



**SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO NA
ACLI MATIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE BROMÉLIA
IMPERIAL**

TATIANA MICHLOVSKÁ RODRIGUES

2003



55584

MF0047395

TATIANA MICHLOVSKÁ RODRIGUES

**SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO NA ACLIMATIZAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE BROMÉLIA
IMPERIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora
Prof^a Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Rodrigues, Tatiana Michlovská

Substratos e adubação na aclimação e desenvolvimento inicial de mudas de bromélias imperial / Tatiana Michlovská Rodrigues. -- Lavras : UFLA, 2003.
62 p. : il.

Orientadora: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Bromélia. 2. Adubação. 3. Substrato. 4. Muda. 5. Aclimatização.
6. *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD-635.93422

TATIANA MICHLOVSKÁ RODRIGUES

**SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO NA ACLIMATIZAÇÃO E
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE BROMÉLIA
IMPERIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

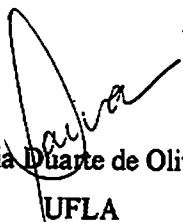
APROVADA em 28 de fevereiro de 2003.

Prof. José Darlan Ramos

UFLA

Prof. Renato Paiva

UFLA


Prof.ª Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

UFLA

(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

À Prof^a Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, pela oportunidade dada a mim,
confiança, atenção, paciência e orientação;

A minha Avó Dijanira Domingues Leite, pelo apoio, carinho e amor;

OFEREÇO

Aos meus Pais, Ailson e Anna, por todo o carinho, amor, atenção, paciência,
apoio e dedicação; À minha irmã Ludmila, pelo amor, carinho e
amizade;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Principalmente a Deus, agradeço por tudo que me proporciona, pela minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pelo suporte e estrutura.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Profa. Janice Guedes de Carvalho, pela co-orientação e toda ajuda, atenção e apoio.

Aos pesquisadores Armando Reis Tavares e Shoey Kanashiro do Jardim Botânico de São Paulo, pela ajuda, atenção, apoio e doação das mudas.

Aos laboratoristas Antônio Clarete de Oliveira e Vantuil Antônio Rodrigues, por toda colaboração, auxílio e amizade.

Aos funcionários do Viveiro de Plantas Ornamentais do Departamento de Agricultura pela ajuda e amizade.

A Carlos Ribeiro Rodrigues em especial pela atenção, cumplicidade, carinho e ajuda na fase final do mestrado.

A Alessandra, Cida, Cleusa, Chrystiane, Edvan, Enoque, Fernanda, Flávia, Kelceane, Lúcia, Mariana, Marina, Núbia, Paulo, Petterson e aos demais colegas da graduação e pós-graduação que de alguma forma me ajudaram a caminhar durante o mestrado, agradeço pela amizade, paciência e companheirismo.

A Sra. Maria de Lourdes pela ajuda, atenção e carinho, desde a época da graduação. Ao Sr. Orlando Pereira de Souza, Sra. Edla Matioli de Souza (*in memorian*), Sra. Adélia Matioli Rodrigues, Leia e Plínio (*in memorian*), ao Sr. Carlos Matioli e Sra. Cidinha pela amizade, confiança, carinho e apoio durante toda a minha estada em Lavras.

BIOGRAFIA

TATIANA MICHLOVSKÁ RODRIGUES, filha de Ailson Domingues Rodrigues e Anna Michlovská Rodrigues, nasceu em São Paulo-SP, em 19 de dezembro de 1976.

Cursou o 1º. Grau na Escola Municipal de 1º. Grau “Monteiro Lobato” nos anos de 1984 a 1991, na cidade de São Paulo, SP.

Cursou o 2º. Grau na Escola Estadual de 2º. Grau “Pereira Barreto” nos anos de 1992 a 1994, na cidade de São Paulo, SP.

Em março de 1996, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Lavras, graduando-se em janeiro de 2001.

Durante a graduação, realizou estágios voluntários desde 1996 e em 1998 ingressou na iniciação científica.

Em março de 2001, iniciou o curso de pós-graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2003.

Foi responsável pelo orquidário e bromeliário do Viveiro de Plantas Ornamentais da Universidade Federal de Lavras.

Exerceu a presidência do Núcleo de Estudos em Paisagismo e Floricultura/NEPAFLOR da Universidade Federal de Lavras no ano de 2002.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Caracterização Botânica	3
2.1.1 Distribuição Geográfica	3
2.1.2 Produção Comercial	4
2.1.3 Uso das Bromeliáceas, importância comercia e ambiental	5
2.1.4 Função ecológica	6
2.1.5 Gênero <i>Vriesea</i>	8
2.1.6 A espécie <i>Alcantarea imperialis</i> (Carrière) Harms	9
2.2 Propagação de Bromélias	10
2.3 Cultivo <i>in vitro</i>	11
2.4 Aclimatização	12
2.5 Adubação	14
2.6 Substratos	15
2.6.1 Características dos substratos	15
2.6.1.1 Características físicas	17
2.6.1.2 Características químicas	19
2.6.2 Substratos para Bromeliáceas	20
2.6.3 Caracterização de alguns componentes do substrato	22
2.6.3.1 Húmus	22
2.6.3.2 Casca de Arroz Carbonizada	23
2.6.3.3 Areia	24
2.6.3.4 Terra	24
2.6.3.5 Outros materiais	24

3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Experimentos.....	30
3.1.1 Efeito de diferentes soluções de adubação, tamanho de mudas e épocas de permanência em estufa durante o processo de aclimatização de mudas da bromélia imperial provenientes de germinação <i>in vitro</i>	26
3.1.2 Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas da bromélia imperial.	28
3.1.3 Efeito de adubação no desenvolvimento de mudas da bromélia imperial em vaso.	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1.1 Efeito de diferentes soluções de adubação, tamanho de mudas e épocas de permanência em estufa durante o processo de aclimatização de mudas da bromélia imperial provenientes de germinação <i>in vitro</i>	32
4.1.2 Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas da bromélia imperial.	39
4.1.3 Efeito de adubação no desenvolvimento de mudas da bromélia imperial em vaso.	45
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	60

RESUMO

RODRIGUES, Tatiana Michlovská. **Substratos e adubação na aclimatização e desenvolvimento de mudas de bromélia imperial**. 2003. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. *

Devido à sua grande importância ecológica e ornamental, a bromélia imperial (*Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms) vem sendo depredada irracionalmente. Para tentar minimizar esse problema, estudos são necessários, notadamente aqueles voltados para as características agrônomicas dessa importante espécie. Assim foram instalados e conduzidos experimentos no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com o objetivo de desenvolver metodologia para aclimatização e desenvolvimento de mudas produzidas *in vitro*, através da análise de substratos e adubações adequados para esses processos. Na aclimatização das mudas utilizou-se 2 tamanhos diferentes (2 e 5,5 cm), em cinco períodos de aclimatização (7, 14, 21, 28 e 35 dias) com aplicação de duas soluções de adubação distintas (Biofert® e Hoagland), sendo um fatorial 2x5. Foi verificado que as mudas de 2 cm responderam satisfatoriamente a adubação com solução de Hoagland e o período ideal para a permanência das mudas na aclimatização é entre 21 e 28 dias, o que permite obter plantas com altura de 2,52 cm em média e com diâmetro de roseta de 4,91 cm. Já para mudas maiores, o período de permanência na aclimatização não influenciou o desenvolvimento das mesmas, mas apresentaram um ótimo desenvolvimento quando tratadas com solução de Biofert, formando plantas com a altura média de 6,25 cm e diâmetro de roseta de 14,16 cm. Em outro experimento avaliando diferentes proporções de casca de arroz carbonizada, areia, húmus e terra, para desenvolvimento das mudas. O tratamento que proporcionou melhor resposta foi o substrato constituído de 50% de terra e 50% de casca de arroz carbonizada, produzindo plantas com altura de 10,24 cm e diâmetro de roseta de 19,26cm. Avaliando-se o efeito da aplicação de adubação adaptada segundo Malavolta (1980) em diferentes concentrações de sua recomendação (0, 50, 100, 150, 200 e 250%), sobre o desenvolvimento inicial das mudas, observou-se que, independente da dose utilizada o valor médio do diâmetro de roseta e de base foi de 13,07 e 0,92 cm, respectivamente.

* Comitê Orientador: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva (Orientadora); Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

ABSTRACT

RODRIGUES, Michlovská Tatiana. **Substrates and fertilization during acclimatization and development of imperial bromeliad young plants.** 2003. 62p. Dissertation (Masters in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*

Due to its ecological and ornamental importance, the imperial bromeliad (*Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms) has been collected irrationally. In order to reduce this problem, studies are needed specially those related with agronomical characteristics of the species. Within this context, experiments were performed at the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras (UFLA) with the objective to develop a methodology for acclimatization and the development of plantlets produced *in vitro* through the analysis of substrates and application of fertilizers. For acclimatization, two plantlet sizes (2.0 and 5.5 cm), five periods of acclimatization (7, 14, 21, 28 and 35 days) and two fertilizer solutions (Biofert® and Hoagland) in a 2x5 factorial were used. It was observed that 2.0 cm plantlets responded to the fertilization with Hoagland solution with an ideal period of 21 and 28 days for acclimatization obtaining plants with an average size of 2.52 cm and roset diameter of 4.91 cm. For 5.0 plantlets, the period of acclimatization had no influence on their development although it was observed a better development when treated with Biofert® solution forming plants with an average size of 6.25 cm and roset diameter of 14.16 cm. In another experiment, plant development was evaluated using different proportions of carbonized rice husk, sand, humus and soil. The treatment which showed best results was the substrate consisting of 50% soil + 50% carbonized rice husk producing plants with 10.24 cm size and 19.26 cm roset diameter. Evaluating the effect of fertilizer application adapted according with Malavolta (1980) using different concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 250%) as recommended, it was observed that independent on the dosage used, the average value for roset and basal diameter were 13.07 and 0.92, respectively during the initial periods of plantlet development.

* Guidance Committee: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva - UFLA (Major Professor); Janice Guedes de Carvalho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A família *Bromeliaceae* possui 54 gêneros e aproximadamente 3000 espécies. Essa família é dividida em três subfamílias – *Pitcarnioideae*, *Bromelioideae* e *Tillandsioideae* – diferenciadas por suas estruturas reprodutivas. As bromélias são encontradas em diferentes condições ambientais devido à sua facilidade de adaptação e especializações apresentadas em sua morfologia. No território brasileiro ocorrem principalmente na região leste, sendo que 81,8% das espécies conhecidas localizam-se na região da Mata Atlântica (Costa & Fontoura, 1989).

Em cultivo comercial tem-se o abacaxi, a mais conhecida das bromélias por ser comestível e de alta palatabilidade. Também são cultivados os gêneros *Aechmea*, *Alcantarea*, *Vriesea*, *Guzmania*, *Nidularium*, bromélias com finalidade ornamental, por sua beleza e exotividade, com formas e cores diversificadas. Além das características alimentícia e ornamental, várias bromélias possuem propriedades medicinais.

As bromélias podem atuar como bioindicadores de poluição, pois são sensíveis a altas concentrações de poluentes na atmosfera. Possuem ainda função ecológica, fornecendo abrigo para diversos microorganismos e organismos mais simples, sendo verdadeiras amplificadoras da biodiversidade do local em que se encontram, criando microclimas essenciais ao ecossistema.

As bromélias vêm fascinando e adquirindo popularidade por sua enorme beleza, fazendo com que sejam amplamente utilizadas em projetos paisagísticos. Isso tem acarretado sérios problemas ecológicos, porque o extrativismo inadequado realizado em seus habitats naturais pode provocar sua extinção.

Dentre as plantas com importância ornamental, destaca-se o gênero *Vriesea* da subfamília das *Tillandsioideae*, que possui como características marcantes inflorescências coloridas, folhas verde escura e elegante, e razões que as fazem desejáveis como plantas para ornamentação em ambientes internos e por suas inflorescências persistirem por várias semanas. A *Vriesea imperialis* V. L. Harms, atualmente classificada e conhecida como

Alcantarea imperialis (Carrière) Harms possui grande importância comercial pela sua estética e imponência de formas, haste floral, tamanho e cor. É nativa da Serra dos Órgãos, município de Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, que apresenta uma Floresta Tropical Úmida de Encosta. Pela exotividade acentuada, esta espécie vem sendo amplamente utilizada em jardins. Por essas características, a *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms corre o risco de extinção em seu habitat natural.

Devido à sua grande importância ecológica e ornamental, na tentativa de reduzir sua depredação irracional e desmedida, torna-se necessário aprofundar os conhecimentos de suas características agrônomicas e disponibilizar essas informações para produtores de mudas, a fim de produzi-las e fornecê-las ao mercado consumidor. O mercado brasileiro de flores representa um setor muito competitivo e exigente na utilização de tecnologias avançadas e conhecimento pleno de como cultivar com máxima eficácia econômica e agrônômica. E para auxiliar na disponibilização de mudas sadias, vigorosas e uniformes ao mercado já existem laboratórios de cultura de tecidos especializados na propagação *in vitro* de bromélias e demais ornamentais, facilitando assim, a aquisição de mudas pelos produtores, o que de alguma maneira, desestimula o extrativismo desmedido, por fornecer mudas de alta qualidade visual e fitossanitária e com custo benefício satisfatório.

Uma das dificuldades encontradas pelos produtores de bromélia é a determinação de um substrato adequado para o seu desenvolvimento e adubação. Supõe-se que o substrato deva ser formulado com grande praticidade, reduzindo os custos de produção da muda, bem como com a utilização de quantidades adequadas de adubos, tomando a produção mais econômica e eficiente.

Este trabalho objetivou testar adubações com soluções de Biofert® e Hoagland na aclimatização de mudas de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms produzidas *in vitro* e também avaliar substratos adequados para o desenvolvimento inicial de mudas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização botânica

As bromélias são espécies vegetais, em sua maioria nativas das Américas e pertencem à família *Bromeliaceae*.

Em termos taxonômicos, a família é dividida em três subfamílias – *Pitcarnioideae*, *Bromelioideae* e *Tillandsioideae* – diferenciadas pela análise comparativa de suas estruturas reprodutivas. Essa classificação morfológica vem sendo substituída, devido ao fato de se encontrar plantas em diversos habitats e desenvolvimento de estruturas para maior aproveitamento de nutrientes. Benzing (1980) sugeriu uma classificação ecológica para *Bromeliaceae* baseada no grau de independência do solo em relação à sua utilização como fonte de nutrientes e na distribuição de espécimes de acordo com a disponibilização de água e substâncias nutritivas, associando as características vegetativas que se modificaram até o surgimento da característica de ser epífita (Mercier, 1993).

