação claramente definidas. As copas das altas árvores formam o dossel e chegam a atingir de 30 a 60 metros de altura. O tronco das árvores, normalmente liso, só se ramifica bem no alto para formar a copa. As copas das árvores mais altas tocam-se umas nas outras, formando uma massa de folhas e galhos que bloqueia a passagem do sol. Numa parte mais baixa, nascem e crescem arbustos e pequenas árvores, que são os bambus, as samambaias gigantes, líquens que toleram menos luz, formando os chamados sub-bosques. Tanto nas árvores mais altas como nas mais baixas encontram-se várias outras espécies, como diversos tipos de cipós, bromélias, orquídeas e gavinhas. O piso da floresta é coberto pelas forrações. Esse chão é protegido pelas folhas e outros vegetais que caem das árvores ao longo do ano, que serve de alimento para muitos insetos, outros animais e principalmente aos fungos, que são os principais responsáveis pelo processo de decomposição da floresta. Assim, a floresta se alimenta dela mesma (MARTINS, 2006).

O clima, na região compreendida pelas florestas pluviais atlânticas, tem duas estações, definidas principalmente pelo regime de chuvas, embora seja latitudinalmente bastante variável. Enquanto no Nordeste brasileiro as temperaturas médias anuais variam em torno de 24 °C, nas regiões Sudeste e Sul as médias anuais são mais baixas e a temperatura pode ocasionalmente chegar a 6 °C (MARTINS, 2006).

Os solos da floresta são, normalmente, pobres em minerais e sua natureza é granítica ou gnáissica. A maior parte dos minerais está contida nas plantas em vez de estar no solo. Como há no solo muita serrapilheira que origina abundante húmus, existem microorganismos de vários grupos os quais decompõem a matéria orgânica que se incorpora ao solo. Esses minerais uma vez liberados pela decomposição de folhas e outros detritos, são prontamente reabsorvidos pelo grande número de raízes existentes, retornando ao solo quando as plantas ou suas partes (ramos, folhas, flores, frutos e sementes) caem. Fecha-se, assim, o ciclo planta-solo, que explica a manutenção de florestas exuberantes, em solos nem sempre férteis, às vezes paupérrimos (NOGUEIRA, 2008).

Inventários florísticos em diversos trechos do domínio Atlântico vêm apontando Bromeliaceae entre as famílias de maior riqueza e diversidade tanto genérica quanto específica (BARROS 1991; MARQUES, 1997; LIMA e GUEDES-BRUNI, 1997; ARAÚJO, 2000; COSTA e DIAS, 2001; MAMEDE et al., 2001; ASSIS et al., 2004; AMORIM et al., 2005; MARTINELLI, 2006). Dentre as espécies de Bromeliaceae registradas na Mata Atlântica cerca de 40% encontram-se sob alguma categoria de ameaça (existem espécies enquadradas em mais de uma categoria). Mais além, é provável que este número esteja subestimado devido ao pouco conhecimento do real estado de conservação das populações em ambientes naturais, bem como pelo número reduzido de espécimes depositados nos herbários, que compromete a avaliação da distribuição geográfica dos táxons (MARTINELLI et al., 2008).

Família Bromeliaceae

A família Bromeliaceae possui 3172 espécies distribuídas em 58 gêneros (LUTHER, 2008), dividida nas subfamílias Bromelioideae, Pitcairnioideae, Tillandsioideae, de acordo com as características florais e morfológicas dos frutos e sementes (SMITH e DOWNS, 1974; PAULA e SILVA, 2004).

As espécies classificadas em rápidas são pertencentes a Bromelioideae, exceto *Dyckia pseudococcinea* L. B. Smith (Pitcairnioideae); as espécies intermediárias e lentas pertencem a Tillandsioideae e Pitcairnioideae, respectivamente, (PEREIRA et al, 2008); É uma família essencialmente neotropical com exceção de uma única espécie, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Midbr., que ocorre no oeste do continente africano (SMITH e DOWNS, 1974).

As bromeliáceas são caracterizadas por reunir plantas epífitas, terrestre e rupícolas, com caule geralmente curto e recoberto por bainhas foliares. As folhas são alternas, polísticas ou dísticas, em geral formando roseta em torno do caule. A superfície foliar é recoberta por tricomas especializados (escamas foliares) e as margens podem ser inteiras, serrilhadas ou espinescentes, com bainhas geralmente alargadas. As inflorescências são, em geral, racemosas, simples ou ramificadas. O escapo pode ser longo até quase séssil, sendo freqüentemente cobertas por brácteas foliáceas ou coloridas. As flores são

geralmente vistosas contrastando com as brácteas e os frutos do tipo cápsula ou bagas com sementes que podem ser apendiculadas ou não (ROCHA, 2002).

É considerada importante fonte de ciclagem de nutrientes para as florestas com solos pobres (OLIVEIRA, 2004). Diversos animais utilizam as bromélias para forrageamento, reprodução e refúgio contra predadores (COGLIATTI-CARVALHO et al., 2001), sendo algumas espécies descritas como bioindicadoras da poluição atmosférica (BRIGHIGNA et al., 2003; ELIAS et al., 2006).

As espécies de bromélias ocorre em latitudes tropicais e subtropicais das Américas entre os paralelos 37°N e 44°S nas mais variadas condições de altitude, temperatura e umidade relativa (WENDT, 1999).

Aproximadamente dois terços das bromélias são plantas CAM e ocupam locais áridos ou são epífitas. Muitas espécies vivem à sombra total ou parcial e outras são totalmente expostas ao sol (MARTIN 1994).

O metabolismo CAM (crassulacean acid metabolism) é um mecanismo fotossintético concentrador de CO₂ e foi selecionado possivelmente em resposta à aridez de ambientes terrestres (KEELEY 1998). Nestas plantas, o CO₂ fixado é acumulado nos vacúolos sob a forma de malato, contribuindo para a acidez celular. Durante o dia, os estômatos se fecham, e o CO₂, utilizado no ciclo C₃, passa a ser fornecido pela descarboxilação do malato. Durante a noite o amido que foi produzido e acumulado passa a ser hidrolizado para a produção de PEP, acumulando-se de dia como produto da fotossíntese e da descarboxilação do malato (MAJEROWICZ, 2008).

É grande a variabilidade de forma que as bromélias apresentam, sendo geralmente plantas bem características e ornamentais. Segundo Benzing (2000), os diferentes habitat e, especialmente, a natureza do substrato influenciam no aspecto da planta, que pode variar amplamente em tamanho e coloração das folhas, assim como na morfologia das flores.

As bromélias ficaram conhecidas no Brasil nos anos de 1940 até 1950, quando foram alvo por parte do governo de uma tentativa de extermínio, visando controlar o mosquito transmissor da malária, destruíram-se todos os exemplares que puderam ser alcançados nas arvores, reduzindo drasticamente os níveis populacionais (REBELO, 2004). As bromélias no ano de 2000 foram novamente alvo de injusta perseguição e destruição em massa, com o advento da epidemia

da dengue no Brasil, erroneamente centenas de milhares de indivíduos foram destruídos para evitar a proliferação do mosquito transmissor da doença na água acumulada em seu fitotelmo (junção das folhas), porém o mosquito vetor da dengue não se utiliza das águas armazenadas nas bromélias em condições naturais, pois reproduz-se em água limpa, e as bromélias sempre possuem matéria orgânica em decomposição (CARVALHO, 2002).

As bromélias, inicialmente marginalizadas tiveram posteriormente seu uso e procura elevados como planta ornamental, em função da repercussão da utilização pelo paisagista de renome internacional Roberto Burle Max (ENGLERT, 2000), iniciava assim o ciclo extrativismo de bromélias. No Brasil geralmente este extrativismo está associado a comunidades residentes as margens da Floresta Atlântica.

Nas grandes cidades em muitos jardins ornamentais, onde estas plantas são usadas, é comum o uso de plantas extraídas das florestas, salienta-se que esta prática tem levado a possibilidade de extinção de muitas espécies. O ciclo de extração de plantas da natureza em especial as bromélias para comercialização ocorre intensamente nos dias atuais.

Anacleto (2005) verificou em alguns locais como o sul da região metropolitana de Curitiba e no litoral do Paraná, que as bromélias sofrem grande pressão extrativista, originada por famílias carentes ali inseridas e também por comerciantes de plantas ornamentais. Nesta região a vegetação predominante é a Floresta Atlântica, que é um ecossistema considerado um dos maiores centros de diversidade da família Bromeliaceae. Ressalta-se que várias espécies ocorrem em áreas muito restritas e reduzidas, por este motivo a população de bromélias é considerada endêmica, fato que aumenta consideravelmente o risco de extinção, seja pelo desmatamento ou pelo extrativismo indiscriminado (BENZING, 1980; NUNES e FORZZA, 1999), e em ambos os casos pode ocorrer a perda da diversidade genética causada pelo homem (LEME, 1997).

Todos os esforços devem ser orientados para a conservação de suas populações naturais remanescentes, pois a alterações neste sistema pode colocar em risco a sobrevivência das espécies ou comprometer o habitat que sobrevive associado a estas plantas (NAHOUM, 1994), uma vez que segundo Tardivo (2002) o Paraná possui a porção mais conservada de Floresta Atlântica do Brasil, e ainda pouco se sabe sobre a flora bromeliológica deste estado.

Sabe-se que, grandes quantidades dessas plantas são coletadas nas matas ou nas reservas florestais para serem comercializadas no mercado interno ou para exportação. A conscientização quanto à conservação da natureza e à produção comercial de bromélias pode amenizar essa situação (ANDRADE e DEMATTÊ, 1999).

A produção de bromélias em escala comercial é uma atividade rentável. A qualidade das plantas oriundas da produção comercial é superior à daquelas advindas do extrativismo criminoso. Além disso, os custos reduzidos colocam as plantas cultivadas em viveiros em grande vantagem no mercado (MELO, 1996).

As bromélias podem ser propagadas de forma sexuada ou assexuada. O processo sexual envolve a formação de sementes, das quais podem ser obtidas grandes quantidades de plântulas (PAULA, 2005). Entretanto, a propagação sexuada de bromélias é demorada, pois apenas a maturação das sementes pode levar até um ano após a polinização, dependendo da espécie. Um dos aspectos observados no cultivo de algumas espécies é que apesar do grande número de sementes produzidas, as plântulas obtidas por meio de semeadura têm crescimento e desenvolvimento lentos (STRINGHETA et al., 2005).

Na propagação assexuada, ou vegetativa, formam-se brotos a partir da planta mãe, que podem sair da base da planta por estolhos ou rizomas, ou do interior da própria roseta. A formação de estolhos é característica para algumas espécies (MOREIRA et al., 2006).

As sementes de Tillandsioideae são pequenas, leves e apresentam adaptações morfológicas que aumentam a razão superfície/volume, reduzindo a velocidade de queda (PAULA e SILVA, 2004). Geralmente, utilizam as correntes de ar para o transporte, em períodos secos do ano, facilitando a dispersão dessas sementes dentre as fendas das rochas, onde encontram condições ideais de germinação. Os apêndices plumosos auxiliam a fixação das sementes em troncos e cascas de árvores garantindo o sucesso de sua dispersão (VAN DER PIJL, 1982; BENZING, 2000; SCATENA et al., 2006).

Segundo Moreira et al. (2006) a reprodução sexuada é freqüente em representantes da subfamília Tillandsioideae, onde as sementes podem germinar muito próximo da planta mãe ou serem dispersas a longa distância.

A dispersão de sementes representa uma fase extremamente importante do ciclo reprodutivo das plantas, sendo crucial na regeneração de

populações e comunidades naturais (JANZEN, 1988). As sementes possuem freqüentemente adaptações facilitadoras da dispersão, bastante evidentes em sua morfologia. O conhecimento da morfologia das sementes nos permite relacioná-las com seus agentes dispersores (ALMEIDA-CORTEZ, 2004) e diferenciar grupos taxonômicos (SCATENA et al., 2006).

Características da *Alcantarea nahoumii* (LEME) J. R. GRANT.

Alcantarea nahoumii (LEME) R. J. Grant pertence à subfamília Tillandsioideae, apresenta hábito rupícola, crescendo naturalmente sobre afloramentos rochosos (Figura 1a) ou solos rasos e pedregosos, sendo exposta a alta luminosidade, podendo atingir até 2,4 metros de altura, sendo considerada uma espécie de crescimento intermediário (PEREIRA et al., 2008).



Figura 1. *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae). a. Planta em condições naturais na Serra da Jibóia-BA. b. Detalhe da inflorescência.

A espécie foi descrita por Grant (1995) como planta rupestre, de florescimento com cerca de 100 centímetros de altura, possui folhas suberetas, densamente rosuladas, formando uma roseta, largamente funiliforme na região

proximal. Bainha largamente elíptica com cerca de 10 centímetros de largura, de coloração pálida, com tricomas marrons, de aspecto densamente lepidoto em ambas as faces. Limbo foliar sublinear, com 35 centímetros de comprimento e 7 centímetros de largura, não estreito na região proximal, com região distal curta, acuminada e encurvada, parcialmente glabra e verde em ambas as faces.

Apresenta o escapo floral com cerca de 70 centímetros de comprimento, diâmetro variando de 0,8 a 1,3 centímetros, rígido, ereto, sulcado, vermelho e glabro. As brácteas escapais são suberetas, tornando-se estreita, com região distal recurvada, de coloração avermelhada, com a região proximal ocultando o escapo, de consistência subfoliácea, maiores que os internós, cobrindo-o de 3 a 6 centímetros acima, sendo suborbicular com região distal acuminada ou subaguda e apiculada.

A inflorescência é curto-paniculada, bipinada, subdescendente, com cerca de 20 a 30 centímetros de comprimento. As brácteas primárias são orbiculadas, obtusas e curto-apiculada, com cerca de 3 centímetros de comprimento e 3 centímetros de largura, avermelhada, de aspecto semelhante as brácteas estéreis das raques secundárias.

A raque primária é geniculada, sulcada e glabra, esverdeada com 5 milímetros de diâmetro. Bráctea floral orbiculada com cerca de 3 centímetros de comprimento, com região distal obtusa, côncava, curvada próximo a região proximal, subcoreácea, ecarinada e avermelhada, inconspicuamente lepidota na face interna, não imbricada após a antese, recobrimdo as sépalas, levemente curta, equivalente ao tamanho das sépalas.

A raque secundária tem cerca de 7 centímetros de largura (excluindo as pétalas), subexpandida, unilateral e arqueada, com florescimento acrópeto; Em vista lateral medem de 4 a 11 centímetro e 10 a 15 centímetros de comprimento, constituídas de 13 a 16 flores pedunculada com cerca de 3 centímetros de comprimento e 0,5 centímetros de diâmetros; É compacta, atingindo até 20 centímetro de comprimento com a flor terminal.

As flores são dísticas alternadas (Figura 1b), expandida na região proximal, com cerca de 3,5 centímetro de comprimento (excluindo as pétalas). Os pedicelos são robustos, levemente coplanados, com cerca de 6 milímetros de comprimento e 8 milímetros de diâmetro. As sépalas são levemente assimétricas, obovadas, arredondadas, com cerca de 30 milímetros de comprimento e 17

milímetros de largura, glabras, ecarinadas, amareladas, dialissépala. As pétalas são observadas somente na flor jovem ou em seguimentos depauperados, apresenta região distal estreita, obtusa, tornando-se biobovada, fixada na região proximal; os estames tem cerca de 70 milímetros de comprimento, com regiões proximal e distal obtusas, localizados na região proximal.

