# SUBSTRATOS COM FIBRA DE COCO E FUNGOS MICORRÍZICOS NO CULTIVO DE BROMÉLIAS

**TATIANA LIMA DO AMARAL**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2007

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

# SUBSTRATOS COM FIBRA DE COCO E FUNGOS MICORRÍZICOS NO CULTIVO DE BROMÉLIAS

**TATIANA LIMA DO AMARAL**

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal"

Orientadora: Profª. Janie Mendes Jasmim

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2007

# SUBSTRATOS COM FIBRA DE COCO E FUNGOS MICORRÍZICOS NO CULTIVO DE BROMÉLIAS

TATIANA LIMA DO AMARAL

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal"

Aprovada em 02 de abril de 2007

Comissão Examinadora:

---

Profª. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – IST/FAETEC

---

Profª. Déborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

---

Prof. Fábio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) - UENF

---

Profª. Janie Mendes Jasmim (D.Sc., Produção Vegetal ) - UENF

Orientadora

”... Na vida você aprende que realmente pode suportar... que realmente é forte, e que pode ir mais longe depois de pensar que não se pode mais.”

W. Shakespeare

Aos meus pais, Geraldo e Eliane;
aos meus avós Miguel e Maria Cândida
e a minha irmã Tátila.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, junto ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade da realização do curso, e à UENF e CAPES, pela concessão da bolsa.

À Janie, pelos ensinamentos e pela confiança.

Ao Pedro Nahoum, pela realização dos experimentos e pelas sugestões para o trabalho. A Suely, Mirinha, Deise, Lenira e Kiko, sempre prestativos.

Ao LABMIT/UERJ, Zuzu Bromélias e Jorge Gastin Júnior, pela doação das mudas.

Ao Claudimar e Cintia, pela ajuda e pelo convívio.

As bolsistas Priscilla, Andrezza, Rosana e Érica, pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

Aos laboratórios de Nutrição Mineral de Plantas, Microbiologia do Solo e Física do Solo, pela realização das análises.

Ao Sr. Acácio e Geisa, sempre prestativos nas análises.

Ao Detony, pela ajuda nos trabalhos de laboratório.

A todos os meus amigos, pelo agradável convívio.

À minha família, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

**SUMÁRIO**

RESUMO ..... vii

ABSTRACT ..... ix

1. INTRODUÇÃO ..... 01

2. REVISÃO DE LITERATURA ..... 04

2.1. Bromélias..... 04

2.2. Substrato ..... 07

2.3. Utilização fibra de coco como substrato ..... 11

2.4. Substrato para bromeliáceas ..... 13

2.5. Nutrição mineral de bromeliáceas ..... 14

2.6. Micorrizas 15

3. TRABALHOS 19

3.1. Cultivo de bromeliáceas em substrato de fibra de coco e esterco bovino ..... 19

3.1.1. Resumo ..... 19

3.1.2. Abstract ..... 21

3.1.3. Introdução ..... 23

3.1.4. Material e Métodos ..... 25
3.1.5. Resultados e Discussão ..... 28
3.1.6. Resumo e Conclusões ..... 43
3.1.7. Referências Bibliográficas ..... 45
Apêndice ..... 50
3.2. Nutrição e crescimento de bromélias cultivadas em fibra de coco em associação com fungos micorrízicos ..... 64
3.2.1. Resumo ..... 64
3.2.2. Abstract ..... 66
3.2.3. Introdução ..... 68
3.2.4. Material e Métodos ..... 70
3.2.5. Resultados e Discussão ..... 73
3.2.6. Resumo e Conclusões ..... 80
3.2.7. Referências Bibliográficas ..... 82
Apêndice ..... 85
3.3. Adubação nitrogenada e potássica em bromeliáceas cultivadas em fibra de coco e esterco bovino ..... 105
3.3.1. Resumo ..... 105
3.3.2. Abstract ..... 107
3.3.3. Introdução ..... 109
3.3.4. Material e Métodos ..... 111
3.3.5. Resultados e Discussão ..... 114
3.3.6. Resumo e Conclusões ..... 122
3.3.7. Referências Bibliográficas ..... 124
Apêndice ..... 127
3.4. Crescimento de bromélias de diferentes habitats colonizadas com fungos micorrízicos ..... 137

3.4.1. Resumo ..... 137
3.4.2. Abstract ..... 139
3.4.3. Introdução ..... 141
3.4.4. Material e Métodos ..... 143
3.4.5. Resultados e Discussão ..... 146
3.4.6. Resumo e Conclusões ..... 151
3.4.7. Referências Bibliográficas ..... 153
Apêndice ..... 156
4. RESUMO E CONCLUSÕES..... 161
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 163

## RESUMO

AMARAL, Tatiana Lima do; Eng. Agrônoma, D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Abril de 2007. Substratos com fibra de coco e inoculação com fungos micorrízicos no cultivo de bromélias**.** Orientadora: Janie Mendes Jasmim. Conselheiros: Luciana Aparecida Rodrigues, José Tarcísio Lima Thiébaut.

Foram realizados quatro experimentos com bromélias de interesse comercial para avaliar o efeito da fibra de coco, da adubação e da inoculação com fungos micorrízicos no crescimento e teor de nutrientes foliares destas. O primeiro experimento constituiu-se de dois fatoriais (2 x 9), sendo duas bromeliáceas cada (*Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii;* e *Vriesea gigantea, Neoregelia* Sheba) e nove substratos: $S_1$, substrato do produtor (15% de areia, 15% de carvão, 70% de esterco bovino) e do $S_2$ ao $S_9$ a composição dos substratos foi fibra de coco e esterco bovino: $S_2$ (30% e 70%); $S_3$ (40% e 60%); $S_4$ (50% e 50%); $S_5$ (60% e 40%); $S_6$ (70% e 30%); $S_7$ (80% e 20%); $S_8$ (90% e 10%) e $S_9$ (100% e 0%), em blocos casualizados, com quatro repetições e três plantas por parcela. O substrato $S_4$ foi o mais adequado para o cultivo de *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea.* Para N*eoregelia Sheba* todos os substratos podem ser utilizados com sucesso no cultivo. O segundo experimento constituiu-se de um fatorial [(2 x 3 x 3) + 2], sendo dois substratos (50% de fibra de coco + 50% de esterco, 100% de fibra de coco), três

doses de fósforo ((0; 50; 100 mg P $L^{-1}$); três associações micorrízicas (sem inoculação; *Acaulospora scrobiculatum* e inóculo misto), com dois tratamentos adicionais: Adicional 1 – substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica e Adicional 2 - substrato 100% de fibra de coco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica), em blocos casualizados, com quatro repetições e três plantas por parcela. Para *Aechmea blanchetiana* recomenda-se o cultivo em 50% de fibra de coco + 50% de esterco, 25 mg P $planta^{-1}$ e sem inoculação micorrízica; para *Orthophytum gurkenii* o cultivo em fibra pura, sem inoculação micorrízica e com 25 mg P $planta^{-1}$; para *Vriesea gigantea* cultivo em 50% fibra de coco + 50% esterco, sem adubação fosfatada e sem micorriza; para *Neoregelia* Sheba cultivo em 50% de fibra de coco + 50% de esterco, 25 mg P $planta^{-1}$ e inóculo misto. O terceiro experimento foi em esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro doses de nitrogênio (0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$) e quatro doses de potássio (0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$), em blocos casualizados, quatro repetições e duas plantas por parcela. Para *Aechmea* recomenda-se 305,1 mg N $planta^{-1}$; para *Orthopytum gurkenii* 250 mg N $planta^{-1}$*;* para *Neoregelia* Sheba 315 mg N $planta^{-1}$. As adubações nitrogenada e potássica não tiveram efeito sobre o crescimento de *Vriesea gigantea.* O quarto experimento constituiu um fatorial (4 x 3), sendo *Cryptanthus sinuosus, Dyckia pseudococcinea, Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Glomus macrocarpum* e Mistura), em blocos casualizados, quatro repetições e quatro plantas por parcela. A inoculação micorrízica não afetou o crescimento das bromeliáceas. Não foi observada nenhuma especificidade entre bromélias de diferentes *habitats* e fungos micorrízicos.

## ABSTRACT

AMARAL, Tatiana Lima do; Agronomist, D. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April 2007. Coconut fiber substrates and mycorrhyzal fungi inoculation on bromeliad growth. Supervisor: Janie Mendes Jasmim. Counsellors: Luciana Aparecida Rodrigues, José Tarcisio Lima Thiébaut.

Four experiments were carried out with bromeliads of commercial interest to evaluate the effect of coconut fiber, fertilization and mycorrhyzal fungi inoculation on their growth and leaf nutrient contents. The first experiment consisted of two factorial (2x9) experiments, with two bromeliads each (*Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea, Neoregelia* Sheba) and nine substrates ($S_1$, the substrate used by the grower which consisted of 15% sand, 15 % charcoal, and 70% cattle manure; from $S_2$ to $S_7$, the composition of the substrates was made up proportions of coconut fiber and cattle manure: $S_2$ (30% and 70%); $S_3$ (40% and 60%); $S_4$ (50% and 50%); $S_5$ (60% and 40%); $S_6$ (70% and 30%); $S_7$ (80% and 20%); $S_8$ (90% and 10%) e $S_9$ (100% and 0%)) in randomized blocks with four replications and three plants per plot. Substrate $S_4$ showed the best performance for *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea* growth among the coconut fiber substrates. All the substrates can be successfully used for *Neoregelia* Sheba growth. The second experiment was a factorial [(2 x 3 x 3) + 2], with two substrates (50%.coconut fiber + 50% cattle manure; 100% coconut fiber), three phosphorus dosages (0, 50 and 100 mg $L^{-1}$ of P) on the substrate and three mycorrhyzal associations (without inoculation,

*Acaulospora scrobiculatum;* mixed inoculum); two additional treatments were applied (Additional 1 - plants grown in 50% coconut fiber + 50% cattle manure without NPK fertilization and without mycorrhyzal inoculation; Additional 2 – plants grown in 100% coconut fiber without NPK fertilization and without mycorrhyzal inoculation); in a randomized block design with four replications and three plants per plot. For growing *Aechmea blanchetiana* the 50% coconut fiber + 50% cattle manure substrate, with 25 mg of P plant$^{-1}$, without mycorrhyzal inoculation is recommended. For growing *Orthophytum gurkenii* the 100% coconut fiber substrate without mycorrhyzal inoculation, with 25 mg of P plant$^{-1}$ is recommended. *Vriesea gigantea* showed higher growth in 50% coconut fiber + 50% cattle manure without P fertilization and without mycorrhyzal inoculation. The substrate 50% coconut fiber + 50% cattle manure is recommended for growing *Neoregelia* Sheba with 25 mg of P plant$^{-1}$ along with the mixed inoculum. The third experiment was a factorial (4x4) with four nitrogen and potassium levels (0; 375; 562.6 e 750 mg L$^{-1}$of N and 0; 468.8; 703.2 e 937.6 mg L$^{-1}$ of K), in randomized blocks, using four replications for *Aechmea blanchetiana* and *Neoregelia* Sheba and three replications for *Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea*, and two plants per plot. The fertilization with 305.1 mg plant$^{-1}$ of N was the most efficient for *Aechmea blanchetiana*; for *Orthophytum gurkenii* was 250 mg plant$^{-1}$ and for *Neoregelia* Sheba was 315 mg plant$^{-1}$; the N and K fertilization did not affect *Vriesea gigantea* plants. The fourth experiment was a factorial (4x3), with four bromeliad species (*Cryptanthus sinuosus*; *Dyckia pseudococcinea*; *Alcantarea vinicolor; Tillandsia polystachya*) and three mycorrhyzal associations (without inoculation; *Glomus* inoculum; a mixed inoculum) in a randomized block design with four replications and four plants per plot. The mycorrhyzal inoculation did not affect the growth of the bromeliads. No specificity was observed between plant species from different habitats and mycorrhyzal fungi inocula used.

# 1. INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae conta com quase 3.000 espécies e são plantas típicas das Américas. No Brasil encontra-se em todas as regiões, sendo a Mata Atlântica o maior centro de diversidade (Paula, 2001).

As bromélias são consideradas essenciais para a garantia da biodiversidade nos locais onde ocorrem. Sua roseta, tipo tanque em algumas espécies, forma um micro habitat para diversos grupos de organismos, o que lhes confere uma importante função ecológica (Oliveira et al., 1994). Além disso, ao longo da sucessão ecológica, muitas são consideradas como espécies pioneiras (Leme e Marigo, 1993).

No Brasil, o cultivo de flores e plantas ornamentais como atividade econômica vem se intensificando ao longo dos anos e está entre as que apresentam, no agronegócio, o maior índice de crescimento. De acordo com os dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Secex-Mdic), o Brasil exportou em 2006 US$ 29,6 milhões em flores e plantas ornamentais, representando um crescimento de 15% em relação às exportações desses produtos no ano de 2005. A participação dos dois maiores segmentos está estimada em 45,5% de mudas e 34,3% de bulbos, tubérculos e rizomas (Junqueira e Peetz, 2007). A floricultura emprega entre 15 e 20 trabalhadores por hectare, para obter uma renda entre R$ 50 a 100 mil $ha^{-1}$ $ano^{-1}$, apesar do baixo consumo per capita nacional (U$ 6.00) (Ibraflor, 2006).

A participação brasileira no mercado externo de flores é em torno de 0,3%, está focada na exportação de mudas de flores e plantas ornamentais, principalmente, crisântemos, rosas, orquídeas e bromélias (Ibraflor, 2006).

Hoje, no Brasil, as bromélias estão em pleno processo de popularização, sendo amplamente utilizadas em floricultura e paisagismo pela diversidade de exemplares com rara beleza e cores (Paula, 2000). Seu cultivo ganhou impulso entre produtores, sendo uma atividade economicamente rentável e uma boa opção na floricultura (Rocha, 2002).

Segundo estudo de Andrade & Demattê (1999), nas regiões Sul e Sudeste do Brasil encontram-se as maiores produção e comercialização de bromélias, sendo o Estado de São Paulo responsável por quase 70% da produção nacional, seguido por Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No Estado do Rio de Janeiro existem 26 produtores de bromélias concentrados, principalmente, na região Serrana do Estado. As bromélias são o segundo maior volume de produção dentro das plantas cultivadas em vaso (17,8 %) (EMATER, 2004).

Um dos fatores que mais afetam a produção e o desenvolvimento das bromeliáceas é o substrato. Um dos substratos utilizados para o seu cultivo é o xaxim, proveniente da espécie *Dicksonia sellowiana* Hook, também conhecida por samambaiaçu-imperial, xaxim-verdadeiro ou xaxim-bugio, de crescimento lento e em extinção, sendo sua extração proibida por lei (BRASIL, 2001). Outros substratos têm sido utilizados para o cultivo de plantas ornamentais, entre eles a fibra de coco.

A fibra de coco verde é um subproduto do uso e da industrialização da água de coco e gera em muitas regiões transtorno ao serviço de limpeza pública, pelo volume e pela dificuldade de decomposição desse material (Carrijo et al., 2002). A produção de substratos para a produção de plantas ornamentais a partir da utilização da fibra de coco é viável por este constituir um material inerte, apresentar alta porosidade, facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade.

Existem poucos trabalhos na literatura que relacionam nutrição mineral e tipos de substratos no crescimento de bromeliáceas. Benzing (1990) comenta que

o desenvolvimento lento dessas espécies está associado à escassez de nutrientes nos ambientes oligotróficos em que se desenvolvem na natureza.

Vários estudos com diferentes plantas de diversas famílias botânicas têm relacionado à associação de fungos simbiontes, promovendo aumento do crescimento e maior absorção de nutrientes às plantas micorrizadas.

A micorriza constitui uma associação simbiótica mutualista e não patogênica entre raízes de plantas e fungos específicos do solo (Smith e Read, 1997). A planta fornece carbono sintetizado (açúcares, aminoácidos) para o fungo, enquanto este capta nutrientes do solo e os transfere à planta (Silveira, 1992).

Os fungos micorrízicos ocorrem em quase todas as espécies vegetais e ecossistemas, constituindo uma regra e não exceção na natureza, e, de acordo com Smith e Read (1997), as bromeliáceas não fogem a essa regra. Matteo (2002) e Guillemin et al. (1997), trabalhando com fungos micorrízicos arbusculares em associação com uma espécie de bromélia (*Aechmea nudicaulis)* e abacaxi (*Ananas comosus*), respectivamente, observaram o efeito positivo da associação sobre a nutrição mineral e crescimento das plantas.

Em virtude de se desenvolver substratos baratos, ecológicos e de boa qualidade para produção de plantas ornamentais, além de ampliar a produção destas com a utilização de técnicas de manejo e nutrição mineral, o presente trabalho teve como objetivos:

- Comparar diferentes concentrações de fibra de coco e de esterco bovino na composição de substratos para o crescimento de bromeliáceas.
- Caracterização física e química dos materiais utilizados como substratos e das misturas de substratos.
- Avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares na colonização e no crescimento de bromeliáceas cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino.
- Avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação no crescimento de bromeliáceas e determinar faixas adequadas de teores de nutrientes.

# 2. REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1. Bromélias

### 2.1.1. Origem e Distribuição Geográfica

As bromélias tornaram-se conhecidas em 1493, quando Cristóvão Colombo observou que os nativos da ilha de Guadalupe nas Antilhas utilizavam uma planta muito saborosa como alimento, denominada por eles “Karatas”, hoje o tão conhecido abacaxi (*Ananas comosus*) (Paula, 2001).

No final do século XVII, um padre francês, Charles Plumier, resolveu dar a essas “Karatas”, o nome de *Bromélia*, em homenagem ao botânico Olaf Bromel. Em 1753, Carolus Linnaeus estabeleceu o gênero *Bromelia*, composto por 14 espécies (Paula, 2001).

As bromélias são plantas típicas das zonas tropicais e subtropicais das Américas. Habitam quase todos os ecossistemas observados desde o Chile até a parte sul dos Estados Unidos, a única exceção fica por conta da *Pticairnia feliciana*, exclusiva do Golfo da Guiné na África. Desse modo, podemos encontrar bromélias tanto ao nível do mar quanto em altitudes acima de 4.000 m e em zonas de elevada precipitação ou em áreas semi-áridas e até desérticas (Leme e Marigo, 1993).

No Brasil encontra-se em todas as regiões, com maior diversidade na região da Mata Atlântica, entre Santa Catarina e Bahia. Dos 54 gêneros e 2.900

espécies que constituem a família Bromeliaceae, 73% dos gêneros e mais de 40% das espécies ocorrem no Brasil (Paula, 2001).

### 2.1.2. Classificação Taxonômica

De acordo com Paula (2001), a classificação da família Bromeliaceae iniciou-se com Linnaeus, por meio do estabelecimento do gênero *Bromelia*, constituído de 14 espécies. Posteriormente, Jussieu, em 1789, estabeleceu a tribo Bromelia e a família Bromeliaceae.

Em termos taxonômicos a família Bromeliaceae é dividida em três subfamílias:

a) Subfamília Bromelioideae: agrupa 29 gêneros, sendo 20 encontrados no Brasil;
b) Subfamília Tillandsiodeae: 9 gêneros, sendo 7 encontrados no Brasil;
c) Subfamília Pitcairnioideae: 16 gêneros, 11 ocorrentes no Brasil.

As subfamílias são diferenciadas pela análise comparativa de suas estruturas reprodutivas.

### 2.1.3. Botânica e Morfologia

Segundo Cândido (1995, 1996), as bromélias são classificadas como monocárpicas perenes. Durante o ciclo vital, que pode variar de alguns meses a muitos anos, de acordo com a espécie e/ou condições ambientais, o indivíduo floresce e frutifica somente uma vez. A propagação vegetativa é uma estratégia comum na família e constitui a forma mais rápida de obtenção de mudas, pois a propagação sexuada em algumas espécies é muito demorada, podendo levar anos.

As folhas das bromélias possuem distribuição alterna espiralada e os entrenós são muito curtos, dando à planta uma forma característica de roseta. Em geral, o caule fica totalmente envolvido pelas folhas, e a formação em roseta possibilita o acúmulo de água e detritos por esses vegetais, em uma estrutura denominada tanque ou cisterna. Os tricomas foliares desempenham importante função na absorção de água e nutrientes. Estas estruturas são formadas por pêlos peltados (escamosos), com um escudo central de células, circundado por um anel de células mortas, com paredes espessadas. Além da função de

absorção, os tricomas, em espécies xerofíticas, são importantes na reflexão da luz e na proteção da planta contra a transpiração excessiva (Reitz, 1983; Benzing, 1990).

A maioria das bromélias epífitas possui tanque e nessas os pêlos escamosos estão localizados, principalmente, na bainha foliar para onde são conduzidos a água da chuva e gotas de orvalho. A coloração cinzenta das folhas das espécies epífitas é devida à abundância de pêlos peltados que as revestem (Reitz, 1983).