A subfamília *Pitcarnioideae* apresenta plantas terrestres e que, portanto, desenvolveram raízes com a função de absorção de nutrientes, desenvolvendo juntamente com cactos e agaves em condições de pleno sol, com folhas epinecentes, frutos secos (cápsulas) e sementes aladas, como os gêneros *Duckia*, *Hechtia*, *Connellia*, *Fosterella* e *Pitcairnia* (Hechtia, 2003).

Com o aumento da independência do solo como fornecedor de nutrientes, surgiram espécies que compõem a subfamília *Bromelioideae* considerada a mais evoluída das subfamílias pelo fato de serem terrestres ou epífitas, apresentando folhas serrilhadas nas margens, frutos secos (cápsulas) ou carnosos (bagas). Algumas espécies desenvolveram ainda com o arranjo foliar um depósito de captação de água em forma de filotelmo. Esta subfamília

apresenta a maioria das espécies cultivadas para vasos e jardins, a exemplo dos gêneros *Aechmea*, *Billbergia*, *Neoregelia*, *Nidularium* e *Quesnelia*. As espécies epífitas vivem em matas pluviais ou em ambientes com alta umidade relativa do ar (Hechtia, 2003).

A subfamília *Tillandsioideae* é representada, em sua maioria, por espécies epífitas com frutos secos e sementes especializadas facilitando a dispersão pelo vento, folhas que podem ser serrilhadas ou lisas e tricomas altamente especializados, responsáveis pela absorção de água e de nutrientes, como os gêneros *Alcantarea*, *Guzmania*, *Mesobromelia* e *Tillandsia* (Hechtia, 2003).

2.1.1 Distribuição Geográfica

No continente Americano, as bromélias estão presentes praticamente em todos os ecossistemas, desde a região sul dos Estados Unidos até a região central da Argentina e Chile. As espécies primitivas localizam-se expressivamente no Planalto Guianense, abrangendo as regiões norte brasileira e sul da Venezuela, Guiana e Colômbia (Mercier, 1993). Os gêneros *Brocchinia*, *Navia*, *Connellia*, *Cottendorfia* e *Ayensua* são parcialmente ou inteiramente restritos a essa região. Uma única espécie ocorre na África, *Pitcairnia feliciana*.

As bromélias podem ser encontradas em todo o território brasileiro, principalmente na região leste, ocorrendo em maior frequência (81,8%) na Mata Atlântica (Costa & Fontoura, 1989). O Brasil possui em suas matas e florestas cerca de 40% de espécies e 70% de gêneros do total existente nas Américas e 10% das espécies são endêmicas (Paula, 2000 e Leme, 1997).

Bromélias são encontradas em diferentes condições ambientais, desde a altitude ao nível do mar até altitudes superiores a 4000 metros, com alguns exemplares resistentes a locais de extrema umidade ou as zonas desérticas. Certas espécies resistem a temperaturas próximas 0 °C, outras são capazes de

sobrevive sobre rochas e areias extremamente quentes (Nievola, 1997). Para sobreviverem nestes diferentes ambientes, as bromeliáceas desenvolveram alta capacidade de especialização, podendo assim, ser encontradas em ambientes rupestres, terrestres ou ainda como epífitas.

2.1.2 Produção Comercial

O abacaxizeiro é a *Bromeliaceae* mais conhecida comercialmente, importante por ser comestível e de alta palatabilidade. Existem também *Bromeliaceae* ornamentais de grande beleza, principalmente as dos gêneros de *Alcantarea*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Guzmania*, *Aechmea*, *Neoregelia*, *Nidularium* e *Erystanthus* que estão entre as plantas mais comercializadas (Sociedade Brasileira de Bromélias, 2001, Andrade & Demattê, 1999 e Kämpf, 1992). O cultivo de orquídeas e bromélias tem contribuído para que o Brasil se torne bastante conhecido no exterior em função da beleza e exotividade de suas plantas (Kämpf, 1997).

Devido à grande beleza que as bromélias proporcionam aos jardins, muitas delas são retiradas de florestas nativas, com agressão ao meio ambiente. Grande parte dessas plantas coletadas são comercializadas no mercado interno e externo para colecionadores e produtores estrangeiros (Mendonça, 2002). De acordo com a revista Super Interessante (2001), o contrabando de bromélias e orquídeas da Mata Atlântica é preocupante, podendo alguns exemplares custar cerca de duzentos reais no mercado ilegal. É ilegal pois, segundo o Artigo 46 da Lei 9.605/98 e Artigo 32 do Decreto 3.170/99 de crimes ambientais em vigor, a coleta de qualquer indivíduo vivo é proibida em toda a Mata Atlântica (Alcantarea imperialis, 2003a).

A produção de bromélias no Brasil concentra-se nas regiões Sul e Sudeste e está em atividade emergente graças à alta demanda por essa planta, tanto para jardins quanto para ambientes internos. Atualmente, toda a produção

está sendo comercializada e ocorre a falta do produto em algumas situações, devido a grandes pedidos para uso em paisagismo (Andrade & Demattê, 1999).

As bromélias vêm ocupando cada vez mais espaço na produção de mudas por cultura de tecidos, com uma produção aproximadamente de total de 300 a 400 milhões de mudas por ano no mundo (Zornig, 1996). Isso implica melhor qualidade de mudas, tanto em relação às características fitossanitárias quanto às genéticas, o que resulta em redução da procura de bromélias extraídas do habitat natural e, conseqüentemente, ocasiona maior conservação das espécies nativas e uma correta expansão de seu cultivo e divulgação (Mendonça, 2002).

2.1.3 Uso das Bromeliáceas, importância comercial e ambiental

O interesse pelas bromélias, além de alimentício e ornamental, pode ser também atribuído à sua capacidade medicinal, a exemplo da *Bromélia antiacantha* que, quando cozida, atua como anti-helmíntico e anti-tussígena, podendo também ser utilizada para tratamento de feridas, aftas e infecções de mucosas. A *Tillandsia stricta* possui ação diurética e antiblenorrágica*^o; *Tillandsia usneoides* juntamente com manteiga de cacau ou banha é utilizada para o tratamento de hemorróidas, além de uso para reumatismo, hérnias, males de estômago, problemas de flatulência, doenças pulmonares, cardíacas, também inflamação do fígado (Leme et al., 1993 e Souza et al., 1996 citando Fonseca, 1939; Maia, 1941; Justiniano, 1948; Reitz, 1950).

Algumas bromélias podem ser fornecedoras de fibras, como o caroá (*Neoglaziovia variegata*) e a macambira (*Bromelia balansae*) é utilizada na confecção de tecidos e farinha (Reitz, 1983 e Leme & Marigo, 1993); *Aechmea bromeliifolia* é utilizada como tintura amarela, em artesanato.

* antiblenorrágica: previne infecções genitais (gonorréia).

As bromélias vêm fascinando pesquisadores e colecionadores. Seu grande divulgador o artista plástico e paisagista Roberto Burle Marx, que revolucionou o conceito de jardins no Brasil, fazendo uso de espécies nativas em seus projetos paisagísticos (Mendonça, 2002). Um problema sério da relação bromélia-paisagismo está diretamente relacionado com a procedência das plantas a serem utilizadas. É responsabilidade do paisagista adquirir mudas de procedência idônea bem como descartar a possibilidade de obter plantas provenientes de extrativismo (Melo, 1996).

Outra utilidade das bromélias é como bioindicadoras de poluição. O gênero *Tillandsia* absorve substâncias tóxicas que se acumulam em seus tecidos, demonstrando externamente graus de intoxicação a que são submetidas pela poluição atmosférica de zonas urbanas e industriais (Calasans & Malm, 1994 e Strehl & Lobo, 1989). Além dessas características, as bromélias possuem grande utilidade social, como tema para educação ambiental; através de sua propagação constitui um instrumento educativo e estimulante na valorização da flora brasileira nos jardins, praças e parques (Palazzo Jr, 1994) e ainda para a conscientização da necessidade de preservação dos recursos naturais ainda existentes (Mendonça, 2002).

As bromélias têm sido consideradas indesejáveis por lhe serem atribuídos alguns problemas fitossanitários. Na década de 20 (séc. XX) devido ao fato de apresentarem um reservatório natural de água, as bromeliáceas foram consideradas como focos de mosquitos transmissores de doenças, especialmente da febre amarela. Populações enormes de bromélias foram maciçamente destruídas na cidade do Rio de Janeiro. Já na década de 40, surgiu a malária, e a população acreditava que as bromeliáceas eram um dos responsáveis pela proliferação da epidemia. Cerca de 3000 hectares de matas e florestas foram eliminadas, próximas de cidades e vilarejos, por medo do aumento da epidemia.

Mesmo com a eliminação de populações enormes de bromélia no Estado do Rio de Janeiro, não se obteve sucesso na erradicação da doença (Mendonça, 2002).

Recentemente ocorreu a maior epidemia de dengue na história no Brasil, quando no ano de 2002 foram registrados 672.371 casos; registradas principalmente nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (Epidemia de dengue, 2003). Mais uma vez, foi atribuída às bromélias serem uma das disseminadoras da dengue por acumularem água em seu filotelmo.

Carvalho (1997) realizou algumas considerações sobre a relação entre bromélias e doenças. O autor ainda relata que por acumularem água em seus reservatórios (filotelmo), as bromélias possuem grande diversidade natural. Podem-se encontrar desde larvas de mosquitos até pererecas, cobras, micos, pássaros e ainda gaviões. Mas não se pode relacionar a presença da bromélia com o aumento dos mosquitos transmissores de doenças, pois eles só aumentam suas populações devido a depósitos de água muito mais volumosos, como latas, recipientes plásticos, pneus velhos, garrafas, ou mesmo devido a um desequilíbrio ecológico ocasionado pelo desaparecimento de seus predadores naturais, situação provocada pelo homem.

2.1.4 Função ecológica

As bromélias possuem uma função dentro do ecossistema como verdadeiros amplificadores da biodiversidade local. Rocha et al. (1997) citam que existem na Mata Atlântica cerca de 104 mil bromélias por hectare e elas mantêm em seu interior pelo menos 50 organismos de diferentes espécies, sem contar com os aquáticos e microscópicos. Portanto, pode-se fazer uma estimativa de que, para cada hectare de floresta, as bromélias sejam responsáveis pela sobrevivência de mais de 2,5 milhões de organismos.

2.1.5 Gênero *Vriesea*

O gênero *Vriesea*, da subfamília das *Tillandsioideae*, possui plantas com um tamanho de pequeno a médio porte, ideais para o cultivo principalmente em vasos. Têm inflorescências coloridas de grande durabilidade, folhas verde-escuro bastante atrativas, o que as fazem desejáveis como plantas para ornamentação em ambientes internos.

No século XIX, muitas espécies foram importadas pela Europa como novidade na horticultura. Algumas delas como *Vriesea splendens*, *Vriesea fenestralis* e *Vriesea zamorensis* assumem grande importância no mercado internacional de plantas ornamentais (Samyn, 1995; Wurthmann, 1995).

Outra planta de destaque do gênero *Vriesea* e que sofreu uma alteração em seu nome científico, mudando seu gênero para *Alcantarea*, é a antiga *Vriesea imperialis* V. L. Harms, atualmente denominada de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms.

2.1.6 A espécie *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms

Essa planta se reveste de grande importância comercial por sua estética e imponência de folhas, haste floral, tamanho e cor. É nativa da Serra dos Órgãos, concentrando-se no município de Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro, que apresenta à Floresta Tropical Úmida de Encosta, considerada uma das áreas de maior depredação desta espécie (Bromélias da Mata Atlântica, 2001).

Indicada para o cultivo sob sol pleno, a bromélia imperial confere um toque exótico a vários tipos de composições, especialmente em jardins de pedras. Trata-se de uma bromélia rupestre, que ocorre em pedras ou rochedos, é encontrada em paredões de pedra (*Alcantarea imperialis*, 2003b).


Produz um pendão floral que pode alcançar até 3,5 metros de altura; o processo de abertura das flores ocorre em seqüência: de baixo para cima e de dentro para fora, formando um ciclo de florescimento que se completa num

período do 5 meses. As flores se abrem ao anoitecer e são muito procuradas por abelhas e beija-flores (Alcantarea imperialis, 2003b). As folhas apresentam quatro tipos: totalmente verdes (variedade Green); totalmente roxas (variedade Rubra); verde numa face e roxa em outra, ou ainda, na forma variada, mais rara, em que as cores se espalham de forma menos organizada. Para o paisagismo, as plantas de coloração roxa são as mais procuradas (Alcantarea imperialis, 2003e). Em condições naturais, que são bastante rudes; esta espécie pode levar até quarenta anos para atingir o pleno desenvolvimento. Já em viveiros, onde as condições são bastante favoráveis, a *Alcantarea imperialis* pode alcançar até 1 metro de diâmetro em apenas quatro anos.

No estágio juvenil pode emitir até seis brotos, os quais são retirados e originam novas mudas. Na fase adulta, só produz brotos quando a gema apical é destruída. Após o estágio de florescimento, os quais dura em torno de seis meses, a planta entra em senescência e morre. A inflorescência produz aproximadamente 10.000 sementes (Alcantarea imperialis, 2003e).

2.2 Propagação de Bromélias

A propagação de plantas da família *Bromeliaceae* pode ser tanto seminífera, quanto vegetativa. Segundo Reitz (1983), o processo de autofecundação parece ser raro em bromeliáceas, pois a maioria das flores estudadas são protândricas, ou seja, as plantas apresentam ambos os órgãos sexuais e eles não completam seus desenvolvimentos ao mesmo tempo: o órgão masculino (androceu) se desenvolve completamente antes que o feminino (gineceu). A polinização é feita, principalmente, por morcegos e colibrís, borboletas, além de outros pequenos insetos como abelhas e mamangavas. Em ambientes fechados, a polinização artificial deve ser realizada, de preferência, usando-se diferentes indivíduos, pois a auto-esterilidade ocorre com frequência.



A disseminação das sementes contidas em frutos tipo baga é feita por animais, ao passo que as sementes das cápsulas são disseminadas pelo vento.

Ao final do período floral, antes da morte da planta ocorre a liberação de sementes e formação de brotos laterais com número variável, dependendo da espécie. Esses brotos surgem na base das bainhas foliares e, no caso das espécies terrestres, desenvolvem-se na extremidade dos rizomas ou a partir de estolhos. Com isso garante-se a perpetuação vegetativa do indivíduo, contribuindo para a formação e adensamento dos agrupamentos populacionais (Leme & Marigo, 1993). Contudo, na espécie *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms a produção de brotos laterais é muito pequena, mas brotos laterais florescem com mais facilidade quando adultos em relação a plantas oriundas de sementes, graças à origem não embriogênica.

As plantas podem ser propagadas tanto por sementes, como por brotos laterais. A propagação também tem sido feita via cultura de tecidos, que permite a produção de mudas em larga escala (Andrade & Demattê, 1999).