A. nahoumii é nativa da Serra da Jibóia, ocorrendo também em outras regiões no Estado da Bahia, Área de Floresta Tropical e Campos de Altitude, que se aproximam de 800 metros. (MARTINELLI et al, 2008).

A Serra da Jibóia apresenta uma extensão de 6 km e localiza-se no município de Santa Terezinha - Bahia, a uma latitude de 12°51'S, longitude de 39°28'W, altitude de 750-800 m, precipitação pluviométrica devendo atingir pelo menos 1.100 mm anuais. No topo da serra encontra-se afloramento gnáissico-granítico, sobre o qual se desenvolve uma vegetação de campo rupestre. O fato de estar inserida no semi-árido baiano faz da mata higrófila da Serra da Jibóia, um local singular, já que está isolada de outros fragmentos florestais do litoral pela caatinga que a circunda (QUEIROZ et al., 1996).

Substratos para cultivo de bromélias

Existem disponíveis no mercado e na natureza diferentes materiais que podem ser usados como substratos, dentre eles: areia, solo, serragem, casca de arroz carbonizada, vermiculita, Plantmax®. Condições adequadas à germinação e/ou surgimento e desenvolvimento do sistema de raízes, dependem da ausência de patógenos e de plantas daninhas, do pH adequado, da textura e estrutura do substrato (SILVA et al., 2001).

Para Kampf (1992), o cultivo de bromélias epífitas exige substratos com baixa densidade e alta permeabilidade e aeração; a presença de matéria orgânica no meio de cultivo melhora essas características. O componente principal deve ter alta relação C:N, ou seja, ser de difícil decomposição, permitindo bom arejamento e drenagem do substrato (PAULA, 2005).

O primeiro componente usado como substrato foi a terra, sendo utilizada, até hoje, especialmente em plantas perenes de grande porte. A areia e a serrapilheira foram usadas para o cultivo de bromélias epífitas em vasos, no final do século XIX de acordo com Kampf (1992). Após a Segunda Guerra Mundial, na Europa, reiniciavam-se as pesquisas sobre o uso da turfa como meio de cultivo

para plantas em vasos, interrompidas durante a guerra. Depois, outros materiais foram incorporados ao setor produtivo como a perlita na Espanha e a casca de árvores nos Estados Unidos e na Europa. No Brasil, os principais componentes do substrato são materiais de origem orgânica como turfa, casca de pinus e fibra de coco (BATAGLIA e FURLANI, 2004).

A densidade do substrato é a relação entre a massa do material seco e o volume, expresso em grama por centímetro cúbico. A densidade esta correlacionada com as características, porosidade total, água disponível e espaço de aeração (SALVADOR, 2000, FERMINO, 2002). Para a maioria das plantas o valor estar entre 0,3 e 0,4 g. cm⁻³ (BALLESTER e OLMOS, 1992). A estabilidade da estrutura e a granulação são fatores decisivos, pois os macroporos afetam diretamente a aeração e a umidade (BARBOSA, 2007).

A determinação da porosidade total pode ser feita pela curva da retenção de água, e corresponde ao teor de umidade a zero de pressão, ou seja, quando está no ponto de saturação. Sua estimativa é uma condição prévia essencial para a avaliação de espaço ocupado por ar e a capacidade em reter e liberar água às plantas (WALLER e HARRINSON, 1991). O valor ideal indicado por Verdonck e Gabriels (1988) é 85%.

A água disponível é a diferença entre a quantidade de água de substrato depois de drenado, correspondente a água retida entre 10 a 100 cm de tensão. O valor ideal para água disponível oscila entre 20 e 30%. Altos valores causam hipoxia das raízes, enquanto valores baixos significam necessidade de irrigações freqüentes (BALLESTER-OLMOS, 1992).

Germinação de sementes

A germinação é o processo que normalmente inicia-se pela absorção de água seguida pelo aumento da atividade metabólica da semente, promovendo o crescimento intra-seminal do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária ou plúmula (LABOURIAU, 1983). Bewley e Black (1986) relatam que em algumas sementes das famílias Bromeliaceae, Palmae, chenopodiaceae, Onagraceae, Saxifragaceae e Typhaceae, o hipocótilo é a primeira estrutura a emergir. Mais especificamente nas Bromeliaceae Smith e Downs (1974) relatam que a germinação ocorre com o alongamento da porção inferior do cotilédone que empurra a radícula para fora da semente, a plúmula permanece envolta por uma

bainha cotiledonar, enquanto que a porção superior do cotilédone permanece internamente na semente absorvendo as reservas do endosperma, mantendo a semente unida à plântula por certo tempo. A raiz primária cessa o seu crescimento quando atinge cerca de 0,50 cm a 1,00 cm de comprimento (DUARTE, 2007).

A germinação é afetada por fatores internos como a viabilidade e a longevidade das sementes e, também, por fatores externos, tais como a disponibilidade da água, disponibilidade de oxigênio, temperatura adequada e luz (DUARTE, 2007). Esses fatores afetam as sementes em determinado momento ou durante toda germinação. Em condições naturais, mecanismos regulatórios da germinação podem ser vantajosos para a espécie, prevenindo sua germinação em condições desfavoráveis ou instáveis, assim, a sobrevivência e a germinação dão à espécie, maiores chances de se estabelecer, em competição com outras que ocupam o mesmo habitat (MAYER e POLJAKOFF- MAYBER, 1963).

Há consenso entre os fisiologistas e tecnologistas de sementes, de que o processo de germinação inicia-se com a embebição (MARCOS FILHO, 2005). Bewley e Black (1986) relatam que absorção de água se dá três fases: a primeira fase de embebição se dá pela ação dos potenciais mátricos, ocorrendo em sementes, independente de estarem dormentes viáveis ou não. Na fase seguinte, a água continua penetrando nos tecidos, em uma velocidade menor. Já na terceira fase ocorre um rápido aumento da absorção de água sendo marcada pela protrusão da raiz primária.

O processo de germinação atende a critérios arbitrários que visam determinar o início e o fim da germinação. Alguns autores consideram que o processo se inicia a partir da intensificação da respiração das sementes, entretanto, existem dificuldades de observação desse fenômeno. A absorção de água é um outro critério, mas sementes mortas podem apresentar embebição de constituintes hidrofílicos, levando até mesmo a protrusão da radícula de embriões mortos, sendo, portanto, inadequada a adoção desse critério. Então, para que se considere uma semente como germinada, é necessária que esta apresente algum sinal de vida, tal como geotropismo da raiz primária ou a abertura do gancho plumular (Papilionoideae). Em trabalhos de certificação deve-se adotar, ainda, o critério de germinação para sementes que originem plântulas normais (LABOURIAU, 1983).

A *Association of Official Seed Analysts* dos Estados Unidos da América recomenda que sejam consideradas germinadas as sementes que apresentem a emergência e o desenvolvimento a partir do embrião da semente, das estruturas essenciais que, para a espécie em questão, indicam sua capacidade de produzir plântulas normais em condições favoráveis (AOSA, 1983).

Efeito da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas

A germinação das sementes é composta por uma série de eventos morfológicos que resulta na transformação do embrião em uma plântula. A avaliação da germinação das sementes é efetuada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas e por meio de métodos padronizados que visam, principalmente, avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das sementes (MARCOS FILHO et al., 1987; NOVEMBRE, 1994).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), quando espécies tropicais e subtropicais são submetidas a temperaturas entre 15 °C e 10 °C o corre crescimento mais lento.

Temperaturas muito elevadas provocam estresse—ou até mesmo perda de viabilidade. Temperaturas elevadas acarretam uma diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica, da síntese de RNA e das reações anabólicas. De maneira geral, altas temperaturas desnaturam proteínas, alteram a permeabilidade da membrana, ocasionam perda de material, enquanto que as baixas retardam as taxas metabólicas até o ponto em que as vias essenciais ao início da germinação não podem mais operar (CASTRO e VIEIRA, 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004. p. 225-235.

AMORIM, A. M. A.; FIASCHI, P.; JARDIM, J. G.; THOMAS, W. W.; CLIFTON, B. C. & CARVALHO, A. M. V. The vascular plants of a forest fragment in Southern Bahia, Brazil. **Sida** v. 21, n. 3, p. 1727-1757. 2005.

ANACLETO, A. **Germinação de sementes e desenvolvimento de brotos de Aechmea nudicaulis (L) GRISEB. (Bromeliaceae) Subsídios à produção e extrativismo.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFPR, Curitiba, PR. 2005. 74p.

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, n. 2, p. 97-110, 1999.

ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science & Technology**, n. 3, p. 125-137, 2003.

ANDREAS, K. Growing Alcantarea Species: Illustrating Terrie Bert's Article. **Newsletter of the Bromeliad Society of Central Florida**, v. 32, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://fcbs.org/newsletters/BSCF/022006.pdf>>. Acesso em: 16/ dez. 2008

AOSA, Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook.** AOSA. 1983. 88p. (Contribution n°32 To the handbook on Seed testing).

ARAUJO, D. S. D. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro.** Tese. (Doutorado em Ecologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. 176p.

ASSIS, A. M.; THOMAS, L. D. e PEREIRA, O. J. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasilica.** v.18, n.1, p.191-201. 2004.

BALLESTER-OLMOS, J. F. **Substrato para el cultivo de plantas ornamentales.** Valencia: Instituto Valenciano de investigaciones Agrárias, 1992. 44p.

BARBOSA, G. C. V. **Substrato e indutores de florescimento em bromélias ornamentais**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007. 77p.

BARROS, F. de; MELO, M. M. R. F. de; CHIEA, S. A. C.; KIRIZAWA, M.; WANDERLEY, M. das G. L. e JUNG-MENDAÇOLLI, S. L. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. *In: Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso* (MELO, M. M. R. F.; BARROS, F.; WANDERLEY, M. G. L.; KIRIZAWA, M.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L. E CHIEA, S. A. C. eds.). Instituto de Botânica, v.1, São Paulo, 1991. p. 1-184.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Nutrição mineral e adubação para cultivos em substratos com atividade química. *In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato*. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 106 -128.

BENZING, D. H, **The biology of the bromeliads**. Mad River Press, California, EUA, 1980. 305 p.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae**: profile an adaptative radiation. Cambridge University Press. 2000. 690p.

BEWLEY, D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1986. 367p.

BIODIVERSITY. **Consulta à Revisão da Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. Disponível em <<http://www.biodiversitas.org.br/florabr/grupo3fim.asp>>. Acesso em 09/mai de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. Instrução Normativa Nº 6, de 23 de setembro de 2008. 55p.

BRIGHIGNA, L.; PAPINI A.; MOSTI S.; CORNIA A.; BOCCHINI P.; GALLETTI G. The use of tropical bromeliads (*Tillandsia spp*) for monitoring atmospheric pollution in the town of Florence, Italy. **Revista de Biologia Tropical**, v.50, n. 2, p. 577-584, 2003.

- CARVALHO, L. F. N. **O cultivo da bromélia**. São Paulo: Editora TJV, 2002. 32 p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA, C. F. D. e VAN SLUYS, M. Variação na estrutura e composição de Bromeliaceae em cinco zonas de vegetação no Parque Nacional da restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n.1, p. 1-9, 2001.
- COSTA; A. F.; DIAS, I. C. A. (orgs.). **Flora do Parque Nacional da restinga de Jurubatiba e arredores, RJ: listagem, florística e fitogeografia (Angiospermas, Pteridófitas e Algas continentais)**. Museu Nacional / UFRJ, Rio de Janeiro, 2001. 200p.
- DUARTE, E. F. **Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goerhringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do cerrado**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2007. 200p.
- ELIAS C.; FERNANDES E. A. N.; FRANÇA E. J.; BACCHI M. A. Seleção de epífitas acumuladoras de elementos químicos na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2006.
- ENGLERT, S. I. **Orquídeas e Bromélias, manual prático de cultivo**. Editora Agropecuária, Guaíba-RS, 2000. 92p.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3. Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, p. 29-37, 2002.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica**. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em 26/mai. 2009.
- JANZEN, D.H. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. **Annals of the Missouri Botanical Garden** v.75, p.105-116, 1988.

KAMPF, A. N. Substrato para floricultura In: **Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, Maringá, 1992, Manual de floricultura. Maringá, SBFPO, p.36-43. 1992.

KEELEY, J. E. CAM Photosynthesis in Submerged Aquatic Plants. **The Botanical Review** n. 64, p.121-175, 1998.

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

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

LEME, E. M. C. **Canistrum, Bromélias da Mata Atlântica**. Ed. Salamandra, Rio de Janeiro, 1997.107p.

LIMA, H. C. e GUEDES-BRUNI, R. R. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C. e GUEDES-BRUNI, R. R (orgs.). **Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1997. p. 29-39.

LUTHER. H. E. **An alphabetical list of Bromeliad binomials**. 11^o ed. The Marie Selby Botanical Gardens Sarasota, Flórida, USA. The Bromeliad Society International, 2008. 109 p.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal – 2^a**. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008. p. 82-133.

MAMEDE, M. C. H.; CORDEIRO, I. e ROSSI, L. Flora vascular da Serra da Juréia, Município de Iguape, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** v.15, p. 63-124. 2001.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495 p.

MARTIN, C. E. Physiological Ecology of the Bromeliaceae. *The Botanical Review* v. 60, p.1-82. 1994.

MARTINELLI, G. Manejo de populações e comunidades vegetais: um estudo de caso na conservação de Bromeliaceae. In: ROCHA, F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V. e ALVES, M. A. S. (eds). **Biologia da Conservação: Essências**. Ed. Rima, São Paulo. 2006. p. 479-503.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M. P. L.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F. da; FORZZA, R. C. Bromeliaceae da mata atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia** v. 59, n. 1, p. 209-258. 2008.

MARTINS, M. S.; RÓZ, A. L.; MACHADO, G. O.. **Mata Atlântica**. 2006. Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.br>>. Acesso em: 07/Jul. 2008.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of the seeds**. v. 3, Oxford: Pergamon Press, 1963. 263 p.

MELO, T. B. As bromélias no paisagismo. **Bromélia** v. 3, p. 3-7, 1996.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G. e BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, p. 237-249, 2004.

MELO, M. F. F. e VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim Pedra) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes** n. 28, p. 54-62., 2006.

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

MORAES, P. L. R. e PAOLI, A. A. S. Morfologia e estabelecimento de plântulas de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) MacBride – Lauraceae. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 22, n. 2, p. 287-295, 1999.

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

NAHOUM, P. Bromélia. **Revista da Sociedade Brasileira de bromélias - SBBr.** v. 1. p. 1-40 1994.

NOGUEIRA, L. C. **Mata Atlântica: Origem do bioma, caracterização e áreas de ocorrência.** 2008. Disponível em <<http://www.webartigos.com>> Acesso em 11/Set. 2008.

NOVEMBRE, A. D. L. C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslindadas mecanicamente.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 1994. 133 p.

NUNES, J. V. C.: FORZZA, R. C. **Bromélia.** Anais I Seminário nacional recursos OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 24, p. 85-97, 1999.

OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 793-799, 2004.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**. n. 24, p.85-97, 2001.

PAULA, C. C. Cultivo de Bromélias. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 227, p. 73-84, 2005.

PAULA, C. C.; SILVA, H. M. P. **Cultivo prático de bromélias**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 2004. 116p.

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, Oct./Dec. 2008.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N. e COSTA, M. J. L. S. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha Bahia. In: O Campo Rupestre. **Sitientibus**, v. 15, p. 27-40, 1996.