De acordo com o habitat, as bromélias podem ser classificadas em três grupos (Paula, 2001):

- Terrestres: crescem na terra, assim como as espécies dos gêneros *Ananas e Bromelia.*
- Rupícolas: crescem sobre rochas, como algumas espécies dos gêneros *Dyckia e Alcantarea*.
- Epífitas: crescem em árvores, por exemplo, as espécies dos gêneros *Vriesea e Tillandsia*.

De acordo com Magalhães (1979), as bromélias, com exceção das espécies com mecanismo facultativo, são plantas que apresentam reações de assimilação do carbono do tipo CAM (Metabolismo Ácido Crassuláceos). O ganho de $CO_2$ da atmosfera ocorre à noite. Este é conservado sob a forma de malato, sendo descarboxilado durante o dia em presença de maior fluxo de energia na folha, sob a forma de NADP e ATP. Este mecanismo aumenta a eficiência no uso da água, proporcionando uma elevada vantagem na sobrevivência em ambientes secos.

A família Bromeliaceae está entre as poucas famílias de plantas em que a polinização por vertebrados predomina sobre a polinização por insetos. A grande maioria das espécies é polinizada por beija-flores, que são atraídos pelas brácteas vistosas e coloridas, além do néctar abundante. Os morcegos Phyllostomideos são os segundos agentes polinizadores em importância para Bromeliaceae, sendo encontradas na família muitas espécies que apresentam odor forte, principalmente à noite, e néctar copioso (Sazima et al., 1989). Também são relatados, com menos freqüência, alguns casos de polinização por borboletas, abelhas e besouros (Bernadello et al., 1991).

A dispersão está diretamente relacionada aos dois diferentes tipos de frutos ocorrentes na família: quando cápsulas, as sementes são providas de apêndices especializados na dispersão pelo vento; quando bagas, estas são coloridas e suculentas e as sementes são lisas, desprovidas de apêndices, sendo a dispersão feita por animais.

Quanto a sua morfologia, Reitz (1983) e Paula (2001) destacam que as bromélias possuem:

a) Raízes: nas bromélias epífitas as raízes servem principalmente como elemento de fixação, pois a nutrição é realizada pelas escamas das folhas.
b) Caule: estrutura em geral muito reduzida, esbranquiçada e dura, de onde surgem as raízes, os brotos laterais e as folhas. Algumas espécies o possuem semelhante ao estolão.
c) Folhas: é alongada e constituída de lâmina e bainha. Pode ter espinhos nas margens ou não. São revestidas por escamas, que em algumas espécies conferem-lhe aspecto cinza-prateado, devido à sua abundância. A sobreposição das bainhas foliares, forma, na grande maioria das espécies, uma cisterna, também denominada de copo ou tanque, onde se acumula a água da chuva ou de irrigação e de detritos vegetais em decomposição. Nas cisternas forma-se uma fauna diversificada, algumas vezes com espécies encontradas unicamente nas cisternas de bromeliáceas.
d) Inflorescência: simples ou composta, apresentando, em geral, brácteas coloridas.
e) Flor: é completa, possuindo cálice, corola, androceu e gineceu.
f) Fruto: baga, cápsula e infrutescência.
g) Sementes: podem ser lisas, com apêndices não-plumosos ou com apêndices plumosos.

## 2.2. Substrato

O termo substrato está relacionado ao cultivo em recipientes, sendo definido como o meio físico onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo (Kämpf, 2000b). O substrato fornece sustentação para as plantas, regulando a disponibilidade de nutrientes e água para as raízes, permitindo a troca de gases (Minami, 2000; Kampf, 2000a; Hartmann e Kester, 1975; Pasian,

1997). Pode ser formado por um só material ou pela mistura de diversos materiais. Os substratos devem apresentar características semelhantes ou superiores às do solo (Gonçalves, 1992; Kämpf, 2000a).

Minami (2000) relata como vantagens do cultivo em substrato a possibilidade de cultivo em áreas restritas com melhor monitoramento da irrigação e adubação e deste poder ser manuseado, melhorado e reutilizado após desinfestação.

É esperado como característica de um substrato, ser de fácil disponibilidade, baixo custo, possuir boa capacidade de retenção de água e boa drenagem, ser isento de propágulos de plantas daninhas e microorganismos nocivos, não deve possuir substâncias tóxicas, deve apresentar estabilidade físico-química e ser inodoro (Gonçalves, 1992; Minami, 2000).

Nenhum substrato por si só é ideal, pois nem sempre é possível reunir todas as características desejáveis num só material, fazendo-se necessário o uso de diversos materiais em mistura (Martinez, 2002).

Os substratos podem ser de origem animal (esterco, farinha de sangue, farinha de chifre), mineral (vermiculita, calcário, cinasita, areia, granito, perlita, pedra pomes, terra), sintética (isopor, lã de rocha, espuma fenólica) e vegetal (turfa, esfagno, carvão, bagaços, fibra de coco, fibra de xaxim, tortas, cascas de árvores, casca de arroz carbonizada ou natural). Também podem ser utilizados: lodo de esgoto, composto de lixo domiciliar urbano, argila expandida, serragem, acículas de pinus, vermicomposto (Röber, 2000; Kämpf, 2000a, 1992; Martinez, 2002).

As características de um substrato são resultantes de suas propriedades físicas e químicas. Entre as propriedades físicas destacam-se a densidade, porosidade e a disponibilidade de ar e água. As propriedades químicas incluem o pH, capacidade de troca de cátions e salinidade.

### 2.2.1. Características Físicas

As propriedades físicas constituem um conjunto de características que descrevem o comportamento de um substrato em relação à porosidade, determinação das frações sólida, líquida e gasosa e quantidade de água e de ar

que será disponível à planta. Estas características influenciam na absorção e nutrição da planta e respiração radicular (Martinez, 2002).

Kämpf (1992; 2000b) e De Boodt e Verdonck (1972) recomendam que as características físicas de um substrato devem proporcionar elevada capacidade de retenção de água e liberação conforme a demanda da planta; capacidade de manter o conteúdo de água, mesmo a baixas tensões; baixa densidade aparente; alta porosidade; elevada condutividade hidráulica; permitir trocas gasosas e o

### 2.2.2. Características Químicas

Em relação às propriedades químicas existem dois tipos de substratos, os quimicamente ativos, com a propriedade de disponibilizar e/ou adsorver cátions na fase sólida, como os substratos que possuem componentes orgânicos; e os substratos com materiais com atividade praticamente nula ou inexistente. A atividade química baixa ou nula do substrato pode proporcionar a não alteração da solução de nutrientes, mantendo seu equilíbrio iônico (Martinez, 2002; Rosa et al., 2002).

O pH pode influenciar tanto na disponibilidade de nutrientes como na biologia dos microrganismos do substrato. Nos solos minerais a faixa de pH, onde há maior disponibilidade de nutrientes, está entre 6 e 7, em substratos a base de componentes orgânicos a faixa recomendada está em média 0,5 a 1,0 unidade abaixo da do solo mineral (Kämpf, 2000b; Kämpf, 2000a).

Segundo Kämpf (2000a), valores de pH menores que 4,5 para substratos são considerados extremamente baixos. Valor muito baixo de pH pode causar desequilíbrios fisiológicos nas plantas, afetando a disponibilidade dos nutrientes. Em meios com pH abaixo de 5,0 podem aparecer sintomas de deficiência de N, K, Ca, Mg e B, enquanto em pH acima de 6,5 poderá ocorrer problemas com a disponibilidade de P e dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu. O pH recomendado para o cultivo de bromélias deve estar entre 4,5 e 5,0. No entanto, Amaral et al. (2003) e Jasmim et al. (2006) não tiveram problemas com o crescimento das espécies de bromélias *Quesnelia quesneliana* e *Cryptanthus sinuosus,* respectivamente, quando cultivadas em fibra de coco com pH 3,64, recebendo adubações foliares.

A capacidade de troca de cátions (CTC) do substrato é a propriedade de suas partículas de adsorver e trocar cátions. Os nutrientes retidos nos pontos de troca estão protegidos contra a fácil lixiviação. A utilização de substratos com alta CTC é de grande interesse porque aumentará a eficiência das adubações, maior quantidade de nutrientes é retida, com posterior liberação destes para as plantas. O ideal é ter um substrato com alta CTC, funcionando como um reservatório de nutrientes disponíveis para as plantas. Quanto maior a CTC, menor pode ser a frequência de aplicação de fertilizantes. A CTC é afetada pelo tamanho das

partículas do substrato, quanto menor a partícula, maior a superfície específica, mais pontos de troca (Kämpf, 2000a; Minami, 2000).

Porém, nem sempre os substratos apresentam concentrações ideais de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, sendo necessário o aumento do

O mesocarpo de coco constitui o material fibroso entre o exocarpo e o endocarpo e é constituído por fibras longas e resistentes, usadas para a produção de escovas, estofamento de carros, barbante; as fibras curtas estão sendo muito utilizadas na horticultura como substrato (Rosa et al., 2002; Abad et al., 1997).

Em alguns trabalhos faz-se a recomendação de lavagem ou imersão da fibra de coco por dias em água renovada diariamente antes de usá-la, para eliminar o tanino e o excesso de sais solúveis (Bezerra e Rosa, 2002).

Jasmim et al. (2006) e Amaral et al. (2003) não observaram nenhum tipo de problema no crescimento das espécies de bromélias *Quesnelia quesneliana* e *Cryptanthus sinuosus,* respectivamente, cultivadas em fibra de coco sem lavagem prévia.

Entretanto, quanto ao efeito do tanino sobre o crescimento das plantas, Booman (2000) cita que a vantagem da serragem de sequóia está no alto teor de tanino, que por sua vez impede o ataque de insetos e a decomposição por fungos deste substrato.

Muitos produtores estão utilizando a fibra de coco em combinação com outros materiais na composição de substratos, mas bons resultados foram observados quando se utilizou a fibra sozinha para o cultivo de gérbera na Holanda, orquídeas e antúrios na Costa Rica e Brasil, cravos na Colômbia, entre outros (Pizzano, 2001).

Allera et al. (2000), trabalhando com rosas cultivadas em vasos com fibra de coco e areia de diferentes granulometrias, observaram que as plantas cultivadas em fibra de coco apresentaram maior produção e melhor qualidade de colheita para comprimento e peso de haste. E as melhores taxas de enraizamento também foram observadas na fibra de coco.

A fibra de coco possui muitas características que a torna igual ou superior a turfa. Um estudo foi realizado para comparação dos dois substratos para o cultivo de *Dracaena marginata* e *Spathiphyllum* em casa de vegetação, os autores concluíram que a fibra de coco foi um bom substituto para a turfa (Stamps e Evans, 1999).

Estudando o crescimento de *Dieffenbachia amoena, Epipremnum pinnatum* e *Schefflera arborícola,* folhagens ornamentais, Abad et al. (1997) constataram que é viável o uso de substratos à base de fibra de coco como substrato para este grupo de plantas pelo fato de apresentarem maior peso fresco

da parte aérea quando comparado com o cultivo em mistura da casca coco e turfa.

Pryce (1991) e Prasad (1997), em experimentos para avaliar as propriedades físicas, químicas e microbiológicas da fibra de coco, observaram que a adição da fibra de coco ao pó de coco aumentou o espaço poroso, mas reduziu a capacidade de retenção de água. Assim, proporções da mistura de fibra de coco ao pó de coco devem ser determinadas em testes preliminares para se obter a proporção ideal que aumente a porosidade sem haver perda da capacidade de retenção de água do substrato.

Abad et al. (2002) relatam que a fibra de coco apresenta uma alta relação carbono/nitrogênio (C/N) quando comparada com a turfa, devido aos baixos teores de nitrogênio apresentado pela fibra de coco. A relação C/N da fibra de coco mencionada na literatura está em torno de 60:1, sendo variável de acordo com a fonte (Lemaire, 1997). Arenas et al. (2002) encontraram valores de relação C/N para fibra de coco de 117:1.

### 2.4. Substrato para bromeliáceas

O substrato para bromeliáceas deve ser bem drenado, arejado, não compactado e levemente ácido para permitir bom desenvolvimento do sistema radicular (Paula, 2001).

Segundo Kämpf (1992), o cultivo de bromélias epífitas exige substratos de baixa densidade, alta permeabilidade e aeração. A adição de matéria orgânica ao substrato pode melhorar estas características. Misturas com solo mineral podem ser usadas para o cultivo em recipientes, desde que sejam adicionados condicionadores para diminuir o peso e/ou aumentar a porosidade do substrato.

Quando cultivadas em vasos, as raízes das bromélias epífitas retomam suas funções de absorção de nutrientes e água, levando à necessidade de se encontrar um substrato com características que atendam as atuais funções das raízes. Assim, vários substratos têm sido estudados para o cultivo de bromeliáceas. A argila expandida rígida (cinasita), por exemplo, é empregada como substrato para bromélias, possui baixa densidade e reduzido teor de sais solúveis, mas é um substrato pobre em nutrientes, havendo necessidade de adubação (Kämpf, 1995).

Em estudos sobre efeitos de diferentes substratos na produção de *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker, Kanashiro (1999) obteve os melhores resultados com os substratos formulados com casca de pinus, casca de eucalipto, fibra de coco ou coxim, turfa e perlita.

*Tillandsia gardneri* apresentou bom desenvolvimento quando cultivada em substratos constituídos de 45% de pó de xaxim + 45% de fibra de coco + 10% de húmus de minhoca; 45% de fibra de coco + 45 % de casca de pinus + 10% de húmus de minhoca e mais dois substratos constituídos por fibra de coco (Demattê, 2001).

Rodrigues (2003) observou melhores resultados do crescimento de mudas de *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, provenientes de germinação *in vitro,* no substrato constituído de 50% de terra e 50% de casca de arroz carbonizada.

O cultivo de plantas do gênero *Cryptanthus*, que apresenta raízes pouco profundas, é realizado em diferentes substratos, desde que na sua composição haja a presença de matéria orgânica (Cândido, 1996).

Jasmim et al. (2006) e Amaral et al. (2003), em trabalhos avaliando a utilização da fibra de coco lavada e não lavada como substrato para bromeliáceas, observaram que a fibra de coco constitui um bom substrato por apresentar estrutura física bastante uniforme, alta porosidade, baixa densidade e boa retenção de água.

## 2.5. Nutrição mineral de bromeliáceas

Dentre as espécies de bromeliáceas, a mais conhecida e estudada é o abacaxi (*Ananas comosus).* O abacaxizeiro é uma planta muito exigente em nutrientes, principalmente, N e K. Acredita-se que o nitrogênio seja absorvido pelo abacaxizeiro, preferencialmente, como $NH_4^+$, entretanto, a pulverização foliar com uréia pode ser usada como adubação complementar (Malavolta et al., 1997).

As bromélias absorvem nutrientes de acordo com seu hábito. Espécies terrestres adquirem os nutrientes via absorção pelas raízes em contato com o solo; as epífitas adquirem os nutrientes da água da chuva e de partículas provenientes da atmosfera pelos tricomas, um anexo epidérmico localizado na base das folhas. O sistema tanque é a denominação do mecanismo que

armazena água, o fitotelmo. As espécies chamadas atmosféricas, pertencentes ao gênero *Tillandsia*, são plantas epífitas que não apresentam tanque e absorvem água e nutrientes diretamente da atmosfera através dos tricomas foliares, que são muito desenvolvidos e numerosos (Leme e Marigo, 1993; Kämpf, 1992; Benzing, 1990).

As bromélias formadoras de tanque são capazes de acumular água e matéria orgânica tanto de origem vegetal quanto animal. Após a decomposição deste material os nutrientes liberados por eles podem ser absorvidos pelos tricomas foliares (Benzing e Renfrow, 1974). A importância das raízes na absorção de nutrientes nas bromélias formadoras de tanque ainda é pouco conhecida (Nievola e Mercier, 1996). As raízes das espécies de bromélias epífitas possuem como principal função a sustentação e para absorção de água e nutrientes utilizam os tricomas foliares (Benzing, 1990).

A existência de exemplares de bromeliáceas em ambientes secos e pouco férteis sugere que as bromélias e plantas de habitat similar possuem um mecanismo efetivo para acumular e utilizar os minerais com alta eficiência (Benzing e Renfrow, 1974). Além do mais, alguns gêneros, como *Neoregelia* e *Billbergia*, quando adubadas com formulações ricas em nitrogênio, podem perder o colorido das folhas (Paula, 2001).

Nievola e Mercier (1996) observaram que em *Vriesea fosteriana,* espécie de bromélia rupícola formadora de tanque, as folhas são responsáveis pela maior parte da assimilação do nitrato, mas as raízes também devem ser consideradas ativas na absorção de nutrientes, sugerindo que uma adubação radicular aliada à foliar permitiria um estímulo ao crescimento desta espécie.

## 2.6. Micorrizas

O termo micorriza vem do grego, “mykes” que significa fungo e “rhiza” raiz. As evidências sobre micorrizas datam de 1840 e constituem uma associação simbiótica mutualista e não patogênica entre raízes de plantas e fungos específicos do solo (Smith e Read, 1997), que estabelecem uma série de inter-relações biotróficas. A planta fornece carbono sintetizado (açúcares, aminoácidos) ao fungo e este absorve nutrientes do solo e os transfere a planta através da sua rede de hifas externas (Silveira, 1992).

As associações micorrízicas ocorrem em 83% das dicotiledôneas, 79% das monocotiledôneas e praticamente em todas as gimnospermas (Marschner, 1995). As famílias das Cruciferae, Cyperacea, Chenopodiacea e Proteacea normalmente não formam associações micorrízicas, sendo denominadas plantas não micotróficas. As espécies que crescem somente na presença da simbiose micorrízica são chamadas de micotróficas obrigatórias (Silveira, 1992).

Existem três tipos de micorrizas: ectomicorrizas, endomicorrizas e ectendomicorrizas. Nas ectomicorrizas, a raiz do hospedeiro é recoberta externamente por um manto espesso de hifas, e a penetração do micélio interno no córtex da raiz é sempre intercelular, formando a rede de Hartig (Smith e Read, 1997). Wilcox (1991) cita que estas ocorrem principalmente em raízes de plantas lenhosas e ocasionalmente em plantas herbáceas e gramíneas perenes. As endomicorrizas caracterizam-se pela ausência do manto de hifas ao redor das raízes, mas com penetração inter e intracelular do micélio interno nas células do córtex. Há três tipos de endomicorrizas: ericóide, orquidóide arbuscular. A micorriza arbuscular é a mais comum entre as micorrizas. A ectendomicorriza é uma forma de transição entre ecto e a endomicorriza. As raízes das plantas são recobertas externamente pelo manto de hifas que pode ser reduzido ou mesmo ausente, a rede de Hartig é bem desenvolvida e a penetração do micélio é intra e intercelular (Silveira, 1992; Sylvia, 1999).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são caracterizados pela formação de três estruturas: arbúsculos, hifas e vesículas. Os arbúsculos são estruturas formadas pela ramificação das hifas, que penetram nas células do córtex e são responsáveis pela transferência de nutrientes entre os simbiontes. As vesículas são globulares, ocorrem intra e extracelular com a função de reserva e armazenamento, e as hifas, que podem ser internas e externas à raiz, são responsáveis pela absorção e transporte de nutrientes, sendo as hifas externas as responsáveis pela absorção de nutrientes e água, por estarem em contato direto com o solo (Gianninazzi et al., 1983, citado por Ramos, 2001).

Na associação micorrízica a interação tem início com a hifa surgida dos esporos ou de raízes adjacentes colonizadas, entra em contato com a superfície da raiz e se diferencia para formar o apressório, que é a via de penetração na raiz. Dentro da raiz, o fungo pode crescer inter e intracelularmente ao longo do córtex, mas não atinge a região meristemática e o tecido vascular. O fungo cresce

internamente na raiz e ainda mantém o micélio externo que se ramifica no solo. A hifa externa absorve nutrientes e os transporta para estruturas internas e estes posteriormente são liberados na raiz da planta hospedeira (Smith e Read,1997).

O fungo não penetra por lugares danificados da raiz e nem onde o córtex está rachado pela emergência de uma raiz lateral, indicando que o fungo necessita de um sítio fisiologicamente funcional para que haja a penetração (Silveira, 1992).

Como benefícios da associação tem-se, maior absorção de nutrientes, principalmente nutrientes de baixa mobilidade como o P, e também maior absorção de N, S, Zn, Cu e Mn; maior absorção de água; tolerância ao estresse hídrico, a doenças; aumento na taxa fotossintética; maior crescimento das plantas e produção de fitormônios; melhor estruturação do solo e melhor crescimento do sistema radicular (Smith e Read, 1997; Silveira, 1992).