2.3 Cultivo *in vitro*

O cultivo *in vitro* constitui um conjunto de técnicas que faz uso de tecidos, órgão ou células, denominados de explante, sob condições assépticas é isolado e introduzido em meio nutritivo formulado. Estas técnicas baseiam-se no princípio da totipotencialidade das células pelo qual qualquer célula vegetal possui a capacidade de regeneração. Tais informações estão presentes em sua carga genética (Gallo & Crocomo, 1995).

Zornig (1996) justifica a utilização da técnica de micropropagação, por: obten mudas uniformes, com alta qualidade e livres de doenças. Nesta técnica, consegue-se multiplicação rápida e geneticamente confiável, além de ser ecologicamente um método de conservação e propagação de espécies ameaçadas de extinção.

Alguns pesquisadores têm realizado com sucesso trabalhos para a propagação *in vitro* de algumas espécies de bromélias como *Alcantarea imperialis* (Naves, 2001), abacaxizeiro cv. Pérola (Moreira, 2001). *Pitcairnia flammea* (Nievola, 2001), *Vriesea fosteriana* e *Vriesea hieroglyphica* (Mercier, 1995). Assim através do desenvolvimento de metodologias adequadas para este processo, torna-se possível obter mudas em larga escala, coibindo as atividades extrativistas.

2.4 Aclimatização

A fase de aclimatização é uma das etapas da biotecnologia de plantas que requer mais cuidado. A ausência de domínio das técnicas ligadas à aclimatização, como controle de umidade, iluminação e temperatura, pode influir na continuidade da produção quando se utiliza o processo de cultura de tecidos para propagação (Sluis & Walker, 1985).

A aclimatização consiste na retirada de plântulas da condição *in vitro* e transferência delas para a condição de casa de vegetação. Essa técnica tem como objetivo superar as dificuldades que as plântulas obtidas por cultura de tecidos sofrem quando são removidas dos tubos de ensaio, ou seja, temperatura, luminosidade, irrigação e nutrientes em condições não controladas, além da presença de microorganismos (Gratapaglia & Machado, 1990).

Em condições *ex vitro*, a planta apresenta por excesso de transpiração, dificuldade na absorção de água e nutrientes, supressão da fotossíntese, sensibilidade a estresses ambientais, provocando a sua morte. O insucesso da aclimatização pode ser devido a mudanças ocasionadas pela alteração do metabolismo heterotrófico para autotrófico.

Um dos fatores relacionados ao processo de aclimatização é a transpiração. Ela é maior em mudas produzidas *in vitro* do que em mudas já aclimatizadas, devido à pequena quantidade de cera epicuticular e ao lento

mecanismo de fechamento e abertura dos estômatos. Plântulas sob condição *in vitro* podem apresentar 75% a menos de cera epicuticular em relação a plantas mantidas em casa de vegetação. Este fator, no entanto, não é indicativo suficiente de sobrevivência das plantas no processo de aclimatização. (Sutter, 1988 & Preece et al., 1991). Os autores relatam que a alta umidade nas condições *in vitro* é um dos fatores que provocam alterações de alta relevância na estrutura e funcionamento dos tecidos, ocasionando pequena atividade estomática e conseqüentemente, a deficiência no controle da perda de água. A redução da umidade, porém estimula o funcionamento adequado dos estômatos e a deposição de ceras epicuticulares, ocorrendo um menor murchamento das plantas após o plantio.

Outros fatores que influenciam a aclimatização são o tipo de substrato utilizado e o período de adaptação das plântulas em casa de vegetação com alta umidade. Segundo Coutinho & Carvalho (1983), um substrato adequado exige as seguintes características: baixa densidade, nutrientes em níveis ótimos, composição química equilibrada e física uniforme, elevada capacidade de troca catiônica (CTC) que é definida como a quantidade de cátions presentes na superfície do substrato e que podem interagir com os cátions na solução nutritiva, proporcionando equilíbrio, alta capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, boa coesão entre partícula ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente estéril às plantas daninhas, além de contar com boa flora bacteriana.

As bromeliáceas, geralmente, não apresentam dificuldades no processo de aclimatização (Mercier & Kerbauy, 1994). Para a aclimatização de *Alcantarea imperialis*, Naves (2001) utilizou como substrato Plantmax[®], obtendo 98% de pegamento para plântulas já enraizadas *in vitro*. Carneiro (1997) também obteve ótimo pegamento de mudas utilizando Plantmax[®]. De

acordo com Jimenez & Caballero (1990), as bromélias são plantas que se desenvolvem bem em substratos que apresentam pH ligeiramente ácido.

Em mudas de abacaxizeiro, Moreira (2001) observou que a adição de matéria orgânica influenciou positivamente o desenvolvimento de plantas micropropagadas, sendo a mistura de terra, esterco e Plantmax[®] adequada para formação de raízes e parte aérea.

2.5 Adubação

As Bromeliáceas absorvem nutrientes de acordo com seu hábito. Espécies terrestres absorvem os nutrientes do solo pelas raízes; as epífitas adquirem nutrientes pelos fatores atmosféricos como chuvas, neblina e ventos, bem como decomposição das camadas superficiais de troncos e galhos e do material foliar que cai sobre a roseta (Leme, 1993 citado por Nievola, 1997). A absorção de nutrientes, ao invés de ocorrer pelas raízes, é realizada através de um anexo epidérmico chamado de tricoma, localizado na base das folhas. O sistema tanque é a denominação do complexo mecanismo que armazena água, o filotelmo, substância que possui a função de decompor insetos, folhas ou outro material cujos resíduos nutrirão a planta (Bromélia substrato, 2003b).

As bromélias devem ser adubadas com muito critério, notadamente as epífitas, pois são extremamente sensíveis e absorvem os nutrientes com muita facilidade pelas folhas. Há recomendação de adubação semanal durante os meses de maior intensidade de luz e calor. A relação NPK de 2:1:4 com traços de magnésio é recomendada. O boro deve ser evitado, pois poderá causar queimaduras nas pontas das folhas, o que também ocorre com o excesso de fósforo. Outro nutriente que pode causar problemas é o cobre que, mesmo em pequenas doses, ocasiona até mesmo a morte da planta (Bromélia adubação, 2003). A quantidade de adubo foliar básico recomendada é de 0,5 g/litro de água, nunca superando 2 g L⁻¹. É importante realizar um intervalo entre as

adubações, que deve ser feito durante o período de inverno (Alcantarea imperialis, 2003d).

Apesar da bromélia imperial ser considerada terrestre, essa espécie também possui tricomas, respondendo portanto, à adubação foliar. Pode ser recomendada a utilização de adubos foliares completos disponíveis no mercado, a fim de acelerar o crescimento da planta. Devem ser aplicados semanalmente ou mensalmente, dependendo das necessidades do proprietário (Alcantarea imperialis, 2003e e 2003c).

Em abacaxizeiro, Moreira (2001) verificou que a aplicação de adubação de plantio realizada de acordo com a recomendação para experimento em vaso de Malavolta (1980), foi bastante favorável para o desenvolvimento das mudas provenientes de cultura de tecidos, durante o período de aclimatização.

2.6 Substrato

2.6.1 Características dos substratos

O substrato, na horticultura, é definido como um meio físico sintético ou natural cuja função é proporcionar o desenvolvimento de raízes de plantas em recipientes com volume limitado (Pages-Pallares & Matallana-Gonzalez, 1984; Ballester-Olmos, 1992;). Segundo Minami (1995), as principais funções de um substrato seriam fornecer água às plantas; nutrientes; troca de gases e suporte.

Cadahia (1998) citado por Franco (2000) no entanto, define substrato como todo material sólido natural, residual, mineral ou orgânico distinto do solo que, colocado num recipiente, em forma pura ou em mistura permite a fixação do sistema radicular, desempenhando a função de suporte para a planta.

O substrato tem como função dar sustentação às plantas, apoiando o crescimento das raízes e fornecendo água e ar em quantidades adequadas (Singh

& Sainju, 1998). Inicialmente os substratos tentam imitar as condições naturais de um solo para que as plantas possam crescer e se desenvolver (Verdonck et al., 1981).

Segundo Milner (2002), uma das vantagens do cultivo em substrato é a possibilidade de cultivo em áreas restritas com melhor monitoramento da irrigação; possibilidade de efetuar desinfecção do substrato para sua reutilização; proporcionar o cultivo onde o solo apresenta muita desuniformidade e possibilitar a introdução de novas plantas que não se desenvolveriam bem em solos locais.

O substrato para vasos deve apresentar características como bom arejamento e estar livre de pragas e doenças, de modo que ocorra o crescimento das raízes. Além disso, deve fornecer todos os nutrientes, possuir alta capacidade de campo, boa disponibilidade de água e ter estabilidade física (Sheard, 1975). De acordo com Bunt (1961) é necessário uma relação entre raízes e substrato no que diz respeito às propriedades físicas, como a alta demanda por taxa de oxigênio e troca de gases. Nos cultivos em vaso, onde o pequeno volume do recipiente conduz à alta concentração de raízes, há disponibilidade restrita de água para sustentar as altas taxas de crescimento. O substrato deve ainda apresentar boa drenagem, pois devido à pequena profundidade no vaso, existe o risco de acúmulo de água e a alta frequência de irrigações pode provocar lixiviação de nutrientes.

A escolha do substrato ou componentes deste, ocorre geralmente em função de sua disponibilidade e propriedades físicas, pois muitas vezes são utilizados substratos com baixos teores de nutrientes (Gomes et al., 1985). Hoffman et al. (1994) comentam que a facilidade de obtenção dos componentes de baixo custo de aquisição são características importantes que também devem ser consideradas.

Com relação às características químicas, é desejável que o substrato seja rico em nutrientes, apresente composição uniforme, elevada capacidade de troca de cátions, boa coesão entre partículas ou aderência junto às raízes e ainda, preferencialmente, deve ser um meio estéril (Melo, 1989).

As misturas de componentes geralmente proporcionam maior sucesso no enraizamento em relação ao uso de componentes puros. A importância do substrato aumenta à medida que se tenha maior dificuldade de enraizamento da espécie (Richer-Leclerc, 1984; Strigheta et al., 1997).

Um substrato é formado de três fases: a fase gasosa que proporciona o transporte de oxigênio e gás carbônico entre as raízes e a atmosfera; a fase sólida que garante a manutenção mecânica do sistema radicular, sua estabilidade e reposição de nutrientes na fase líquida, e a fase líquida que garante o suprimento de água e nutrientes (Lemaire, 1995).

Os substratos podem ser de origem animal (esterco, farinha de sangue, farinha de chifre), mineral (vermiculita, calcário, cinasita, areia, granito, perlita, terra), sintética (isopor, lã de rocha, espuma fenólica) e vegetal (turfa, carvão, bagaços, fibra de coco, xaxim, esfagno, tortas, cascas de árvores, casca de arroz carbonizada ou natural) (Gonçalves, 1995). Wilson (1983) cita que outros produtos alternativos também podem ser utilizados como, por exemplo, o lodo de esgoto, composto de lixo domiciliar urbano, argila expandida, serragem e acículas de pinus.

2.6.1.1 Características físicas

A produção em vasos requer controle preciso da água e fertilizantes. Para isso é necessário selecionar materiais com adequadas características físicas para um dado recipiente, um determinado manejo e também para a espécie em questão (Fermino, 2002).

As propriedades físicas constituem um conjunto de características que descrevem o comportamento do substrato em relação à porosidade, determinação das frações sólida, líquida e gasosa dele e quantidade de água e de ar que será disponível à planta. Deste modo, tais características influenciam na nutrição/absorção da planta, respiração radicular (Martinez, 2002). Milner (2002) menciona que as propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as químicas, por serem de fácil formulação e modificação.

Milner (2002) recomenda que as qualidades físicas de um substrato devem proporcionar elevada capacidade de retenção de água; elevado conteúdo dela mesmo a baixas tensões; distribuição de tamanho de partículas que permitem a ocorrência das propriedades anteriores, simultaneamente; baixa densidade aparente; alta porosidade; elevada condutividade hidráulica e manutenção de todas as propriedades ao longo do tempo.

Bellé (1995) observou que os substratos com baixa densidade prejudicam a estabilidade das plantas, podendo os vasos tombarem facilmente, enquanto que os de alta densidade reduzem o crescimento do sistema radicular, porque ocorre uma diminuição da porosidade. O autor ainda recomenda a utilização de flocos de poliuretano (isopor) para a redução da densidade e aumento da aeração dos substratos para as bromeliáceas. Substratos orgânicos são susceptíveis à decomposição biológica, o que reduz a porosidade e a aeração, além de elevar a compactação destes materiais ao longo do tempo (Milner, 2002).

Um conjunto de características descrevem o comportamento do substrato em relação a sua porosidade; determinação das suas frações sólida, líquida e gasosa, quantidade de água e de ar que será disponível à planta. Deste modo, tais características influenciam na disponibilidade de nutrientes para as plantas, na respiração radicular na qual interfere a produção de ATP que será utilizado na absorção ativa dos nutrientes e em todos os processos nelas

envolvidos (Martinez, 2002). Segundo Milner (2002), as propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as químicas por serem de fácil formulação e modificação.

2.6.1.2 Características químicas

As propriedades químicas dos substratos são influenciadas por dois tipos. Existem os quimicamente ativos, com a propriedade de disponibilizar e ou adsorver cátions na fase sólida como, por exemplo, os substratos que possuem componentes orgânicos; e os materiais inertes, ou seja atividade praticamente nula ou inexistente. Essa atividade química baixa ou nula do substrato pode proporcionar a não alteração da solução de nutrientes, mantendo seu equilíbrio iônico e sendo desejável que esta propriedade seja utilizada para desenvolver cultivo hidropônico (Martinez 2002).

O pH do substrato pode afetar a disponibilidade de íons para a planta. Os materiais com alto conteúdo de carbonato de cálcio não são adequados porque podem elevar excessivamente o pH da solução (Martinez, 2002). Um exemplo: os solos originados de rochas calcária. Dessa forma não disponibilizariam nutrientes para as plantas, principalmente os micronutrientes catiônicos como Mn, Fe, Cu e Zn (Raij, 1991). Segundo Martinez (2002), materiais com pH inadequados devem ser corrigidos usando-se calcário e/ou ácido para elevação ou redução do pH, respectivamente. O pH recomendado para cultivo das plantas epífitas e bromélias deve estar entre 4,0 a 5,5 (Ballester-Olmos, 1992).