REBELO, J. A. **As bromélias e sua surpreendente capacidade de sobrevivência**. Disponível em <<http://www.jardimdeflores.com.br>> acesso em 26/out 2004.

ROCHA, P. K. **Desenvolvimento de Bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). ESALQ-USP-Piracicaba, 2002. 90 p.

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F.. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**. n. 11, p 306-314. 2005.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de alguns substratos para o cultivo de algumas plantas ornamentais**. Tese (Doutorado em produção vegetal). Escola Superior de "Agricultura Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2000. 148p.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. E 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, D. A.; KLINK, C. A. Dinâmica de foliação e perfilhamento de duas gramíneas C4 e uma C3 nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 441-446, 2001.

SMITH, L. B. e DOWNS, R. J. Pitcairnioidea (Bromeliaceae). **Flora Neotropica** Monograph n. 14, Part . 1. New York: OFN-Halfner Press, 1974. 658 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Projetos SOS - Sustentabilidade**. 2006. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br/ppma/mataatl1.htm>, 2006. Acesso em: 01 Jul. 2008; <www.apremavi.com.br>, 2006. Acesso em: 01 Jul. 2008; <www.ambientebrasil.com.br>, 2006. Acesso em: 09 Out. 2008.

STRINGHETA, A. C. O.; SILVA, D. J. H.; CARDOSO, A. A.; FONTES, L. E. F.; BARBOSA, J. G. Germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn, em diferentes substratos. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 27, n. 1, p. 165-170, 2005.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, USA. 2004. 792 p.

TARDIVO, R. C. **Revisão taxonômica de Tillandsia L. subgênero Anoplophytum (Beer) Baker (Bromeliaceae)**, USP. São Paulo, 2002, 237p.

VAN DER PILJ, L. **Principals of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlin, Springer Verlag. 1982. 215p.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulture**, v. 221, p. 19-23, 1988.

WALLER, P. L.; HARRINSON, A. M. Estimation of pore space and the calculation of air volume in horticultural substrates. **Acta Horticulture**, n. 294, p. 29-39, 1991.

WENDT, T. **Hibridização e isolamento reprodutivo em Pitcairnia (Bromeliaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1999. 141p.

Capítulo 1

**MORFOLOGIA DE FRUTOS, DE SEMENTES E DO
DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE *Alcantarea nahoumii* (Leme)
J.R. Grant. (Bromeliaceae)¹**

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Revista Brasileira de Botânica

MORFOLOGIA DE FRUTOS, DE SEMENTES E DO DESENVOLVIMENTO PÓS SEMINAL DE *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae)

Resumo: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. é rupícula, considerada como uma espécie de elevado potencial ornamental para o paisagismo, é pouco conhecida, sendo necessário estudos para sua exploração e conservação. Objetivou-se a caracterização morfológica dos frutos, sementes e das plântulas de *Alcantarea nahoumii*, visando sua conservação e ampliar a compreensão de suas estratégias reprodutivas. Frutos maduros e secos foram coletados no início de deiscência, em uma população natural na Serra da Jibóia, município de Santa Terezinha, BA, Brasil. As sementes foram extraídas manualmente dos frutos, e armazenadas em sacos de papel, sob temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de aproximadamente 50% por um período de três meses. Para a descrição biométrica das sementes, comprimento, largura e espessura, foram escolhidas ao acaso 100 sementes de aproximadamente vinte e cinco indivíduos diferentes, escolhidos aleatoriamente, medidas individualmente com paquímetro digital. O peso de mil sementes foi determinado utilizando balança analítica de precisão. Quatro amostras de 100 sementes foram colocadas para germinar em Plantmax®, em BOD a 25°C , com 16 horas de luz. As sementes são filiformes, medindo respectivamente 9,6 x 0,9 x 0,4 mm de comprimento, largura e espessura e peso de mil sementes de 1,97 g. Exibem apêndices plumosos em ambas as extremidades. O tegumento é fino, marrom escuro a avermelhado. A germinação é criptoepigeial, iniciando-se no décimo dia após a sementeira, protruindo a bainha cotiledonar com uma coifa distal. O cotilédone manteve-se encriptado, o colo é indistinto, a raiz primária desenvolveu-se pouco após 45 dias. A primeira folha (eófilo) surgiu aos 16 dias, a partir da expansão lateral da bainha cotiledonar. A segunda, a terceira e a quarta folha surgiram aos 20, 22 e 45 dias, respectivamente. Nessa fase, a plântula pode ser considerada normal, com folhas lanceoladas e a raiz primária recoberta por numerosos pêlos absorventes. A germinação é classificada como intermediária, mas, o lento desenvolvimento das plântulas limita sua fixação no substrato, podendo reduzir o recrutamento em seu ambiente natural e a formação de plântulas normais em condições de cultivo.

Palavras-chave: bromélia; germinação; endêmica; propagação.

FRUITS AND SEEDS MORPHOLOGY AND THE DEVELOPMENT POST SEMINAL OF *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae)

Abstract: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. is rupícola, consider a specie with high ornamental potential for landscaping, although is little known, needing more studies for its conservation. The objective was a morphological characterization of fruits, seeds and seedlings *Alcantarea nahoumii*, looking for its conservation and amplify the comprehension of its reproductive strategies. Mature and dry fruits were collected at the beginning of the dehiscence, in a natural population in the Serra da Jibóia, Santa Terezinha County, BA, Brazil. The seeds were manually extracted from fruits and stored in paper bags at room temperature 25 ± 2 ° C and relative humidity of about 50% for a period of three months. In order to describe biometrically the seeds, length, wideness and thickness, were chosen randomly 100 seeds of approximately twenty-five different plants, chosen randomly, individually measured with digital paquímetro. The weight of thousand seeds was determined using analytic scale. Four samples of 100 seeds each were put to germinate in Plantmax®, in BOD at 25°C, with 16 hours daylight. Those are filiform, measuring respectively 9,6 x 0,9 x 0,4 mm of length, wideness and thickness and weight of thousand seeds of 1,97 grams. Exhibit appendix feather in both extremities. The tegument is slim, dark brown to red. The germination is cryptoepigeal, initiating in the tenth day after the sowing, protrude the cotyledonary sheath with a distal cowl. The cotyledon was kept encrypted, the neck is indistinct, the primary root developed very few after 45 days. The first leaf (first eophyll) appear in the 16th day, from the lateral expansion of the cotyledonary sheath. The second, third and fourth leaf arise after 20, 22 and 45 days, respectively. At this stage, the plant could be considered normal, with lanceolate leaves the primary root covered by several absorbent piles. The germination is classified as intermediate, although, the slow development of the seedling limiting its fixation to the substrate, might reduce the recruitment in its natural environment and the formation of normal seedlings in the field.

Key words: bromeliad; germination; endemic; spread.

INTRODUÇÃO

A morfologia das sementes e do desenvolvimento pós-seminal contribui para a diferenciação de grupos taxonômicos (MORAES e PAOLI, 1999; ROSA et al., 2005), além de auxiliar análises de germinação e conservação de sementes (ANDRADE et al., 2003) e para estudos sobre regeneração em ecossistemas naturais (OLIVEIRA, 2001; MELO e VARELA, 2006), uma vez que a germinação ou a emergência e o estabelecimento das plântulas são estágios críticos no ciclo de vida das plantas (MELO et al., 2004).

O conhecimento das estruturas morfológicas do fruto, da semente e das plântulas é importante para diversos fins como: nos laboratórios de análise de sementes, na identificação e na diferenciação de espécies, no reconhecimento da planta no campo, na taxonomia e na agricultura (AMORIM, 1996). O fruto e a semente podem fornecer indicações sobre o tipo de armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura (KUNIYOSHI, 1983). Da mesma forma, contribuem para uma correta interpretação dos testes de germinação e a realização de trabalhos científicos (ARAÚJO e MATOS, 1991), auxiliando ainda na compreensão da dinâmica de populações vegetais (OLIVEIRA, 1993; DONADIO e DEMATTÊ, 2000).

Vários estudos sobre a morfologia de frutos e sementes têm sido desenvolvidos, muitos deles, de forma parcial e essencialmente limitada à descrição de suas formas mais gerais (AMORIM, 1996), principalmente no que concerne a Bromeliaceae. Contudo, alguns autores desenvolveram estudos com grande diversidade de espécies vegetais que fornecem informações amplas e complexas dessas espécies, as quais podem ter aplicações comerciais, sendo também de fundamental importância para ornitologistas, que buscam informações sobre fontes de alimentos utilizadas por aves (GROTH e LIBERAL, 1988).

Nas Bromeliaceae o cotilédone permanece internamente na semente absorvendo as reservas do endosperma, mantendo a semente unida à plântula por certo tempo (SMITH e DOWNS, 1974). Segundo Garwood (1996), o cotilédone haustorial é responsável pela absorção e transferência de reservas do endosperma para o crescimento da plântula, e é classificado em duas formas: se os cotilédones eventualmente emergem e se tornam fotossintetizantes, são considerados foliáceos; se os cotilédones são especializados em órgãos

haustoriais e não emergem da semente, são classificados como cotilédones de reserva.

Tillich (2007) em sua ampla revisão da terminologia da germinação de representantes de Poales (Monocotiledoneae), afirma que o termo criptocotiledonar se aplica fortemente a essas plântulas, pois o cotilédone é parte foliáceo, emergindo dos restos seminais através da liberação da bainha cotiledonar; parte haustorial, permanecendo no interior dos tegumentos e mantendo contato com o tecido de reserva.

Segundo Oliveira (1988) uma plântula normal em subfamília Bromelioideae apresenta todas as estruturas necessárias para continuar o desenvolvimento adequado em condições favoráveis. O desenvolvimento sadio das raízes, o crescimento máximo da primeira folha e o surgimento da segunda folha são critérios para a identificação de plântulas normais em bromélias, ao passo que a expansão da segunda folha indica o término do desenvolvimento pós-seminal, iniciando a fase de planta jovem (PEREIRA, 1988).

A literatura brasileira apresenta escassez de publicações específicas que abordem a morfologia de sementes (GROTH e LIBERAL, 1988), apesar de haver esforços na produção de trabalhos científicos. Como o comércio de sementes tem se expandido, incorporando espécies da flora nativa, faz-se necessária a ampliação dos conhecimentos acerca dessas espécies.

Alcantarea nahoumii (Leme) J. R. Grant encontra-se entre uma série de outras espécies de bromélias que constam na lista de Espécies da Flora Brasileira com deficiência de dados (BRASIL, 2008) e vulnerável a extinção (BIODIVERSITY, 2010).

A. nahoumii é uma espécie rupícola, considerada de elevado potencial ornamental para o paisagismo. Pertence a família Bromeliaceae, subfamília Tillandsioideae, nativa da Serra da Jibóia, ocorrendo também em outras regiões no Estado da Bahia, Brasil, Área de Floresta Tropical e Campos de Altitude, que se aproximam de 800 metros. (MARTINELLI et al, 2008). A Serra da Jibóia apresenta uma extensão de 6 km e localiza-se no município de Santa Terezinha - Bahia, a uma latitude de 12°51'S, longitude de 39°28'W, altitude de 750-800 m, precipitação pluviométrica devendo atingir pelo menos 1.100 mm anuais. No topo da serra encontra-se afloramento gnáissico-granítico, sobre o qual se desenvolve uma vegetação de campo rupestre (QUEIROZ et al., 1996).

Todavia, não foram encontrados estudos que possibilitem na conservação e cultivo de *A. nahoumii*, corroborando com a classificação feita pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2008) que a incluiu na relação de espécies da flora brasileira com deficiência de dados sobre a espécie. A morfologia de suas sementes e plântulas são conhecimentos necessários para subsidiar estudos taxonômicos, ecológicos, na área de tecnologia de sementes, em trabalhos de laboratórios e viveiros, bem como para estudos de regeneração natural.

O objetivo do trabalho foi realizar a caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Alcantarea nahoumii*, visando sua conservação e ampliar a compreensão de suas estratégias reprodutivas.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros e secos foram coletados no início de deiscência, em uma população natural na Serra da Jibóia, município de Santa Terezinha, BA.

Os frutos foram beneficiados e as sementes extraídas manualmente, sendo em seguida armazenadas em sacos de papel, temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de aproximadamente 50% por um período aproximado de três meses. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Para a descrição biométrica das sementes, comprimento, largura e espessura foram escolhidas ao acaso 100 sementes de aproximadamente vinte e cinco indivíduos diferentes, escolhidos aleatoriamente, medidas individualmente com paquímetro digital. O peso de mil sementes foi determinado utilizando balança analítica de precisão, utilizando-se oito repetições de 500 sementes adaptado de Brasil, (1992).

Para a caracterização das plântulas as sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas Gerbox, limpas e higienizadas com álcool etílico em condições não necessariamente assépticas, sobre substrato comercial Plantmax® (200 mL), umedecido com 35 mL de água. As caixas foram colocadas em câmara incubadora tipo BOD, a temperatura de 25°C , com fo toperíodo de dezesseis horas. Em cada caixa foram colocadas 100 sementes, num total de quatro caixas. Considerou-se como sementes germinadas quando ocorreu a protrusão da

bainha cotiledonar. Procedeu-se a descrição da morfologia das sementes e plântulas, relacionando-se cada fenofase ao tempo e a confecção de pranchas à nanquim sobre papel vegetal.

A ilustração e descrição da morfologia e estrutura organizacional das sementes seguiram-se a terminologia adotada por Smith e Downs (1974) e Beltrati (1994); sendo realizada à mão livre, com posterior confecção de pranchas com tinta nanquim sobre papel vegetal. A descrição das fases do desenvolvimento pós-seminal da plântula considerou-se até a terceira folha totalmente expandida. Quanto à descrição das plântulas adotou-se a terminologia de Pereira (1988). Para a ilustração e descrição da morfologia e estrutura organizacional dos frutos adotou-se a terminologia empregada por Beltrati (1994) e Barroso et al. (1999). O aspecto das fases de florescimento e frutificação, descrição da porção distal dos escapos florais também foram registrados e ilustrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura reprodutiva é formada pelo escapo floral, raque primária, raques secundárias, ráquilas, flores e frutos. O escapo floral é totalmente recoberto por brácteas escapais vistosas. A inflorescência é formada pela raque primária, que possui internós, recobertos por brácteas primárias, de onde se originam raques secundárias, nas quais se formam as flores e frutos (Figura 1).

Em *A. naouhmii* verificou-se a presença da raque secundária entre as brácteas florais (Figura 1). Para *Vriesea guttata* esse aspecto é importante nas coleções de herbário, sendo frágeis as características empregadas em suas distinções, como o grau de exposição da raque na inflorescência, posição da bráctea floral e seu tamanho em relação ao das sépalas (SMITH e DOWNS, 1977). Essas características são dependentes do estágio de desenvolvimento da inflorescência, dificultando a identificação.