A maior concentração de nutrientes na planta micorrizada é atribuída ao aumento na superfície de absorção do sistema radicular pelo crescimento das hifas externas. Além disso, o estreito diâmetro das hifas permite seu crescimento dentro dos pequenos poros do solo, às vezes, não acessíveis às raízes das plantas; às interconexões fúngicas, que aumentam a transferência de nutrientes entre plantas (Stürmer, 1999); ao aumento no transporte primário de prótons e ao aumento na atividade de fosfatases na superfície das raízes, que aumentam a mineralização da matéria orgânica do solo (Silveira, 1992; Smith e Read, 1997; Ramos, 2001).

A associação micorrízica estimula o crescimento vegetal, como conseqüência do seu efeito sobre a nutrição mineral da planta. Plantas micorrizadas possuem maior peso da matéria seca da parte aérea em relação ao peso da matéria seca da raiz, devido à menor transferência de fotoassimilados da parte aérea para a raiz. O P é o nutriente mais absorvido pelas micorrizas. Assim como as raízes, as micorrizas também absorvem o P solúvel (disponível) do solo (Silveira, 1992).

Matteo (2002), em trabalho com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), em associação com bromélias, relata que *Aechmea nudicaulis*, espécie de bromélia epífita, inoculada com *Entrophospora colombiana* aumentou sua concentração interna de P e apresentou maior crescimento.

Guillemin et al. (1997) observaram que fungos micorrízicos arbusculares, especialmente do gênero *Glomus*, afetaram positivamente a nutrição mineral, o crescimento e o teor de pigmentos fotossintéticos de plantas de abacaxi propagadas *in vitro,* quando cultivadas *ex vitro.*

# 3. TRABALHOS

## 3.1. CULTIVO DE BROMELIÁCEAS EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO E ESTERCO BOVINO

### 3.1.1. RESUMO

O trabalho objetivou avaliar o efeito de substratos com diferentes proporções de fibra de coco e esterco bovino sobre os teores foliares de nutrientes e crescimento de quatro bromeliáceas comparados ao substrato utilizado pelo produtor. Foram realizados dois experimentos fatoriais (2 x 9); no primeiro experimento avaliou-se o híbrido *Aechmea ramosa x fulgens* e a espécie *Orthophytum gurkenii* e nove substratos: $S_1$, o substrato utilizado pelo produtor composto de 15% de areia, 15% de carvão e 70% de esterco bovino curtido; do $S_2$ ao $S_9$ a composição dos substratos foi fibra de coco e esterco bovino curtido, nas proporções: $S_2$ (30% e 70%); $S_3$ (40% e 60%); $S_4$ (50% e 50%); $S_5$ (60% e 40%); $S_6$ (70% e 30%); $S_7$ (80% e 20%); $S_8$ (90% e 10%) e $S_9$ (100% e 0%), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. No segundo experimento avaliou-se a espécie *Vriesea gigantea* e o híbrido *Neoregelia* Sheba e os mesmos

nove substratos utilizados no experimento um; em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. Nos substratos foram determinados: retenção de umidade; densidade aparente, densidade real, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, pH, condutividade elétrica e teores de nutrientes. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos contendo 0,5 L de substrato. O período de cultivo foi de dez meses para o primeiro experimento e de oito meses para o segundo experimento. Avaliou-se: número de folhas, altura das plantas, teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, $NO_3^-$, Cl, Na, Fe, Mn, Zn e Cu; área superficial, comprimento e diâmetro radicular. O substrato $S_4$ apresentou melhor desempenho entre os substratos com fibra de coco para o cultivo de *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea.* Para N*eoregelia Sheba* todos os substratos podem ser utilizados com sucesso no cultivo.

## 3.1.2. ABSTRACT

The present paper aimed to evaluate the effect of substrates with different proportions of coconut fiber and cattle manure, compared to the substrate used by the grower, on the growth and leaf nutrient content of four bromeliads. Two factorial experiments (2 x 9) were carried out; on the first one, the hybrid *Aechmea ramosa x fulgens* and the species *Orthophytum gurkenii* and nine substrates were evaluated: $S_1$, the substrate used by the grower which consisted of 15% sand, 15 % charcoal, and 70% cattle manure; from $S_2$ to $S_7$, the composition of the substrates was made up of proportions of coconut fiber and cattle manure: $S_2$ (30% and 70%); $S_3$ (40% and 60%); $S_4$ (50% and 50%); $S_5$ (60% and 40%); $S_6$ (70% and 30%); $S_7$ (80% and 20%); $S_8$ (90% and 10%) e $S_9$ (100% and 0%); in a randomized block design, with four replications and three plants per plot. On the second experiment, the species *Vriesea gigantea* and the hybrid *Neoregelia* Sheba were evaluated, with the same substrates as in experiment one, in randomized blocks, with four replications and three plants per plot. Water retention, bulk and particle density, total porosity, macro and micro porosity, pH, electric conductivity and nutrient contents were determined on the substrates. The plants were grown in plastic containers holding 0.5 L of substrate. The growth period was of ten months for the first experiment, and eight for the second one; the number of leaves, plant height, N, P, K, Ca, Mg, S, $NO_3^-$, Cl, Na, Fe, Mn, Zn and Cu;.leaf contents; root length, diameter and superficial area were determined. Substrate $S_4$ showed the best performance for *Aechmea ramosa x fulgens,*

*Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea* growth among the coconut fiber substrates. All the substrates can be successfully used for growing *Neoregelia* Sheba.

## 3.1.3. INTRODUÇÃO

No Brasil, as bromélias estão em processo de popularização (Paula, 2000). Seu cultivo ganhou impulso entre produtores, sendo uma atividade economicamente rentável e uma boa opção na floricultura. O comércio e a produção de bromélias tem crescido nos últimos anos, devido à sua utilização em projetos paisagísticos, graças à sua grande beleza, resistência e praticidade no manuseio (Rocha, 2002). O crescente aumento na produção comercial de bromélias traz vantagens tanto para o produtor, que tem um aumento na renda, quanto para o meio ambiente, reduzindo o extrativismo predatório de algumas espécies que se encontram em extinção (Melo, 1996).

Um dos fatores que mais afetam a produção e o desenvolvimento das bromeliáceas é o substrato. Segundo Kämpf (1992), o cultivo de bromélias exige substratos de baixa densidade, alta aeração e boa drenagem. Dificilmente se encontra um material com todas essas características para atender às condições de ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas, fazendo-se necessário o uso de diversos materiais, de origem orgânica ou mineral, em mistura, para melhorar as propriedades físicas e fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento destas (Minami, 2000; Negreiros et al., 2004).

Em levantamento sobre a produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste, Andrade e Demattê (1999) verificaram que casca de pinus, areia e xaxim são os mais utilizados na composição dos substratos, variando nas proporções de 30 a 100%.

Atualmente há uma grande preocupação com a não utilização de substratos obtidos por extrativismo, substituindo-os por materiais alternativos, como resíduos de outras atividades. Diversos materiais têm sido utilizados com este intuito, entre eles destaca-se a fibra de coco.

A fibra de coco é um subproduto do uso e da industrialização da água de coco e gera em muitas regiões transtorno ao serviço de limpeza pública pelo volume e pela dificuldade de decomposição deste material (Carrijo et al., 2002). Segundo Rosa et al. (2001), 85% do peso bruto do coco são considerados lixo.

A utilização da fibra de coco é viável por constituir um material inerte e com alta porosidade. A facilidade de produção, baixo custo e grande disponibilidade são vantagens adicionais apresentadas por este substrato, além de constituir um material biodegradável. É um meio 100% natural, indicado para a germinação de sementes, cultivo de hortaliças e flores (Rosa et al., 2002).

Existem poucos trabalhos na literatura que relacionam nutrição mineral e tipos de substratos no crescimento de bromeliáceas.

Devido a necessidade de se desenvolver substratos baratos, ecológicos e de boa qualidade para produção de bromeliáceas, além de ampliar a produção destas com a utilização de técnicas de manejo e nutrição mineral, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de substratos com diferentes proporções de fibra de coco e esterco bovino sobre o crescimento e teor de nutrientes de quatro bromeliáceas comparados ao substrato utilizado pelo produtor e determinar os teores foliares de nutrientes nas plantas em função dos substratos utilizados.

## 3.1. 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada a resposta de duas espécies e de dois híbridos de bromélias a diferentes substratos, em dois experimentos fatoriais (2 x 9). No primeiro experimento foram avaliados o híbrido *Aechmea ramosa x fulgens* e a espécie *Orthophytum gurkenii* em nove substratos, sendo $S_1$, o substrato utilizado pelo produtor composto de 15% de areia, 15% de carvão e 70% de esterco bovino curtido; do $S_2$ ao $S_9$ a composição dos substratos foi fibra de coco e esterco bovino curtido, nas proporções: $S_2$ (30% e 70%); $S_3$ (40% e 60%); $S_4$ (50% e 50%); $S_5$ (60% e 40%); $S_6$ (70% e 30%); $S_7$ (80% e 20%); $S_8$ (90% e 10%) e $S_9$ (100% e 0%), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. No segundo experimento avaliou-se a espécie *Vriesea gigantea* e o híbrido *Neoregelia* Sheba em nove substratos (os substratos foram os mesmos utilizados no primeiro experimento), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela.

Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação com cobertura de plástico leitoso (150 $\mu$), em área de produção no município de Maricá – RJ (latitude sul 22º 55’ 10’’, longitude oeste 42º 49’ 07’’). As plantas foram cultivadas em vasos plásticos contendo 0,5 L de substrato.

As mudas dos dois experimentos foram originárias de sementes, exceto as mudas de *Neoregelia* Sheba, que foram obtidas por propagação vegetativa (brotações laterais), sendo que todas foram fornecidas pelo produtor.

O período de cultivo foi de dez meses para o primeiro experimento e de oito meses para o segundo experimento. As avaliações, análises das plantas, análise dos substratos e todos os tratos culturais foram os mesmos para os dois experimentos. Avaliou-se: número de folhas e altura de todas as plantas, uma planta de cada parcela foi submetida a avaliações destrutivas para obtenção do peso da massa seca das folhas e das raízes, teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, S, $NO_3^-$, Na, Cl, Fe, Mn, Zn e Cu; área superficial, comprimento e diâmetro das raízes pelo programa Quant Root (UFV). O restante das plantas permaneceu na área de produção para comercialização.

As análises químicas das folhas das plantas foram realizadas após secagem em estufa com ventilação forçada a 70$^oC$, por 72 horas, e trituração em moinho Wiley, com peneira de 20 mesh e, em seguida, procedeu-se à digestão sulfúrica e nitroperclórica, separadamente (Malavolta et al., 1997; Jones Jr. et al., 1991). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), para o $NO_3^-$ utilizou-se a metodologia descrita por Cataldo et al. (1975). O P foi determinado pela redução do complexo fosfo-molibdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974); Cl por titulometria (Malavolta et al., 1997); S por turbidimetria; K e Na por espectrofotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Nos substratos, antes do plantio, foram determinados: retenção de umidade (Bordas et al., 1988); densidade aparente pelo método da proveta (Barreto et al., 1997), densidade real pelo método do balão volumétrico (Kiehl, 1979), porosidade total (Kiehl, 1979), macroporosidade e microporosidade pelo método da mesa de tensão (Oliveira e Paula, 1983), pH e condutividade elétrica (CE) em água, como para solos (Silva, 1999) e extração de nutrientes, utilizando-se os extratores tradicionalmente empregados para solo (HCl 0,05 N e $H_2SO_4$ 0,025N), KCL 1N, e água desionizada (Warncke, 1990).

A fibra de coco usada nos substratos foi preparada como descrito por Amaral et al. (2003). As plantas foram fertirrigadas semanalmente com solução de 1 g $L^{-1}$ da formulação Peters 15-5-15 N-P-K, correspondendo a aproximadamente 0,2 g $m^{-2}$ por adubação. O sistema de irrigação e a freqüência de irrigação, assim como todos os demais tratos culturais foram os mesmos utilizados pelo produtor no restante da área.

A análise estatística, nos dois experimentos, foi realizada com o programa SAEG (UFV, 2007), analisando-se o contraste entre o substrato do produtor ($S_1$) e os demais substratos com percentuais de fibra de coco ($S_2$ ao $S_9$). A análise de regressão para os substratos com percentuais de fibra de coco foi realizada com o programa SANEST (Sarriés et al., 1992), ao nível de 5% de significância.

## 3.1. 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1.5.1. Crescimento e teores de nutrientes nas plantas

As análises do contraste entre o substrato do produtor ($S_1$) e os substratos com fibra de coco ($S_2$ a $S_9$) mostraram que em *Aechmea ramosa x fulgens*, as plantas no $S_1$ (produtor) apresentaram maior número de folhas, altura e peso da massa seca foliar (Quadros 1A, 5A). Os maiores teores foliares de P e Na ocorrem nas plantas cultivadas nos substratos com fibra de coco (Quadro 6A). Não houve efeito significativo entre o $S_1$ e os substratos com fibra para as características radiculares e para os demais teores de nutrientes (Quadros 1A, 3A). As análises de regressão que compararam os substratos $S_2$ a $S_9$ mostrou que em *Aechmea ramosa x fulgens* a adição crescente de fibra ao substrato causou aumento do número de folhas até o percentual de 50% ($S_4$), havendo redução a partir deste valor (Figura 1a), mas houve decréscimo linear na altura, no peso da massa seca foliar e na massa seca radicular com o aumento do percentual de fibra (Figuras 1b, 1c). Os teores foliares de Na, Ca, Cl e Zn aumentaram linearmente com o aumento do percentual de fibra no substrato (Figuras 1d, 1e).

Pelo contraste as plantas de *Orthophytum gurkenii* cultivadas no $S_1$ apresentaram número de folhas e altura inferiores àqueles observados nas plantas cultivadas nos substratos $S_2$ a $S_9$ (Quadros 1A, 5A). O $S_1$ não diferiu dos demais substratos quanto ao crescimento das raízes das plantas (Quadro 1A).

Também nessa espécie, os maiores teores foliares de P e Na foram observados nos substratos com fibra (Quadro 6A), não havendo diferença para os teores dos demais nutrientes (Quadro 4A). Pela regressão observou-se aumento do número de folhas das plantas até o percentual de 50% de fibra no substrato, caindo a partir daí (Figuras 2a). O teor foliar de N e de K decresceram linearmente em função do aumento de fibra no substrato (Figuras 2b, 2c).

Em plantas de *Vriesea gigantea* o contraste mostrou não haver diferença entre os efeitos do $S_1$ e demais substratos sobre o número de folhas e altura; as plantas cultivadas no $S_1$ apresentaram maior área e comprimento radicular quando comparado àquelas cultivadas nos substratos com fibra (Quadros 1A, 5A). O teor foliar de N foi maior nas plantas no $S_1$, enquanto os maiores teores foliares de Na, Zn e Mn ocorreram em plantas cultivadas nos substratos com fibra (Quadro 6A). A comparação entre os substratos com fibra de coco mostrou haver redução linear do número de folhas à medida que se aumentou o percentual de fibra (Figura 3a), embora o valor observado no $S_4$ tenha sido igual ao observado nas plantas cultivadas no $S_2$. O aumento da fibra no substrato causou redução do peso da massa seca foliar e radicular (Figura 3b), área das raízes (Figura 3c) e teor foliar de N (Figura 3d). O teor de Na foliar aumentou com o aumento da fibra (Figura 3e), o que poderia estar relacionado à retenção de umidade do substrato, uma vez que o $S_9$ (100% fibra de coco) foi o substrato que absorveu maior quantidade de umidade, cerca de três vezes a sua massa inicial (Tabela 03) e, por esse motivo, pode ter levado a uma maior absorção do nutriente em questão, presente na fibra do coco no momento imediatamente após a irrigação. Foi observado que na fase inicial do experimento as plantas receberam uma irrigação insuficiente, possivelmente, tenha sido este um dos fatores determinantes para o baixo crescimento destas.

Pelo contraste não houve diferença entre o $S_1$ e dos demais substratos sobre o número de folhas e altura das plantas de *Neoregelia* Sheba, mas observou-se maior peso da massa seca foliar, área e comprimento das raízes e teor foliar de N nas plantas nele cultivadas (Quadros 2A, 5A). Os maiores teores foliares de Na, Zn e Mn ocorreram em plantas cultivadas nos substratos com fibra (Quadro 6A). A fibra de coco no substrato não teve efeito sobre o crescimento e nutrição das plantas de *Neoregelia* Sheba, uma vez que as regressões não foram significativas para nenhuma das variáveis. Esse resultado indica que, para essa

bromeliácea, qualquer um dos substratos poderia ser utilizado com sucesso no cultivo.

Neste trabalho verificou-se que a fibra de coco apresentou alta capacidade de absorção de umidade (Tabela 03), fator muito importante para a absorção de nutrientes via raízes das plantas (Fermino, 2002). No entanto, observou-se também que este material apresenta alta velocidade de perda de umidade, o que poderia ter restringido o crescimento das plantas cultivadas nos substratos com maior teor de fibra de coco (Quadro 5A). A fibra também apresenta menor teor de alguns nutrientes, como o N e P, quando comparada a outros substratos utilizados para o cultivo de plantas ornamentais (Tabela 05). A adição de fontes adicionais destes e outros nutrientes poderia viabilizar a utilização deste material na composição de substratos. Esse fato foi verificado em trabalho realizado por Demattê e Vidal (2003), no qual a adição de nutrientes à fibra de coco aumentou o número de folhas e o crescimento radicular de plantas de *Tillandsia dura*, assim, a fibra pode ser utilizada com sucesso para o cultivo de bromélias. Da mesma forma, D'Andréa e Demattê (2000) recomendam para o cultivo de *Aechmea fasciata* a mistura composta de 45% de casca de coco, 45% de bagaço de cana e 10% de húmus, visando enriquecimento da fibra.

Plantas sadias e com padrão aceito para comercialização apresentaram as seguintes faixas de teores foliares de nutrientes (Tabela 01), o que podem ser, conseqüentemente, considerados como teores adequados.

Tabela 01 – Teores foliares de nutrientes considerados adequados em plantas de *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba

| Nutriente | *Aechmea ramosa x fulgens* | *Orthophytum gurkenii* | *Vriesea gigantea* | *Neoregelia* Sheba |
|---|---|---|---|---|
| N (g $kg^{-1}$) | 5,9 - 10,7 | 6,6 – 14,5 | 4,5 – 8,3 | 3,8 – 5,9 |
| P (g $kg^{-1}$) | 1,3 – 2,1 | 2,2 – 3,9 | 0,9 – 1,5 | 0,6 – 1,1 |
| K (g $kg^{-1}$) | 18,7 – 25,6 | 23,1 – 58,1 | 11,6 – 22,4 | 12,8 – 19,2 |
| Ca (g $kg^{-1}$) | 3,9 – 6,3 | 3,9 – 7,9 | 2,2 – 2,7 | 2,3 – 3,2 |
| Mg (g $kg^{-1}$) | 1,7 – 3,3 | 2,0 – 6,3 | 1,5 – 2,1 | 1,6 – 2,0 |
| S (g $kg^{-1}$) | 1,1 – 2,1 | 0,7 – 2,1 | 1,6 – 2,1 | 0,6 – 0,8 |
| $NO_3$ (g $kg^{-1}$) | 0,2 – 1,0 | 0,8 – 4,7 | 0,1 – 0,2 | 0,1 – 0,32 |
| Cl (g $kg^{-1}$) | 7,1 – 18,6 | 13,5 – 23,3 | 10,4 – 14,6 | 7,0 – 10,2 |
| Na (g $kg^{-1}$) | 8,0 – 15,0 | 1,5 – 2,3 | 6,7 – 8,7 | 6,5 – 8,2 |
| Cu (mg $kg^{-1}$) | 2,4 – 3,2 | 2,8 – 7,9 | 2,1 – 3,1 | 1,0 – 2,0 |
| Fe (mg $kg^{-1}$) | 163,4 – 344,8 | 94,2 – 231,2 | 165,8 – 349,1 | 105,0 – 157,7 |
| Mn (mg $kg^{-1}$) | 80,8 – 147,0 | 68,7 – 148,0 | 92,2 – 167,2 | 70,8 - 127,6 |
| Zn (mg $kg^{-1}$) | 9,0 – 21,1 | 16,1 – 34,5 | 12,0 – 21,0 | 11,0 – 15,7 |

Os resultados de número de folhas e de teores de N indicam que o ajuste de substrato x adubação pode beneficiar o crescimento das plantas nos substratos com fibra de coco, havendo indicação de que a composição com 50% de fibra seria o percentual máximo para o cultivo com a adubação utilizada. Demattê (2001) cita que o melhor indicador do crescimento de *Tillandsia gardneri* foi o aumento no número de folhas quando cultivada em fibra de coco, sem a adição de xaxim, corroborando a indicação do número de folhas como o melhor indicador da adequação do substrato para o cultivo.

Mesmo as plantas com menor crescimento estavam dentro do padrão para comercialização do produtor.