A CTC, capacidade de troca catiônica, é definida como a quantidade de cátions presentes na superfície do substrato que possam interagir com os cátions na solução nutritiva, proporcionando um equilíbrio. A utilização de substratos com alta CTC é de grande interesse porque aumentara a eficiência das adubações, retendo maior quantidade de nutrientes, liberando-os posteriormente para as plantas (Martinez, 2002). O autor ainda relata que a CTC adequada

deverá ter um nível entre 75 e 100 meq 100cm³ e sempre superior a 20 meq 100cm³. Quanto maior o valor da CTC, menor será a frequência de aplicação de fertilizantes.

2.6.2 Substrato para Bromeliáceas


A maioria das bromélias pode ser plantadas em vasos, com também podem ser acondicionadas em troncos ou placas de xaxim. As bromélias se desenvolvem nos solos levemente ácidos, bem drenados, não compactados e que propiciem condições de bom desenvolvimento do sistema radicular.

Segundo Kämpf (1992), o cultivo de bromélias epífitas exige substratos de baixa densidade, alta permeabilidade e aeração. A presença de elevada fração de matéria orgânica no substrato de cultivo pode melhorar estas características. Misturas com solo mineral poderiam ser usadas para cultivo em recipientes, desde que sejam adicionados condicionadores para diminuir o peso e/ou aumentar a porosidade do meio.

O substrato deve ter partes iguais de areia grossa, musgo seco (esfagno) ou xaxim e turfas ou mesmo húmus de minhoca; o importante é que a mistura possibilite uma rápida drenagem. *Cryptanthus* e *Dyckias* crescem bem no mesmo tipo de mistura, acrescentando-se ainda uma parte de matéria orgânica (terra ou folhas secas moídas) (Alcantarea substrato, 2003).

Foster (1953) recomendou substratos formulados com três partes de areia grossa ou granito moído e três partes de turfa, fibras de osmunda ou serragem para as bromeliáceas dos gêneros *Billbergia*, *Aechmea*, *Neoregelia*, *Nidularium* e *Cryptanthus*.

Para a maioria das bromélias, Wall (1988) recomenda o substrato contendo areia grossa, esfagno e terra vegetal em volumes iguais. O substrato assim preparado proporciona a drenagem necessária às espécies da família Bromeliaceae.



A recomendação de Willians & Hodgson (1990) para bromélias epífitas é a mistura com volumes iguais de esfagno, areia grossa e pedriscos e para melhorar a drenagem, deve-se acrescentar uma porção de casca de pinus.

Dimmitt (1995) ressaltou que os substratos, também para as bromélias, deveriam ser ácidos, com alta capacidade de campo, boa drenagem e aeração.

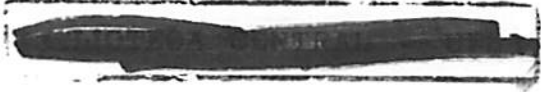
Em busca de substratos alternativos para substituir o xaxim no cultivo de *Aechmea fasciata*, D'Andréa (1997), comparando diversas misturas, verificou que substratos contendo 45% de xaxim, 45% de casca de pinus e 10% de húmus ou 45% xaxim, 45% de casca de coco e 10% de húmus foram os mais eficientes.

Roriz (1998) recomenda, para cultivo de bromélias em vasos, substrato constituído de partes iguais de areia grossa e musgo seco, ou ainda, pó de xaxim. Em estudos feitos com *Vriesea carinata*, *Acanthostachis strobilacea* e *Billbergia venezuelana*, a germinação e desenvolvimento de plântulas foi maior com o uso de substratos à base de turfa e areia (Tsybulya, 1989). Em estudos sobre produção de *Aechmea fasciata*, os melhores resultados foram os substratos formulados com casca de *Pinus* ou de *Eucalyptus*, fibra de coco ou coxim, turfa e perlita (Kanashito, 1999).

Stringheta (2002), utilizando diferentes substratos para sobrevivência de plântulas de *Tillandsia geminiflora*, observou que os substratos constituídos de 100% de serragem ou 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de serragem mostraram-se significativamente superiores.

Para Demattê (2002), o gênero *Tillandsia* apresenta bom desenvolvimento quando cultivado em substratos constituídos de 45% de pó de xaxim + 45% de fibra de coco + 10% húmus de minhoca; 45% de fibra de coco + 45% de casca de pinus + 10% húmus de minhoca.

Para a bromélia imperial sugere-se que o substrato seja constituído de uma parte de terra argilosa, uma parte de turfa, uma parte de casca de pinheiro e uma parte de areia (*Alcantarea imperialis*, 2003e, 2003c). Outra formulação de



substrato indicado para essa espécie é uma parte de terra, duas de material orgânico e outra de areia grossa (Bromélia substrato, 2003a).

2.6.3 Caracterização de alguns componentes do substrato

2.6.3.1 Húmus

O Húmus constitui-se de uma complexa massa orgânica natural, amorfa, escura e biologicamente estabilizada, sendo o produto “final” da fase de decomposição microbiana acelerada de resíduos orgânicos de diversas origens, no qual os constituintes originais não mais podem ser distinguidos entre si (Waksman, 1936). Com essas propriedades, o húmus tem ainda a dupla propriedade de fixar os elementos Ca, Mg, K, principalmente o P, e a de cedê-los às plantas, na medida de suas necessidades (Tibau, 1984). Rocha (2000) verificou essa característica de retenção e disponibilização do fósforo, em que os tratamentos orgânicos apresentaram maior quantidade disponível desse elemento.

A capacidade do húmus em reter água útil é mais uma de suas qualidades edáficas, a ponto de modificar completamente as aptidões do solo, tornando-o capaz de suprir a planta desse elemento durante períodos relativamente longos. A capacidade de retenção de água do húmus pode chegar até 80% de seu peso, enquanto que o da argila é de 18 a 20%. Fisicamente, o húmus atua como solvente e como condicionador do meio, mantendo as suas funções químicas e bioquímicas, disponibilizando os nutrientes para o sistema radicular (Tibau, 1987).

Graças à resistência do húmus à decomposição e à sua influência única sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, sua presença constitui um fator de grande importância para a condutividade desses solos

(White, 1990 e Brady, 1999 citados por Rocha 2000). A adição de húmus no solo ou substrato promove um aumento da atividade biológica enquadrando-se dentro dos critérios de sustentabilidade (Rocha, 2000).

2.6.3.2 Casca de Arroz Carbonizada

A casca de arroz carbonizada é um material de baixa densidade, baixa capacidade de retenção de água e CTC também baixa, mas superior ao da areia, oferecendo boa aeração, drenagem rápida, eficiente e apresentando um pH em torno da neutralidade. É rico em minerais, principalmente Ca, K e Si (Minami, 1995 e Kämpf, (2000). Possui características semelhantes à fibra de xaxim, podendo tornar-se um substituto dele, pois as reservas de xaxim naturais são limitadas (Backes, 1989 citado por Rocha 2000).

Em crisântemo, Souza (1995) verificou que a mistura contendo solo, areia e casca de arroz carbonizada (2:1:4) proporcionou melhor crescimento e florescimento desse gênero, além do aumento da retenção de água, bem como a quantidade e qualidade da produção em vaso.

A casca de arroz utilizada na constituição de substratos para aclimatização de algumas espécies como crisântemo (*Dendranthema grandiflorum*), amor-perfeito, cravo-de-defunto e flor-de-mel (Takeyoshi et al.,1984).

Na produção de mudas de calanchõe (*Kalanchoe blossfeldiana* cv. Singapur) Gonçalves (1992) constatou que substratos contendo casca de arroz carbonizada apresentaram bons resultados.

Em trabalho realizado com mudas de gipsofila, a casca de arroz carbonizada proporcionou grande aeração e os resultados decorrentes do seu uso superaram aos demais tratamentos (Bosa, 2002).

2.6.3.3 Areia

A areia é um material que pode fazer parte da formulação de substratos para a produção de mudas, por ser de baixo custo, fácil disponibilidade e principalmente por permitir boa drenagem do substrato (Fachinello et al., 1995). Mas a principal desvantagem do uso de areia é a sua pequena capacidade de disponibilizar nutrientes para as plantas, ou seja, baixa capacidade tampão (Campus et al., 1986).

No crescimento e florescimento de crisântemo, Souza (1991) relata que o substrato solo:areia:casca de arroz carbonizada (1:0,5:2) apresentou bons resultados; a utilização, porém de solo+areia demonstrou ser um substrato de baixa capacidade de aeração e baixa retenção de água e com tendências à compactação.

2.6.3.4 Terra

Esse substrato tem servido, muitas vezes como base de substratos, porque possui as propriedades e a plasticidade dadas pela fração argila. Juntamente com a matéria orgânica, a argila forma a fração quimicamente ativa do solo, por apresentar alta capacidade de adsorção de água e sais minerais, cedendo-os às plantas (Moniz, 1972).

Como principal vantagem, apresenta isenção de sementes de plantas daninhas e de microrganismos patogênicos, tornando-se desnecessário o processo de desinfecção. Outra vantagem de grande importância é o baixo custo na aquisição do solo e, conseqüentemente, na produção das mudas.

2.6.3.5 Outros materiais

A vermiculita é um dos principais materiais utilizados na composição de substratos. Segundo Curi et al. (1993), a vermiculita é um filossilicato 2:1 expansivo com alta capacidade de troca de cátions, originado de alteração das micas. Suas

principais características são a alta capacidade de troca catiônica, pH levemente alcalino, teor elevado de magnésio, silício e razoável de cálcio e potássio que são extraídos pelas plantas em crescimento e, além disso, seu formato esponjoso resulta na retenção de grande volume de água e ar (Boodley & Sheldrake, 1969).

Outro componente muito utilizado para formulação de substratos é o esterco de animal. O esterco atua como um reservatório de nutrientes, disponibilizando-os às plantas, e também de umidade, além de aumentar o arejamento do solo (Janick, 1968). Embora o esterco animal seja tradicional e apresente várias vantagens, há restrições quanto ao seu grau de humificação e balanço de nutrientes (Silva Júnior & Giorgi, 1992).

Vários são os materiais para a composição de substratos; sua escolha deve ser feita em função da disponibilidade, das características físicas e químicas, do peso e custo, quando da formulação. É de grande importância o produtor ter em mente a disponibilidade de materiais na propriedade ou de menor custo no mercado, sabendo misturá-los nas proporções ideais, obtendo assim maior custo-benefício.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos em Casa de Vegetação do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O material vegetal utilizado foi a bromélia imperial (*Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms var. *rubra*), espécie de grande importância devido ao seu uso em projetos paisagísticos. Na instalação dos experimentos utilizaram-se mudas provenientes de sementes e produzidas no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura (UFLA) e do Jardim Botânico do Estado de São Paulo, São Paulo-SP.

As avaliações da medida de diâmetro de roseta (parte aérea) foram determinadas através do uso de uma régua graduada, considerando-se as extremidades de duas folhas opostas que apresentaram a maior dimensão, para diâmetro de base, fez-se uso de paquímetro e realizou-se a medição no colo da planta, próximo ao substrato.

Foram instalados e conduzidos três (3) experimentos como se segue:

3.1 Experimentos

3.1.1 Efeito de diferentes soluções de adubação, tamanho de mudas e épocas de permanência em estufa durante o processo de aclimatização de mudas da bromélia imperial provenientes de germinação *in vitro*.

O substrato utilizado para aclimatização foi o Plantimax[®], disposto em bandejas de isopor com 72 células cobertas com Sombrite[®] 70% (em estrutura própria, colocada dentro da estufa) dispostas em estufa com nebulização intermitente, para manutenção da umidade. As mudas para o experimento foram

obtidas por propagação *in vitro*, selecionadas e uniformizadas e colocadas uma por célula.

Foram utilizadas mudas com diferentes tamanhos (2 e 5,5 cm, aproximadamente), que permaneceram por cinco períodos de adaptação, ou seja, cada período de adaptação, denominado de lote, é independente, com os mesmos números de mudas para cada período (7, 14, 21, 28 e 35 dias). As mudas foram adubadas em intervalos de sete dias, num volume de 10 mL por célula da bandeja, utilizando-se soluções como as de BioFert® e Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) (Tabela 1). Como testemunha foi utilizado para efeito de comparação o experimento realizado por Naves (2001) que aclimatizou mudas de *Alcantarea imperialis* em bandejas contendo como substrato o Plantmax®, obtendo 98% de pegamento.

Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5x2, sendo dois períodos de permanência *in vitro* (4 e 12 meses, produzindo mudas de 2 e 5,5 cm de altura, respectivamente), cinco períodos de adaptação em estufa (1, 7, 14, 21, 28 dias) e duas soluções de adubação durante o período de aclimatização (Biofert® e Hoagland, Tabela 1). Cada tratamento foi repetido quatro vezes, com 3 plantas por parcela, totalizando 80 parcelas experimentais.

Após cada período de permanência em aclimatização, as mudas foram transferidas para vasos, n° 00, com substrato composto por 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de terra e mantidas em estufa com nebulização intermitente e com sombreamento de 50%.

Durante todo o período experimental avaliou-se a qualidade das mudas, através de observações visuais de toxidez e ou deficiência de nutrientes. Trinta e seis dias após foram avaliadas as seguintes características: porcentagem de pegamento, altura das plantas, diâmetro de base e número de folhas. Essas

variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância com auxílio do programa SISVAR®.

TABELA 1 Concentração de macro ($\text{mg } 10\text{mL}^{-1}$) e micronutrientes ($\mu\text{g } 10\text{mL}^{-1}$) das soluções de BioFert® e Hoagland. UFLA, Lavras MG, 2002.

Nutriente	Soluções	
	Biofert®	Hoagland
N	2,10	0,80
P	0,31	0,39
K	2,34	0,75
Ca	2,00	0,01
Mg	0,48	0,001
S	0,64	0,01
B	5,00	2,00
Cu	0,20	5,00
Fe	50,00	10,00
Mn	5,00	2,00
Mo	0,10	0,05
Zn	0,50	5,00
Cl	-	10,0
Co	-	0,05

3.1.2 Efeito de diferentes substratos sobre desenvolvimento de mudas de bromélia imperial.

As mudas para esse experimento foram oriundas de propagação *in vitro*, e apresentavam 7,5 cm de altura, aproximadamente. As mudas foram selecionadas e uniformizadas e transferidas para bandejas de isopor com 72 células contendo como substrato Plantmax® e mantidas durante 20 dias para aclimatização, em estufa com nebulização intermitente. Posteriormente, as mudas foram transferidas para vasos plásticos (n° 00), contendo os substratos que constituíram os tratamentos, sendo disposto uma planta por vaso.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 11 tratamentos constituídos de diferentes proporções de casca de arroz

carbonizada, areia, húmus e terra (Tabela 2), em quatro repetições. Cada parcela foi constituída por três vasos com uma planta cada, totalizando 44 parcelas experimentais. Como adubação básica, usou-se a recomendada para experimentos em vaso, por Malavolta (1980), em mg dm⁻³: 300 de N; 200 de P; 150 de K; 75 de Ca; 15 de Mg; 50 de S; 0,5 de B; 1,5 de Cu; 5 de Fe; 0,1 de Mo e 5 de Zn. Essa adubação foi aplicada no plantio, sendo o nitrogênio e o potássio divididos em quatro aplicações iguais: uma no plantio e as outras em cobertura aplicados diretamente no substrato, com intervalo de 30 dias. A umidade dos vasos foi mantida pela nebulização intermitente da estufa e com sombreamento de 50%.