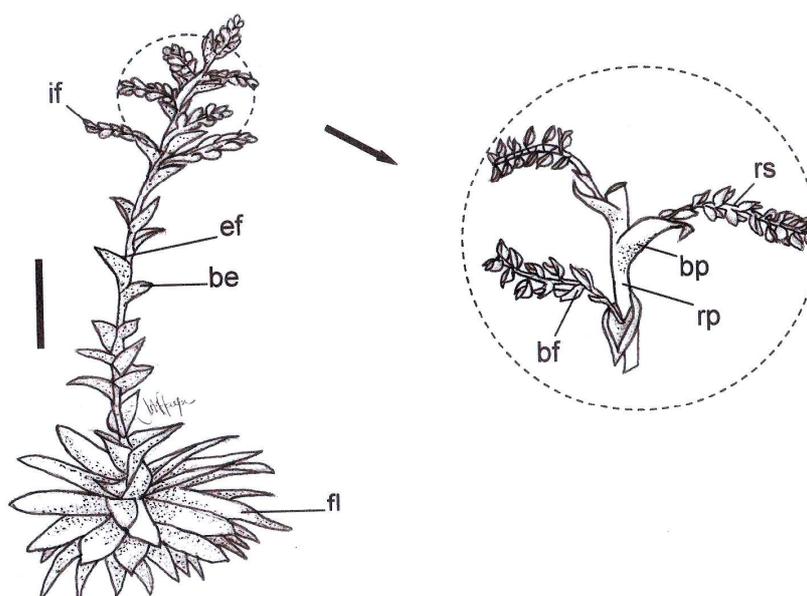


Figura 1. Planta de *Alcantarea nahomii* (Leme) J. R. Grant ((Bromeliaceae) com inflorescência. if: inflorescência; ef: escapo floral; be: bráctea escapal; bp: bráctea primária; bf: bráctea floral; fl: folha; rp: raque primária; rs: raque secundária. Barra: 50 cm.

Os frutos são capsulares e triloculares, apresentando-se polispérmicos, com deiscência septicida, mantendo os restos florais como as sépalas e a bráctea floral (Figura 2a, 2b), até a fase de deiscência. Tratando de frutos capsulares loculicidas, Barroso et al. (1999) relatam que a deiscência desses frutos se dá ao longo da nervura mediana, passando pelo centro do lóculo e que essa região mediana é percebida por uma linha espessada ou saliente, que representa fragmentos de septos.

Quando imaturos, os frutos apresentam coloração esverdeada, adquirindo, a coloração marrom escura na fase de dispersão das sementes. O exocarpo do fruto mostrou-se com aspecto palhento. O endocarpo não se diferenciou do mesocarpo, sendo percebido como uma película brilhante na porção interna dos lóculos.

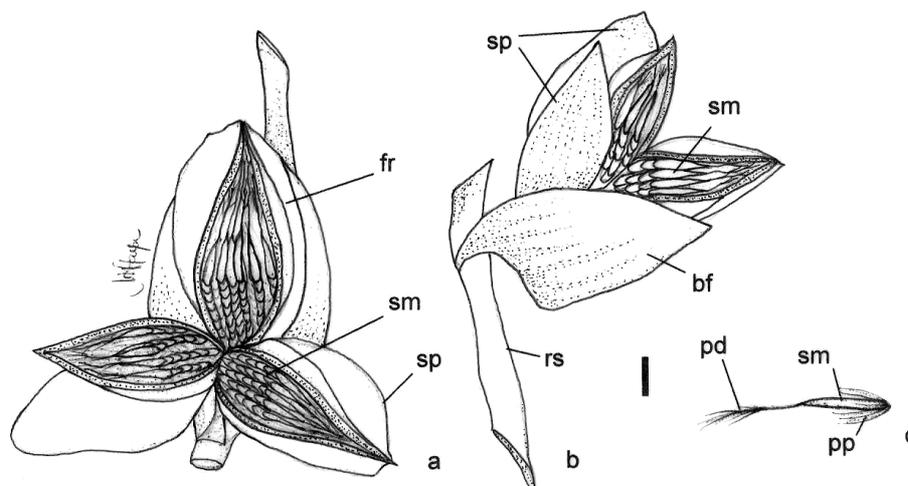


Figura 2. Frutos e sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae). a. Vista frontal do fruto tipo capsula septicida em deiscência; b. Vista lateral da capsula; c. Vista lateral da semente. bf: bráctea floral; fr: fruto; pd: papus distal; pp: papus proximal; rs: raque secundária; sm: semente; sp: sépalas persistentes. Barra: 0,5 cm.

As sementes de *A. nahoumii* são pequenas (Tabela 1), leves, filiformes, (Figura 2c) medindo 9,6 x 0,9 x 0,4 mm de comprimento, largura e espessura, respectivamente, com massa média de mil sementes de 1,97 g.

Tabela 1. Dimensões das sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J, R. Grant. (Bromeliaceae).

Variáveis	Médias (mm) *
Comprimento	9,59±0,83
Largura	0,88±0,11
Espessura	0,48±0,07
Peso de mil sementes(g)	1,97±0,10

*Médias seguidas por desvios padrões

O tamanho e a forma das sementes podem ser muito variáveis, dependendo da forma do ovário, das condições com que as plantas-mães cresceram durante a formação das sementes e, logicamente, da espécie (MAYER e POLJACOFF-MAYBER, 1963). Strehl e Beheregaray (2006) salientam que na sistemática

vegetal, o comprimento, a largura e a espessura, são instrumentos que podem ser usados para distinguir espécies de *Dyckia*.

As sementes exibem apêndices plumosos em ambas as extremidades, que formam papus. Os papus existentes na região proximal da semente direcionam-se para região distal, recobrando um terço da semente (Figura 2c). Enquanto que, os papus que surgem da região distal são alongados, equivalendo aproximadamente ao mesmo comprimento da semente (Figura 2c). O tegumento é fino, marrom escuro a avermelhado, apresentando tricomas desde o terço médio até a metade do comprimento da semente, com estrias longitudinais.

Os resultados aqui obtidos corroboram com as características morfológicas das sementes encontradas em diversas espécies de Bromeliaceas. *Pitcairnia encholirioides* L. B. Smith apresentam sementes são pequenas, elípticas, de aproximadamente 2,0 mm de comprimento e 1,0 mm de largura (peso de 1.000 sementes 0,162 g), aladas e tegumento marrom avermelhado. Para a *Dyckia pseudococcinea* L. B. Smith as sementes são pequenas, ovaladas-achatadas, discóides, medem aproximadamente 6,0 mm de comprimento e 5,0 mm de largura (peso de 1.000 sementes 0,345 g), aladas e tegumento bege amarelado. *Vriesea heterostachys* (Baker) L. B. Smith apresentam as sementes pequenas, filiformes, medem aproximadamente 6,3 mm de comprimento e 1,0 mm de largura (peso de 1.000 sementes 0,473 g), aladas, com apêndices plumosos esbranquiçados, presentes apenas em uma das extremidades da semente, tegumento castanho amarronzado (PEREIRA et al., 2008). Segundo Varadarajan e Gilmartin (1988) e Scatena et al. (2006), as sementes de Bromelioideae apresentam mucilagem envolvendo o tegumento; enquanto que as sementes de Pitcairnioideae e Tillandsioideae apresentam alas membranáceas e apêndices plumosos, respectivamente.

A dispersão está diretamente relacionada aos diferentes tipos de frutos presentes na família. Sementes aladas ou plumosas, presentes em frutos tipo cápsula é auxiliada pelo vento e, no caso das bagas suculentas, cujas sementes não possuem apêndices, a dispersão é realizada por animais (MOREIRA et al., 2006). *A. nahoumii*, por apresentar sementes plumosas em ambas às extremidades, que formam papus, apresenta características de que sua dispersão é anemófila. Segundo Paula e Silva (2004), as sementes de Pitcairnioideae e Tillandsioideae são pequenas, leves e apresentam adaptações morfológicas que

aumentam a razão superfície/volume, reduzindo a velocidade de queda. Geralmente, utilizam as correntes de ar para o transporte, em períodos secos do ano, facilitando a dispersão dessas sementes dentre as fendas das rochas, onde encontram condições ideais de germinação. Os apêndices plumosos de espécies epífitas auxiliam a fixação das sementes em troncos e cascas de árvores garantindo o sucesso de sua dispersão (VAN DER PIJL, 1982; BENZING, 2000; SCATENA et al., 2006).

A germinação de sementes de *A. nahoumii* é cripto-epigeia iniciando-se no décimo dia após a sementeira, protruindo a bainha cotiledonar com uma coifa distal. A bainha cotiledonar apresenta um arqueamento observado pela flexão das margens, podendo ser, ainda, mais ou menos carnosa, fornecendo proteção à gema apical (Figuras 3a e 3b). O cotilédono manteve-se encriptado, o colo é indistinto, a raiz primária desenvolveu-se pouco após 45 dias (Figuras 3a - 3e).

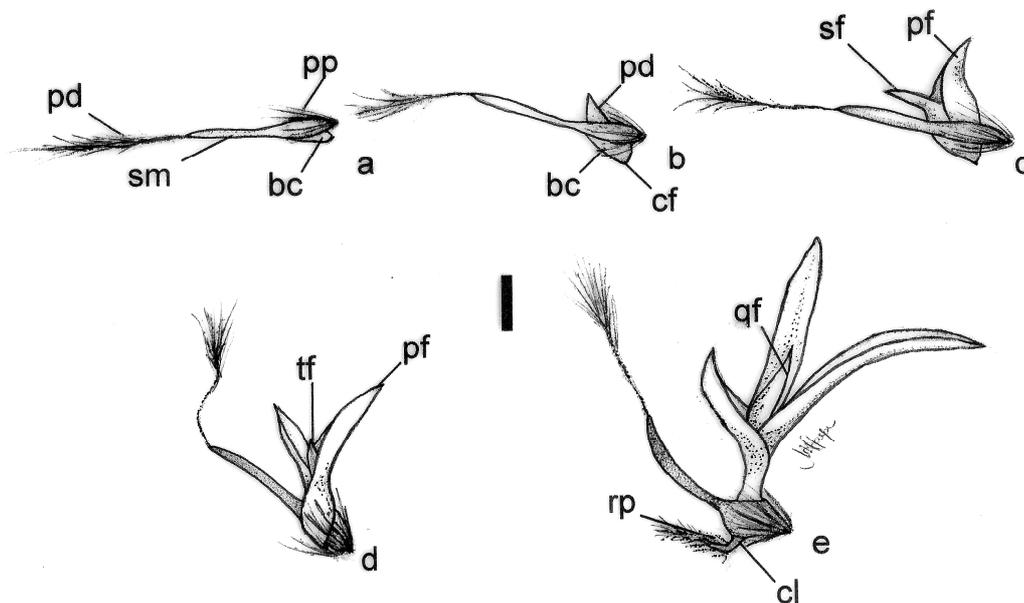


Figura 3. Desenvolvimento pós-seminal de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae). a. protrusão da bainha cotiledonar aos 10 dias após início do teste de germinação; b. Plântula aos 16 dias; c. Plântula aos 20 dias; d. Plântula aos 22 dias; e. Planta jovem aos 47 dias; bc: bainha cotiledonar; cf: coifa; cl: colo; pd: papus distal; pf: primeira folha (eófilo); pp: papus proximal; qf: quarta folha; rp: raiz primária; sf: segunda folha; sm: semente; tf: terceira folha. Barra: 0,5 cm.

O primeiro eófilo surgiu aos 16 dias, a partir da expansão lateral da bainha cotiledonar (Figura 3b). O segundo, o terceiro e o quarto eófilos surgiram aos 20, 22 e 45 dias, respectivamente. Nessa fase, a plântula pode ser considerada normal, com folhas lanceoladas e a raiz primária recoberta por numerosos pêlos absorventes (Figura 3e). Mantovani e Iglesias (2005) verificaram o surgimento das primeiras folhas em *Aechmea nudicaulis*, *Neoregelia cruenta* e *Vriesea neoglutinosa* aos 8, 11 e 15 dias, respectivamente. Sendo possível verificar que as Tillandsioideae (*V. neoglutinosa*) também possuía um desenvolvimento inicial mais lento, conforme foi verificado em *A. nahoumii*.

O colo é uma estrutura bem demarcada por suave estreitamento no limite do hipocótilo com a raiz principal (Figura. 3e). À medida que a raiz principal cresce e as raízes secundárias se fixam no substrato, os pêlos no colo tendem a desaparecer e, segundo Boyd (1932), perdem a sua função inicial que é a de fixar a pequena plântula ao substrato.

As monocotiledôneas apresentam, de modo geral, germinação criptocotiledonar, mantendo parte do cotilédone no interior da semente e parte dele emergindo dos tegumentos (DUKE, 1969). A presença de bainha cotiledonar na subfamília Bromelioideae, enrijecida por feixes vasculares e que protegem o eófilo contra o atrito com o substrato, parece estar relacionada, com a germinação hipógea, o que não ocorre com Tillandsioideae e Pitcairnioideae, cuja germinação é epigéia (BOYD, 1932), assim como nos gêneros *Aechmea*, *Quesnelia*, *Billbergia*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Orthophytum*, *Canistrum*, *Portea* e *Streptocalyx* (Bromelioideae) (BENKENDAN e GROB, 1980). Pereira (1988) observou ambos os tipos de germinação para diversos gêneros de Bromelioideae.

Pereira et al. (2008) estudando seis espécies de Bromeliaceae, observaram que estas espécies apresentam cotilédones que se elevam acima do nível do substrato durante o alongamento do hipocótilo. Apenas as espécies de Tillandsioideae, *Alcantarea imperialis* e *Vriesea heterostachys*, não apresentaram hipocótilo desenvolvido. Entretanto, todas as espécies foram caracterizadas como germinação epigéia.

Segundo Boyd (1932), as características que condicionam a germinação epigéia em Bromeliaceae estão relacionadas com a tendência ao epifitismo e a ausência ou rara presença de feixes vasculares na bainha cotiledonar. Além desses fatores, a maioria das espécies de bromélias estudadas apresenta

exigência de luz para a germinação das sementes (MERCIER e GUERREIRO FILHO, 1990; BENZING, 2000).

Em *A. nahoumii* foi observado que a primeira estrutura a protruir foi à bainha cotiledonar exibindo uma coifa distal. Mantovani e Iglesias (2005) verificaram que a estrutura protruída na germinação de *V. neoglutinosa* não formou nenhum tipo de tricoma ou pelo absorvente. Scatena et al. (2006) observaram para espécies de *Tillandsia* que a primeira estrutura que emergiu durante a germinação foi o cotilédone haustorial, sem o crescimento da raiz primária.

O tipo de plântula observado para a *A. nahoumii* foi criptocotiledonar/epigéia, quando os cotilédones permanecem encerrados nos rastos seminais. Pereira et al. (2008) verificaram emergência epigeial em *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. Enquanto que, Silva (2006) observou emergência cripto-hipogeial em *Bromelia karatas*, indicando que boa parte das espécies estudadas apresentam emergência preferencialmente epigeial, concordando com as observações de Pereira (1988).

O padrão de desenvolvimento pós-seminal obtido no presente estudo para esta espécie corroborou com os encontrados por Tillich (2007). Segundo esse autor, Bromelioideae apresenta bainha cotiledonar curta, hipocótilo bem reduzido ou inexistente na plântula e a raiz primária cresce moderadamente em comprimento.

As sementes estudadas, quanto ao início da germinação, foram classificadas em intermediária, com tempo médio de germinação entre 7 e 14 dias, considerando que Pereira et al. (2008) em seu estudo com seis espécies das três subfamílias de Bromeliaceae, classificaram em: rápidas, *Aechmea blanchetiana*, *Wittrockia gigantea* e *Dyckia pseudococcinea* (tempo médio < 7 dias); intermediárias, *Alcantarea imperialis* e *Vriesea heterostachys* (tempo médio > 7 < 14 dias) e lentas, *P. encholirioides* (tempo médio > 14 dias). Devendo-se destacar que as espécies classificadas em rápidas são pertencentes a Bromelioideae, exceto *D. pseudococcinea* (Pitcairnioideae); as espécies intermediárias e lentas

pertencem a Tillandsioideae e Pitcairnioideae, respectivamente, Pereira et al. (2008).