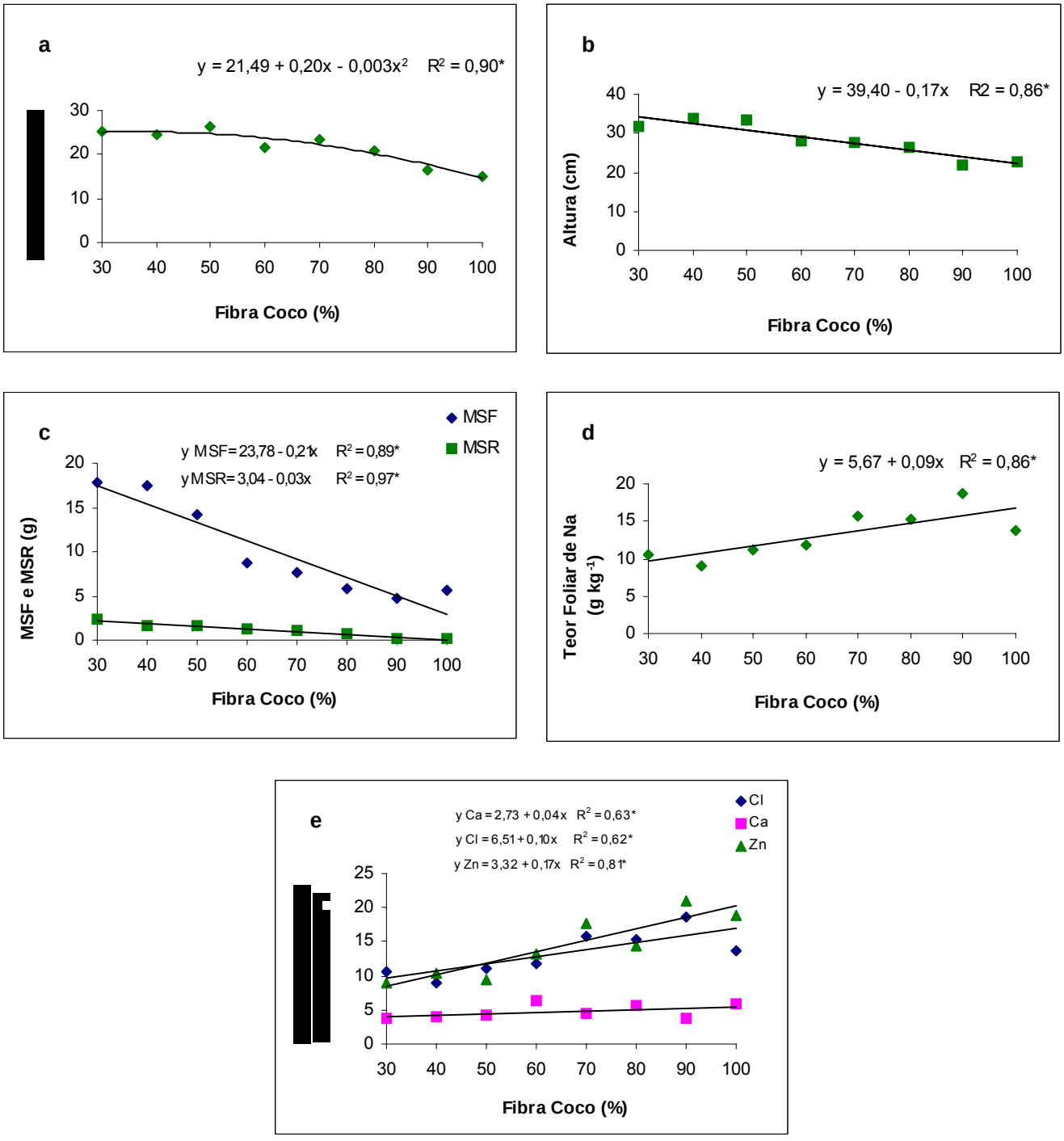


Figura 01. a) Número de folhas; b) altura (cm); c) massa seca das folhas (MSF) e massa seca das raízes (MSR) (g); d) teor foliar de Na (g $kg^{-1}$); e) teores foliares de Cl, Ca e Zn (g $kg^{-1}$), em plantas de *Aechmea ramosa* x *fulgens* cultivadas nos substratos com fibra de coco e esterco bovino.

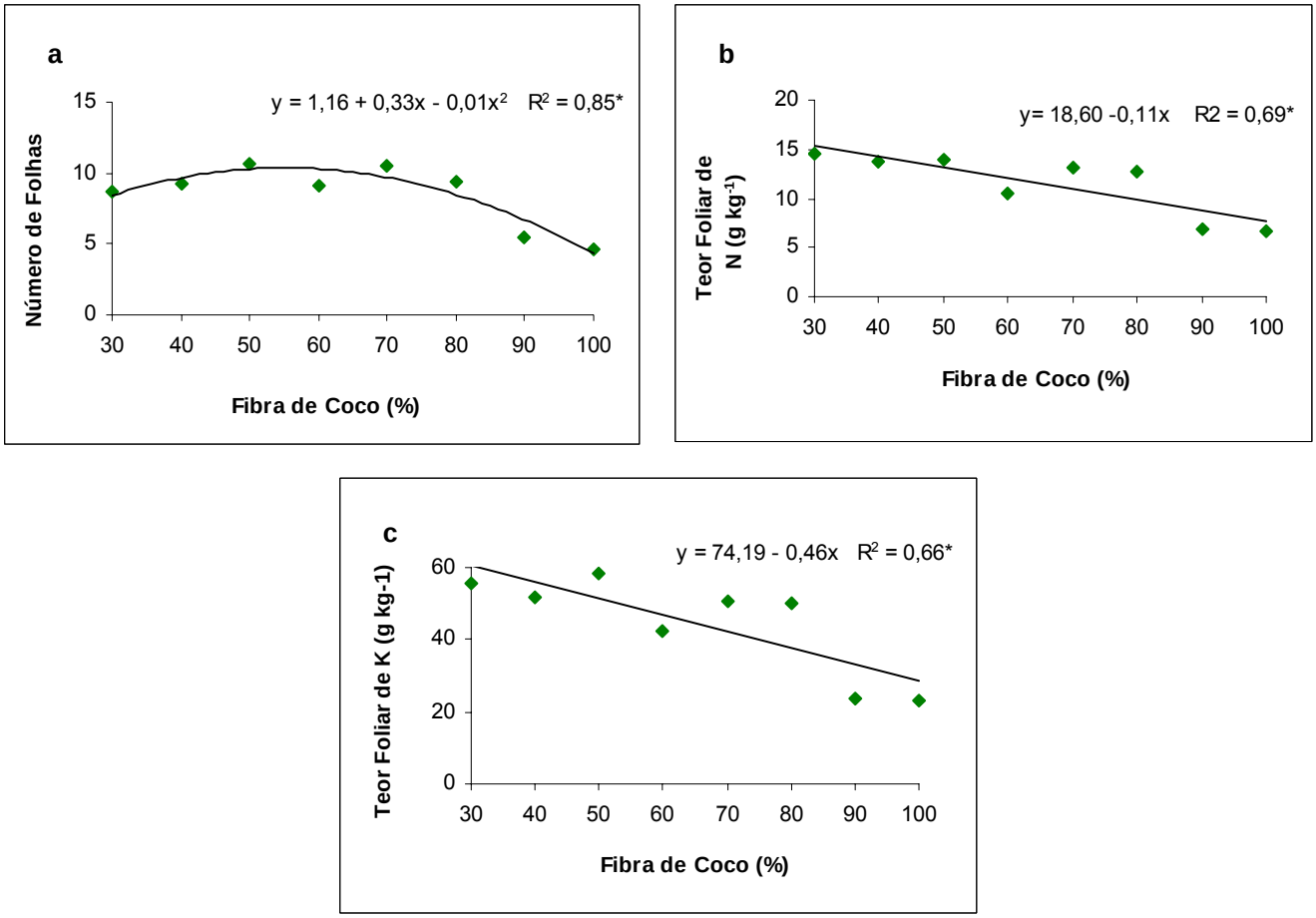


Figura 02 . a) Número de folhas; b) massa seca das folhas (MSF) (g); c) teor foliar de N (g kg $^{-1}$); d) teor foliar de K (g kg $^{-1}$) em plantas de *Orthophytum gurkenii* cultivadas nos substratos com fibra de coco e esterco bovino.

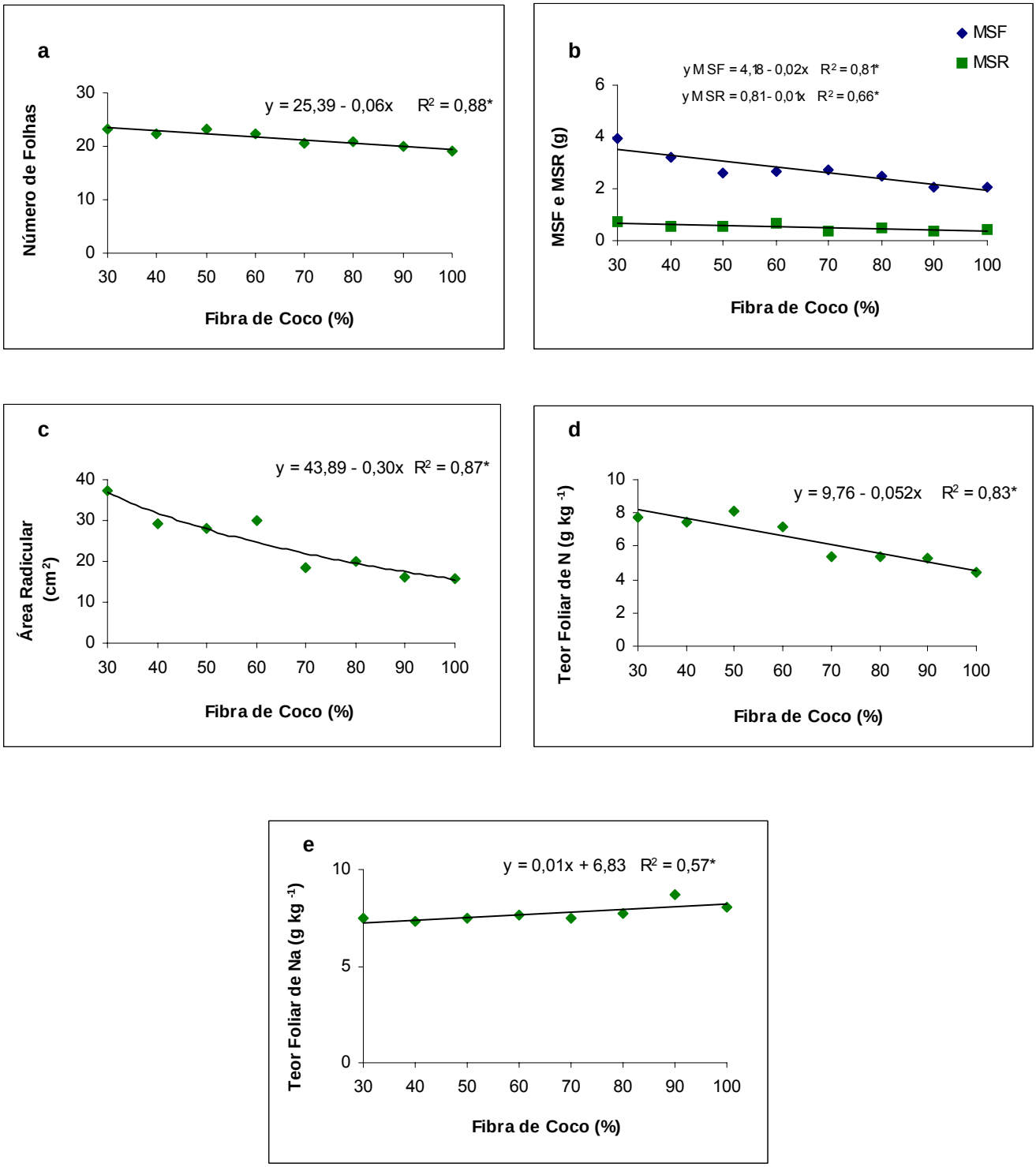


Figura 03. a) Número de folhas; b) massa seca das folhas (MSF) e das raízes (MSR) (g); c) área radicular ($cm^2$); d) teor foliar de N (g $kg^{-1}$); e) teor foliar de Na (g $kg^{-1}$) em plantas de *Vriesea gigantea* cultivadas nos substratos com fibra de coco e esterco bovino.

3.1.5.2. Caracterização dos substratos

Densidade aparente, densidade real e porosidade

Todos os substratos com fibra de coco apresentaram densidade aparente menor que a do substrato do produtor ($S_1$) (Tabela 02); todos os substratos, com exceção do $S_8$ e $S_9$, apresentaram valores dentro da faixa descrita por Röber (2000) para fibra de coco (0,055-0,125 g $cm^{-3}$) e por Abad e Noguera (1997) (0,020–0,094 g $cm^{-3}$). O mesmo não foi observado para a porosidade total (Tabela 02), que apresentou valor abaixo do encontrado por Abad e Noguera (1997). De Boodt e Verdonck (1972) consideram como porosidade ideal para um substrato o valor de 85%.

pH e CE

Para a fibra de coco o valor de pH pode variar de 4,5 a 6,2 (Röber, 2000). Todos os substratos, com exceção do $S_9$ (3,78), apresentaram pH acima da faixa citada (Tabela 02). Segundo Kämpf (2000), valores menores que 4,5 são valores extremamente baixos para o pH de um substrato, podendo afetar a disponibilidade de macronutrientes e aumentar a disponibilidade de alguns micronutrientes, causando fitotoxidez; em valores de pH entre 6,0 e 7,0 ocorre adequada disponibilidade de nutrientes nos substratos minerais. No entanto, Ballester - Olmos (1992), citado por Muraro (2005), obteve maior crescimento de mudas de bromélias em substrato com pH entre 5,8 a 6,3 e com baixo teor de nutrientes.

Os substratos com maior teor de fibra ($S_7$ a $S_9$) apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica (Tabela 02), isto se deve ao fato da sua maior concentração de sais K, Cl e Na (Tabela 05) . A salinidade excessiva, maior que 3,5 dS $m^{-1}$ é tida como prejudicial para o cultivo da maioria das espécies vegetais, prejudicando seu crescimento e desenvolvimento. A resposta das plantas é variável às condições de salinidade. Para tomate níveis de 10 $gL^{-1}$ (= 14 dS $m^{-1}$) não afetam o desenvolvimento de suas raízes, o mesmo seria alto para rosas (Martinez, 2002). Há indicação de que para algumas espécies de bromélias estes

altos níveis de CE não são prejudiciais. Amaral et al. (2003) e Toledo (2003) cultivando *Quesnelia quesneliana* e *Crypthanthus sinuosus* (bromeliáceas), em fibra de coco não lavada (CE = 6,45 dS $m^{-1}$), não observaram nenhum tipo de restrição ao crescimento das plantas quando comparadas às cultivadas em fibra não lavada. Para Handreck (1993) o alto teor de sódio encontrado na fibra de coco, não é prejudicial, porque após receber três sucessivos volumes de água, mais de 90% do sódio total do substrato é lixiviado.

Tabela 02 - Características físicas dos substratos utilizados no experimento ($S_1$ = substrato do produtor; $S_2$ ao $S_9$ = substratos com fibra de coco)

| Substrato | Densidade Aparente* (g $cm^{-3}$) | Densidade Real* (g $cm^{-3}$) | Porosidade Total (% volume) | Microporos (% volume) | Macroporos (% volume) | pH $_{água}$* | CE* (dS $m^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 0,2121 | 0,2308 | 8,10 | 28,70 | -20,60 | 7,43 | 1,96 |
| $S_2$ | 0,1381 | 0,1786 | 22,68 | 24,73 | -2,05 | 7,06 | 2,00 |
| $S_3$ | 0,0424 | 0,0497 | 14,69 | 17,72 | -3,03 | 6,54 | 1,04 |
| $S_4$ | 0,0381 | 0,0500 | 23,80 | 22,65 | 1,15 | 7,26 | 1,79 |
| $S_5$ | 0,0380 | 0,0500 | 24,00 | 22,56 | 1,44 | 6,77 | 4,00 |
| $S_6$ | 0,0360 | 0,0490 | 26,53 | 22,05 | 4,48 | 6,70 | 3,10 |
| $S_7$ | 0,0410 | 0,0600 | 31,67 | 19,01 | 12,66 | 6,92 | 6,00 |
| $S_8$ | 0,0103 | 0,0220 | 53,18 | 14,46 | 38,72 | 6,45 | 6,60 |
| $S_9$ | 0,0084 | 0,0230 | 63,48 | 16,53 | 46,95 | 3,78 | 7,00 |

* Média de 3 repetições

Retenção de umidade

O vaso que continha 100% de fibra de coco atingiu 80% do seu peso inicial após 48 horas de saturação. Esses resultados indicam que o $S_9$ apresentou a maior capacidade de retenção, absorvendo cerca de três vezes (2,8 vezes) o seu peso em umidade, enquanto o substrato do produtor $S_1$ apresentou capacidade de absorver uma e meia vez o seu peso seco (Tabela 03). Entretanto, a velocidade de perda de umidade foi inversamente proporcional à capacidade de absorção. A maior perda de umidade verificada nos substratos com maior porcentagem de fibra de coco pode ser atribuída à sua maior porosidade (Tabela 02). Souza (2002), utilizando mesocarpo de coco como substrato para o cultivo de singônio (*Syngonium angustatum*), também verificou que a fibra de coco absorveu grande quantidade de umidade, cerca de duas vezes o seu peso seco, e a velocidade de perda também foi maior (dois dias) em relação ao substrato comercial plantmax (quatro dias).

A porosidade total representa o espaço livre entre as partículas do substrato e se divide em macro e microporos, sendo os macroporos responsáveis pela circulação de água e ar e os microporos pelo armazenamento de água (Hénin et al., 1976). Se a maior parte dos poros estiver cheia de água, haverá redução do espaço de aeração, prejudicando, desta forma, o desenvolvimento das plantas (Verdonck, 1983). O crescimento também poderá ser prejudicado se o substrato perder água muito rapidamente (Fermino, 2002).

O substrato $S_4$ (50% de fibra + 50% de esterco) foi selecionado como o mais adequado para o cultivo das bromeliáceas *Orthophytum gurkenii* e *Aechmea ramosa* x *fulgens,* pois as plantas apresentaram o maior crescimento, o que poderia estar relacionado às características físicas do substrato, sendo este, dentre os substratos com fibra, o que apresentou velocidade intermediária de absorção e perda de umidade (Tabela 03), não indicando nem encharcamento, nem ressecamento.

Tabela 03 - Comparação da capacidade de absorção de umidade dos substratos ($S_1$ = substrato do produtor; $S_2$ ao $S_9$ = substratos com fibra de coco) em vaso de 0,5 L

| Substrato* | Peso médio inicial material não saturado (g) | Peso médio final material saturado (g) | Relação entre peso saturado e não saturado | Capacidade de absorção de umidade (%) | Velocidade de perda de umidade (dias) |
|---|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 290 ± 0,0 | 450 ± 0,0 | 1,55 | 36 | 8 |
| $S_2$ | 190 ± 0,0 | 310 ± 0,0 | 1,63 | 39 | 7 |
| $S_3$ | 122,5 ± 45,96 | 205 ± 28,28 | 1,67 | 40 | 5 |
| $S_4$ | 105 ± 28,28 | 195 ± 56,57 | 1,86 | 46 | 4,5 |
| $S_5$ | 90 ± 0,0 | 170 ± 0,0 | 1,89 | 47 | 5 |
| $S_6$ | 75 ± 0,0 | 147,5 ± 10,61 | 1,97 | 49 | 3 |
| $S_7$ | 90 ± 21,21 | 162,5 ± 38,89 | 1,81 | 45 | 3 |
| $S_8$ | 55 ± 14,14 | 117,5 ± 31,82 | 2,13 | 53 | 2,5 |
| $S_9$ | 45 ± 0,0 | 125 ± 0,0 | 2,78 | 64 | 2 |

* Média de 2 repetições

Relação C/N

A relação C/N alta de um substrato pode causar a imobilização do N solúvel. Uma parte do carbono da fibra de coco está na forma de lignina e celulose, resistentes à decomposição de microrganismos (Martinez, 2002).

A relação C/N da fibra de coco pode variar de 60:1 a 100:1 (Röber, 2000). Arenas et al. (2002) encontraram valores de relação C/N para fibra de coco de 117:1. Abad et al. (2002) relatam que a fibra de coco apresenta uma alta relação carbono/nitrogênio quando comparada com a turfa, devido aos baixos teores de nitrogênio apresentado pela fibra de coco.