O experimento foi mantido por 140 dias; após esse período foi avaliado o desenvolvimento das mudas através das seguintes características: altura de plantas, diâmetro de base e da roseta e número de folhas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e contraste ortogonal com auxílio do programa SISVAR®.

TABELA 2 Composição dos substratos utilizados segundo cada tratamento. UFLA, Lavras MG, 2002.

Tratamentos	Terra (%)	Areia (%)	Húmus (%)	Casca de arroz
1	100	-	-	-
2	50	50	-	-
3	50	30	20	-
4	50	10	20	20
5	50	20	10	20
6	50	-	50	-
7	70	10	20	-
8	70	10	10	10
9	70	-	20	10
10	50	-	-	50
11	50	10	20	10

3.1.3 Efeito de adubação no desenvolvimento de mudas de bromélia imperial em vaso.

As mudas para o experimento foram produzidas através de semeadura em placas de xaxim umedecidas. Após as plântulas atingirem aproximadamente 1,5 cm de comprimento (altura), estas foram selecionadas e uniformizadas e transplantadas para bandejas de isopor de 72 células, contendo o substrato Plantmax[®], onde permaneceram até atingirem 8 cm de altura, mantidas em estufa com nebulização intermitente, para manutenção da umidade e cobertas com Sombrite[®] 70% (em estrutura própria dentro da estufa). Posteriormente, as mudas foram transplantadas para vaso nº 02, com substrato constituído de 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de terra, colocando uma planta/vaso, contendo os tratamentos.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com tratamentos constituídos de seis concentrações de solução de nutrientes baseados na concentração de Malavolta (1980): 0 (água pura), 50, 100 (padrão), 150, 200 e 250 % de sua recomendação (Tabela 3), divididos em quatro aplicações. Os fertilizantes dos tratamentos foram incorporados ao substrato antes do transplântio das mudas. O nitrogênio e o potássio foram divididos em quatro aplicações iguais, uma no plantio e as outras em cobertura em solução, com intervalo de 30 dias.

Utilizaram-se três vasos (plantas) por parcela, totalizando 24 parcelas experimentais e 72 vasos para o experimento. A umidade dos vasos foi mantida com nebulização intermitente.

Após 125 dias foram efetuadas as avaliações, mensurando-se o desenvolvimento das mudas através da análise de altura de plantas, diâmetro basal, diâmetro da roseta e número de folhas. Os resultados observados foram submetidas à análise de variância e regressão com auxílio do programa SISVAR[®].

TABELA 3 Quantidade de nutrientes (mg dm^{-3}) aplicado nos tratamentos, segundo adaptações da recomendação de Malavolta (1980). UFLA, Lavras MG, 2002.

Nutriente	Tratamentos (%)				
	50	100	150	200	250
N	150	300	450	600	750
P		200	300	400	500
K	100	150	225	300	375
Ca	75	75	107,5	150	182,5
Mg		15	22,5	30	37,5
S	32,5	50	75	100	125
B	7,5	0,5	0,75	1,0	1,25
Cu		1,5	2,25	3,0	3,75
Fe	25	5,0	7,5	10,0	12,5
Mo		0,1	0,15	0,2	0,25
Zn	0,25	5	7,5	10,0	12,5

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.1 Efeito de diferentes soluções de adubação, tamanho de mudas e épocas de permanência em estufa durante o processo de aclimatização de plântulas da bromélia imperial proveniente de germinação *in vitro*.

Neste experimento, as mudas maiores (5,5cm) utilizadas para instalação e mantidas na solução de Hoagland apresentaram, logo na primeira semana de permanência na aclimatização, clorose, queima da ponta das folhas e menor desenvolvimento em relação às plantas tratadas com Biofert® (Figura 1).



FIGURA 1 Mudras maiores (5,5 cm) de bromélia imperial após 7 dias em aclimatização, tratadas com solução de Hoagland e Biofert®. UFLA, Lavras MG, 2003.

Esses sintomas, provavelmente, podem estar relacionados com o baixo suprimento de cobre pela solução de Hoagland, em relação ao Biofert®, pois os sintomas apresentados são semelhantes aos descritos por Malavolta et al. (1997)

para deficiência desse elemento. Outra possibilidade é a queima das folhas devido à luminosidade ou calor, efeito este não relatado por Naves (2001). Entretanto, utilizando-se mudas menores (2 cm) tratadas com ambas as soluções, elas apresentaram clorose somente na primeira semana de aclimatização, sendo que, após este período esse sintoma não foi mais evidente. As mudas menores que receberam a solução de Hoagland apresentaram-se mais vigorosas desde a primeira semana de permanência na aclimatização (Figura 2).

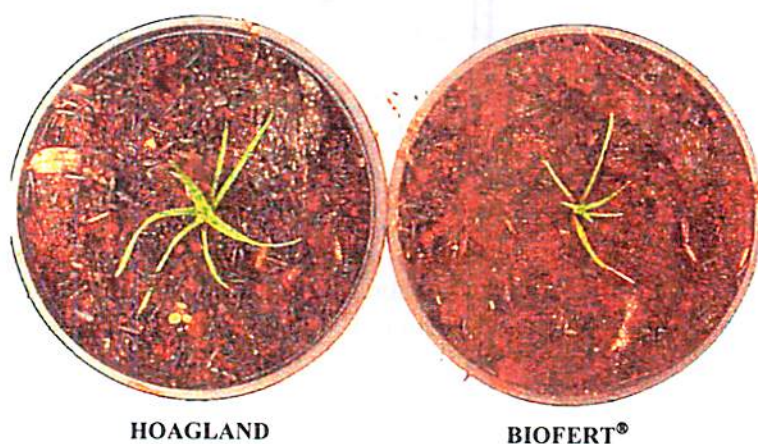


FIGURA 2 Mudanças menores (2 cm) de bromélia imperial após 7 dias em aclimatização, tratadas com solução de Hoagland e Biofert®. UFLA, Lavras MG, 2002.

Aos 14, 21, 28 e 35 dias em aclimatização, as mudas maiores tratadas com solução de Hoagland apresentaram os sintomas citados anteriormente, o que pode estar relacionado ao baixo suprimento de cobre pela solução de Hoagland, pois esses sintomas não foram apresentados pelas mudas tratadas com Biofert®. Entretanto, as mudas menores, além de não apresentarem queima de folhas, como na primeira semana de aclimatização, obtiveram melhor desenvolvimento quando tratadas com a solução de Hoagland. As mudas de 2

cm, tratadas com Biofert[®], apresentaram, a partir do 7º dia de aclimatização morte das mudas (Figura 3). Contudo, as mudas de 5,5 cm não morreram durante os períodos de aclimatização.

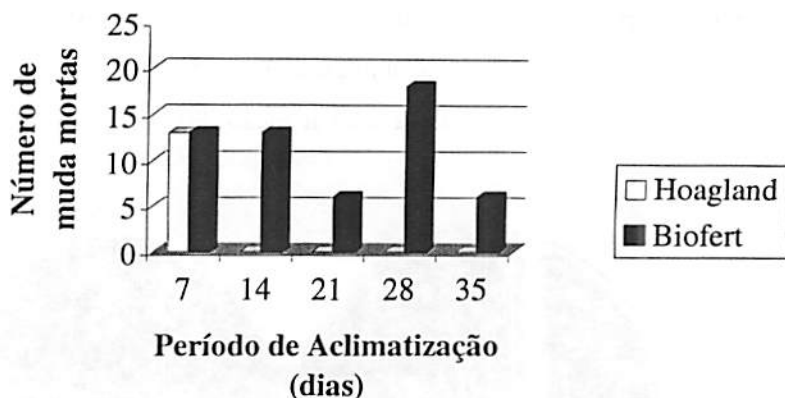


FIGURA 3 Número de mudas mortas com 2 cm de comprimento de bromélia imperial var. rubra tratadas com soluções de adubação de Hoagland e Biofert[®] durante os períodos de aclimatização estudados. UFLA, Lavras MG, 2002.

Moreira (2001) conseguiu bom desenvolvimento de mudas de abacaxizeiro cv. Pérola, utilizando uma adubação balanceada, formulada segundo Malavolta (1980), durante o período de aclimatização. O autor também relata que, mesmo com a adubação balanceada, ocorreram perdas de 8,33% das mudas, o que não foi verificado no presente trabalho, quando foram utilizadas mudas maiores, independentemente da solução utilizada. Mas, com a utilização da solução mais concentrada em micronutrientes, à base de Biofert[®], em mudas maiores, elas apresentaram-se com melhor qualidade. Em contraposição, nas mudas menores houve uma porcentagem maior de perdas (Figura 3). Essas perdas ocorreram provavelmente devido ao reduzido crescimento das plantas, ou

talvez em decorrência das concentrações da adubação. De acordo com Naves (2001), trabalhando com a mesma espécie e o mesmo substrato e com ausência de adubação, concluiu-se que a perda de mudas foi de 28%, superior ao observado para mudas com 5,5 cm testadas neste trabalho.

As Figuras 4 e 5 apresentam os efeitos dos períodos de permanência das mudas maiores e menores, respectivamente, no processo de aclimatização e das soluções de adubação sobre a altura, diâmetro de base e de roseta e número de folhas. Para as mudas maiores (5,5, cm) observa-se que somente a variável diâmetro de roseta apresentou efeito significativo para a interação solução de adubação e períodos de aclimatização (Figura 4).

Observa-se também para as mudas maiores que as principais diferenças no diâmetro de roseta entre as soluções de adubação ocorreram na segunda e terceira semana de permanência na aclimatização, correspondentes aos 14 e 21 dias em aclimatização. Observa-se também que o maior valor obtido foi para as plantas adubadas com solução de Hoagland e que permaneceram aos 21 dias em aclimatização. Após esse período, não houve diferença entre as soluções de adubação.

Em contraste, o maior valor de diâmetro de roseta observado para as mudas tratadas com Biofert[®] aos 14 dias em aclimatização está relacionado com a produção de brotos laterais, concordando com resultados obtidos por Demattê (2002) para o gênero *Tillandsia*, em que o aumento no fornecimento de micronutrientes para as plantas proporcionou maior produção de brotos.

Para diâmetro de roseta, as mudas aclimatizadas com 5,5 cm e adubadas com a solução de Hoagland, apesar da ocorrência de folhas queimadas, revelaram os maiores valores para as variáveis em questão, quando mantidas 21 dias em aclimatização, respectivamente (Figura 4). Esse resultado, provavelmente, pode ser devido ao maior tempo de permanência dessas plantas nos vasos com substrato, em decorrência do menor tempo em aclimatização em

relação às plantas que permaneceram maior período (28 e 35 dias). A quantidade de nutrientes contida no substrato do vaso (Tabela 4), juntamente com a maior quantidade de nutrientes fornecida pela solução de Hoagland, proporcionaram maior desenvolvimento dessas plantas. As mudas com 2 cm mantidas somente por 7 dias em aclimatização apresentaram menor desenvolvimento, podendo ser atribuído ao pequeno tempo para adaptação, pois em seguida foram transferidas para o vaso com substrato, não recebendo adubação.

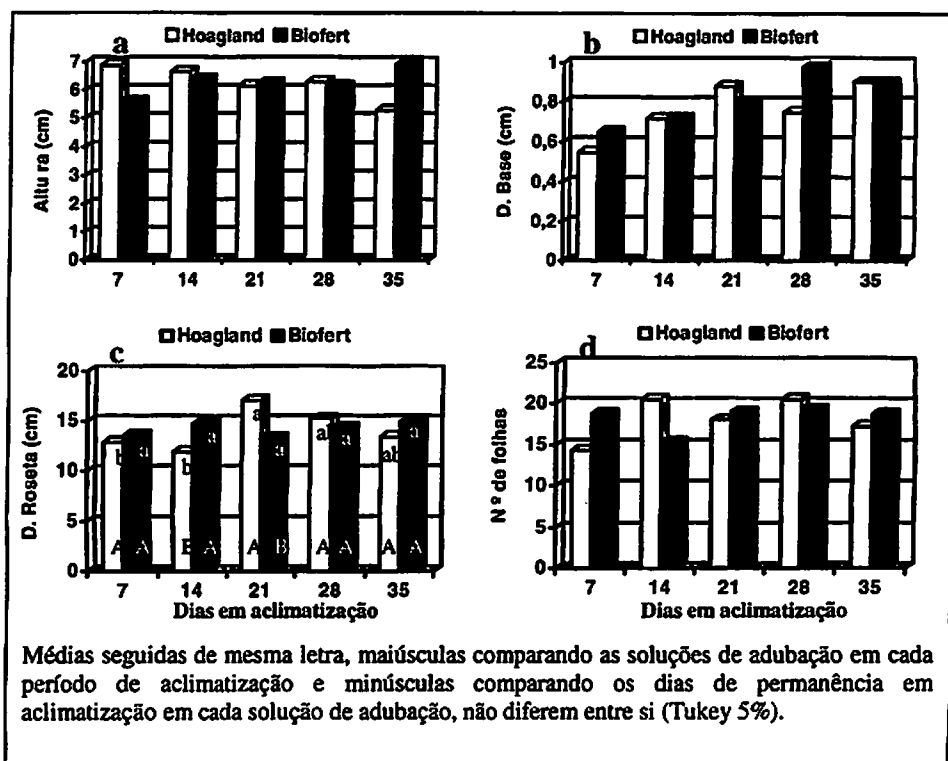


FIGURA 4 Efeito das soluções de adubação e do período de aclimatização sobre a altura (a), diâmetro de base (cm) (b), diâmetro de roseta (cm) (c) e número de folhas (d) de bromélia imperial em mudas de 5,5 cm. UFLA, Lavras MG, 2002.

TABELA 4 Análise química do substrato dos vasos. UFLA, Lavras MG, 2002.

pH H ₂ O	P	K	Ca:Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	SB ⁽²⁾	T	T	V	m	M.O.
(1:2,5)	mg dm ⁻³ (¹)						cmol _c dm ⁻³				%		Dag kg ⁻¹
7,1	73,3	607	1,9	3,0	1,6	0,0	1,5	6,2	6,2	7,7	80,4	0,0	1,0

(¹) P e K extraídos com HCl 0.05 N + H₂SO₄ 0.025 N; Al, Ca e Mg extraídos com KCl 1 N; M.O. método Walkley - Black segundo Vettori (1969)

(²) SB = Soma de Bases; t = Cap. Troca Cátions Efetiva; T = Cap. Troca Cátions pH 7,0 ; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio; MO = Matéria Orgânica; Análise Física (textura), Método da Pipeta.