Alcantarea nahoumii apresentou lento desenvolvimento pós-seminal e formação de plântula normal, indicando limitações em sua fixação no substrato, o que representa redução no recrutamento dessas plantas em seu ambiente natural, bem como a formação de plantas jovens em condições de cultivo. 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 (PEREIRA et al., 2008).

Os resultados apresentados no trabalho demonstram que a morfologia dos frutos, das sementes e das plântulas de Bromeliaceae constitui ferramentas úteis para estudos taxonômicos, ecológicos e de tecnologia de sementes. Aplicam-se a realização de testes de germinação, auxiliando os laboratoristas na identificação das sementes e quanto à duração e descrição de cada fase no desenvolvimento pós-seminal das plântulas. Podem ainda auxiliar na identificação de estruturas essenciais e no diagnóstico de plântulas normais, permitindo a avaliação do vigor de lotes de sementes através do vigor das plântulas.

CONCLUSÕES

1. O fruto apresenta deiscência espontânea, quando seco, expondo e liberando as sementes.
2. As sementes pequenas e leves possibilitam a dispersão pelo vento, devendo ser dispostas sobre o substrato para germinar.
3. A germinação é criptoepigeial, iniciando-se no décimo dia após a semeadura.
4. A primeira folha (eófilo) surgiu aos 16 dias, a partir da expansão lateral da bainha cotiledonar.
5. O lento desenvolvimento das plântulas limita sua fixação no substrato, podendo reduzir o recrutamento em seu ambiente natural, bem como a formação de plântulas normais em condições de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, I. L.; **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras - MG.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Departamento de Silvicultura, Universidade Federal de Lavras, MG, 1996. 127p.

ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science e Technology**, n. 3, p. 125-137, 2003.

ARAUJO, S. S. MATOS, V. P. Morfologia de sementes e de plântulas de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n. 13, p. 217-230, 1991.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas.** Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BEKENDAM, J.; GROB, R. **Manual para evaluación de plantulas en análisis degerminación.** Madrid: Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, 1980. 130p.

BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes.** Rio Claro: Departamento de Botânica da UNESP, 1994. 108p.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation.** Cambridge University Press. 2000. 669p.

BIODIVERSITY. **Consulta à Revisão da Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.** Disponível em <<http://www.biodiversitas.org.br/florabr/grupo3fim.asp>>. Acesso em 09/mai de 2010.

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, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.** Instrução Normativa Nº 6, de 23 de setembro de 2008. 55p.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 64-73, 2000.

DUKE, J. A. On tropical tree seedlings 1. Seeds, seedlings, systems and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 56, p. 125-161. 1969.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings.. In: SWAINE, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings.** Paris, Man and the Biosphere series, p. 59-129, 1996.

GROTH, D.; LIBERAL, O. H. T. **Catálogo de identificação de sementes.** Campinas: Fundação Cargill n. 1, 1988. 182p.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983. 233f.

MANTOVANI, A.; IGLESIAS, R. R. Quando aparece a primeira escama? Estudo comparativo sobre o surgimento de escamas de absorção em três espécies de bromélias terrestres de restinga. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 73-84, 2005.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M. P. L.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F. da; FORZZA, R. C. Bromeliaceae da mata atlântica brasileira: lista

de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia** v. 59, n. 1, p. 209-258. 2008.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of the seeds**. v. 3, Oxford: Pergamon Press, 1963. 263 p.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: A. G. Ferreira,; F. Borghetti (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 237-249, 2004.

MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim Pedra) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes** n. 28, p. 54-62, 2006.

MERCIER, H.; GUERREIRO FILHO, O. Propagação sexuada de algumas bromélias nativas da Mata Atlântica: efeito da luz e da temperatura na germinação. **Hoehnea**, v.17, p. 19-26. 1990.

MORAES, P. L. R. ; PAOLI, A. A. S. Morfologia e estabelecimento de plântulas de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocotea catharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) MacBride – Lauraceae. **Revista Brasileira de Botânica** n. 22, p. 287-295. 1999.

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

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análises de sementes florestais**. Campinas: Fundação Gargill, p. 15-24, 1988.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 75-214, 1993.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**. n. 24, p.85-97, 2001.

PAULA, C. C.; SILVA, H. M. P. **Cultivo prático de bromélias**. 3 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 106 p.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N. e COSTA, M. J. L. S. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha Bahia. In: O Campo Rupestre. **Sitientibus**, v. 15, p. 27-40, 1996.

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

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

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, n. 11, p. 306-314, 2005.

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, E. E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2006. 110p.

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

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. *Tillandsioideae (Bromeliaceae)*. **Flora Neotropica**, Monograph Hafner Press, v. 14, n. 2, p. 663-1492, 1977.

STREHL, T.; BEHEREGARAY, R. C. P. Morfologia de sementes do gênero *Dyckia*, subfamília Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Pesquisas Botânicas**. São Leopoldo, v. 1, n. 57, p. 103-120, 2006.

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 PILJ, L. **Principals of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlin, Springer Verlag. 1982. 215p.

VARADARAJAN, G. S.; GILMARTIN, A. J. Taxonomic realignments within the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Systematic Botanic**, v. 13, p. 294-299, 1988.

CAPÍTULO 2

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) EM DIFERENTES SUBSTRATOS²

² Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Brazilian Journal of Plant Physiology

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLÂNTULAS DE *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (**Bromeliaceae**) EM DIFERENTES SUBSTRATOS.

Resumo: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. é uma espécie rupícola, que demonstra elevado potencial ornamental. Entretanto, não foram encontrados estudos sobre a germinação de suas sementes. Para ampliação das informações sobre *Alcantarea nahoumii* objetivou-se avaliar o comportamento germinativo e o vigor de sementes e plântulas em diferentes substratos, e ajustar protocolo para análise de primeira contagem e da contagem final de germinação, visando sua conservação e exploração comercial. A germinação de 4 repetições de 100 sementes a 25 °C foi em areia, papel, Plantmax® e em vermiculita. Considerou-se germinadas sementes que protruíram a bainha cotiledonar, avaliadas a cada dois dias. O vigor das plântulas foi avaliado ao final dos experimentos pelas medidas dos comprimentos da parte aérea e das raízes e a massa fresca total. Determinou-se a densidade, a porosidade total e a capacidade de retenção de água dos substratos. As variáveis do teste de germinação foram correlacionadas aos atributos dos substratos. A análise estatística foi pelo teste de Tukey, comparando-se as médias a 5% de probabilidade. A germinação ocorreu aos 10 dias após a semeadura, nos substratos areia e Plantmax®, e aos 14 e 18 dias respectivamente em papel e vermiculita. A germinação e o vigor de plântulas foram maiores em Plantmax®. A primeira contagem de germinação deve ser realizada aos 18 dias e a final aos 54 dias após semeadura.

Palavras-chave: bromélia; crescimento; sementes, atributos físicos

GERMINATION OF SEEDS AND STRENGTH OF SEEDLING OF *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) IN DIFFERENT SUBSTRATES.

Abstract: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. is a rupícola specie, identified by the research group of Bromélias at UFRB and Embrapa - Mandioca e Fruticultura, as a specie of high ornamental potential. Furthermore, were not found studies about the germination of their seeds. For amplifying the information about *Alcantarea nahoumii* the objective was to evaluate the germination behaviour and the strength of seeds and plants of different substrates in the light, as well as the germination in the darkness in order to determinate the moment of the first and last germination count, trying to conservate the commercial exploration. The germination of 100 seeds in 4 repetitions at 25°C was in sand, paper, Plantmax® and vermiculite. The germination in darkness was only on paper. Were consider germinated seeds that protrude a cotyledonar sheath, evaluated each two days. The strength of the seedlings was evaluated at the end of the experiments using measures of the length of the aerial, roots and total fresh matter. Were determine density, total porosity and water retention capability of the substrates. The variables of the germination test were correlated to the attributes of the substrates. The statistical analyse was the test of Tukey,, comparing the average at 5% probability. The germination on paper in the darkness started at the 18th day and daylight on the sand and on Plantmax® started in the 10th day. The germination and strength of the plants were higher in Plantmax® when related to vermiculite. The seeds presented trend to photoblastism positive, the substrates have little effect on the germination and strength of the seeds and seedlings. Substrates with density, total porosity and water retention capability, could be used for testing germination, such as Plantmax®. The first germination count should be made in the first 18 days and the final count at 54 days.

Key words: bromeliad; growth, seeds, physical attributes

INTRODUÇÃO

Alcantarea nahoumii é uma espécie rupícola, considerada de elevado potencial ornamental para o paisagismo. Pertence a família Bromeliaceae,

subfamília Tillandsioideae, nativa da Serra da Jibóia, ocorrendo também em outras regiões no Estado da Bahia, Brasil, Área de Floresta Tropical e Campos de Altitude, que se aproximam de 800 metros. (MARTINELLI et al, 2008).

A propagação sexuada é o método comercial mais eficiente de produção de bromélias dada sua elevada produção natural de sementes (ANDRADE e DEMATÊ, 1999). Entretanto, o êxito deste procedimento depende da escolha criteriosa do substrato que deve representar condições semelhantes às encontradas no ambiente natural de ocorrência da espécie e o vigor das sementes. As condições adequadas à germinação e/ou surgimento e desenvolvimento do sistema de raízes, dependem da ausência de patógenos e de plantas daninhas, do pH adequado, da textura e estrutura do substrato (SILVA et al., 2001).

O vigor das sementes é resultado de um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (AOSA, 1983), sendo influenciado pelos fatores edafo-climáticos, pelo potencial genético da espécie, pelo manuseio, pelas condições de armazenamento, pelo tamanho e densidade da semente e pela sua idade e longevidade (LABOURIAL, 1983; BRYANT, 1989; CARVALHO, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). O vigor é a característica que melhor expressa o desempenho da semente (KRZYZANOWSKI e FRANÇA NETO, 2001), podendo refletir seu potencial em relação à produção dos cultivos (MARCOS FILHO, 2005).

A germinação é o processo que normalmente inicia-se pela absorção de água seguida pelo aumento da atividade metabólica da semente, promovendo o crescimento intra-seminal do embrião, culminando com a protrusão da raiz primária ou plúmula (LABOURIAU, 1983). A raiz primária cessa o seu crescimento quando atinge cerca de 0,50 cm a 1,00 cm de comprimento (DUARTE, 2007).

A germinação é afetada por fatores internos como a viabilidade e a longevidade das sementes e, também, por fatores externos, tais como a disponibilidade da água, disponibilidade de oxigênio, temperatura adequada e luz (DUARTE, 2007). Em condições naturais, mecanismos regulatórios da germinação podem ser vantajosos para a espécie, prevenindo sua germinação em condições desfavoráveis ou instáveis, assim, a sobrevivência e a germinação

dão as espécie, maiores chances de se estabelecer, em competição com outras que ocupam o mesmo habitat (MAYER e POLJAKOFF- MAYBER , 1963).

A avaliação da germinação da maioria das espécies cultivadas é usualmente feita em dois momentos. Durante o transcorrer do teste, faz-se a primeira contagem, contando as plântulas normais, além das sementes infectadas. A primeira contagem, obtida em conjunto com o teste de germinação, é realizada com o propósito de verificar o desenvolvimento inicial das plântulas, sendo que o número de dias para essa avaliação é variável. Como na primeira contagem são obtidas as porcentagens de plântulas normais, esse teste pode ser utilizado como um indicativo de vigor relativo de sementes e dos lotes avaliados (BRASIL, 1992; NAKAGAWA,1994). O segundo momento de avaliação é a contagem final, quando então se avaliam as plântulas normais e anormais, e as sementes não germinadas, dormentes ou mortas (BRASIL, 1992).

As características do substrato é um aspecto importante a ser observado no desenvolvimento pós-seminal. Um substrato é formado por três fases, a fase sólida, que é responsável pelo suporte mecânico do sistema radicular, a fase líquida, que é responsável por suprir a planta com água e nutrientes; e fase gasosa, que garante a transporte do oxigênio e gás carbônico entre as raízes e a atmosfera (LEMAIRE, 1995).

A importância do substrato reside principalmente no controle das condições ambientais (água, temperatura, salinidade, nutrientes) no microsítio de deposição das sementes para germinação (KÄMPF, 2000). Wendling e Gatto (2002) e Floriano (2004) afirmam que o substrato é importante para os testes de germinação, pois a capacidade de retenção de água e oxigênio, os patógenos, a estrutura física, entre outros, podem variar de um substrato para outro, interferindo na germinação. O substrato deve permanecer úmido, suprimindo as necessidades de água da semente, porém sem excesso, o que pode diminuir a disponibilidade de oxigênio para a semente, reduzindo os processos metabólicos, além de facilitar a proliferação de fungos (POPINIGIS, 1985; FIGLIOLIA et al., 1993; PEREZ et al., 1999).

As características físicas dos substratos são as mais importantes porque as relações entre a água e o ar não devem ser modificadas ao longo do tempo (VERDONCK et al., 1983). Sua qualidade é determinada pelas características físicas (VERDONCK et al., 1981) e está na habilidade em fornecer água e ar

adequadamente as raízes das plantas. Na maioria dos casos a água é suficiente, mas o volume de ar é uma propriedade determinante (VERDONCK et al., 1983).

A porosidade total está relacionada ao espaço ocupado por ar e a capacidade em reter e liberar água às plantas (WALLER e HARRINSON, 1991). O valor ideal para cultivos indicado por Riviere (1980) é 75% e por Verdonck e Gabriels (1988) é 85%.

Alcantarea nahoumii (Leme) J. R. Grant. é uma espécie rupícola com elevado potencial ornamental, e possível utilização no paisagismo, devido a sua durabilidade, notável beleza e exuberância. A roseta possui folhas verde-claras e diâmetro entre 0,4 e 1,2 m e altura de cerca de 1,0 m (GRANT, 1995). As brácteas escapais de coloração vermelho-alaranjadas e as brácteas florais amarelo-claro, tornando-a um elemento de impacto no jardim, seja utilizada isoladamente ou em grupos e em conjunto com outras espécies de bromélias.

Há escassez de informações sobre a germinação das sementes, tipo de substratos, crescimento, exigências e tolerâncias de plantas nativas, conforme já havia sido observado por Labouriau (1983). Certo número de profissionais tem se dedicado à determinação de padrões a serem adotados para a detecção da qualidade de lotes de sementes de espécies nativas, com vistas a seu armazenamento e aproveitamento, além de sua conservação em bancos de germoplasma (CARMONA, 1999).

Visando contribuir para ampliação das informações sobre *Alcantarea nahoumii* objetivou-se avaliar o comportamento germinativo e o vigor de sementes e plântulas em diferentes substratos, na presença de luz e no escuro, determinar o momento da primeira contagem e da contagem final de germinação, visando sua conservação e exploração comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil, utilizando sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. (Bromeliaceae), colhidas de frutos no início de deiscência, em uma população natural na Serra da Jibóia, município de Santa Terezinha, BA. Área de

Floresta Tropical e Campos de Altitude, que se aproximam de 800 metros. (MARTINELLI et al, 2008) a uma latitude de 12°51'S, longitude de 39°28'W, altitude de 750-800 m, precipitação pluviométrica devendo atingir pelo menos 1.100 mm anuais. (QUEIROZ et al., 1996).

As sementes foram extraídas manualmente, sendo em seguida armazenadas em sacos de papel, sob temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de aproximadamente 50% por um período aproximado de três meses.