Em todos os substratos estudados a relação C/N apresentou-se mais baixa que os valores citados na literatura, o que de certo modo pode ser considerado positivo, pois valor de relação C/N acima de 30 é considerado inadequado para o cultivo de plantas, há imobilização do nitrogênio, considerando os baixos teores de nitrogênio encontrados na fibra de coco 3,75 g $kg^{-1}$ (Amaral et al., 2003); 3,77 g $kg^{-1}$ (Souza, 2002) e 4,1 g $kg^{-1}$ (Demattê e Vitti, 1997).

Tabela 04 – Relação C/N dos substratos

| Substratos | Rel. C/N |
|---|---|
| $S_1$ | 19,3 : 1 |
| $S_2$ | 12 : 1 |
| $S_3$ | 9 : 1 |
| $S_4$ | 10,5 : 1 |
| $S_5$ | 8,3 : 1 |
| $S_6$ | 8,6 : 1 |
| $S_7$ | 9,1 : 1 |
| $S_8$ | 9,1 : 1 |
| $S_9$ | |

Teores de nutrientes nos substratos

Teores de nutrientes totais na massa seca dos substratos (Tabela 05) e teores de nutrientes obtidos pela extração em água e extratores (Tabela 06).

Tabela 05 – Teores de N, P, K e Na na massa seca dos substratos no início do experimento

| Substratos | N ($g\ kg^{-1}$) | P ($g\ kg^{-1}$) | K ($g\ kg^{-1}$) | Na ($g\ kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| $S_1$ | 3,32 | 0,74 | 3,67 | 0,67 |
| $S_2$ | 5,11 | 0,89 | 4,17 | 0,83 |
| $S_3$ | 7,18 | 0,95 | 4,33 | 0,83 |
| $S_4$ | 6,26 | 0,99 | 4,33 | 0,50 |
| $S_5$ | 8,06 | 1,09 | 4,83 | 1,00 |
| $S_6$ | 7,34 | 1,03 | 5,00 | 0,83 |
| $S_7$ | 7,32 | 1,17 | 5,00 | 1,50 |
| $S_8$ | 7,30 | 0,89 | 6,00 | 1,33 |
| $S_9$ | 6,78 | 0,86 | 7,67 | 1,17 |

Tabela 06 – Teores de nutrientes extraídos dos substratos ($S_1$ = substrato do produtor; $S_2$ ao $S_9$ = substratos com fibra de coco) utilizados na implantação do experimento com extratores KCl, Mehlich e água

| Nutrientes ** | Extratores | | | | | | | | | Água | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Substratos * | | | | | | | | | Substratos * | | | | | | | | |
| | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | $S_5$ | $S_6$ | $S_7$ | $S_8$ | $S_9$ | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | $S_5$ | $S_6$ | $S_7$ | $S_8$ | $S_9$ |
| P | 0,575 | 0,752 | 0,913 | 1,107 | 0,907 | 0,826 | 0,998 | 0,877 | 0,573 | 0,015 | 0,048 | 0,091 | 0,119 | 0,143 | 0,099 | 0,071 | 0,096 | 0,087 |
| K | 1,380 | 3,600 | 3,950 | 4,700 | 6,250 | 3,750 | 4,200 | 3,800 | 2,400 | 0,025 | 0,060 | 0,320 | 0,440 | 0,530 | 0,355 | 0,310 | 0,390 | 0,500 |
| Ca | 1,237 | 1,286 | 1,791 | 2,084 | 1,283 | 2,183 | 2,083 | 2,105 | 1,383 | 0,136 | 0,113 | 0,151 | 0,147 | 0,131 | 0,030 | 0,029 | 0,048 | 0,054 |
| Mg | 0,398 | 1,207 | 1,250 | 1,405 | 1,102 | 1,581 | 1,669 | 1,383 | 0,811 | 0,125 | 0,137 | 0,193 | 0,196 | 0,244 | 0,098 | 0,022 | 0,031 | 0,123 |
| Na | 0,138 | 0,360 | 0,395 | 0,470 | 0,625 | 0,375 | 0,420 | 0,760 | 0,480 | 0,485 | 1,270 | 1,995 | 2,500 | 3,600 | 2,450 | 2,000 | 2,000 | 1,900 |
| Cu | 2,303 | 2,243 | 2,112 | 2,831 | 1,936 | 2,778 | 1,760 | 4,761 | 5,880 | 2,445 | 2,422 | 3,988 | 3,199 | 2,781 | 0,120 | 0,460 | 0,000 | 0,000 |
| Fe | 311,114 | 329,694 | 401,462 | 374,192 | 369,462 | 433,600 | 557,742 | 843,974 | 552,412 | 4,709 | 28,055 | 20,226 | 36,988 | 19,612 | 12,591 | 17,409 | 31,458 | 61,280 |
| Mn | 170,386 | 275,350 | 274,385 | 334,619 | 298,278 | 255,278 | 290,196 | 186,058 | 16,924 | 0,000 | 0,000 | 1,973 | 0,000 | 0,931 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Zn | 59,258 | 22,475 | 29,563 | 30,259 | 29,354 | 26,285 | 27,589 | 34,380 | 23,239 | 0,000 | 0,000 | 1,037 | 0,000 | 0,614 | 0,122 | 0,444 | 0,000 | 2,431 |

**Ca (g $kg^{-1}$) e Mg (g $kg^{-1}$) (KCl 1 N); P (g $kg^{-1}$), K (g $kg^{-1}$), Zn (mg $kg^{-1}$), Fe (mg $kg^{-1}$), Cu (mg $kg^{-1}$), Mn (mg $kg^{-1}$) e Na (g $kg^{-1}$) (HCl 0,05 N e $H_2SO_4$

*Média de 2 repetições

## 3.1.6. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho objetivou avaliar o efeito de substratos com diferentes proporções de fibra de coco e esterco bovino sobre os teores de nutrientes e crescimento de quatro bromeliáceas comparados ao substrato utilizado pelo produtor. Foram realizados dois experimentos fatoriais (2 x 9); no primeiro experimento avaliou-se o híbrido *Aechmea ramosa x fulgens* e a espécie *Orthophytum gurkenii* e nove substratos: $S_1$, o substrato utilizado pelo produtor composto de 15% de areia, 15% de carvão e 70% de esterco bovino curtido; do $S_2$ ao $S_9$ a composição dos substratos foi fibra de coco e esterco bovino curtido, nas proporções: $S_2$ (30% e 70%); $S_3$ (40% e 60%); $S_4$ (50% e 50%); $S_5$ (60% e 40%); $S_6$ (70% e 30%); $S_7$ (80% e 20%); $S_8$ (90% e 10%) e $S_9$ (100% e 0%), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. No segundo experimento avaliou-se a espécie *Vriesea gigantea* e o híbrido *Neoregelia* Sheba e os mesmos nove substratos utilizados no primeiro experimento, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. Nos substratos foram determinados: retenção de umidade; densidade aparente, densidade real, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, pH, condutividade elétrica e teores de nutrientes. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos contendo 0,5 L de substrato. O período de cultivo foi de dez meses para o primeiro experimento e de oito meses para o segundo experimento. Avaliou-se: número de folhas, altura das plantas, teores

foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, $NO_3^-$, Cl, Na, Fe, Mn, Zn e Cu; área superficial, comprimento e diâmetro radicular.

O substrato $S_4$ (50% fibra de coco + 50% de esterco) apresentou melhor desempenho entre os substratos com fibra de coco para o cultivo de *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea.*

Para N*eoregelia Sheba* os substratos com fibra de coco não diferiram entre si, indicando que para essa bromeliácea, todos os substratos poderiam ser utilizados com sucesso no cultivo.

O substrato $S_9$ (100% fibra de coco), exceto para *Neoregelia* Sheba, foi o que apresentou o pior desempenho das plantas.

## 3.1.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Abad, M., Noguera, P., Noguera, V. (1997) Crecimiento de plantas ornamentales de hoja en substratos de cultivo a base de fibra de coco. *Actas de Horticultura,* Valencia, 17: 76-81.

Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A.Noguera, V. (2002) Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for uses as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Bioresource Technology* 82: 241-245.

Amaral, T. L.; Jasmim, J. M.; Carneiro, L. A.; Mansur, E. (2003) *Quesnelia quesneliana* cultivada em mesocarpo de coco sob diferentes níveis de nitrogênio e benzilaminopurina (BAP). Proceendings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 47:35-37.

Andrade, F. S. A de; Demattê, M. E. S. P. (1999) Estudo sobre a produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 5, p. 97.

Arenas, M., Vavrina, C. S., Cornell, J. A., Hanlon, E. A., Hochmuth, G. J. (2002) Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37(2): 309-312.

Barreto, W. O., Paula, J. L., Duarte, M. N. (1997) *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPS), 212p.

Bordas, J. M. C., Backes, M. A., Kämpf, A. N. (1988) Características físicas e químicas de substratos comerciais. *Congresso Florestal Estadual,* 6, Nova Prata. Nova Prata: Secretaria da Agricultura do RS. p. 427-435.

Braga, J. M., Defelipo, B. V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres*, 21 (113): 73-85.

Carrijo, O. A., Liz, R. S., Makishima, N. (2002). Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPH), 4p. (Comunicado Técnico).

Cataldo, D. A., Haroon, M., Schader, L. E., Young, U. L. (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Comm. Soil Sci. Plant Anal*, 6 (1): 71–80.

De Boodt, M., Verdonck, O. (1972) The physical properties of the substrates in horticulture. *Actas de Horticultura*, (26): 37-44.

D'Andrea, J. C.; Demattê, M. E. S. P. (2000) effect of growing media and fertilizers on the early growth of *Aechmea fasciata* Baker. *Acta Horticulturae* v.511 p. 271-275.

Demattê, M. E. S. P., Vitti, G. C. (1997) Variação das concentrações de nutrientes em substratos vegetais para cultivo de orquídeas epífitas.*Actas de Horticultura*, 17: 63 – 68.

Demattê, M. E. S. P. (2001) Cultivo de *Tillandsia gardneri* Lindl. em diferentes substratos. *Resumos do Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais,* 13, São Paulo, p.118.

Demattê, M. E. S. P., Vidal, U. (2003) Cultivo de tillandsia dura Baker em substratos de origem vegetal. *In* Dutra, L. F. et al. Anais *do XIV Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e I congresso Brasileiro de Cultura de Tecidos de Plantas,* Lavras, MG, p. 413.

Fermino, M. H. (2002) O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: Fulani, A.M.C. et al. *Anais III ENSUB - Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*, p.29-37.

Handreck, K. A. (1993) Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Commum. Soil. Sci. Plant Anal*, (24): 349-363.

Hénin, S., Gras, R., Monnier, G. (1976) *Os solos agricolas*. Sao Paulo: EDUSP, 327p.

Jackson, M. L. (1965) *Soil chemical analysis*. 5. ed. Englewood Cliffs: N.J. USA Prentice-Hall Inc., 498p.

Jones, J. B., Wolf, B., Mills, H. A. (1991) *Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Athens, Georgia: USA Micro-Macro Publishing Inc., 213p.

Kämpf, A. N. (1992) Substratos para floricultura. Manual de floricultura. *Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais,* Maringá. p.36-43.

Kämpf, A. N. (2000) Seleção de materiais para uso como substrato. *In* Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*

Kiehl, E. J. (1979) *Manual de edafologia.* São Paulo: Ceres, 262p.

Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba: *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato* (POTAFOS)**,** 319p.

Martinez, P. F. (2002) Manejo de substratos para horticultura. In: Fulani, A.M.C. et al. *Anais III ENSUB - Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*, p.53-76.

Minami, K. (2000) Adubação em substrato. *In* Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1 ed., Porto Alegre: Gênesis, p.147-152.

Muraro, D. (2005) Germinação em substratos alternativos ao xaxim e aspectos fenológicos e reprodutivos de V*riesea incurvata G*audich.: subsídios à produção sustentável. Tese (Mestrado em Agronomia) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 81p.

Negreiros, J. R. S.; Álvares,V. S.; Braga, L. R.; Bruckner, C. H. (2004) Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Ceres* 51(294):243-249.]

Oliveira (1968) e Oliveira e Paula (1983) *Manual de análise física do solo*. Brasília: Embrapa, 212p.

Paula, C. C. (2000) *Cultivo Prático de Bromélias*. Viçosa: UFV, 70p

Rocha, P. K. (2002) *Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Tese (Mestrado em Agronomia). Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 111p.

Röber, R. (2000) Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e de consumo. *In*

Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1 ed., Porto Alegre: Gênesis, p. 123-138.

Rosa, M. F, Santos, F. J. S., Montenegro, A. A. T., Abreu, F. A. P., Correia, D., Araújo, F. B. S., Norões, E. R. V. (2001) Caracterização do pó da casca de coco verde usado substrato agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 6p. (Comunicado Técnico, 54).

Rosa, M. F., Bezerra, F. C., Correia, D., Santos, F. J. S., Abreu, F. A. P., Furtado, A. A. L., Brígido, A. K. L., Norões, E. R. V. (2002) *Utilização da casca de coco como substrato agrícola.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 24p. (Documentos, 52).

Sarriés, G. A., Oliveira, J. C. V. De, Marcelo, C. A. (1992) *SANEST*. Piracicaba: CIAGRI, 6, 80p.

Silva, F. C. (1999) *Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa, 370p.

Souza, N. A. (2002) *Aproveitamento da casca de coco para a produção de tutores tipo "xaxim" e substrato para o cultivo de Syngonium angustatum* SCHOTT (Singônio). Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 52p.

Toledo, R. R. V. (2003) *Cultivo de Crypthantus sinuosus em mesocarpo de coco triturado sob diferentes níveis de adubação e ambientes.* Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 64p.

Verdonck, O. (1983) Reviewing and evaluation of new material used as substrates. *Acta Horticulturae,* (150): 467-473.

Warncke, D. D. (1990). Soil testing and plant analysis*, Soil Science.* 31 ed: Madison, Wisconsin, USA.784p.

# APÊNDICE

Quadro 1A – Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura da planta (ALT), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR), área radicular (AREA), comprimento radicular (COMP) e diâmetro radicular (DIAM) em plantas de *Aechmea ramosa x fulgens* e *Orthophytum gurkenii* cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco ($S_2$ ao $S_9$), aos 10 meses de cultivo

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | MSF | MSR | ÁREA | COMP | DIAM |
| Bloco | 3 | 6,6965 | 26,9373 | 41,2479 | 12094,7200 | 220,0681 | 307626,000 | 0,0005 |
| Substrato Produtor | 1 | 826,8889 | 1444,5311 | 13,9310 | 0,2401 | 226,6900 | 307626,000 | 0,0005 |
| Contraste [1/] Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco | 1 | 79,0120* | 74,9310* | 47,3121 * | 1417,95 [ns] | 1,26[ns] | 63,80[ns] | 0,0003[ns] |
| Tratamentos : | | | | | | | | |
| Espécie | 1 | | | | | | | |
| Substrato | 7 | 226,6481 | 397,2119 | 133,5389 | 13611,15 | 148,9400 | 207073,5001 | 0,0051 |
| Substrato x Espécie | 7 | | | | | | | |
| | (15) | | | | | | | |
| Resíduo | 51 | 8,7172 | 5,1984 | 8,3328 | 12062,770 | 71,558 | 94.618,91 | 0,0006 |
| Total | 71 | | | | | | | |
| CV (%) | | 19,10 | 11,74 | 37,07 | 49,26 | 37,21 | 37,48 | 34,01 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
[ns] Não significativo
[1/] Contraste Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco = contraste formado entre o substrato do produtor ($S_1$) e os substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

Quadro 2A - Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura da planta (ALT), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR), área radicular (ÁREA), comprimento radicular (COMP) e diâmetro radicular (DIAM) em plantas de *Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$), aos 8 meses de cultivo

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | MSF | MSR | ÁREA | COMP | DIAM |
| Bloco | 3 | 16,6481 | 24,7905 | 41,2479 | 12094,720 | 627,255 | 162.762,90 | 0,0004 |
| Substrato Produtor | 1 | 72,0000 | 595,1250 | 13,9310 | 0,2401 | 65,5841 | 2.056,11 | 0,0002 |
| Contraste [1/] Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco | 1 | 11,6736$^{ns}$ | 7,677$^{ns}$ | 47,312 * | 1417,95 $^{ns}$ | 490,3699* | 192.013,69* | 0,0001$^{ns}$ |
| Tratamentos : | | | | | | | | |
| Espécie | 1 | | | | | | | |
| Substrato | 7 | 21,5625 | 238,2227 | 133,5389 | 13611,15 | 176,5870 | 53876,0811 | 0,00008 |
| Substrato x Espécie | 7 | | | | | | | |
| | (15) | | | | | | | |
| Resíduo | 51 | 4,8148 | 3,5748 | 8,3328 | 12062,770 | 70,6546 | 26.996,600 | 0,00008 |
| Total | 71 | | | | | | | |
| CV (%) | | 9,20 | 9,85 | 36,66 | 49,21 | 37,78 | 41,45 | 22,23 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
$^{ns}$ Não significativo
[1/] Contraste Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco = contraste formado entre o substrato do produtor ($S_1$) e os substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

Quadro 3A – Resumo das análises de variância para teores de macro e micronutrientes na massa seca das folhas de *Aechmea ramosa x fulgens* e *Orthophytum gurkenii* cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$), aos 10 meses de cultivo

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | Na | $NO_3$ | Cl | Fe | Zn | Mn | Cu |
| Bloco | 3 | 5,6106 | 4,1293 | 201,9676 | 1,4313 | 0,4954 | 0,3693 | 2,7870 | 11,1816 | 28,8524 | 5.259,94 | 80,3110 | 2.589,93 | 5,8145 |
| Substrato Produtor | 1 | 1,9715 | 1,5338 | 488,281 | 4,9691 | 17,2138 | 2,5529 | 96,2578 | 3,0545 | 201,7850 | 1.641,07 | 587,39 | 741,12 | 1,8528 |
| Contraste [1/] Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco | 1 | 1,1871$^{ns}$ | 6,0610* | 387,60$^{ns}$ | 0,7537$^{ns}$ | 3,241$^{ns}$ | 0,000$^{ns}$ | 18,86* | 0,0816$^{ns}$ | 105,593$^{ns}$ | 34.295,5$^{ns}$ | 17,86$^{ns}$ | 109,3$^{ns}$ | 1,772$^{ns}$ |
| Tratamentos: | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécie | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Substratos | 7 | 42,4250 | 2,5130 | 838,2747 | 7,5146 | 8,0547 | 0,5076 | 122,4249 | 9,4785 | 70,6188 | 27288,110 | 236,610 | 2397,320 | 10,8577 |
| Espécie x Substratos | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| | (15) | | | | | | | | | | | | | |
| Resíduo | 51 | 12,8645 | 1,0101 | 122,8622 | 5,2080 | 2,2401 | 0,6172 | 4,1326 | 3,3944 | 29,0783 | 11.626,32 | 83,8562 | 3.409,52 | 3,5228 |
| Total | 71 | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 38,21 | 39,98 | 33,46 | 39,51 | 40,11 | 41,37 | 30,49 | 47,27 | 34,57 | 41,15 | 46,48 | 51,38 | 47,97 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
$^{ns}$ Não significativo
[1/] Contraste Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco = contraste formado entre o substrato do produtor ($S_1$) e os substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

Quadro 4A – Resumo das análises de variância para teores foliares de macro e micronutrientes em plantas de *Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$), aos 8 meses de cultivo

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | Na | $NO_3$ | Cl | Fe | Zn | Mn | Cu |
| Bloco | 3 | 3,6686 | 0,1203 | 44,4838 | 0,3169 | 0,0795 | 0,0592 | 0,9271 | 0,0538 | 6,1349 | 8.429,73 | 63,9414 | 1.425,17 | 1,6139 |
| Substrato Produtor | 1 | 17,8447 | 0,1742 | 162,0000 | 1,2106 | 0,0800 | 1,4625 | 0,0703 | 0,0091 | 64,3851 | 3.822,50 | 1,9503 | 24,50 | 0,0378 |
| Contraste [1/] Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco | 1 | 11,3906* | 0,1402$^{ns}$ | 23,3612$^{ns}$ | 0,3268$^{ns}$ | 0,1724$^{ns}$ | 0,1185$^{ns}$ | 5,4931* | 0,0137$^{ns}$ | 6,3512$^{ns}$ | 10.565,60$^{ns}$ | 105,1906* | 4.677,99* | 0,1226$^{ns}$ |
| Tratamentos: | | | | | | | | | | | | | | |
| Espécie | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Substratos | 7 | 7,1772 | 0,2487 | 37,2312 | 0,2837 | 0,0977 | 1,6990 | 1,1562 | 0,0185 | 14,7174 | 21446,140 | 25,9613 | 2606,180 | 2,0350 |
| Espécie x substratos | 7 | | | | | | | | | | | | | |
| | (15) | | | | | | | | | | | | | |
| Resíduo | 51 | 1,2201 | 0,1105 | 19,6486 | 0,2795 | 0,1547 | 0,0938 | 0,6011 | 0,0072 | 2,9391 | 6.982,77 | 15,9962 | 651,81 | 1,3221 |
| Total | 71 | | | | | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 19,32 | 32,21 | 27,55 | 20,21 | 22,19 | 23,56 | 10,42 | 43,59 | 15,99 | 46,02 | 26,75 | 22,53 | 54,48 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F