Para as mudas menores (2 cm) todas as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo para a interação solução de adubação e período de aclimatização (Tabela 1A). Observou-se que para altura as mudas que receberam a solução de Hoagland apresentaram os maiores valores aos 28 dias em aclimatização (Figura 5a). Para o diâmetro de base e roseta as mudas que permaneceram 21 e 28 dias em aclimatização e adubadas com a solução de Hoagland também apresentaram valores superiores aos das adubadas com Biofert[®] (Figura 5b e c) O número de folhas apresentou comportamento semelhante com as mudas tratadas com a solução de Hoagland aos 21 dias de aclimatização (Figura 5d). O maior desenvolvimento das mudas menores adubadas com Hoagland, em relação às plantas adubadas com Biofert[®], pode estar relacionado a um melhor equilíbrio nutricional, pois a solução de Biofert[®] é rica em micronutrientes e eles podiam estar em quantidades excessivas para mudas menores.

Os resultados observados para mudas maiores corroboram com os de Mercier & Kerbauy (1994) que relatam que as bromeliáceas geralmente não apresentam dificuldades no processo de aclimatização. Para as mudas menores, os resultados apresentados são semelhantes aos de Naves (2001), com 72% de

sobrevivência das mudas após 30 dias de aclimatização, sem nenhuma suplementação de adubação.

Em relação à maior disponibilização de nutrientes no período de aclimatização, Moreira (2001) observou que a adição de matéria orgânica, que presumivelmente aumenta a disponibilidade de nutrientes, influenciou positivamente o desenvolvimento de plantas micropropagadas para mudas de abacaxizeiro em aclimatização.

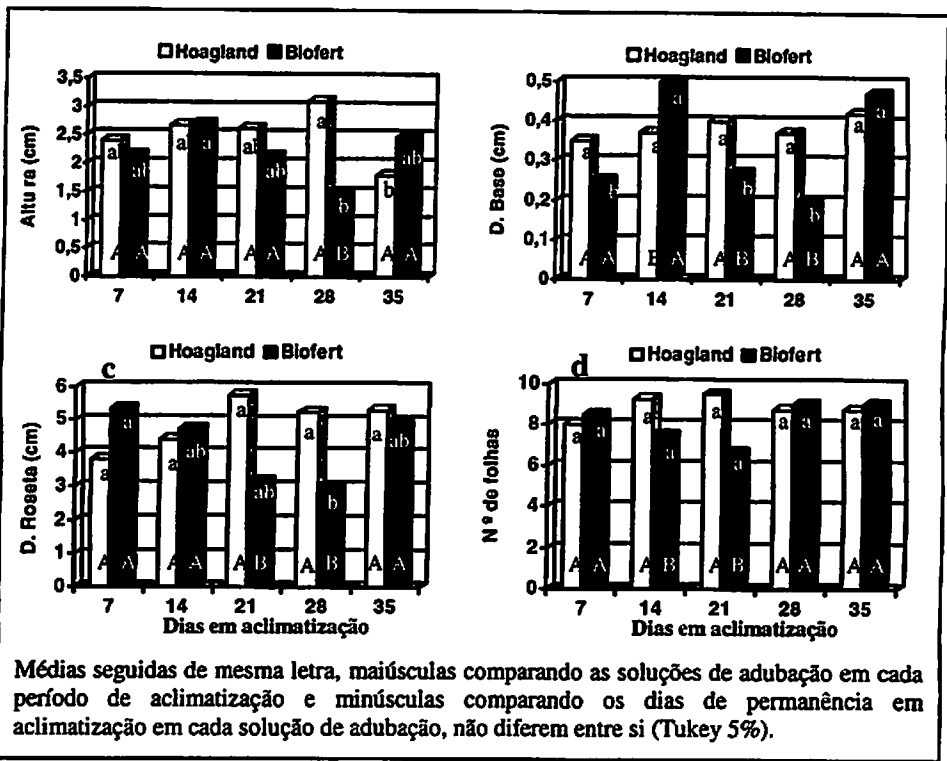


FIGURA 5 Efeito das soluções de adubação e do período de aclimatização sobre a altura (a), diâmetro de base (cm) (b), diâmetro de roseta (cm) (c) e número de folhas (d) de bromélia imperial em mudas de 2 cm. UFLA, Lavras MG, 2002.

Baseando-se nos resultados, quando a aclimatização for feita utilizando plantas de menor altura, sugere-se aplicar a solução de Hoagland como adubação, porque proporciona melhor desenvolvimento das mudas e plantas com maiores diâmetros de base e de roseta, altura e número de folhas, permanecendo entre 21 e 28 dias em aclimatização (Figura 5). De acordo com os resultados, pode-se sugerir a utilização da solução de Biofert[®] que proporcionou bom crescimento das plantas maiores (5,5cm), e o período de aclimatização, porém, deverá ser superior a 21 dias, para assim otimizar o uso da estufa.

4.1.2 Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de bromélia imperial.

No presente experimento, foram testadas diferentes formulações de substratos para o desenvolvimento de mudas de bromélia imperial. Observou-se que as variáveis número de folhas e altura das plantas não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a análise de variância, foi realizada análise de contraste para as variáveis que apresentaram resultados significativos pelo teste de F. A Figura 6 apresenta um resumo dos contrastes realizados. Na Tabela 6 observa-se bom resultado nos contrastes 1, 2 e 4 para o diâmetro de base e, para o diâmetro de roseta, os contrastes 1 e 4.

O contraste 1, analisa a presença de casca de arroz carbonizada nos tratamentos. Como relatado anteriormente esse contraste apresentou-se significativo para o diâmetro de base e diâmetro de roseta com incremento de 0,0761 e 1,235 cm, respectivamente, para os tratamentos cujos substratos continham casca de arroz carbonizada na sua composição (Tabela 6). O contraste 4 compara substratos com presença de casca de arroz carbonizada e ausência de areia que possuem diferentes quantidades de terra, em que para

diâmetro de base e diâmetro de roseta apresentam um incremento de 0,1825 e 4,0025cm, respectivamente, para os tratamentos com menor quantidade de terra.

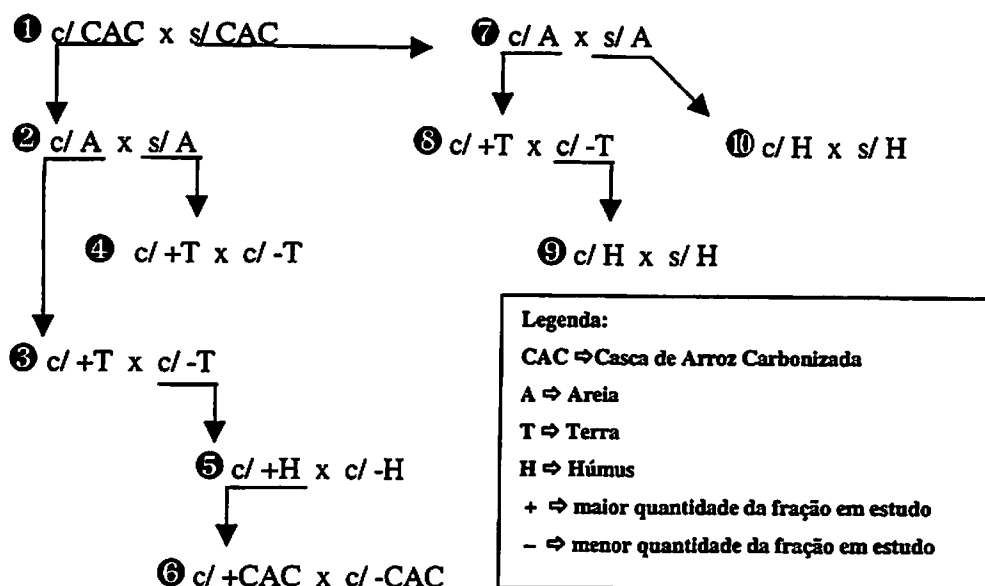


FIGURA 6 Histograma dos contrastes realizados com as diferentes proporções dos componentes do substrato. UFLA, Lavras MG, 2002.

Comparando os tratamentos envolvidos no contraste 4, ou seja, tratamentos 9 e 10 (Tabela 7), as diferenças na composição destes substratos são a menor quantidade de terra, a maior de casca de arroz carbonizada e a ausência de húmus para o tratamento 10, o que permitiu a constituição de um substrato mais poroso, proporcionando assim melhor desenvolvimento das mudas formando rosetas com maior diâmetro. Foster (1953), Bunt (1976), Wall (1988), Willians & Hodgson (1990), Ballester-Olmos (1992), Kämpf (1992), Dimmitt (1995) e Tsybulga (1989) também relataram melhor desenvolvimento de bromélias em substratos que propiciaram melhor aeração das raízes. A Figura 7 confirma este melhor desenvolvimento da parte aérea apresentado pelas plantas

cultivadas em substrato constituído de 50% de terra + 50% de casca de arroz carbonizada (tratamento 10).

TABELA 6 Significância (%) do teste de F e estimativa dos contrastes realizados para as variáveis diâmetro de base e diâmetro de roseta. UFLA, Lavras MG, 2002.

Contrastes	Diâmetro de Base		Diâmetro de Roseta	
	Significância	Estimativa	Significância	Estimativa
1	3,15	0,0762	1,56	1,2350
2	1,52	0,1244	33,36	0,6769
3	74,85	-0,0208	56,16	0,5392
4	2,77	-0,1825	0,13	-4,0025
5	42,70	-0,0550	84,67	-0,1900
6	94,99	-0,0050	74,12	0,3750
7	36,24	-0,0471	10,88	-1,2000
8	16,90	-0,0962	6,63	-1,8562
9	36,52	-0,0725	53,41	-0,7075
10	92,49	0,0075	10,59	-1,8750

TABELA 7 Diferentes concentrações e combinações de substratos. UFLA, Lavras MG, 2002.

Tratament	Terra (%)	Areia (%)	Húmus	Casca de arroz carbonizada
1	100	-	-	-
2	50	50	-	-
3	50	30	20	-
4	50	10	20	20
5	50	20	10	20
6	50	-	50	-
7	70	10	20	-
8	70	10	10	10
9	70	-	20	10
10	50	-	-	50
11	50	10	20	10

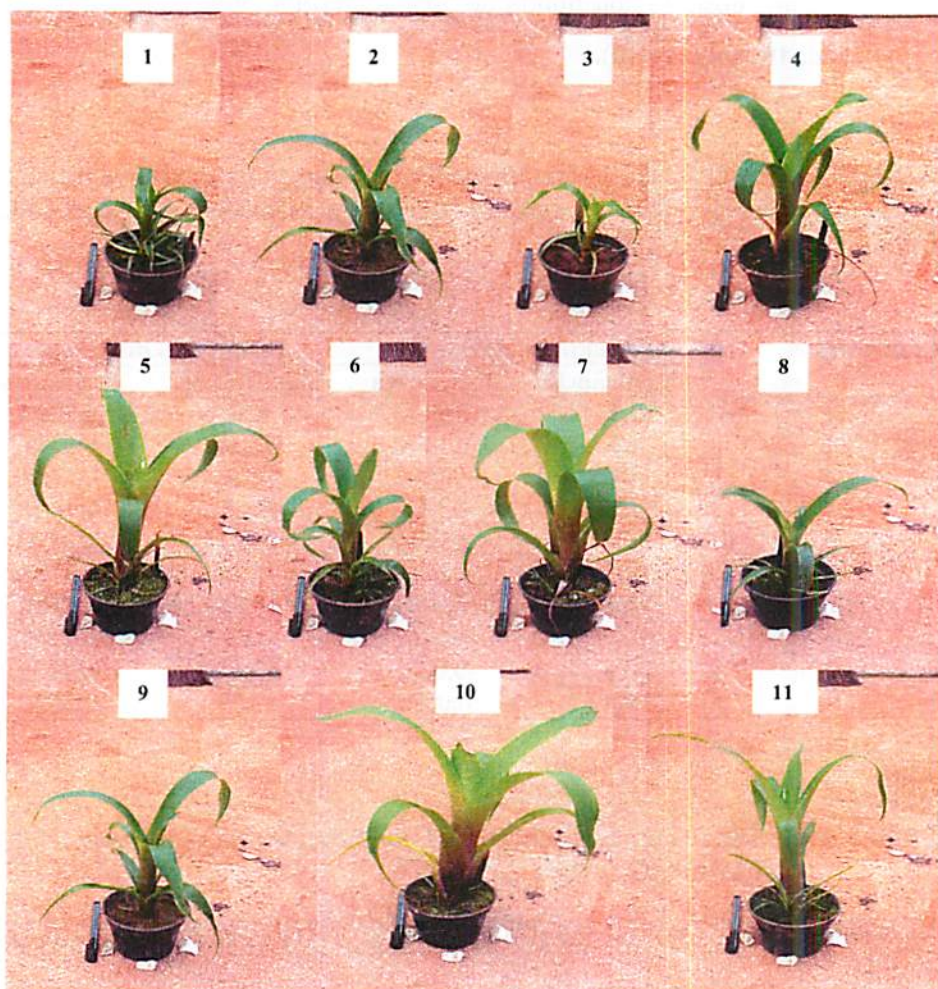



FIGURA 7 Efeito de diferentes composições do substrato no desenvolvimento de bromélia imperial. UFLA, Lavras MG, 2002.

A casca de arroz carbonizada também apresenta baixa atividade química em comparação ao húmus; por exemplo, possui pH próximo à neutralidade, rico em minerais, principalmente Ca, K, Si e CTC baixa, possibilitando assim maior quantidade de nutrientes em solução, isto é, disponíveis para as plantas (Minami, 1995 e Kämpf, 2000). O húmus possui alta atividade química, fixando os



elementos, principalmente P, diminuindo a disponibilidade em solução (Tibau, 1997). Esse resultado pode ser observado pela análise química dos substratos 9 e 10, apresentado na Tabela 9. O substrato que possui maior nível de húmus (número 6) apresentou maior CTC efetiva e potencial. Independente do material orgânico adicionado, observa-se pela análise química dos substratos que houve uma melhora das características químicas avaliadas.

Como o desenvolvimento das mudas ocorre em meio fechado, ou seja, em vaso, não é de interesse que se obtenha um substrato com alto poder tampão, e sim um substrato que disponibilize maior quantidade de nutrientes em solução. Martinez (2002) também recomenda o uso de substratos com CTC baixa, que possibilita maior controle da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Observa-se também que a CTC potencial de todos os substratos utilizados apresentou-se abaixo do recomendado por Martinez (2002), sendo superior a $20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. O melhor desenvolvimento da bromélia imperial em substrato com pH igual a 7,1 e com alto teor de nutrientes, discorda dos observados por Ballester-Olmos (1992), que obtiveram maior crescimento de mudas de bromélias em substrato com pH entre 5,8 a 6,3 e com baixo teor de nutrientes.