Para a caracterização física das sementes foram escolhidas ao acaso 100 sementes de aproximadamente vinte e cinco indivíduos diferentes, escolhidos aleatoriamente, medidas individualmente com paquímetro digital. O peso de mil sementes foi determinado utilizando balança analítica de precisão, utilizando-se oito repetições de 500 sementes, conforme metodologia adaptada de Brasil (1992).

Determinou-se o teor de água das sementes na base úmida, pelo método da estufa a $105^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas (Brasil, 1992), utilizando quatro repetições de 100 sementes.

Os substratos foram areia, papel, Plantmax® e vermiculita. A semeadura foi realizada sobre o substrato, em caixas plásticas, tipo Gerbox, contendo duas folhas de papel filtro, pré-umedecidas com um volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel (Brasil, 1992), areia lavada e esterilizada, Plantmax® e vermiculita. Os três últimos substratos foram umedecidos com 50,0 mL; 35,0 mL e 42,0 mL de água destilada, respectivamente, conforme foi percebido início de umidade no fundo do recipiente. O delineamento experimental para o teste de germinação foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e 100 sementes por repetição.

As caixas contendo as sementes foram mantidas em câmara germinadora do tipo BOD à temperatura de 25°C , fotoperíodo de 16 horas. A germinação foi avaliada a cada dois dias, até que ocorresse a estabilização do processo, tendo seus resultados expressos em porcentagem, e calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) utilizando-se a fórmula:

$$\text{IVG} = \sum \left(\frac{g_i}{d_i} \right)$$

Em que:

gi: número de sementes germinadas na iésima contagem;

di: número de dias para germinar a partir da semente até a iésima contagem.

Considerou-se como germinadas aquelas sementes que apresentaram a protrusão da bainha cotiledonar (Pereira, 1988). Também foi avaliada porcentagem de sementes firmes e mortas (Brasil, 1992); comprimento (mm) médio da parte aérea, determinado com paquímetro digital a partir do colo até a extremidade da maior folha; o comprimento (mm) médio de raízes, determinado com paquímetro digital a partir do colo até a extremidade da raiz principal; a massa fresca total da plântula (mg), determinada pela pesagem em balança analítica de precisão. Após o fim das avaliações da germinação definiu-se o momento da primeira contagem aos 18 dias e da contagem final aos 54 dias, expressos em porcentagem. Para as análises do comprimento médio da parte aérea, comprimento médio de raiz e a massa fresca total da plântula, foram utilizadas 25 plântulas/tratamento, sendo cada tratamento constituído de quatro repetições.

O momento da primeira contagem foi determinado quando se observou cerca de 50% da germinação máxima, para os melhores tratamentos. Sendo indicado o período médio desses tratamentos. A contagem final foi determinada quando a germinação da maioria dos tratamentos atingiu a estabilidade.

Foram realizadas as análises dos atributos físicos dos substratos como a densidade, a porosidade total e a capacidade de retenção de água, pela metodologia descrita por Fretz et al. (1979).

Tabela 1. Atributos físicos* dos substratos utilizados para germinação de sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J, R. Grant. (Bromeliaceae).

Substratos	Densidade (g.cm ⁻³)	Porosidade total (%)	Capacidade de retenção de água (%)
Areia	1,80	20,44	12,68
Papel	0,32	80,00	57,50
Plantmax®	0,65	69,62	26,27
Vermiculita	0,24	82,30	63,93

A análise estatística dos dados da germinação e do vigor de plântulas foi realizada pelo teste de Tukey, comparando-se as médias a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2000) para realização das análises. Procedeu-se a correlação simples de Pearson entre as variáveis da germinação e dos atributos dos substratos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água nas sementes observado foi de aproximadamente 13% (Tabela 2), mostrando-se adequado para germinação, entretanto, um pouco acima do que seria considerado ideal para conservação de sementes ortodoxas, pois, quando essas são desidratadas seu metabolismo é reduzido a níveis mínimos, o que lhes permite sobreviver a estresses ambientais (CASTRO et al., 2004). Marcos Filho (2005) relata que os teores de água entre 10% e 12% permitem a manutenção da germinação por um período de seis a oito meses, para a maioria das espécies.

O peso de mil sementes de *A. nahoumii* foi de 1,97 g (Tabela 2). Silva (2006) verificou que *Bromelia karatas* apresentou o peso de mil sementes de 47,80 g. Para *Nidularium inncentii* e *N. procerum* o peso de mil sementes foi de 2,14 g e de 1,99 g respectivamente (PEREIRA, 2009). O peso de mil sementes, que em geral é utilizado para calcular a densidade de semeadura e o peso da amostra de trabalho, é uma informação que dá idéia da qualidade das sementes, assim como do seu estado de maturidade e sanidade (BRASIL, 1992).

Tabela 2. Características físicas das sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J, R. Grant. (Bromeliaceae).

Variáveis	Médias *
Teor de água (%)	12,96±0,41
Peso de mil sementes(g)	1,97±0,10

*Médias seguidas por desvios padrões

A. nahoumii iniciou a germinação aos 10 dias após a semeadura, nos substratos areia e Plantmax®, que permaneceram iguais durante quase todo o tempo avaliado. Apenas aos 60 dias de semeadura houve diferença significativa entre as médias da germinação. Quando aos substratos papel e vermiculita a germinação iniciou aos 14 e 18 dias respectivamente (Figura 1).

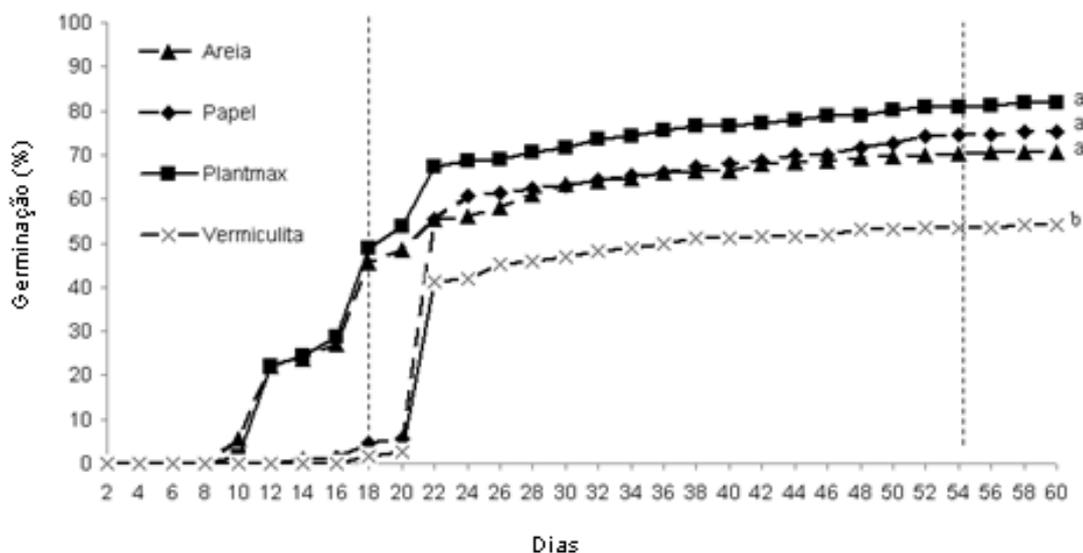


Figura 1. Comportamento germinativo das sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae) em diferentes substratos, ao longo de 60 dias. * Médias seguidas por letras distintas, na última avaliação, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A primeira contagem foi determinada aos 18 dias, (Figura 1), uma vez que mesmo nas novas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) não consta recomendações para a espécie estudada. A primeira contagem foi uma determinação realizada conjuntamente ao teste de germinação servindo para avaliar o vigor das sementes (VIEIRA e CARVALHO, 1994). A contagem final foi determinada aos 54 dias, quando ocorreu a estabilização do processo germinativo, podendo ser utilizada para expressar a porcentagem total de sementes germinadas.

Observou-se diferença significativa entre os substratos para primeira contagem, em que as maiores médias ocorreram nos substratos Plantmax® e Areia respectivamente. Exceto para a vermiculita, os demais substratos não

diferiram estatisticamente entre si, quanto à porcentagem de germinação. Não foram observadas sementes firmes em Plantmax®, (Tabela 3), o que implica a dizer que todas as sementes que não morreram germinaram (81,75%)

O teste de primeira contagem possibilita inferir sobre a qualidade fisiológica das sementes. Duarte, (2007) trabalhando com *Dyckia goehringii*, observou que a primeira contagem do teste de germinação distinguiu os lotes de sementes grandes dos lotes de sementes pequenas, quanto a sua qualidade fisiológica.

Tabela 3. Porcentagem de germinação na primeira contagem (18 dias), índice de velocidade de germinação (IVG), sementes firmes e mortas de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae), aos 60 dias após a germinação.

Tratamento	Primeira Contagem(%)	Germinação (%)	IVG*	Sementes*	
				Firmes (%)	Mortas(%)
Areia	45,5 b	70,7 a	43,9 a	14,5 b	14,7 a
Papel	4,8 c	75,2 a	34,8 b	19,5 ab	5,2 a
Plantmax®	49,0 a	81,75 a	49,4 a	0,0 c	18,2 a
Vermiculita	1,8 d	54,0b	25,3 c	30,0 a	16,0 a

*Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O IVG para Plantmax® e Areia, diferiu estatisticamente entre papel e vermiculita (Tabela 3). A velocidade de germinação é um dos testes mais antigos de vigor de sementes, podendo discriminar lotes de sementes que apresentam germinação similar, sendo considerados mais vigorosos aqueles lotes que apresentarem germinação mais rápida (NAKAGAWA, 1994). De acordo com Silva (2006), as espécies nativas, de um modo geral, apresentam crescimento lento, daí a importância de se definir um substrato que promova as velocidades e uniformidades de germinação, aliada à temperatura, ao período adequado de armazenamento e a sementes de boa qualidade fisiológica.

O vigor representado pelo IVG pode determinar no estabelecimento da plântula de *D. goehringii* no campo (DUARTE, 2007). Hernandez et al. (1999) informaram que *Tillandsia guatemalensis*, apresentou germinação em condições laboratoriais acima de 93%, porém, em condições naturais, com a ocorrência de chuvas torrenciais, muitas plantas foram arrastadas antes de se fixarem ao substrato, levando a uma redução de mais da metade das plantas jovens.

O crescimento das plântulas de *A. nahoumii* foi pequeno após 60 dias da instalação do experimento, não ultrapassando 13,0 mm de comprimento da parte aérea e 2,6 mm nas raízes (Tabela 4). O uso de Areia e Plantmax® apresentaram variações significativas para comprimento médio da parte aérea, em relação à vermiculita e papel. Já o crescimento das raízes no Plantmax®, foi significativamente maior que aquelas germinadas em vermiculita (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento médio da parte aérea, das raízes e massa fresca de plântulas de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae), aos 60 dias após a germinação.

Tratamento	Parte aérea (mm)	Raiz (mm)	Massa (mg)
Areia	12,15 a	1,73 ab	10,16 b
Papel	7,56 c	1,51 bc	6,80 b
Plantmax®	12,76 a	2,53 a	14,35 a
Vermiculita	9,91 b	0,76 c	10,07 b

* Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados verificados na Tabela 4 demonstram que o substrato afeta a partição de assimilados na fase de desenvolvimento inicial de *A. nahoumii*. A massa fresca total das plântulas desenvolvidas foi maior em Plantmax®

A menor densidade e as maiores médias de porosidade total e capacidade de retenção de água (82,30% e 63,93%) foram observadas para a vermiculita. Riviere (1980) considera ideal para cultivo, substratos que apresentam porosidade total de 75%, já Verdonk e Gabriels (1988) consideram como ideais substratos com 85% de porosidade total, contudo, considerando os resultados da germinação e do vigor de plântulas de *A. nahoumii*, verifica-se que esse atributo não se mostrou favorável para determinação do substrato adequado para avaliação da germinação nessa espécie.

Não houve variações significativas entre as variáveis testadas na análise de correlação (Tabela 5). A germinação e a primeira contagem correlacionaram-se de moderada (>0,50) a fortemente positiva (>0,80) (SANTOS, 2007), com o comprimento das raízes, indicando tendências de maior germinação na primeira contagem e na contagem final com o maior desenvolvimento de raízes. A correlação de moderada (> -0,50) a fortemente negativa (> -0,80) para porcentagens de sementes firmes com a germinação na primeira contagem, com

a germinação final e com o IVG. A parte aérea (PA) apresentou apenas correlação fortemente positiva com a primeira contagem, indicando que sementes que germinam mais rapidamente, incorporam mais biomassa. A massa fresca das plântulas apresentou forte e positiva correlação com o crescimento da parte aérea, indicando que essa região contribui mais para o acúmulo de biomassa do que as raízes. A mortalidade das sementes apresentou baixa correlação com as demais variáveis analisadas.

Tabela 5. Correlação simples de Pearson entre as variáveis da germinação e do vigor de plântulas de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae).

Variáveis*	GERM	P CONT	IVG	FIRMES	MORTAS	PA	RAIZ	MASSA
GERM	1,00	0,86	0,52	-0,77	-0,27	0,25	0,78	0,31
P CONT		1,00	0,81	-0,73	0,36	0,84	0,68	0,66
IVG			1,00	-0,82	0,01	0,62	0,86	0,57
FIRMES				1,00	-0,41	-0,62	-0,73	-0,56
MORTAS					1,00	0,58	-0,02	0,39
PA						1,00	0,50	0,82
RAIZ							1,00	0,65
MASSA								1,00

* Germinação: GERM; Primeira contagem: P CONT; Índice de velocidade de germinação: IVG; Sementes firmes: FIRME; Sementes mortas: MORTAS; Comprimento de parte aérea: PA; Comprimento de raízes: RAIZ; Massa fresca de plântulas: MASSA.

Não houve correlação entre os atributos dos substratos e as variáveis testadas na análise de correlação (Tabela 6). Houve correlação, de moderada a fortemente positiva (>0,50) entre a densidade do substrato com as variáveis analisadas, exceto para sementes mortas.

A densidade apresentou correlação negativa com as sementes firmes, sendo atribuído este comportamento, a uma menor disponibilidade de água para as sementes e conseqüentemente menor porcentagem de germinação

Tabela 6. Correlação simples de Pearson entre os atributos dos substratos e as variáveis da germinação e do vigor de plântulas de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae).

Variáveis*	GERM	P CONT	IVG	FIRMES	MORTAS	PA	RAIZ	MASSA
DENS	0,57	0,77	0,74	-0,79	0,38	0,73	0,77	0,81
PT	-0,15	-0,64	-0,49	-0,14	-0,14	-0,53	-0,23	0,10
CRA	-0,48	-0,91	-0,81	0,62	-0,25	-0,76	-0,62	-0,45

* Densidade: DENS; Porosidade total: PT; Capacidade de retenção de água: CRA; Germinação: GERM; Primeira contagem: P CONT; Índice de velocidade de germinação: IVG; Sementes firmes: FIRME; Sementes mortas: MORTAS; Comprimento de parte aérea: PA; Comprimento de raízes: RAIZ; Massa fresca de plântulas: MASSA.

A capacidade de retenção de água (CRA) dos substratos apresentou correlação de moderada com a germinação e à fortemente negativa na primeira contagem, com o IVG e com crescimento da parte aérea e das raízes (Tabela 6).