$^{ns}$ Não significativo

[1/] Contraste Substrato Produtor x Substratos Fibra Coco = contraste formado entre o substrato do produtor ($S_1$) e os substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

Quadro 5A – Médias do número de folhas (NF), altura (ALT), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR), área, comprimento (COMP) e diâmetro radicular (DIAM) em plantas de *Aechmea ramosa* x *fulgens, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

| Substratos | NF | ALT (cm) | MSF (g) | MSR (g) | ÁREA ($cm^2$) | COMP (cm) | DIAM (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Aechmea ramosa* x *fulgens* | | | | | | | |
| $S_1$ | 28,58 | 35,75 | 14,15 | 1,98 | 11,09 | 428,71 | 0,097 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 21,69 | 28,19 | 10,27 | 1,11 | 11,29 | 417,27 | 0,110 |
| *Orthophytum gurkenii* | | | | | | | |
| $S_1$ | 8,25 | 8,87 | 0,79 | 0,05 | 0,44 | 13,43 | 0,033 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 8,48 | 9,94 | 1,13 | 0,11 | 1,08 | 30,87 | 0,040 |
| *Vriesea gigantea* | | | | | | | |
| $S_1$ | 22,00 | 11,50 | 3,65 | 0,69 | 32,49 | 526,46 | 0,042 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 21,47 | 11,64 | 2,71 | 0,52 | 24,46 | 436,29 | 0,040 |
| *Neoregelia* Sheba | | | | | | | |
| $S_1$ | 28,00 | 28,75 | 16,01 | 0,69 | 26,77 | 558,53 | 0,033 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 26,03 | 26,54 | 13,20 | 0,43 | 18,19 | 320,06 | 0,040 |

Quadro 6A - Médias dos teores foliares de macro e micronutrientes em plantas de *Aechmea ramosa* x *fulgens, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

| Substratos | N (g kg$^{-1}$) | P (g kg$^{-1}$) | K (g kg$^{-1}$) | Ca (g kg$^{-1}$) | Mg (g kg$^{-1}$) | S (g kg$^{-1}$) | Na (g kg$^{-1}$) | $NO_3$ (g kg$^{-1}$) | Cl (g kg$^{-1}$) | Fe (mg kg$^{-1}$) | Zn (mg kg$^{-1}$) | Mn (mg kg$^{-1}$) | Cu (mg kg$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Aechmea ramosa x fulgens* | | | | | | | | | | | | | |
| $S_1$ | 8,53 | 1,32 | 18,75 | 4,70 | 1,66 | 2,09 | 8,69 | 1,05 | 7,15 | 163,38 | 9,72 | 107,50 | 2,99 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 7,35 | 1,98 | 23,44 | 4,79 | 2,80 | 1,49 | 11,93 | 0,26 | 13,24 | 286,92 | 14,28 | 111,39 | 2,72 |
| *Orthophytum gurkenii* | | | | | | | | | | | | | |
| $S_1$ | 9,52 | 2,20 | 34,37 | 6,27 | 4,59 | 0,96 | 1,75 | 2,28 | 17,19 | 134,74 | 26,86 | 126,75 | 3,95 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 11,51 | 3,38 | 44,45 | 6,46 | 4,82 | 1,57 | 1,76 | 2,61 | 18,81 | 150,09 | 25,48 | 115,01 | 5,21 |
| *Vriesea gigantea* | | | | | | | | | | | | | |
| $S_1$ | 8,35 | 1,05 | 22,38 | 2,42 | 1,53 | 1,61 | 6,75 | 0,12 | 12,71 | 169,21 | 12,02 | 92,25 | 2,06 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 6,38 | 1,20 | 17,37 | 2,45 | 1,75 | 1,94 | 7,74 | 0,16 | 12,43 | 243,98 | 16,92 | 132,06 | 2,76 |
| *Neoregelia* Sheba | | | | | | | | | | | | | |
| $S_1$ | 5,35 | 0,76 | 13,38 | 3,19 | 1,73 | 0,76 | 6,56 | 0,19 | 7,04 | 125,44 | 11,04 | 88,75 | 1,92 |
| $S_2$ ao $S_9$ | 4,77 | 0,90 | 15,47 | 2,73 | 1,83 | 0,69 | 7,34 | 0,24 | 9,22 | 127,76 | 13,84 | 100,23 | 1,49 |

Quadro 7A – Resumo das análises de regressão para número de folhas (NF), altura da planta (ALT), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR), área (ÁREA), comprimento (COMP) e diâmetro radicular (DIAM) em plantas de *Aechmea ramosa x fulgens,Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$), aos 8 meses de cultivo

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | MSF | MSR | ÁREA | COMP | DIAM |
| | | | | *Aechmea ramosa x fulgens* | | | | |
| Bloco | 3 | 19,9318 $^{ns}$ | 33,1432 * | 93,3456 * | 0,7116 $^{ns}$ | 270,2399 $^{ns}$ | 381391,30 $^{ns}$ | 0,0002 $^{ns}$ |
| Substrato | 7 | 66,7156 * | 82,8609 * | 116,6337 * | 2,1911 * | 79,4830 $^{ns}$ | 101469,04 $^{ns}$ | 0,0002 $^{ns}$ |
| Resíduo | 51 | 9,9536 | 6,8169 | 15,4048 | 0,5848 | 119,1681 | 148852,46 | 0,0003 |
| Média geral | | 21,69 | 28,19 | 10,27 | 1,11 | 11,29 | 417,27 | 0,10 |
| CV (%) | | 14,55 | 9,26 | 38,22 | 48,97 | 46,66 | 42,46 | 16,67 |
| | | | | *Orthophytum gurkenii* | | | | |
| Bloco | 3 | 3,3016 $^{ns}$ | 3,1272 $^{ns}$ | 0,6537 $^{ns}$ | 0,0178 $^{ns}$ | 0,5068 $^{ns}$ | 433,4131 $^{ns}$ | 0,0009 $^{ns}$ |
| Substrato | 7 | 20,1530 * | 7,6887 $^{ns}$ | 0,5877 $^{ns}$ | 0,0081 $^{ns}$ | 1,3357 $^{ns}$ | 995,0334 $^{ns}$ | 0,0009 $^{ns}$ |
| Resíduo | 51 | 4,8982 | 3,4649 | 0,4943 | 0,0105 | 1,8596 | 1536,6634 | 0,0009 |
| Média geral | | 8,48 | 9,94 | 1,13 | 0,11 | 1,08 | 30,86 | 0,037 |
| CV (%) | | 26,10 | 18,72 | 62,25 | 49,49 | 35,94 | 37,00 | 34,86 |
| | | | | ***Vriesea gigantea*** | | | | |
| Bloco | 3 | 6,8646 $^{ns}$ | 5,6953 * | 3,7686 * | 0,1301 * | 327,2326 * | 105502,58 * | 0,0004 * |
| Substrato | 7 | 9,9598 * | 0,8649 $^{ns}$ | 1,5203 * | 0,0732 * | 245,7413 * | 66302,51 $^{ns}$ | 0,0001 $^{ns}$ |
| Resíduo | 51 | 3,0312 | 1,0565 | 0,4724 | 0,0256 | 62,6333 | 31013,700 * | 0,0001 |
| Média geral | | 21,47 | 11,64 | 2,71 | 0,52 | 24,46 | 436,29 | 0,041 |
| CV (%) | | 8,11 | 8,79 | 25,36 | 30,65 | 32,35 | 40,36 | 24,44 |
| | | | | *Neoregelia* Sheba | | | | |
| Bloco | 3 | 30,2812 * | 23,3854 * | 13,8176 * | 0,1255 * | 648,9412 * | 168701,84 * | 0,003 * |
| Substrato | 7 | 7,1027 $^{ns}$ | 2,7991 $^{ns}$ | 7,2698 $^{ns}$ | 0,0202 $^{ns}$ | 42,7748 $^{ns}$ | 18267,47 $^{ns}$ | 0,00003 $^{ns}$ |
| Resíduo | 51 | 5,1622 | 6,6533 | 3,2862 | 0,0213 | 44,8211 | 14335,115 | 0,00004 |
| Média geral | | 25,97 | 26,53 | 13,19 | 0,43 | 18,19 | 320,061 | 0,038 |
| CV (%) | | 8,75 | 9,72 | 13,74 | 34,19 | 36,80 | 37,41 | 16,37 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
$^{ns}$ Não significativo

Quadro 8A – Resumo das análises de regressão para os teores foliares de macro e micronutrientes em plantas de *Aechmea ramosa x fulgens,Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco e esterco ($S_2$ ao $S_9$)

| Causas de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S | $NO_3^-$ | Na | Cl | Fe | Zn | Mn | Cu |
| | | | | | | | *Aechmea ramosa x fulgens* | | | | | | | |
| Bloco | 3 | 12,1784 $^{ns}$ | 1,4270 * | 163,0208 * | 0,9435 $^{ns}$ | 0,6072 $^{ns}$ | 0,3392 $^{ns}$ | 2,3043 $^{ns}$ | 7,0176 $^{ns}$ | 16,5449 $^{ns}$ | 51148,58 * | 2,5993 $^{ns}$ | 1983,01 $^{ns}$ | 5,8145 $^{ns}$ |
| Substrato | 7 | 10,2348 $^{ns}$ | 0,0383 $^{ns}$ | 30,8036 $^{ns}$ | 5,3822 * | 0,4138 $^{ns}$ | 0,2131 $^{ns}$ | 2,5320 $^{ns}$ | 25,7877 * | 41,2267 * | 7902,03 $^{ns}$ | 83,6135 * | 2176,20 $^{ns}$ | 0,9120 $^{ns}$ |
| Resíduo | 21 | 11,1821 | 0,3861 | 23,4375 | 2,1746 | 0,2710 | 0,2395 | 2,4737 | 8,0935 | 12,6599 | 12337,32 | 20,1341 | 997,78 | 3,5228 |
| Média geral | | 7,35 | 1,98 | 23,44 | 5,1637 | 2,80 | 1,49 | 0,51 | 11,93 | 13,2406 | 286,92 | 14,28 | 111,39 | 2,72 |
| CV (%) | | 45,50 | 31,35 | 20,66 | 28,56 | 18,61 | 32,90 | 39,15 | 23,85 | 26,87 | 38,71 | 31,43 | 28,36 | 27,51 |
| | | | | | | | *Orthophytum gurkenii* | | | | | | | |
| Bloco | 3 | 26,0438 $^{ns}$ | 5,3787 * | 179,8828 $^{ns}$ | 2,3233 $^{ns}$ | 1,3405 $^{ns}$ | 2,2149 * | 13,3512 * | 0,7422 * | 24,1995 $^{ns}$ | 14812,813 $^{ns}$ | 83,9005 $^{ns}$ | 1320,4036 $^{ns}$ | 1,6139 $^{ns}$ |
| Substrato | 7 | 41,0570 * | 0,8806 $^{ns}$ | 755,9989 * | 6,8587 $^{ns}$ | 7,5020 $^{ns}$ | 0,8570 $^{ns}$ | 7,6915 $^{ns}$ | 0,4185 $^{ns}$ | 39,2196 $^{ns}$ | 7785,494 $^{ns}$ | 136,6005 $^{ns}$ | 2930,8828 $^{ns}$ | 0,0478 $^{ns}$ |
| Resíduo | 21 | 10,0320 | 1,5827 | 201,9066 | 7,5743 | 3,7875 | 0,5339 | 4,0397 | 0,2243 | 48,3039 | 5704,6057 | 133,2954 | 3780,3263 | 1,3221 |
| Média geral | | 11,51 | 3,38 | 44,45 | 6,47 | 4,82 | 1,57 | 2,61 | 1,76 | 10,81 | 150,09 | 25,48 | 115,01 | 5,21 |
| CV (%) | | 27,51 | 37,22 | 31,96 | 42,56 | 40,38 | 46,49 | 36,99 | 26,82 | 36,95 | 50,32 | 45,31 | 43,46 | 33,27 |
| | | | | | | | *Vriesea gigantea* | | | | | | | |
| Bloco | 3 | 0,8646 $^{ns}$ | 0,0373 $^{ns}$ | 25,2187 $^{ns}$ | 0,1092 $^{ns}$ | 0,1419 $^{ns}$ | 0,1432 $^{ns}$ | | | | | | | |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
$^{ns}$ Não significativo

Quadro 9A – Médias mensais das temperaturas máxima e mínima e umidade relativa registradas em casa de vegetação na área de produção no município de Maricá (RJ) durante o período de outubro/2003 a agosto/2004

| Meses | Temperatura Máxima (ºC) | Temperatura Mínima (ºC) | Umidade Relativa (%) |
|---|---|---|---|
| Out/03 | 29,8 | 18,7 | 77 |
| Nov/03 | 33,1 | 21,5 | 85 |
| Dez/03 | 33,8 | 22,1 | 85 |
| Jan/04 | 33,8 | 21,1 | 85 |
| Fev/04 | 32,8 | 22,2 | 85 |
| Mar/04 | 33,8 | 22,0 | 78 |
| Abr/04 | 32,0 | 21,0 | 70 |
| Mai/04 | 28,7 | 18,4 | 91 |
| Jun/04 | 27,7 | 16,5 | 83 |
| Jul/04 | 25,4 | 17,2 | 83 |
| Ago/04 | 27,7 | 16,6 | 83 |
| Média | 30,8 | 19,8 | 82,3 |

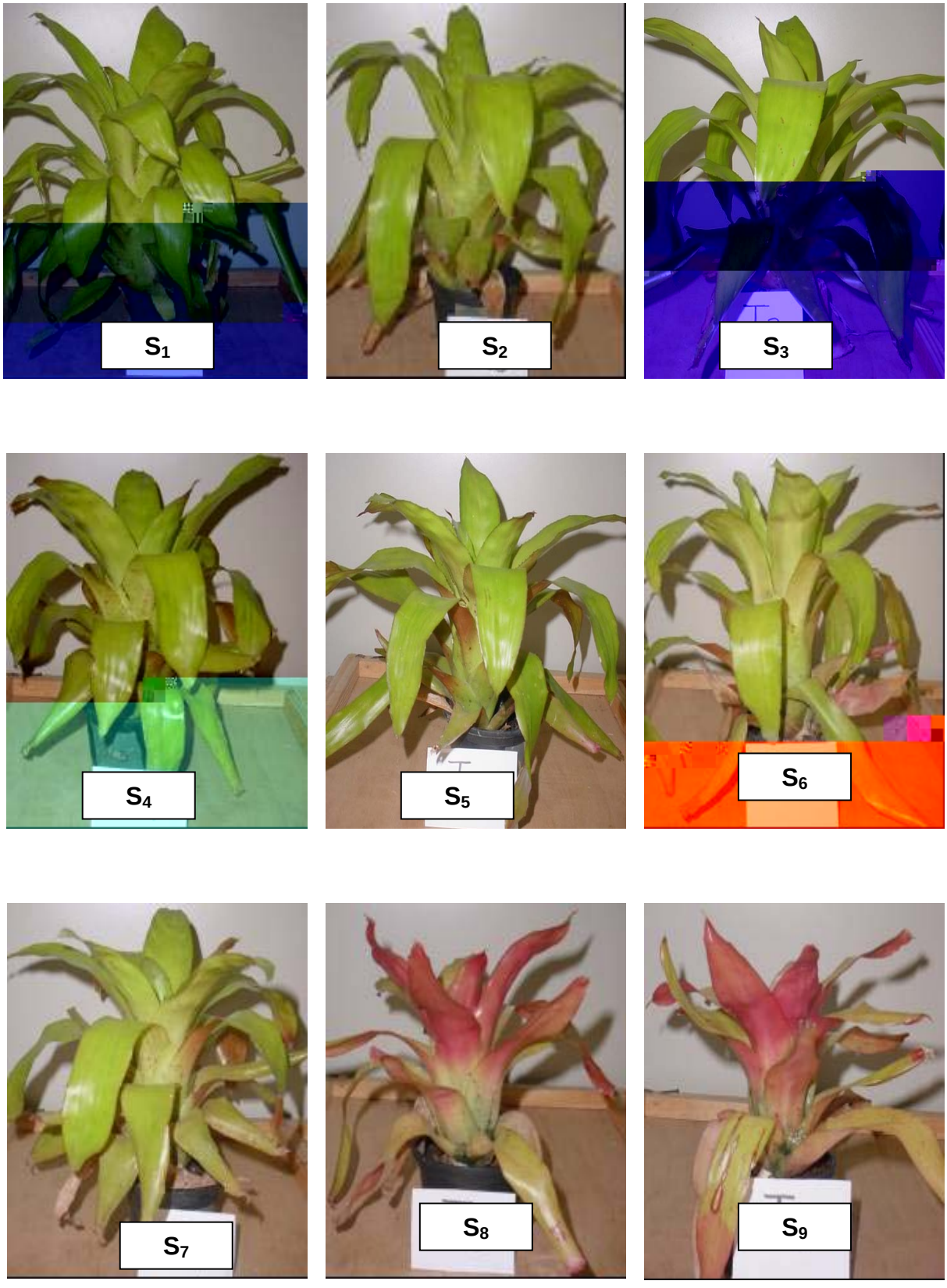


Figura 01 - Plantas de *Aechmea ramosa* x *fulgens* cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco ($S_2$ a $S_9$).

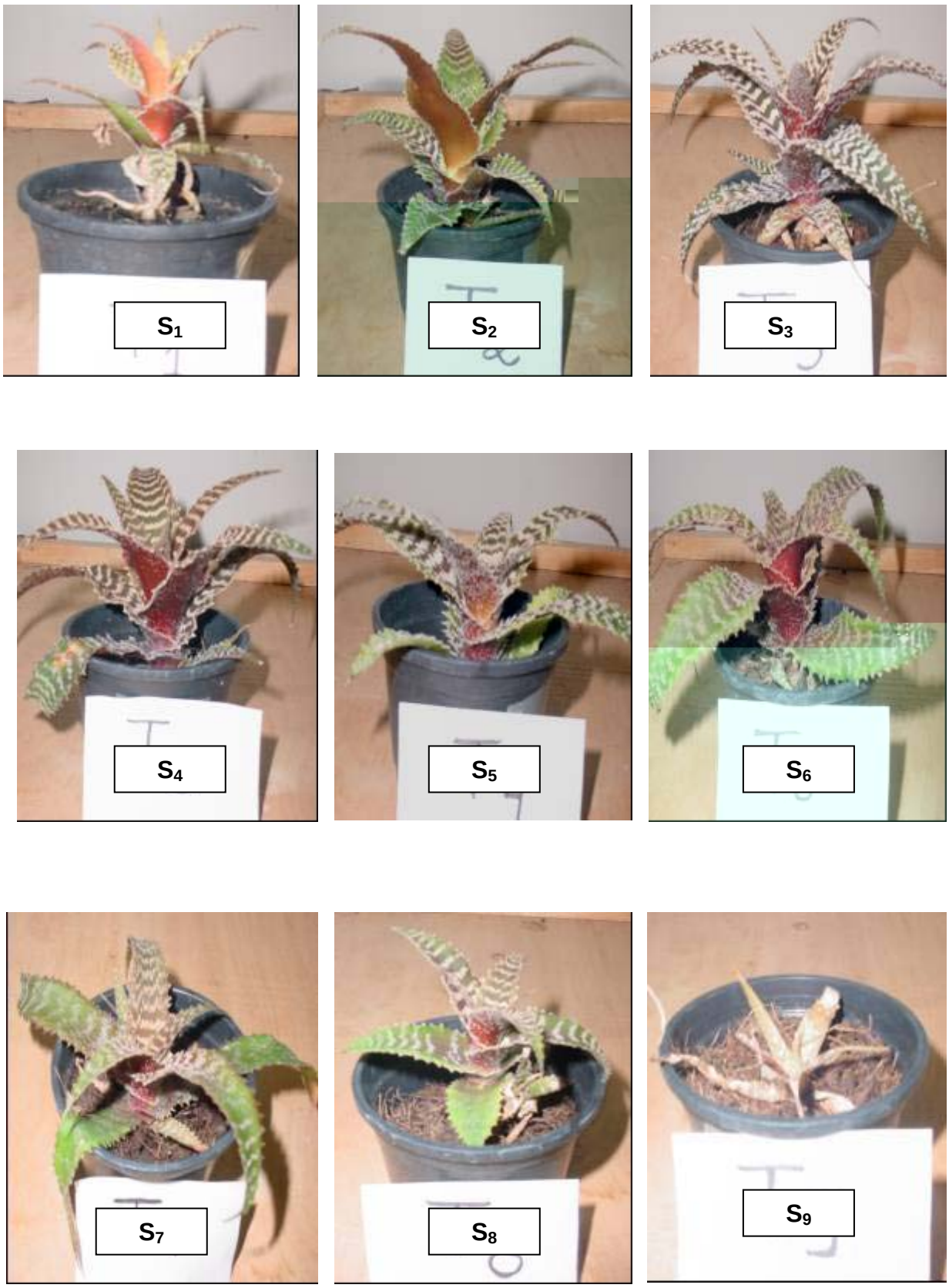


Figura 02 - Plantas de *Orfhophytum gurkenii* cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco ($S_2$ a $S_9$).