TABELA 8 Análise químicas dos substratos testados em bromélia imperial. UFLA, Lavras MG, 2002.

Tratamento	PH	P	K	Ca:Mg	Ca	Mg	Al	H+al	SB ⁽²⁾	t	T	V	m	M.O.	P-rem
	H ₂ O	(1:2,5)	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				%	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹			
1	6,1	6,2	69,0	4,8	2,9	0,6	0,1	2,3	3,7	3,8	6,0	61,5	3,0	0,8	15,6
2	6,3	6,1	44,0	22	2,2	0,1	0,1	1,7	2,4	2,5	4,1	58,6	4,0	0,1	21,7
3	6,0	109,0	460,0	2	3,8	1,9	0,1	1,5	6,9	7,0	8,4	82,1	1,0	1,6	39,8
4	6,1	148,0	607,0	1,6	4,5	2,8	0,0	1,7	8,9	8,9	10,5	83,9	0,0	2,5	37,7
5	6,3	83,2	485,0	1,7	3,4	2,0	0,1	1,7	6,6	6,7	8,3	79,6	1,0	1,4	32,9
6	6,1	478,8	607,0	1,5	8,1	5,6	0,1	1,9	15,3	15,4	17,2	88,9	1,0	6,0	42,2
7	5,7	142,2	566,0	2,8	5,5	2,0	0,1	1,9	8,9	9,0	10,9	82,5	1,0	3,0	28,7
8	6,0	68,5	450,0	1,9	4,0	2,1	0,1	1,9	7,3	7,4	9,2	79,2	1,0	1,8	27,9
9	6,0	142,2	607,0	19,6	5,5	2,8	0,0	2,1	9,9	9,9	12,0	82,4	0,0	3,1	27,2
10	7,1	73,3	607,0	1,9	3,0	1,6	0,0	1,5	6,2	6,2	7,7	80,4	0,0	1,0	32,9
11	6,2	239,4	607,0	2,4	6,0	2,5	0,1	1,7	10,1	10,2	11,8	85,5	1,0	3,3	41,0

4.1.3 Efeito de adubação no desenvolvimento de mudas de bromélia imperial em vaso.

Observou-se diferença no porte e número de folhas das plantas, notadamente dos tratamentos com 0 e 50% da composição original da adubação recomendada por Malavolta. As mudas desses dois tratamentos anteriores (0 e 50%) apresentaram menor desenvolvimento em relação àquelas dos tratamentos com 200 e 250%. As plantas cultivadas nas diferentes concentrações de adubo não apresentaram nenhum sintoma de deficiência e ou toxidez de nutrientes, durante o período experimental, como pode ser observado na Figura 8.

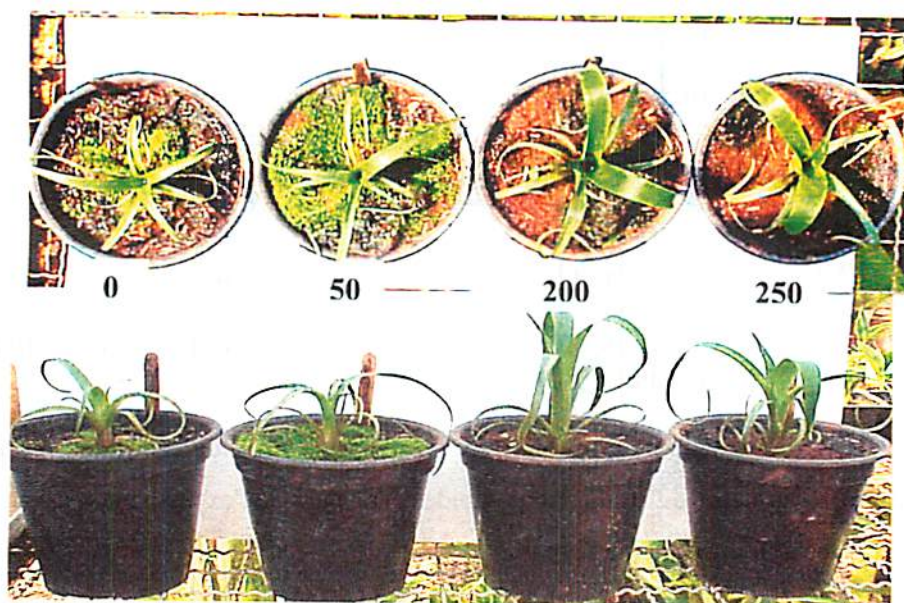


FIGURA 6 Vista superior e frontal dos tratamentos com aplicação de 0, 50, 200 e 250% da concentração original da adubação recomendada por Malavolta (1980) aplicados em mudas de bromélia imperial. UFLA, Lavras MG, 2002.

As Figuras 10 e 11 apresentam o efeito das concentrações de adubo sobre altura e número de folhas das plantas. Observa-se que os valores máximos de altura e número de folhas das plantas (7,28 cm e 11 folhas) foram obtidos nas concentrações de 134,64 e 147,88%, respectivamente.

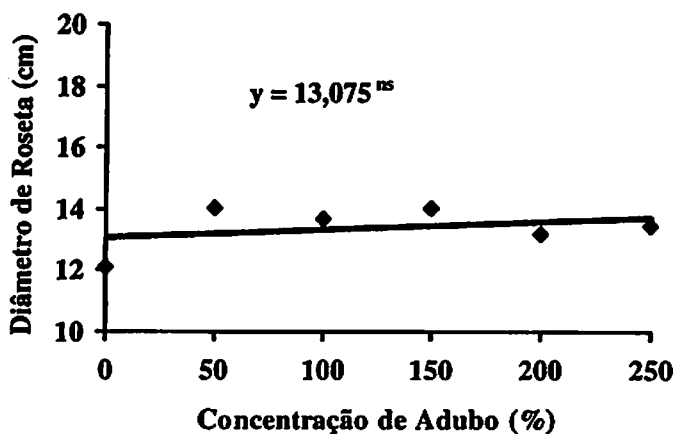


FIGURA 9 Efeito da aplicação de diferentes concentrações da solução de adubações, segundo Malavolta (1980), sobre o diâmetro de roseta (cm) formado em mudas de bromélia imperial cultivadas em vaso. UFLA, Lavras MG, 2002.

As doses de adubo utilizadas no experimento interferiram somente na altura e número de folhas das mudas no período experimental avaliado, conforme demonstrado nas Figuras 11 e 12.

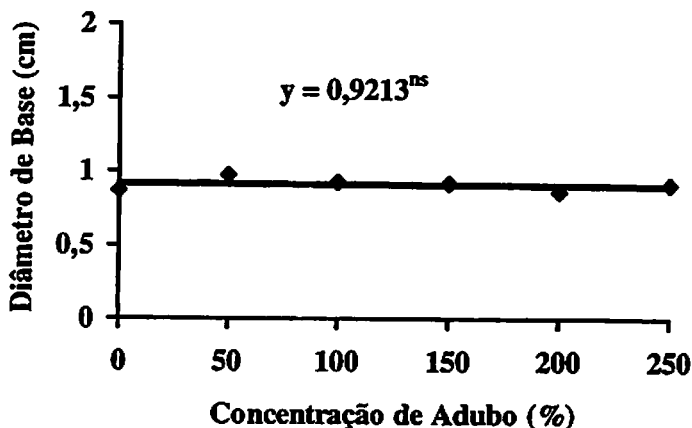


FIGURA 10 Efeito da aplicação de diferentes concentrações da solução de adubações, segundo Malavolta (1980), sobre o diâmetro de base (cm) formado em mudas de bromélia imperial cultivadas em vaso. UFLA, Lavras MG, 2002.

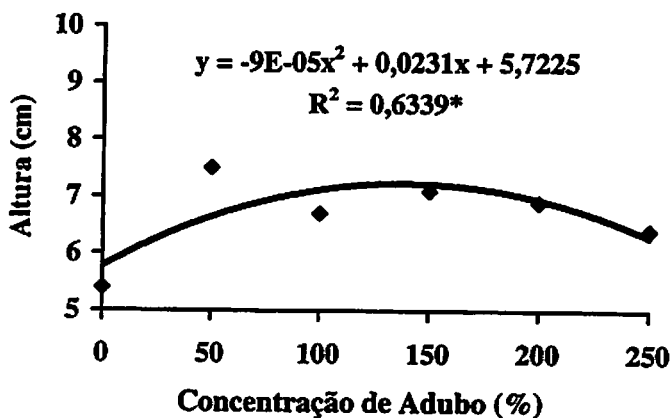


FIGURA 11 Efeito de diferentes concentrações da solução de adubações, segundo Malavolta (1980), em vaso sobre a altura de mudas (cm) de bromélia imperial. UFLA, Lavras MG, 2002.

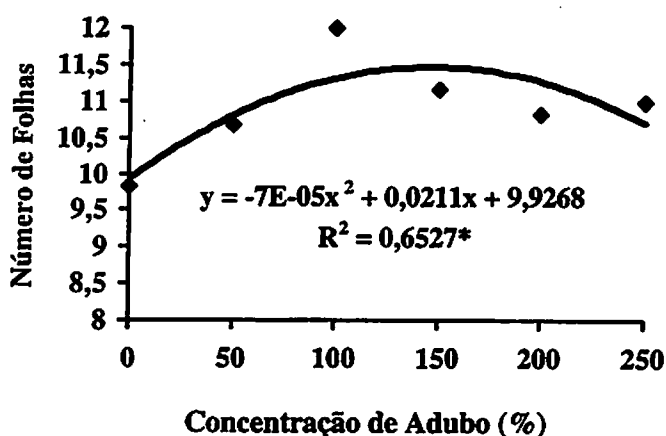


FIGURA 12 Efeito de diferentes concentrações da solução de adubações, segundo Malavolta (1980), em vaso sobre o número de folhas de mudas de *Alcantarea imperialis*. UFLA, Lavras MG, 2002.

Observa-se que, independente das doses utilizadas, os valores médios do diâmetro de roseta e base foram de 13,075 e 0,9213cm, respectivamente, sugerindo que o substrato utilizado está de alguma forma suprindo a muda no período inicial de desenvolvimento. Moreira (2001), utilizando a adubação de Malavolta (1980), também observou influencia significativa sobre altura e número de folhas em mudas de abacaxizeiro cv. Pérola.

Moreira (2001), utilizando como substrato mistura de terra, esterco e Plantmax®, observou que a adubação, segundo Malavolta (1980), a nível de 100% da recomendada, proporcionou melhores resultados. Esse resultado difere do obtido para bromélia imperial.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram conduzidos permitem-se as seguintes conclusões:

1. Durante o processo de aclimatização de bromélia imperial, as mudas menores (2cm) apresentaram melhor desempenho quando tratadas com solução de Hoagland no período de 21 a 28 dias na aclimatização. As mudas com 5,5 cm apresentaram melhores resultados quando adubadas com Biofert[®], sem influência do período de aclimatização.
2. As mudas provenientes de germinação *in vitro* apresentaram resultados satisfatórios de crescimento no substrato constituído de 50% de terra e 50% de casca de arroz carbonizada.
3. A bromélia imperial responde bem à adubação durante a fase de produção de mudas. Sugere-se a aplicação da adubação desenvolvida por Malavolta (1980) para a obtenção de um desenvolvimento eficiente na produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTAREA IMPERIALIS. Disponível em:
<<http://www.geofiscal.eng.br/bromelias.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2003a.

ALCANTAREA IMPERIALIS. Disponível em:
<<http://www.jardimdeflores.com.br/ECOLOGIA/bromelia1.html>>. Acesso em: 29 jan. 2003b.

ALCANTAREA IMPERIALIS. Disponível em:
<http://www.kembo.com.br/mundo_plantas/bromelias_02.php>. Acesso em: 29 jan. 2003c.

ALCANTAREA IMPERIALIS. Disponível em:
<http://www.ojardim.com.br/jardim_antigo/outono_2001/pagina_editor.htm>. Acesso em: 29/Jan/2003d.

ALCANTAREA IMPERIALIS. Disponível em:
<http://www.uol.com.br/ecologia/pesquisa-public/ecologia/ecologia_96_10.htm>. Acesso em: 29 jan. 2003e.

ALCANTAREA SUBSTRATO. Disponível em:
<<http://www.korovin.com.br/bromelias/cultivo.html>>. Acesso em: 29 jan. 2003.

ANDRADE, F. S. A.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélia nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 97-110, 1999.

BALLESTER-OLMOS, J. L. Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. **Hojas Divulgadoras**, Madrid, n. 11, p. 1-44, nov. 1992.

BELLÉ, S. Escolha do substrato. In: KÄMPF, A. N. **Manutenção de plantas ornamentais para interiores**. Porto Alegre: Rigel, 1995. cap. 4, p. 31-37.

BENZING, D. H. **The biology of the bromeliads**. Califórnia: Eureka Mad River Press, 1980. 305 p.

BOODLEY, J. W.; SHELDRAKE J. R. Carnation production in vermiculite amended media **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 94, n. 5, p. 512-514, Sept. 1969.

+ BOSA, N.; CALVETE, E. O.; KLEIN, V. A.; BORDIGNON, L. Influência do substrato no crescimento mudas de gipsofila. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 114. (Documentos IAC 70).

BROMELIA ADUBAÇÃO. Disponível em:
<<http://www.resenet.com.br/bromelias.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2003.

BROMÉLIA SUBSTRATO. Disponível em:
<http://globorural.globo.com/barra.asp?d=/edic/193/rep_bromeliac.htm>.
Acesso em: 29 jan. 2003a.

BROMELIA SUBSTRATO. Disponível em:
<http://www.ojardim.com.br/jardim_antigo/verao_2001/plantando_em_vasos.htm>. Acesso em: 29 jan. 2003b.

BROMÉLIAS DA MATA ATLÂNTICA. Disponível em:
<http://www.unicamp.br/nipe/rbna/bro_dis.htm>. Acesso em: 29 ago. 2001.

BUNT, A. C. Some physical properties of pot-plant composts and their effect on plant growth. Bulky physical conditioners. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 4, p. 322-332, 1961.

CALASANS, C. F.; MALN, O. Utilização da *Tillandsia usneoides* para a avaliação de poluição atmosférica por mercúrio. **Bromélia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 7-10, jun. 1994.

CAMPUS, L. A. de A.; SÁ, J. C. A. de; DEMATTÊ, M. E. S. P.; VELHO, L. M. L. S.; VICENTE, M. E. A. Influência da profundidade de semeadura e substratos no desenvolvimento de sibipiruna (*Caesalpineia peltophoroides* Benth). **Científica**, São Paulo, v. 14, n. 1/2, p. 101-113, 1986.