Para a vermiculita, apesar da elevada CRA (Tabela 1), essa não está disponível para as sementes devido à granulometria não favorecer o contato semente-substrato. Segundo Oliveira Junior e Delistoianov (1996) reduz a velocidade de absorção de água. Salvador (2000) ressalta que a água disponível para as plantas em um substrato é mais importante do que a CRA, e pelos resultados observados no presente estudo, esse atributo do substrato também pode ser considerado importante para germinação de *A. nahoumii*.

De acordo com Fernandes et al. (2006) a maior proporção de partículas pequenas no substrato diminui a porcentagem de germinação das sementes, por dificultar a absorção de água nos primeiros dias após a semeadura e por prejudicar a aeração para as raízes. Carneiro e Guedes (1992) reafirmam que, quanto maior o contato das sementes com o substrato, menor o tempo necessário para que a germinação total seja alcançada, desde que os elementos essenciais estejam disponíveis e em quantidades adequadas.

O estudo contribuiu para o desenvolvimento de análise de germinação, indicando atributos de substratos para germinação, o momento da primeira contagem e da contagem final da germinação de *A. nahomii*, podendo servir como referência para outras espécies que apresentem comportamento similar. Tais avanços aperfeiçoarão as práticas laboratoriais, resultando eficiência na realização de trabalhos de rotina.

CONCLUSÕES

O estudo contribuiu para o desenvolvimento de análise de germinação, indicando atributos de substratos para germinação, o momento da primeira contagem e da contagem final da germinação de *A. nahomii*, podendo servir como referência para outras espécies que apresentem comportamento similar. Tais

avanços irão aperfeiçoar as práticas laboratoriais, resultando eficiência na realização de trabalhos de rotina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. S. A.; DEMATÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões sul e sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, n. 2, p. 97-110, 1999.

AOSA, Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. AOSA. 1983. 88p. (Contribution n°32 To the handbook on Seed testing).

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRYANT, J. A. **Fisiologia da semente**. Trad. KRAUS, J.; TRENCH, K. U. S., São Paulo. EPU. 1989. 86p.

CARMONA, R.; MARTINS, C. R.; FÁVERO, A. P. Características de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p.1067-1074, jun. 1999.

CARNEIRO, J.W.P.; GUEDES, T.A. Influencia dos contatos das sementes de Stevia (Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni) no substrato avaliada pela função de Weibull. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 4, n. 1, p. 65-68. 1992.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 1-30, 1994.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 51-67, 2004.

DUARTE, E. F. **Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goerhringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do cerrado**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2007. 200p.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura brasileira**, v. 24, n. 1, p. 94-98, 2006.

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

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑARO DRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno Didático n. 2, 1ª ed., Santa Rosa: Anorgs, 2004. 19p.

FRETZ, T. A. READ, P. E. PEELE, M. C. **Plant propagation Lab Manual**. Mineapolis: Burgess Publishiny Company, 1979, 317 p.

GRANT, J. R. Monocot family: Bromeliaceae RANK: species *Alcantarea nahoumii* (LEME) J. R. GRANT. **Tropische und Subtropische Pflanzenwelt**. n. 91, p. 13, 1995.

HERNÁNDEZ, J. C. C., WOLF, J. H. D., GARCÍA-FRANCO, J. G. & GONZÁLEZ-ESPINOSA. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. **Revista de Biología Tropical** v. 47, p. 763-773. 1999.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guariba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 81-84, 2001.

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

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 396, p. 273-284, Sept. 1995.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495 p.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M. P. L.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F. da; FORZZA, R. C. Bromeliaceae da mata atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia** v. 59, n. 1, p. 209-258. 2008.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of the seeds**. v. 3, Oxford: Pergamon Press, 1963. 263 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In.: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

OLIVEIRA JR, R. S.; DELISTOIANOV, F. Profundidade de sementeira e métodos de quebra de dormência afetando a germinação e emergência de *Desmodium purpureum* (Mill) Fawc. Et rend. (Leguminosae – Papilionoidea). **Revista Brasileira de Botânica**, v.19, n.2, p.221-225, 1996.

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

PEREIRA, C. **Ponto de colheita de frutos, qualidade e armazenamento de sementes de *Nidularium innocentii* (Lem.) e *Nidularium procerum* (Lindm).** Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. 78p .

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N. e COSTA, M. J. L. S. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha Bahia. In: O Campo Rupestre. **Sitientibus**, v. 15, p. 27-40, 1996.

RIVIERE, L. M. Importance das caractéristiques physiques dans Le choix des substrats pour les cultures hors sol. **Revue Horticole**, v. 209, p. 23-27, 1980.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de alguns substratos para o cultivo de algumas plantas ornamentais.** Tese (Doutorado em produção vegetal). Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000. 148 p.

SANTOS, C. **Estatística descritiva – Manual de Auto-aprendizagem.** Lisboa: Edições Sílabo. 2007. Disponível em <<http://estatisticax.blogspot.com/2008/04/coeficiente-de-correlacao-de-pearsonr.html>>. Acesso 03/jun. 2010.

SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de muda de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377–381, 2001.

SILVA, E. E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2006. 110p.

VERDONCK, O.; De VLEESCHAUWER, D.; De BOODT, M. The influence of the substrate plant growth. **Acta Horticulture** , v. 126, p. 251-258, 1981

VERDONCK, O.; PENNINK, A.; D.; De BOODT, M. The physical properties of different horticultural substrats. **Acta Horticulture**, n.150, p. 155-160, 1983.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulture**, v. 221, p. 19-23, 1988.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

WALLER, P. L.; HARRINSON, A. M. Estimation of pore space and the calculation of air volume in horticultural substrates. **Acta Horticulture**, n. 294, p. 29-39, 1991.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 145 p. (Coleção jardinagem e paisagismo; Série produção de mudas ornamentais, 2)

Capítulo 3

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS³

³ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico científico Brazilian Journal of Plant Physiology

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Alcantarea nahoumii*
(Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Resumo: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. é rupícula, considerada como uma espécie de elevado potencial ornamental para o paisagismo. São escassos os estudos sobre a temperatura adequada à germinação de suas sementes. Objetivou-se determinar parâmetros térmicos e o tempo necessário para realização de testes de germinação. Foram avaliados a germinação sob temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C. Considerando-se como germinadas aquelas que protruíram a bainha cotiledonar. A avaliação da germinação foi a cada dois dias. O delineamento experimental para o teste de germinação foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo 100 sementes/repetição. Avaliou-se o comprimento da parte aérea e da raiz, e a massa fresca total das plântulas, com 4 repetições de 25 plântulas/temperatura. A análise estatística dos dados foi realizada pelo teste de Tukey, comparando-se as médias a 5% de probabilidade. As sementes de *Alcantarea nahoumii* apresentam restrições para a germinação satisfatória sob temperatura-de 35°C. Para obtenção de plântulas mais vigorosas de *A. nahoumii*, devem ser utilizadas sementes sob temperatura de 25°C. As avaliações do teste de germinação podem ser feitas aos 18 e aos 54 dias após a sementeira.

Palavras-chave: bromélia; germinação; vigor; primeira contagem.

PHYSIOLOGICAL BEHAVIOUR OF SEEDS OF *Alcantarea nahoumii* (Leme) J.R. Grant. (Bromeliaceae) OVER DIFFERENT TEMPERATURES

Abstract: *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant. is rupícola, consider as a specie of high ornamental potential for landscaping. Were not found studies about the correct temperature for germination of the seeds. The objective was to determine thermic parameters and the necessary time for accomplishment the germination tests. Were evaluated the germination under constant temperatures of 20°C, 25°C, 30°C and 35°C considering germinated those that showed a cotiledonar sheath. The evaluation of the germination was made each two days. Were evaluated the length of the aerial part, root and fresh matter of the seedlings, with 4 repetitions of 25 seedlings/temperature. The statistical analyze was made using the Tukey test, comparing the means at 5% of probability. The seeds of *A. nahoumii* germinated between temperatures of 20°C and 35°C, The best result was observed with temperatures 25°C and 30°C. The conclusion is that *A. nahoumii* seeds present restrictions to germination under temperatures from 35°C. In order to obtain stronger seedlings of *A. nahoumii*, should be used seeds under temperature of 25°C. The evaluations of the germination test could be done in the 18 and 54 days after sowing.

Key words: bromeliad; germination; strength; first count.

INTRODUÇÃO

Segundo Salisbury e Ross (1991), o crescimento das espécies vegetais é adaptado as temperaturas de seu ambiente natural, sendo sensível a alterações da temperatura em poucos graus. Além disso, diferentes tecidos e órgãos de uma mesma planta podem ser afetados de forma distinta pela temperatura. Esta, sabidamente, influencia todas as etapas do desenvolvimento vegetal, desde a germinação das sementes, alterando a velocidade e a porcentagem final do processo, afetando principalmente a absorção de água e todas as reações bioquímicas que caracterizam a germinação (POPINIGIS, 1985).

Geralmente as sementes respondem à temperatura para germinarem, sendo que, em pesquisas há a necessidade da utilização de temperaturas extremas a fim de determinar a faixa ótima, ou seja, o intervalo de temperatura no qual ocorre a máxima germinação em menor tempo (LABOURIAL, 1983).

A redução da temperatura leva a diminuição da velocidade das reações químicas, tornando as biomembranas mais rígidas e fazendo com que seja necessária maior quantidade de energia para ativar os processos biológicos. Como consequência, as membranas se tornam sólido-gel, ocasionando aumento da permeabilidade e reduzindo a seletividade, além de aumentar o valor da energia de ativação das enzimas a elas ligadas (LARCHER, 2006).

A maioria das espécies cultivadas exige temperaturas entre 20 °C e 30 °C para germinação de suas sementes (MARCOS FILHO, 2005), fato que ocorre também para espécies de campos rupestre, como por exemplo, espécies do gênero *Xyris* (GOMES e FERNANDES, 2002).

Smith e Downs (1974) consideraram que o conhecimento da temperatura necessária à germinação de sementes de bromélias pode auxiliar no entendimento da distribuição das espécies. Pinheiro e Borghetti (2003), trabalhando com *Aechmea nudicaulis* e *Streptocalyx floribundus*, espécies da restinga, verificaram que suas sementes germinam melhor entre 20 °C e 30 °C, na presença de luz.

A extinção de espécies endêmicas ou não, está relacionada à perda de seus habitats, seja pela expansão das fronteiras agrícolas, pela ocorrência de fogo ou por outros fatores não menos importantes (DUARTE, 2007). Siqueira Filho e Tabareli (2006) relacionaram o desaparecimento de populações de cerca de 20 espécies de Bromeliaceae de uma área de Mata Atlântica, devido à destruição de seus habitats. *Alcantarea nahoumii* é uma espécie de Mata Atlântica, endêmica, tornando-se premente o planejamento e a execução de pesquisas que visem a sua conservação e cultivo.

Existe uma importante demanda por pesquisas na área de tecnologia de sementes, visto que são poucos os trabalhos relacionando a qualidade fisiológica das sementes e de testes que possam avaliar corretamente a capacidade germinativa. Para a avaliação da qualidade de determinado lote de sementes em laboratório, é necessário dispor de um padrão de germinação para cada espécie, pois, cada uma apresenta sementes com características distintas quanto ao seu

comportamento fisiológico e germinativo (WIELEWICKI et al., 2006). Dessa forma, pesquisas que contribuam para a geração de conhecimentos técnicos de espécies nativas, como *A. nahoumii*, e de métodos para uma padronização dos testes de vigor e germinação de espécie não trabalhadas pelas pesquisas, são essenciais (ABDO e PAULA, 2006).

Um dos testes mais amplamente utilizados na análise de sementes é o de germinação, que visa obter informações sobre a qualidade das sementes, tanto para fins de semeadura em campo quanto, para ser usado juntamente com outras informações que possam comparar lotes de sementes (BARROS et al., 2002).

Os estudos sobre a temperatura adequada à germinação de sementes de *A. nahoumii* são bastante escassos. Borghetti e Ferreira (2004) destacam que tais estudos são importantes para fornecer não só informações úteis à tecnologia de sementes como também para a compreensão da ecofisiologia das espécies vegetais. A temperatura e a luz são os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes no solo, desde que haja disponibilidade de água e oxigênio. Para muitas espécies vegetais, quando são fornecidas condições adequadas de luz e umidade, a temperatura predominante determina não só a fração de sementes que germina como também a velocidade de germinação (ANDRADE, 1995).

O estudo objetivou-se determinar parâmetros térmicos e o tempo necessário para realização de testes de germinação de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, utilizando sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant., obtidas de frutos secos em início de deiscência, coletados de plantas de uma população na Serra da Jibóia, no município de Santa Terezinha, Bahia, Brasil, área de Floresta Tropical e Campos de Altitude, que se aproximam de 800 metros. (MARTINELLI et al, 2008) a uma latitude de 12°51'S, longitude de 39°28'W, altitude de 750-800 m, precipitação pluviométrica devendo atingir pelo menos 1.100 mm anuais. (QUEIROZ et al., 1996).

Os frutos foram beneficiados e as sementes extraídas manualmente, sendo em seguida armazenadas em sacos de papel, temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de aproximadamente 50% por um período aproximado de quinze dias

As sementes foram colocadas para germinar em caixas plásticas Gerbox, limpas e higienizadas com álcool etílico em condições não necessariamente assépticas, sobre substrato comercial Plantmax® (200 mL), umedecido com 35 mL de água. As caixas foram colocadas em câmara incubadora tipo BOD, a temperatura de constante de 20°C , 25°C , 30°C e 35°C , fotoperíodo de 16 horas, considerando-se germinadas aquelas em que houve a protrusão da bainha cotiledonar (Pereira, 1988).

O delineamento experimental para o teste de germinação foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e 100 sementes.

A avaliação da germinação foi cumulativa e realizada a cada dois dias, até a estabilização do processo. Os dados expressos em porcentagem média de sementes germinadas para cada tratamento. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido segundo Maguire (1962), utilizando-se a fórmula:

$$\text{IVG} = \sum \left(\frac{g_i}{d_i} \right)$$

Em que:

g_i : número de sementes germinadas na i ésima contagem;

d_i : número de dias para germinar a partir da semente até a i ésima contagem.

O momento da primeira contagem foi determinado quando se observou cerca de 50% da germinação máxima, para os melhores tratamentos. Sendo indicado o período médio desses tratamentos. A contagem final foi determinada quando a germinação da maioria dos tratamentos atingiu a estabilidade.

Para as análises do comprimento médio da parte aérea, comprimento médio de raiz e a massa fresca total da plântula, foram utilizadas 25 plântulas/tratamento, sendo cada tratamento constituído de quatro repetições.

O teor de água (%) e massa seca (MS) de 100 sementes (g) foi obtido mediante o método estufa, utilizando temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante

24horas(h) (Brasil, 1992), e balança analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem média na base úmida.

A análise estatística dos dados da germinação e do vigor de plântulas foi realizada pelo teste de Tukey, comparando-se as médias a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira 2000) para realização das análises.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água nas sementes foi de aproximadamente 15% (Tabela 1), mostrando-se adequado para germinação. Marcos Filho (2005) relata que os teores de água entre 10% e 12% permitem a manutenção da germinação por um período de seis a oito meses, para a maioria das espécies.

O peso de mil sementes de *A. nahoumii* foi de 1,97 g (Tabela 1). Silva (2006) verificou que *Bromelia karatas* apresentou o peso de mil sementes de 47,80 g, Em *Nidularium inncentii* e *N. procerum* o peso de mil sementes foi de 2,14 g e de 1,99 g respectivamente (PEREIRA, 2009). O peso de mil sementes, que em geral é utilizado para calcular a densidade de semeadura e o peso da amostra de trabalho, é uma informação que da idéia da qualidade das sementes, assim como do seu estado de maturidade e sanidade (BRASIL, 1992).