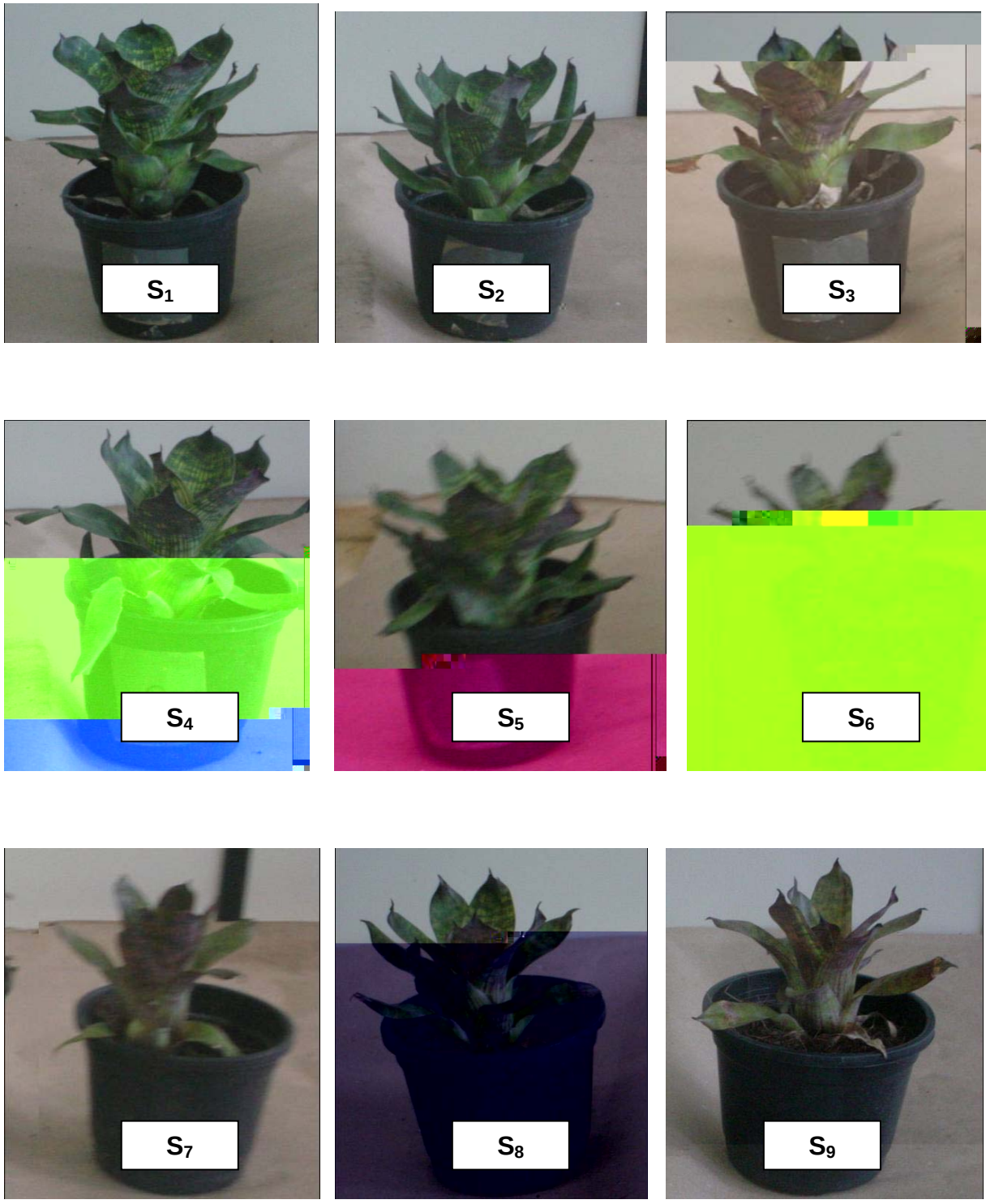


Figura 03 - Plantas de *Vriesea gigantea* cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco ($S_2$ a $S_9$).

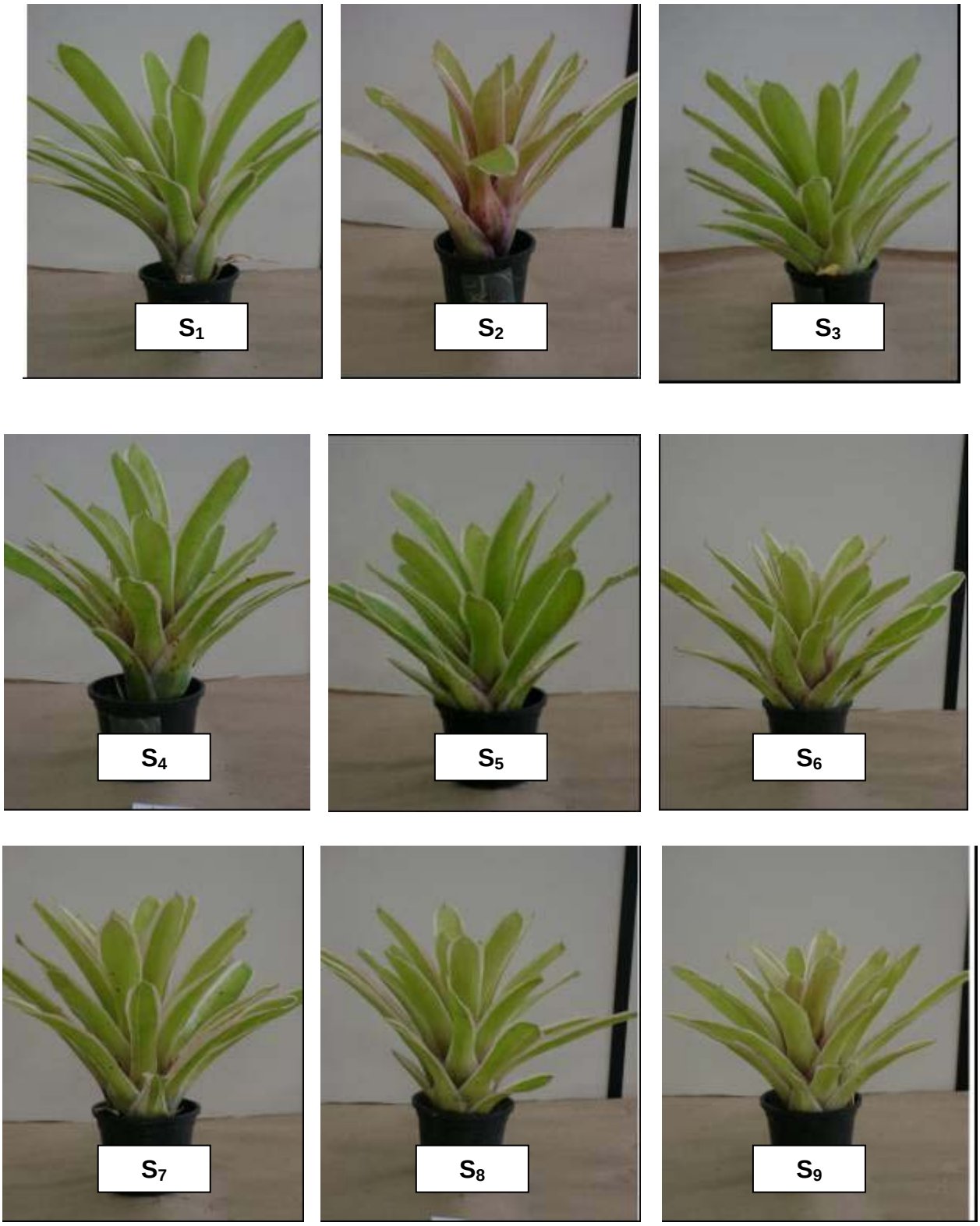


Figura 04 - Plantas de *Neoregelia* Sheba cultivadas no substrato do produtor ($S_1$) e nos substratos com fibra de coco ($S_2$ a $S_9$).

## 3.2. NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE BROMÉLIAS CULTIVADAS EM FIBRA DE COCO EM ASSOCIAÇÃO COM FUNGOS MICORRÍZICOS

### 3.2.1. RESUMO

O trabalho objetivou avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos no crescimento e teor foliar de nutrientes de quatro bromeliáceas (*Aechmea blanchetiana, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba) cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino. O experimento constituiu um fatorial [(2 x 3 x 3) + 2], sendo dois substratos (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, 100% de fibra de coco), três doses de fósforo (0, 50; 100 mg de P $L^{-1}$) e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Acaulospora scrobiculatum* e inóculo misto (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*)); utilizou-se também dois tratamentos adicionais: Adicional 1 – plantas cultivadas no substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica; Adicional 2 - plantas cultivadas no substrato 100% de fibra de coco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. O período experimental foi de seis meses para *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba e de oito meses para *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii.* A inoculação foi realizada após o transplantio das mudas e

cada vaso recebeu 25 mL do inóculo, correspondente a 5% do volume do vaso. A adubação, exceto a fosfatada, foi realizada de modo a fornecer 375 mg de N $L^{-1}$ e 625 mg de K $L^{-1}$ no substrato, correspondendo a 187,5 mg de N $planta^{-1}$ e 312,5 mg de K $planta^{-1}$. As doses de P 0, 50 e 100 mg de P $L^{-1}$ no substrato correspondem, respectivamente, a 0, 25 e 50 mg de P $planta^{-1}$. Foram avaliados: o número de folhas, a altura e/ou diâmetro da roseta em todas as plantas. Ao final do período experimental, um terço das plantas foram retiradas para avaliação do peso da massa seca das folhas e das raízes, porcentagem de colonização micorrízica e determinação dos teores de N P K e Na na massa seca das folhas. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil. Para *Aechmea blanchetiana* o melhor substrato foi 50% de fibra de coco + 50% de esterco, a dosagem de P recomendada é 25 mg de P $planta^{-1}$. A inoculação micorrízica não afetou o crescimento e a absorção de nutrientes desta espécie. Recomenda-se para *Orthophytum gurkenii* o cultivo em substrato com fibra pura, sem inoculação micorrízica e adubação com 25 mg de P $planta^{-1}$. *Vriesea gigantea* apresentou maior crescimento quando cultivada em 50% de fibra de coco + 50% de esterco e sem adubação fosfatada. A inoculação micorrízica não afetou seu crescimento, mas causou incremento no teor foliar de N e K. Para o cultivo de *Neoregelia* Sheba recomenda-se o substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, adubação com 25 mg P $planta^{-1}$ e inoculação com inóculo misto.

## 3.2.2. ABSTRACT

The work aimed to evaluate the inoculation of mycorrhyzal fungi on the growth and leaf nutrient contents of four bromeliads (*Aechmea blanchetiana, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* and *Neoregelia* Sheba) grown in substrates consisting of coconut fiber and cattle manure. The experiment was a factorial [(2 x 3 x 3) + 2], with two substrates (50%.coconut fiber + 50% cattle manure; 100% coconut fiber), three phosphorus dosages (0, 50 and 100 mg $L^{-1}$ of P) on the substrate and three mycorrhyzal associations (without inoculation, *Acaulospora scrobiculatum;* mixed inoculum (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*)); two additional treatments were applied (Additional 1 - plants grown in 50% coconut fiber + 50% cattle manure without NPK fertilization and without mycorrhyzal inoculation; Additional 2 – plants grown in 100% coconut fiber without NPK fertilization and without mycorrhyzal inoculation); in a randomized block design with four replications and three plants per plot. The experimental period was of six months for *Aechmea blanchetiana* and *Neoregelia* Sheba and of eight months for *Vriesea gigantea* and *Orthophytum gurkenii.* The inoculation was carried out after transplanting and each container received 25 mL of inoculum corresponding to 5% of its volume. The fertilization except for P was made in order to provide the plants with 375 mg $L^{-1}$ of N and 625 mg $L^{-1}$ of K in the substrate corresponding to 187.5 mg $plant^{-1}$ of N and 312.5 mg $plant^{-1}$ of K. The P levels (0, 50 and 100 mg $L^{-1}$) correspond, respectively, to 0, 25 and 50 mg of P $plant^{-1}$. At the end of the experimental period, the number of leaves, rosette diameter and plant height were

evaluated for all plants; the dry mass weight, mycorrhyzal colonization percentage, and N, P, K and Na leaf dry mass contents were determined in a third part of the total plants in the experiment. The mycorrhyzal colonization in roots was evaluated under a microscope after their dying with methyl blue. The best substrate for growing *Aechmea blanchetiana* was 50% coconut fiber + 50% cattle manure, the amount of P recommended is 25 mg plant$^{-1}$. The mycorrhyzal inoculation did not affect either the species growth or nutrient absorption. For growing *Orthophytum gurkenii* the 100% coconut fiber substrate without mycorrhyzal inoculation, with 25 mg of P plant$^{-1}$ is recommended. *Vriesea gigantea* showed higher growth in 50% coconut fiber + 50% cattle manure without P fertilization. The mycorrhyzal inoculation did not affect its growth but increased N and K leaf contents. The substrate 50% coconut fiber + 50% cattle manure is recommended for growing *Neoregelia* Sheba with 25 mg of P plant$^{-1}$ along with the mixed inoculum.

## 3.2.3. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais é bem expressivo, está entre os que apresentam, no agronegócio, o maior índice de crescimento. De acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Secex-Mdic), o Brasil exportou em 2006 US$ 29,6 milhões em flores e plantas ornamentais, representando um crescimento de 15% em relação às exportações desses produtos no ano de 2005. A participação dos dois maiores segmentos está estimada em 45,5% mudas, principalmente mudas de crisântemos, rosas, orquídeas e bromélias e em 34,3% bulbos, tubérculos e rizomas (Junqueira e Peetz, 2007; Ibraflor, 2006).

Em relação ao mercado internacional, Matsunaga (1995) ressalta que o Brasil tem potencial para ampliar as exportações com a produção de plantas tropicais como helicônia, antúrio, orquídea e bromélia.

As bromélias vêm se destacando como plantas ornamentais devido à sua grande beleza, resistência, praticidade no manuseio e durabilidade das inflorescências. As bromélias são utilizadas tanto na decoração de jardins, como em interiores e, atualmente, são comercializadas em floriculturas por todo o Brasil (Rocha, 2002).

O crescente aumento na produção comercial de bromélias apresenta vantagens tanto para o produtor, que tem um aumento na renda, quanto para o meio ambiente, reduzindo o extrativismo predatório de algumas espécies que se encontram em extinção. A produção de bromélias em escala comercial é uma

atividade rentável. A qualidade das plantas oriundas da produção comercial é superior à daquelas vindas do extrativismo (Melo, 1996). No entanto, há uma escassez de informações técnicas que possam promover o aumento da produtividade e qualidade (Kanashiro, 2005). Dentre as principais dificuldades enfrentadas no cultivo de bromélias está a questão da nutrição e da utilização do substrato.

Vários estudos têm relacionado a associação de fungos simbiontes, promovendo aumento no crescimento e maior absorção de nutrientes às plantas micorrizadas. Em abacaxi (*Ananas comosus*), os fungos micorrízicos promoveram maior crescimento e absorção de nutrientes como P, Zn e Cu (Trufem et al., 1990). Em *Aechmea nudicaulis,* Matteo (2002) observou que a associação mutualística com o fungo micorrízico *Entrophospora colombiana* foi a de maior sucesso tanto em crescimento como em acúmulo de P. As bromélias micorrizadas também apresentaram maior crescimento na fase de aclimatização quando comparadas àquelas não inoculadas.

Benzing (1990) comenta que o desenvolvimento lento dessas espécies está associado à escassez de nutrientes dos ambientes oligotróficos em que se desenvolvem na natureza. Os fungos micorrízicos têm sido empregados por promover aumento no crescimento e absorção de nutrientes das plantas a eles associados, além da melhoria da qualidade do meio ambiente e racionalização de insumos como fertilizantes e agrotóxicos (Smith e Read, 1997). Guillemin et al. (1997) e Matteo (2002), trabalhando com fungos micorrízicos arbusculares em associação com abacaxi (*Ananas comosus*) e *Aechmea nudicaulis* (bromélia ornamental), respectivamente, observaram o efeito positivo da associação sobre a nutrição mineral e crescimento das plantas.

Considerando os fatores mencionados, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de bromeliáceas cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino.

## 3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS

Estudou-se a resposta de quatro bromeliáceas (*Aechmea blanchetiana, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba), cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino, à inoculação com fungos micorrízicos. O experimento constituiu um fatorial [(2 x 3 x 3) + 2], sendo dois substratos (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, 100% fibra de coco), três doses de fósforo (0, 50, 100 mg de P $L^{-1}$); três associações micorrízicas (sem inoculação, *Acaulospora scrobiculatum* e inóculo misto (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*)); utilizou-se também dois tratamentos adicionais: Adicional 1 – plantas cultivadas no substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica; Adicional 2 - plantas cultivadas no substrato 100% de fibra de coco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. Cada bromeliácea constituiu um experimento.

Os experimentos foram desenvolvidos em casa de vegetação com cobertura de plástico leitoso (150 $\mu$), em área de produção no município de Maricá – RJ (latitude sul 22º 55’ 10’’, longitude oeste 42º 49’ 07’’).

As mudas das plantas foram originárias de sementes, exceto as de *Neoregelia* Sheba, que foram obtidas por propagação vegetativa (brotações laterais), sendo que todas foram fornecidas pelo produtor.

As mudas das plantas foram cultivadas em vaso plástico número 10, contendo aproximadamente 0,5 L de substrato não esterilizado. Os substratos utilizados neste experimento foram previamente selecionados no experimento anterior. O período experimen

complexo fosfo-molibdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974). O Cl foi determinado por titulometria (Malavolta et al., 1997), K e Na por espectrofotometria de chama.

Para a avaliação da porcentagem de colonização micorrízica foram retiradas amostras de raízes das bromeliáceas que foram acondicionadas imersas em álcool etílico 50%. Posteriormente, foram clarificadas em KOH (10%) à temperatura de 80ºC por 10 minutos. Em seguida, as raízes foram colocadas em peróxido de hidrogênio alcalino (1,8 %) para clareamento por tempo médio de 15 minutos, em seguida foram acidificadas em HCl (5%) por 5 minutos. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada utilizando-se 10 segmentos de raízes de aproximadamente 1 cm. As raízes foram dispostas em lâminas e avaliadas com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil (Grace e Stribley, 1991).

As análises de variância foram realizadas com o programa SAEG (UFV, 2007), sendo realizado ao final do experimento (no ponto de comercialização), um contraste entre os tratamentos adicionais e os tratamentos fatoriais e aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância.

A avaliação da colonização micorrízica foi descrita por intervalo de confiança (IC) ao final do período experimental e realizada com o programa SAEG (UFV, 2007). A análise estatística foi realizada separadamente para cada bromeliácea.

## 3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises do contraste entre os tratamentos fatoriais e os tratamentos adicionais mostraram que em *Aechmea blanchetiana* o maior peso da massa seca foliar, número de folhas, altura, teores foliares de N, K e Na ocorreu nos tratamentos fatoriais (Quadros 1A, 2A, 4A). Para peso da massa seca radicular e teor foliar de P o contraste não foi significativo. Pelo teste de médias, observou-se que o substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco e o fungo micorrízico *Acaulospora scrobiculatum* propiciaram o maior peso da massa seca foliar (Tabela 01); o maior peso da massa seca das raízes ocorreu nas plantas cultivadas em fibra pura (Quadro 6A).

As plantas cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco apresentaram o maior número de folhas (18,08) (Quadro 7A). O maior teor foliar de P (1,79 g $kg^{-1}$) foi observado em plantas cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco e o de Na (6,55 g $kg^{-1}$) em plantas cultivadas em 100% de fibra (Quadro 8A).

Para *Aechmea blanchetiana* recomenda-se o cultivo em substrato composto por 50% de fibra de coco + 50% de esterco e a dose de 25 mg de P $planta^{-1}$.

A inoculação micorrízica não influenciou no crescimento e absorção de nutrientes pelas plantas. A porcentagem de colonização micorrízica não foi significativa para *Aechmea blanchetiana*, independentemente do inóculo micorrízico e do substrato utilizado (IC = 79,17 ± $0,023^{ns}$).