CARVALHO, L. F. N. O que é CITES ? **Boletim da Sociedade Brasileira de Bromélias**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, 1997.

CARNEIRO, L. A. **Controle da morfogenese in vitro de três espécies de bromélias endêmicas do sudoeste brasileiro**, 1997. 87p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

COSTA, A.; FONTOURA, T. Bromélias do Rio de Janeiro. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 9, n. 49, p. 8-9, jan. 1989.

- COUTINHO, M.; CARVALHO, E. J. M. Caracterização das propriedades de alguns substratos para propagação de mudas. *Bragantia*, Campinas, v. 14, n. 1, p. 167-176, 1983.
- CURL, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 p.
- D'ANDRÉA, J. C. **Substratos e fertilizantes para cultivo de *Aechmea fasciata* Bak. (Bromeliaceae)**. 1997. 49 p. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- DEMATTE, M. E. S. P. Substituição do xaxim em substratos para cultivo de *Tillandsia* spp. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. *Anais...* Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 103. (Documentos IAC ; n. 70).
- DIMMITT, M. A. **Bromeliads: a cultural manual**. Oregon: The Bromeliads Society, 1995. 42 p.
- EPIDEMIA DE DENGUE. Disponível em:
<<http://www.estado.estadao.com.br/especiais/retro2002/retro033.html>>.
Acesso em: 09 fev. 2003.
- FACHINELO, P. S.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de fruteiras de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. *Anais...* Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 29-37. (Documentos IAC ; n. 70).
- FOSTER, M. B. **Bromeliads: a cultural handbook**. Orlando: The Bromeliad Society, 1953. 64 p.
- FOSTER, M. B. The bromeliads of Brazil. *Smithsonian Report*, 1942, p. 251-366. In: LEME, E. M. C.; MARIGO, L. C. **Bromélia na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual, 1993. 183 p.

FRANCO, A. N. A **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de gramas em bandejas**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GALLO, L. A.; CROCOMO, O. J. A cultura de tecidos em fitopatologia. In: FILHO, A. B.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, cap. 25, p. 495-505.

GOMES, J. M.; PEREIRA, A. R.; REZENDE, G. C. de; MACIEL, L. A. F. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 58-86, jan./jun. 1985.

+ GONÇALVES, A. L. **Substratos artificiais para a produção de mudas de calanchoe, *Kalanchoe blossfeldiana* cv Singapur, Crassulaceae**, 1992. 112 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas ornamentais. In: MINANI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Ed. T. A. Queiroz, 1995. cap. 14, p. 107-115.

GRATTAPAGLIA, P.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPQ, 1990. p. 89-164.

HECHTIA. Disponível em:
<<http://www.korovin.com.br/bromelias/taxonomia.html>>. Acesso em: 08/abr, 2003.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method of growing plants without soil**. Berkeley: University of California, 1950. 32 p.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; ROSSAL, P. A. L. et al. Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 302-307, 1994.

JANICK, J. A. Tecnologia da horticultura. In: JANICK, J. A. **Ciência da horticultura**. Viçosa: Freitas Bastos, 1968. p. 159-396.

- JIMENEZ, R. M.; CABALLERO, M. R. **El cultivo industrial de plantas en maceta**. Reus: Ediciones de Horticultura, 1990. 664 p.
- KÄMPF, A. N. A floricultura brasileira em números. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-7, 1997.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guíba-RS: Agropecuária, 2000. 254 p.
- KÄMPF, A. N. Substratos para floricultura. Manual de floricultura. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS**, 1992, Maringá, Paraná. **Anais...** Maringá, 1992. p. 36-43.
- KANASHIRO, S. **Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vaso**. 1999. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 396, p. 273-284, 1995.
- LEME, E. M. C. **Canistrum: bromélias da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Salamandra Consultoria Editorial, 1997. 107 p.
- LEME, E. M. C.; MARIGO, L. C. **Bromélias na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicações Visual, 1993. 183 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: CERES, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: **ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS**, 3., 2002, Campinas. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 53-76. (Documentos IAC ; n. 70).
- MELO, A. C. G. **Efeito de recipiente e substrato no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* St. Brake**. 1989. 40 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MELO, T. B. de. As bromélias no paisagismo. *Bromélia*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 3-7, mar. 1996.

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

MERCIER, H. **Efeitos de fontes nitrogenadas sobre o desenvolvimento, teores hormonais endógenos, perfis polipeptídicos e isoenzimáticos em três espécies de bromélias cultivadas *in vitro***, 1993. 160 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MERCIER, H.; KERBAUY, G. B. The importance of tissue culture technique for conservation of endangered brazilian bromeliads from atlantic rain forest canopy. *Selbyana*, Sarasota, v. 16, n. 2, 147-149, 1995.

MERCIER, H.; KERBAUY, G. B. *In Vitro* culture of *Vriesea hieroglyphica*, an endangered bromeliad from the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Bromeliad Society*, Orlando, v. 44, p. 120-124, 1994.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. *Anais...* Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 45-51. (Documentos IAC ; n. 70).

MINANI, K. Produção de mudas em recipientes. In: MINANI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura** São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. cap. 3, p. 85-101.

MONIZ, A. C. Composição química e estrutura dos minerais de argila. In: MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: Polígono/EDUSP, 1972. p. 29-44.

MOREIRA, M. A. **Produção de mudas micropropagadas de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L.) Merrill cv. Pérola**. 2001. 74 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NAVES, V. C. **Propagação *in vitro* da bromélia imperial *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms**, 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NIEVOLA, C. C. Influência da nutrição nitrogenada sobre a atividade de enzimas do metabolismo no nitrogênio em bromélias cultivadas *in vitro*, 1997. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NIEVOLA, C. C.; MERCIER, H.; MAJEROWICZ, N. Uréia: uma possível fonte de nitrogênio orgânico para as bromélias com tanque. *Bromélia*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1/4, p. 44-48, 2001.

PAGES-PALLARES, M.; MATA LLANA-GONZALEZ, A. M. Caracterización de las propiedades físicas, en los substratos en horticultura ornamental. *Comunicaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas - Série produção Agrícola*, Madrid, n. 61, p. 1-32, 1984.

PALAZZO JR, J. T. Bromélias como instrumento de educação ambiental. *Bromélia*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 3-5, 1994.

PAULA, C. C. de. *Cultivo de bromélias*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000, 139 p.

PREECE, J. E.; SUTTER, E. G. Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field. In: ZIMMERMAN, R. H. (Ed.). *Micropropagation*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p. 71-93.

RAIJ, B. VAN. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres/Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

REITZ, R. *Bromélias e Malária - Bromélia endêmica*. Itajaí: Ed Raulino Reitz. 1983. 808 p.

RICHER-LECLERC, C. Sylvagrest: a new growing medium for ornamental plants. *Canadian Agriculture*, Ottawa, v. 30, n. 2, p. 32, 1984.

ROCHA, C. F. D. da; CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R.; FREITAS, A. F. N. de. Bromélias: ampliadores da biodiversidade. *Bromélia*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 7-10, dez. 1997.

ROCHA, M. T. *Fertilização orgânica e qualidade do solo: um estudo de alguns indicadores de manejo sustentável*. 2000. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SAMYN, G. Vriesea Hybrids of Today and Yesterday. **Journal of the Bromeliad Society**, Orlando, v. 45, n. 3, p. 99-109, 1995.

SHEARD, G. F. Loamless substrates for use in containers and as unit products. In: ROBINSON, D. W.; LAMB, J. G. D. **Peat in horticultural**. London: Academic Press, 1975. v. 3, cap. 9, p. 119-132.

SILVA JÚNIOR, A. A.; GIORGI, E. **Substratos alternativos para a produção de mudas de tomateiro**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 23 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 59).

SINGH, B. P.; SAINJU, U. M. Soil physical and morphological properties and root growth. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 6, p. 966-971, Dec. 1998.

SLUIS, C. J.; WALKER, K. A. Commercialization of plant tissue culture propagation. **IAPCT News**, v. 47, p. 2-12, 1985.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BROMÉLIAS. Família Bromeliaceae. Disponível em <<http://www.bromelia.org.br/famil.htm>>. Acesso: 27 ago. 2001.

SOUZA, M. M.; LOPEZ, L. C.; FONTES, L. E. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat, Compositae) White Polaris em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 71-74, 1995.

SOUZA, M. M. de. **Efeito de substratos em diferentes proporções no cultivo em vasos de *Chrysanthemum morifolium* Ramat, "White Polaris"**, 1991. 79 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOUZA, R. C. O. S. de.; NEVES, L. de J. Anatomia foliar de quatro espécies de *Tillandsia*. **Bromélia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 28-39, jun. 1996.

STREHL, T.; LOBO, E. A. Analysis of the morphological characters of *Tillandsia aeranthus* (Loisel.) L. B. Smith and *T. recurvata* (L.) L. (Bromeliaceae) as bioindicators of urban pollution in Porto Alegre city, Southern Brazil. **Aquilo Serie Botanica**, Oulu, v. 27, p. 19-27, 1989.

STRINGHETA, A. C. O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vasos em substratos contendo compostos de lixo urbano**, 1995. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

STRINGHETA, A. C. O.; PINTO, S. A.; SILVA, D. J. H. da; CARDOSO, A. A.; BARBOSA, J. B. Sobrevivência de plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn. em diferentes substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais..** Campinas, Instituto Agrônômico, 2002. p. 111. (Documentos IAC ; n. 70).

STRIGUETA, A. C. O.; RODRIGUES, L. A.; FONTES, L. E. F. et al. Caracterização física de substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada como condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 155-159, jan./mar. 1997.

SUPER INTERESSANTE. **Ecologia**. São Paulo: Abril, 2001. 74 p. Número Especial.

SUTTER, E. Stomatal and cuticular water loss from apple, cherry, and sweetgun plants after removal from *in vitro* culture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 3, p. 303-312, May 1988.

* TAKEYOSHI, N. I.; ANRAKU, R. N.; MINAMI, K.; LIMA, A. M. L. P. Efeito de diversos substratos no enraizamento de *Chrysanthemum morifolium* cv. Polaris. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 2., 1983, Rio de Janeiro. **Anais. . .** Rio de Janeiro: EMBRAPA-DDT, 1984. 280 p.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 220 p.

TSYBULYA, N. V. Studies on the conditions for germinating seeds of bromeliads (Bromeliaceae). **Izvestiya Sibirskogo Otdeleniya Akademi Nauk SSSR, Biologicheskikh - Nauk, Lenina**, n. 2, p. 71-74, 1989.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 126, p. 251-258, 1981.

WAKSMAN, S. A. **Humus: origin, chemical composition and importance in nature**. Willians & Willians, 1936.

WALL, B. **Bromeliads**. London: Cassel Educational, 1988. 63 p.

WILLIAMS, B.; HODGSON, I. Growing bromeliads. London: Christopher Helm, 1990. 150 p.

WILSON, G. C. S. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrate. Acta Horticulturae, Amsterdam, n. 150, p. 19-32, 1983.

WURTHMANN, E. Consider Growing Vrieseas. Journal of the Bromeliad Society, Orlando, v. 45, n. 3, p. 110-112, 1995.

ZORNIG, R. K. Micropropagação de bromélias. Bromélia, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3, p. 3-8, 1996.

ANEXOS

ANEXOS A	Página
TABELA 1A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL), do experimento A, para as plantas menores (2,5 cm).	61
TABELA 2A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL), do experimento A, para as plantas maiores (5 cm).	61
TABELA 3A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL) das plantas do experimento B.....	62
TABELA 4A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL) das plantas do experimento C.....	62
TABELA 5A Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas, diâmetro de base (cm) e diâmetro de roseta (cm) avaliadas em bromélia imperial para o desenvolvimento de mudas em diferentes substratos.	62

TABELA 1A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL), do experimento A, para as plantas menores (2,5 cm).

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		NF	DB	DR	AL
Período de Aclimatização (PA)	4	1,064598 ^{ns}	0,045971 ^{**}	1,045619 ^{ns}	0,338994 ^{ns}
Solução Adução (S)	1	5,133723 ^{ns}	0,02304 ^{ns}	4,489 ^{ns}	1,08900 ^{ns}
S*PA	4	4,446848*	0,032046 ^{**}	0,074744 ^{**}	1,383369 ^{**}
Resíduo	30	1,363889	0,006195	1,196612	0,295112
C.V.(%)		13,75	21,80	23,91	23,07

*, **, ^{ns} - Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 2A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL), do experimento A, para as plantas maiores (5 cm).

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		NF	DB	DR	AL
Período de Aclimatização (PA)	4	11,8375 ^{ns}	0,119625 ^{**}	5,952125 ^{ns}	0,196625 ^{ns}
Solução Adução (S)	1	0,10 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,10100 ^{ns}
S*PA	4	26,2875 ^{ns}	0,026875 ^{ns}	12,665375*	2,262875 ^{ns}
Resíduo	30	11,6833	0,0300	3,751333	2,114667
C.V.(%)		18,83	22,06	13,72	23,29

*, **, ^{ns} - Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 3A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL) das plantas do experimento B.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		NF	DB	DR	AL
Substrato	10	0,786530 ^{ns}	0,000268*	6,676181**	2,856854 ^{ns}
Bloco	3	2,945427**	0,001691**	7,276299*	15,922903**
Resíduo	30	0,552817	0,000124	2,246683	2,149895
C.V.(%)		6,52	9,26	7,81	14,31

*, **, ^{ns} - Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 4A Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro de base (DB), diâmetro de roseta (DR) e altura (AL) das plantas do experimento C.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		NF	DB	DR	AL
Níveis Adubo	5	2,9833 ^{ns}	0,009223 ^{ns}	3,139338 ^{ns}	3,494398*
Bloco	5	0,5853 ^{ns}	0,012423 ^{ns}	3,086971 ^{ns}	0,384578 ^{ns}
Resíduo	25	1,5567	0,01098	2,959095	1,311440
C.V.(%)		11,43	11,48	12,83	17,24

*, **, ^{ns} - Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 5A Resumo da análise de variância das variáveis número de folhas, altura, diâmetro de base (cm) e diâmetro de roseta (cm) avaliadas em bromélia imperial para o desenvolvimento de mudas em diferentes substratos. UFLA, Lavras MG, 2002.

Variáveis	F calculado	Pr. > Fc.	C.V. (%)	Média Geral
Número de Folhas	1,423 ^{ns}	0,2118	6,52	11,40
Altura	1,329 ^{ns}	0,2605	14,31	10,24
Diâmetro de Base	2,153*	0,0512	9,26	1,204
Diâmetro de Roseta	3,023**	0,0092	8,26	19,26

*, **, ^{ns} - Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.