Tabela 1. Características físicas das sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J, R. Grant. (Bromeliaceae).

Variáveis	Médias *
Teor de água (%)	14,71±0,34
Peso de mil sementes(g)	1,97±0,10

*Médias seguidas por desvios padrões

Sementes de *A. nahoumii* germinam quando mantidas por cerca de 60 dias, após a semeadura, em câmara de germinação BOD entre temperaturas constantes de 20 e 35 °C, sob fotoperíodo de 16 horas. As maiores médias de germinação foram observadas em sementes geminadas em 20 °C (51%) e em 25 °C (45,5%). Para estas mesmas temperaturas, as variáveis primeira contagem e IVG não houve efeito significativo entre si, embora tenham apresentado as

maiores medias. As sementes mantidas à temperatura 35 °C mostraram um baixo IVG (2,35), não ultrapassando a 14,0% de germinação total (Tabela 2).

Ainda na Tabela 2, observa-se que a taxa de mortalidade nas sementes de *A. nahoumii* foi considerada baixa. A 20 °C houve maior porcentagem de sementes mortas, e em temperaturas mais elevadas essa resposta foi reduzida ou mesmo não detectada (Tabela 2).

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) e médias de sementes firmes e mortas de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae), aos 60 dias após a germinação.

Temperatura	Primeira contagem (18 dias)	Germinação	IVG	Sementes*	
				Firmes (%)	Mortas (%)
20°C	36,3 a	51,0 a	34,45 a	46,75 c	2,25 a
25°C	39,0 a	45,5 b	35,75 a	54,50 b	0,00 a
30°C	14,0 b	39,3 c	22,09 b	59,25 b	1,50 a
35°C	0,0 c	19,5 d	2,35 c	80,50 a	0,00 a

*Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Para *Dyckia tuberosa* Beer, a maior germinabilidade e o menor tempo médio de germinação foram favorecidos pela temperatura entre 30 e 35°C (VIEIRA et al., 2007). Pinheiro e Borghetti (2003) encontraram alta germinabilidade para sementes de *Aechmea nudicaulis* e *Streptocalyx floribundus* Mez in Mart. em temperaturas alternadas de 20-30 °C. Da mesma forma, Silva (2006) estudando a germinação de *Bromelia karata* verificou maiores germinações e IVG em temperaturas alternadas de 20-30 °C do que sob temperaturas constantes de 25 °C e de 30 °C. Segundo Larcher (2006), para as sementes serem capazes de germinar, suas temperaturas cardinais (temperaturas mínima, ótima e máxima de desenvolvimento) devem corresponder a condições externas que assegurem desenvolvimento suficientemente rápido para as plantas jovens.

Contudo, ocorreu até 80% de sementes firmes, que não germinaram a 35 °C, sendo verificado ainda, que com o aumento da temperatura de realização dos testes, houve incrementos na porcentagem de sementes firmes (Tabela 2).

Anastácio e Santana (2010), estudando a germinação de *Ananas ananasoides*, relacionaram a lentidão do processo germinativo e a alta porcentagem de viabilidade em relação à germinação final, ao embrião pouco desenvolvido. Pereira et al. (2009) estudando o efeito de temperaturas sobre o comportamento germinativo de quatro espécies de Bromeliaceae (*Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, *Pitcairnia flammaea* Lindl., *Vriesea heterostachys* (Baker) L. B. Sm. e *Vriesea penduliflora* L. B. Sm.), verificaram que as sementes das quatro espécies germinaram entre as temperaturas entre 15 °C e 35 °C. Exceção foi observada em sementes de *P. flammaea*, que germinaram apenas entre 15 °C e 25 °C. Resultados semelhantes foram obtidos para sementes de *P. flammaea* coletadas em São Paulo (MERCIER e GUERREIRO FILHO 1990). A faixa ideal para a germinação das bromélias estudadas foi obtida entre 20 °C e 25 °C, corroborando com as informações de Mercier e Guerreiro Filho (1990) para oito espécies de bromélias ocorrentes na Mata Atlântica.

A primeira contagem da germinação no décimo oitavo dia, (Tabela 2), após a instalação do teste de germinação foi utilizada como uma avaliação do vigor. A primeira contagem de germinação, geralmente, é usada para comparar vigor entre lotes de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 1999), no entanto, aqui, foi usado para verificar o efeito da temperatura sobre o desempenho inicial das plântulas de *A. nahoumii*. Verificou-se que a temperatura de 25°C apresentou as maiores médias, permitindo a formação mais rápida das plântulas, enquanto 35°C foi a que exibiu os menores resultados, por limitar a germinação das sementes.

A contagem final foi determinada aos 54 dias, Figura 1, quando ocorreu a estabilização do processo germinativo, podendo ser utilizada para expressar a porcentagem total de sementes germinadas. Baseado nesta informação, o teste de germinação pode ser finalizado, aos 54 dias, para a espécie em estudo. Conforme Brasil, (1992) o teste de germinação pode ser encerrado até mesmo antes do tempo indicado, quando já foi obtida a germinação máxima.

Duarte (2007) verificou melhores resultados de germinação em *Dyckia goehringii* Rauh & Gross a 30 °C, e recomendou a avaliação da primeira contagem ao sétimo dia após o início do teste de germinação. Segundo Barros et al. (2002), a velocidade de germinação é reduzida com o avanço da deterioração da semente. Assim, amostras que apresentam maiores valores de germinação na primeira contagem podem ser consideradas mais vigorosas.

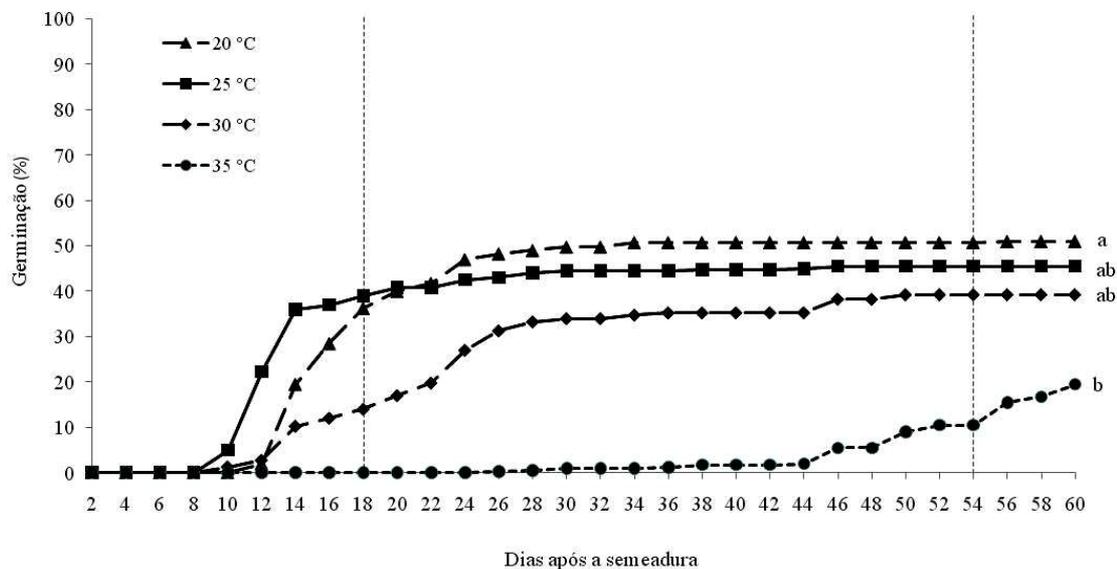


Figura 1. Comportamento germinativo das sementes de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae) ao longo de 60 dias em diferentes temperaturas. * Médias seguidas por letras distintas, na última avaliação, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para as sementes mantidas sob a temperatura de 20 °C e 25 °C foram necessários 24 dias para que a porcentagem de germinação máxima fosse atingida, e 48 dias para as sementes mantidas a 30 °C. Para a maioria das temperaturas testadas, observou-se o nível máximo de germinação, relativamente baixo. Para a temperatura de 35 °C, não foi detectada uma estabilização da germinação até o final do experimento (Figura 1).

Há frequentemente uma relação ecológica entre a velocidade de germinação e as condições climáticas. Em espécies que em condições naturais germinam no período de verão, a germinação ocorre de forma muito lenta em temperaturas baixas, havendo aceleração do processo somente após o substrato ter atingido mais de 10 °C (MOLLO, 2009). Dessa maneira, a sincronização é realizada de acordo com a estação do ano mais favorável para o crescimento das plantas jovens, melhorando suas chances de sobrevivência e crescimento contínuo (LARCHER, 2006).

A. nahoumii é uma espécie endêmica de região serrana (MARTINELLI et al., 2008), com temperaturas médias diárias provavelmente de 25 °C, mas que

variam muito ao longo de um mesmo dia (de 20 °C a 35 °C); portanto, a espécie parece apresentar certa plasticidade a variações de temperatura.

O vigor das plântulas de *A. nahoumii* foi afetado pela temperatura, tendo ocorrido diferenças significativamente superiores para comprimento da parte aérea, raízes e massa fresca total, com as maiores médias na temperatura de 25 °C e 30 °C (Tabela 3). Possivelmente as plântulas foram mais vigorosas devido à aceleração no metabolismo respiratório das reservas (MELO et al., 2004) durante o processo germinativo.

Tabela 3. Comprimento médio da parte aérea, das raízes, massa de matéria fresca total de *Alcantarea nahoumii* (Leme) J. R. Grant (Bromeliaceae), aos 60 dias após a germinação.

Temperatura	Parte aérea (mm)	Raiz (mm)	Massa fresca total (mg)
20 °C	0,63 b	0,15 b	1,37 b
25 °C	12,12 a	9,75 a	33,17 a
30 °C	11,16 a	8,32 a	24,83 a
35 °C	0,00 b	0,00 b	0,00 b

*Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Durante a realização dos testes de germinação sob temperatura de 35 °C foi observada a germinação das sementes (Tabela 2), contudo não houve evolução no desenvolvimento e crescimento das plântulas, (Tabela 3), as quais apresentaram desenvolvimento inicial similar às demais, definindo após determinado período. Isso suscita a necessidade de estudos específicos das causas desse fenômeno.

Será necessária a utilização de estudos específicos para a identificação de plântulas vigorosas e normais em Bromeliaceae, características essas que possam garantir a sua sobrevivência em condições naturais e ou de cultivo, visando estabelecer futuras rotinas em laboratórios. As temperaturas cardinais e suas relações com o vigor e o desenvolvimento de plântulas, bem como o tempo e as condições necessárias ao armazenamento de sementes também deverão ser estudadas a fim de estimar a sua longevidade.

CONCLUSÕES

As sementes de *Alcantarea nahoumii* apresentam restrições para a germinação satisfatória sob temperatura-de 35°C.

Para obtenção de plântulas mais vigorosas de *A. nahoumii*, devem ser utilizadas sementes sob temperatura de 25°C.

As avaliações do teste de germinação de sementes podem ser feitas aos 18 dias e aos 54 dias após a semeadura.

A primeira contagem da germinação de sementes pode ser utilizado rotineiramente para se obter informações preliminares sobre dos lotes de sementes de *A. nahoumii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Crotonfloribundus* Spreng - Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p. 135-140, 2006.

ANASTÁCIO, M. R.; SANTANA, D. G. Características germinativas de sementes de *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Sm. (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 32, n. 2, p. 195-200, 2010.

ANDRADE, A. C. S.; CUNHA, R.; SOUZA, A. F.; REIS, R. B.; ALMEIDA, K. J. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. **Seed Science & Technology**, n. 3, p. 125-137, 2003.

BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p.12-16, 2002.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F., (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

DUARTE, E. F. **Caracterização, qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de *Dyckia goerhringii* Gross & Rauh, bromélia nativa do cerrado**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2007. 200 p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da Região Brasileira da sociedade Internacional de Biometria, 45, São Carlos, **Programas e resumos...**São Carlos: UFSCar, Julho de 2000, p.255-258.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D. C. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 421-427, 2002.

KRZYZANOWKI, F. C.; VIEIRA, R. D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.61 -68.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa, Sao Carlos, SP, 2006. 398p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in seletion and evaluation seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495 p.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F.; FORZZA, R. C. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59 n.1, p. 209-258. 2008.

MELO, F. P. L.; AGUIAR NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G. e BORGHETTI, F. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, p. 237-249, 2004.

MERCIER, H.; GUERREIRO FILHO, O. Propagação sexuada de algumas bromélias nativas da Mata Atlântica: efeito da luz e da temperatura na germinação. **Hoehnea**, v.17, p. 19-26. 1990.

MOLLO, L. **Efeito da temperatura no crescimento, no conteúdo e na composição de carboidratos não-estruturais de plantas de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms (Bromeliaceae) cultivadas *in vitro***. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009. 90p.

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

PEREIRA, A. R.; ANDRADE, A. C. S. de; PEREIRA, T. S.; FORZZA, R. C.; RODRIGUES, A. S. Comportamento germinativo de espécies epífitas e ruículas de Bromeliaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** v.32, n. 4, Oct./Dec. 2009

PINHEIRO, F.; BORGHETTI, F. Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesbach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Schultes F.) Mez (Bromeliaceae). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 27-35, 2003.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N. e COSTA, M. J. L. S. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha Bahia. In: O Campo Rupestre. **Sitientibus**, v. 15, p. 27-40, 1996.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4th ed. California; Wadsworth Publishing Company, 1991. 682p.

SILVA, E. E. **Frutíferas Nativas do Nordeste: qualidade fisiológica, morfologia e citogenética**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2006. 110p.

SIQUEIRA FILHO, J. A.; TABARELLI, M. Bromeliads species of the Atlantic Forest of north-east Brazil: losses of critical populations of endemic species. **Oryx. Cambridge**, v. 40, n. 2, p. 1-7, 2006.

SMITH, L. B. ; DOWNS, R. J. Pitcairnoideae (Bromeliaceae).The New York Botanical Garden. **Fl. Neotrop. Monagr**. V. 14, n. 1, p. 1-658. New York, 1974.

VIEIRA, D. C. M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer(Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 183-188, 2007.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.191-197. 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise morfológica e fisiológica das sementes de *Alcantarea nahoumii*, demonstrou adaptação ecológica para a dispersão anemófila, alta capacidade de germinação, porém, ocorre certa limitação no processo de estabelecimento de plântulas, em função do seu lento desenvolvimento, o que resulta em uma espécie vulnerável as adversidades climáticas.

O conjunto dos trabalhos definiu-se métodos de análises de germinação para sementes de *A. nahoumii*, caracterizando plântulas normais, o momento de realização da primeira contagem e da contagem final de germinação, indicando as características dos substratos e as temperaturas que favorecem o melhor desenvolvimento das plântulas.

Certamente esses estudos contribuirão para a ampliação da base de conhecimentos sobre a família Bromeliaceae ocorrente na Mata Atlântica, apresentando uma síntese de informações sobre parte das estratégias reprodutivas empreendidas por *Alcantarea nahoumii* que, seguramente são os primeiros passos para a sua divulgação no meio técnico-científico, podendo também contribuir para sua domesticação e conservação. Contudo, ressalta-se a necessidade de maiores esforços e investimentos em pesquisas, campanhas de conscientização e divulgação do potencial para utilização das espécies da flora nativa brasileira de maneira sustentável, a fim de promover a preservação do patrimônio genético e da biodiversidade para as futuras gerações.