Em *Aechmea nudicaulis,* Matteo (2002) observou a influência da inoculação micorrízica sob o crescimento e nutrição desta espécie de bromeliácea*,* sendo o fungo micorrízico *Entrophospora colombiana*, o que propiciou o maior aumento do peso da massa seca da parte aérea e acúmulo de P nas plantas.

Tabela 01 – Peso da massa seca foliar (g) em plantas de *Aechmea blanchetiana* em função da inoculação micorrízica*

| Micorriza | | |
|---|---|---|
| Sem | *Acaulospora scrobiculatum* | Inóculo misto |
| 8,89 B | 12,09 A | 9,39 AB |

* Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Em *Orthophytum gurkenii,* pelo resultado do contraste, observamos que o maior peso da massa seca foliar e radicular, maior número de folhas, altura, diâmetro da roseta e teores foliares de N e K ocorreram nos tratamentos fatoriais (Quadros 1A, 3A, 5A). O contraste não foi significativo para o teor foliar de P.

Analisando os tratamentos fatoriais observou-se que o maior peso da massa seca das folhas ocorreu em plantas sem inoculação micorrízica, independentemente do substrato utilizado (Tabela 02). As plantas cultivadas em 100% de fibra apresentaram o maior peso seco das raízes e as cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco, os maiores teores foliares de N, P e K (Quadros 6A, 8A).

O substrato 100% de fibra de coco foi melhor para a colonização micorrízica, sendo *Acaulospora scrobiculatum* o fungo micorrízico mais efetivo na colonização das raízes desta espécie (IC = 83,33 ± 0,021*).

Com base nos resultados deste trabalho, recomenda-se para *Orthophytum gurkenii* o cultivo em substrato com fibra pura, sem inoculação micorrízica e com dose mínima de P (25 mg de P planta$^{-1}$), uma vez que para as

variáveis de crescimento não houve diferença estatística entre os substratos utilizados. De acordo com o mercado, as características mais importantes na comercialização de *Orthophytum* são o número de folhas e o diâmetro da roseta, avaliando também a relação custo-benefício, o substrato com 100% de fibra também poderia ser utilizado.

Tabela 02 – Peso da massa seca das folhas (MSF) (g) em plantas de *Orthophytum gurkenii* cultivadas em substrato com 50% fibra de coco + 50% de esterco bovino ($S_1$) e 100% de fibra de coco ($S_2$) em função da inoculação micorrízica*

| Substrato | Micorriza | | |
|---|---|---|---|
| | Sem inoculação | *Acaulospora scrobiculatum* | Inóculo misto |
| $S_1$ | 2,25 A | 2,82 A | 3,05 A |
| $S_2$ | 4,12 A | 3,00 AB | 1,98 B |

* Médias na linha seguidas da mesma letra não diferem

observado nas plantas inoculadas com *Acaulospora scrobiculatum* e cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco e de K (17,25 g $kg^{-1}$) quando inoculadas com *Acaulospora scrobiculatum* ou com inóculo misto cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco (Tabela 04). O substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco propiciou o maior acúmulo de P na parte aérea das plantas (1,34 g $kg^{-1}$) (Quadro 11A).

O substrato 100% de fibra de coco foi melhor para a colonização micorrízica, sendo *Acaulospora scrobiculatum* o fungo micorrizíco mais efetivo na colonização de raízes desta espécie (IC = 95,00 ± 0,012*).

Matteo (2002) encontrou uma alta ocorrência do gênero de fungo micorrízico *Acaulospora* em bromélias epífitas, indicando que este gênero possui uma alta capacidade de adaptação e esporulação em ambientes especiais do ecossistema. Da mesma forma, no presente trabalho constatou-se que plantas epífitas cultivadas, como *Vriesea gigantea,* são bastante tolerantes à colonização micorrízica, assim como *Aechmea nudicaulis*, espécie com a qual o referido autor trabalhou, ao contrário do relatado por Benzing (1991) sobre as bromeliáceas epífitas, que em condições naturais, suportaram menos a infecção micorrízica quando comparadas às plantas terrestres e que quase não contêm infecção micorrízica em suas raízes.

Tabela 03 – Altura (cm) em plantas de *Vriesea gigantea* em função da inoculação micorrízica

| Micorriza | | |
|---|---|---|
| Sem Inoculação | *Acaulospora scrobiculatum* | Inóculo misto |
| 13,70 A | 12,92 AB | 13,34 B |

* Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 04 – Teor foliar de N e K em plantas de *Vriesea gigantea* em função da inoculação micorrízica

| Variável | Micorriza | | |
|---|---|---|---|
| | Sem Inoculação | *Acaulospora scrobiculatum* | Inóculo misto |
| N (g $kg^{-1}$) | 8,08 B | 10,27 A | 8,99 A B |
| K (g $kg^{-1}$) | 12,44 B | 15,84 A | 17,14 A |

* Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Em *Neoregelia* Sheba os resultados dos contrastes indicaram diferença estatística entre os tratamentos adicionais e fatoriais para peso da massa seca foliar, número de folhas, altura e teores foliares de N, K e Na (Quadros 1A, 2A, 4A). O contraste não foi significativo para peso da massa seca das raízes, diâmetro da roseta e teor foliar de P (Quadros 1A, 2A, 4A).

Pelo teste de médias o substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco foi o que propiciou o maior incremento no peso da massa seca foliar e na altura das plantas (Quadros 9A, 10A). Para número de folhas observou-se interação entre substrato e micorriza, sendo o maior número de folhas em plantas cultivadas em 50% fibra de coco + 50% esterco e inoculadas com inóculo misto (Tabela 05).

As plantas cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco, adubadas com 25 mg P $planta^{-1}$ e sem inoculação micorrízica ou inoculadas com *Acaulospora* apresentaram os maiores teores foliares de N quando comparadas com as plantas cultivadas em 100% de fibra de coco. Quando se utilizou a dose de 50 mg P $planta^{-1}$ e o inóculo misto o substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco foi melhor que a fibra pura (Figura 01). Os maiores teores de P foram observados nas plantas cultivadas em 50% de fibra de coco + 50% de esterco e de Na nas cultivadas em 100% de fibra de coco (Quadro 11A).

O substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco foi melhor para a colonização micorrízica, o inóculo misto foi o mais eficiente na colonização de *Neoregelia* Sheba (IC = 88,33 ±0,018*).

Todas as bromeliáceas foram colonizadas e apresentaram taxas elevadas de colonização micorrízica em suas raízes, independentemente do hábito de crescimento.

Tabela 05 – Número de folhas em plantas de *Neoregelia* Sheba em função do substrato ($S_1$ = 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino; $S_2$ = 100% fibra de coco) e da inoculação micorrízica*

| Micorriza | Substrato | |
|---|---|---|
| | $S_1$ | $S_2$ |
| Sem inoculação | 20,36 B | 21,19 A |
| *Acaulospora scrobiculatum* | 21,40 AB | 21,14 A |
| Inóculo misto | 23,26 A | 20,86 A |

* Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

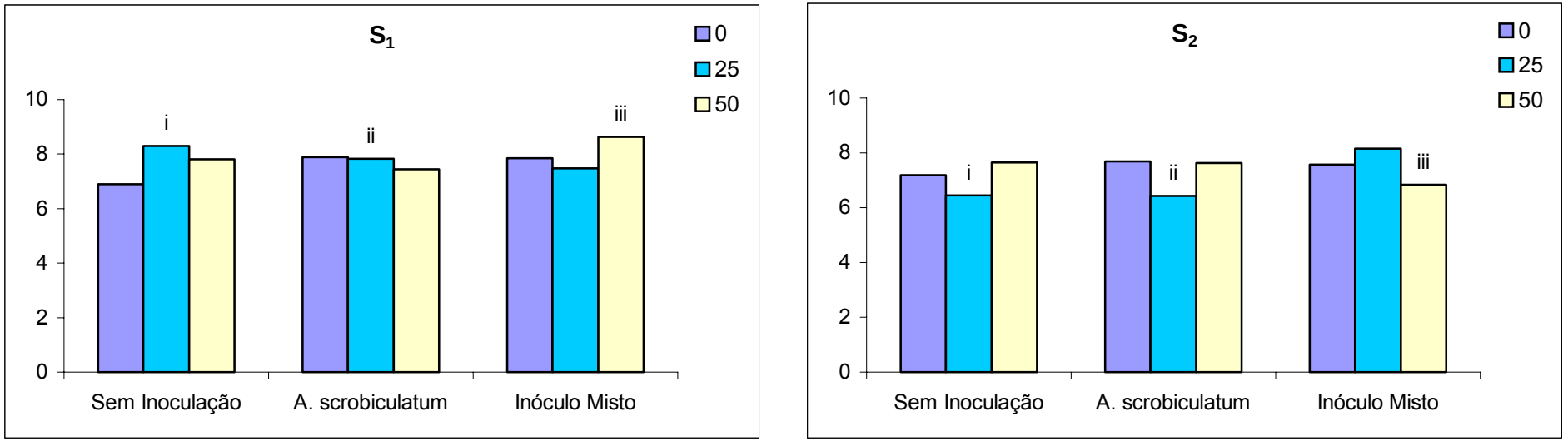


Figura 01 – Teor foliar de N em plantas de *Neoregelia* Sheba em função do substrato ($S_1$ = 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino; $S_2$ = 100% de fibra coco), da adubação fosfatada (0; 25; 50 mg P planta$^{-1}$) e da inoculação micorrízica (Sem inoculação; *Acaulospora scrobiculatum;* Inóculo Misto); i = diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; ii = diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; iii = diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

## 3.2.6. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho objetivou avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos no crescimento e teor foliar de nutrientes de quatro bromeliáceas (*Aechmea blanchetiana, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba) cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino. O experimento constituiu um fatorial [(2 x 3 x 3) + 2], sendo dois substratos (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, 100% de fibra de coco), três doses de fósforo (0, 50; 100 mg de P $L^{-1}$) e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Acaulospora scrobiculatum* e inóculo misto (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*)); utilizou-se também dois tratamentos adicionais: Adicional 1 – plantas cultivadas no substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica; Adicional 2 - plantas cultivadas no substrato 100% de fibra de coco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela. O período experimental foi de seis meses para *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba e de oito meses para *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii.* A inoculação foi realizada após o transplantio das mudas e cada vaso recebeu 25 mL do inóculo, correspondente a 5% do volume do vaso. A adubação, exceto a fosfatada, foi realizada de modo a fornecer 375 mg de N $L^{-1}$ e 625 mg de K $L^{-1}$ no substrato, correspondendo a 187,5 mg de N $planta^{-1}$ e 312,5 mg de K $planta^{-1}$. As doses de P 0, 50 e 100 mg de P $L^{-1}$ no substrato correspondem, respectivamente, a 0, 25 e 50 mg de P $planta^{-1}$. Foram avaliados:

o número de folhas, a altura e/ou diâmetro da roseta de todas as plantas. Ao final do período experimental, um terço das plantas foram retiradas para avaliação do peso da massa seca das folhas e das raízes, porcentagem de colonização micorrízica e determinação dos teores de N P K e Na na massa seca das folhas. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil.

Para *Aechmea blanchetiana* o melhor substrato foi 50% de fibra de coco + 50% de esterco, a dosagem de P recomendada é 25 mg de P planta$^{-1}$. A inoculação micorrízica não afetou o crescimento e a absorção de nutrientes desta espécie.

Recomenda-se para *Orthophytum gurkenii* o cultivo em substrato com fibra pura, sem inoculação micorrízica e adubação com 25 mg de P planta$^{-1}$.

*Vriesea gigantea* apresentou maior crescimento quando cultivada em 50% de fibra de coco + 50% de esterco e sem adubação fosfatada. A inoculação micorrízica não afetou seu crescimento, mas causou incremento no teor foliar de N e K.

Para o cultivo de *Neoregelia* Sheba recomenda-se o substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, adubação com 25 mg P planta$^{-1}$ e inoculação com inóculo misto.

A porcentagem de colonização micorrízica não foi significativa para *Aechmea blanchetiana*, independentemente do inóculo micorrízico e do substrato utilizado. Em *Orthophytum gurkenii* a maior colonização micorrízica (83,33%) ocorreu em plantas cultivadas em 100% de fibra de coco e inoculadas com *Acaulospora scrobiculatum.* O substrato 100% de fibra de coco foi melhor para a colonização micorrízica em *Vriesea gigantea*, sendo *Acaulospora scrobiculatum* o fungo micorrízico mais efetivo na colonização das raízes (95,00%). O substrato 50% de fibra de coco + 50% de esterco foi melhor para a colonização micorrízica, o inóculo misto foi o mais eficiente na colonização de *Neoregelia* Sheba (88,33%).

## 3.2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Amaral, T. L.; Jasmim, J. M.; Carneiro, L. A.; Mansur, E. (2003) *Quesnelia quesneliana* cultivada em mesocarpo de coco sob diferentes níveis de nitrogênio e benzilaminopurina (BAP). Proceendings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 47:35-37.

Andrade, F. S. A de, Demattê, M. E. S. P. (1999) Estudo sobre produção e comercialização de bromélias na regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental,* 5: 97-110.

Benzing, D. H. (1990) *Vascular Epiphytes, general biology and related biota*. Cambridge. Cambridge University Press. 354p.

Benzing, D. H. (1991) Aerial roots and their environments. In: Weisel et al. (Eds.) *Plant Root: the hidden half.* Marcel Dekker, Inc. New York. p.867-886.

Braga, J. M., Defelipo, B.V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres*, 21 (113): 73-85.

EMATER (2004) Censo da Floricultura do Estado do Rio de Janeiro. Niterói, 1;46-54.

Grace, C., Stribley, D. P. (1991) A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Micol. Res*., 95: 1160-1162.

Ibraflor (2006) Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil; http://www.ibraflor.com.br/ibraflor/index. Acesso em 13/11/06.

Jackson, M. L. (1965) *Soil chemical analysis*. 5. ed. Englewood Cliffs: N.J. USA Prentice-Hall Inc., 498p.

Jones, J. B., Wolf, B., Mills, H. A. (1991) *Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide.* Athens, Georgia: USA Micro-Macro Publishing Inc., 213p.

Junqueira, H.; Peetz, M. (2007). Flores: Exportação de Flores e Plantas cresceu 15%;http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=noticia&&idN=12958 . Acesso em 20/02/07.

Kanashiro, S. (1999) *Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie Aechmea fasciata (Lindley) Baker em vasos.* Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo - Esalq, 79p.

Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba: *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato* (POTAFOS)**,** 319p.

Matteo, B. C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ, 80p.

Matsunaga, M. (1995) Floricultura como alternativa econômica na agricultura. *Informações econômicas* 25 (11): 94-98.

Melo, T. B. (1996) Bromélias no paisagismo. *Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias,* 3(1): 3-7.

Rodrigues, L. A. (2001) *Crescimento e adsorção de nutrientes por plantas de Eucaliptus grandis e leguminosas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio.* Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 101p.

Trufém, S. F. B.; Viriato, A. (1990) Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares da Reserva Biológica do alto da Serra de Paranapiacaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13: 49-54.

# APÊNDICE

Quadro 1A – Resumo das análises de variância para peso da massa seca foliar (MSF) e peso da massa seca radicular (MSR) em plantas de *Neoregelia* Sheba, *Aechmea blanchetiana*, *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii* no final do experimento

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Neoregelia* Sheba | | *Aechmea blanchetiana* | | *Vriesea gigantea* | | *Orthophytum gurkenii* | |
| | | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR |
| Bloco | 3 | 74,6199 | 0,1736 | 217,0078 | 0,7228 | 110,2688 | 2,2871 | 72,3530 | 0,3399 |
| T. Adicionais [1/] | 1 | 41,6784 | 0,0578 | 6,9938 | 0,0648 | 1,6562 | 0,0924 | 0,0496 | 0,0001 |
| Contraste: T. Adicionais x T. Fatoriais | 1 | 89,5139* | 0,0131 [ns] | 342,3643* | 0,0898 [ns] | 25,9693* | 0,2521 [ns] | 44,0007* | 0,4631* |
| Tratamentos: | | | | | | | | | |
| S [2/] | 1 | 62,8134* | 0,0028 [ns] | 63,4501* | 0,9248* | 0,4512 [ns] | 0,4550* | 1,9602 [ns] | 0,6708* |
| P [2/] | 2 | 13,9479 [ns] | 0,0239 [ns] | 31,4348 [ns] | 0,0204 [ns] | 0,9753 [ns] | 0,1458 [ns] | 4,4062 [ns] | 0,0075 [ns] |
| MIC [2/] | 2 | 16,9587 [ns] | 0,0479 [ns] | 70,9015* | 0,1478 [ns] | 0,4528 [ns] | 0,0228 [ns] | 2,7518 [ns] | 0,0054 [ns] |
| S x P | 2 | 3,7515 [ns] | 0,0010 [ns] | 51,4512 [ns] | 0,0540 [ns] | 3,4079 [ns] | 0,1140 [ns] | 12,7225 [ns] | 0,0577 [ns] |
| S x MIC | 2 | 26,8817 [ns] | 0,0279 [ns] | 8,5407 [ns] | 0,0381 [ns] | 0,1976 [ns] | 0,0092 [ns] | 13,0369* | 0,0855 [ns] |
| P x MIC | 4 | 1,4728 [ns] | 0,0212 [ns] | 27,5722 [ns] | 0,1069 [ns] | 0,2592 [ns] | 0,0977 [ns] | 1,4755 [ns] | 0,0593 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 6,6926 [ns] | 0,0359 [ns] | 36,3912 [ns] | 0,0493 [ns] | 3,4438 [ns] | 0,0482 [ns] | 5,0717 [ns] | 0,0852 [ns] |
| Resíduo | 57 | 9,9853 | 0,0414 | 15,2765 | 0,0698 | 2,5357 | 0,0907 | 3,8858 | 0,0819 |
| CV (%) | | 34,17 | 41,27 | 40,19 | 39,86 | 28,94 | 42,01 | 29,67 | 43,25 |

* Significativo a 5% probabilidade
[ns] Não significativo
[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e no $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[2/] S = substrato; P = dose de P; MIC = associação micorrízica

Quadro 2A – Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT) e diâmetro da roseta (DIAM) em plantas de *Neoregelia* Sheba e *Aechmea blanchetiana* aos seis meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Neoregelia* Sheba | | | *Aechmea blanchetiana* | |
| | | NF | ALT | DIAM | NF | ALT |
| Bloco | 3 | 152,4196 | 148,2956 | 154,0988 | 42,3132 | 1058,3640 |
| Tratamentos: | | | | | | |
| S [1/] | 1 | 13,5465 [ns] | 31,4845 * | 18,8983 [ns] | 50,7655 * | 53,7778 [ns] |
| P [1/] | 2 | 0,7733 [ns] | 3,2324 [ns] | 6,5401 [ns] | 11,4330 [ns] | 34,4622 [ns] |
| MIC [1/] | 2 | 20,2617 [ns] | 6,1386 [ns] | 27,3868 [ns] | 5,1304 [ns] | 34,3079 [ns] |
| S x P | 2 | 22,6692 [ns] | 12,8695 [ns] | 27,9082 [ns] | 4,2957 [ns] | 17,3051 [ns] |
| S x MIC | 2 | 32,3821 * | 1,8944 [ns] | 16,0546 [ns] | 4,1875 [ns] | 2,1290 [ns] |
| P x MIC | 4 | 7,6344 [ns] | 0,2663 [ns] | 6,9550 [ns] | 6,1420 [ns] | 68,1091 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 3,2548 [ns] | 0,8213 [ns] | 8,1234 [ns] | 1,7176 [ns] | 30,9433 [ns] |
| Contraste 1: T. Adicional 1 [2/] x T.Adicional 2 [3/] | 1 | 2,5069 [ns] | 16,0000 [ns] | 7,1111 [ns] | 72,9601 * | 87,1111 [ns] |
| Contraste 2: T. Adicionais x T. Fatoriais | 1 | 79,4144* | 133,0223* | 30,3824 [ns] | 275,0420 [*] | 1413,1270[*] |
| Resíduo | 57 | 10,0371 | 5,1964 | 11,7516 | 9,1419 | 27,7754 |
| CV (%) | | 19,85 | 16,27 | 14,08 | 29,56 | 28,84 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
[ns] Não significativo
[1/] S = substrato; P = dose de P; MIC = associação micorrízica
[2/] Tratamento Adicional 1 = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[3/] Tratamento Adicional 2 = plantas cultivadas no substrato $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 3A – Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT) e diâmetro da roseta (DIAM) em plantas de *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii,* aos oito meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Vriesea gigantea* | | | *Orthophytum gurkenii* | | |
| | | NF | ALT | DIAM | NF | ALT | DIAM |
| Bloco | 3 | 438,3209 | 119,9766 | 164,3172 | 391,2943 | 907,5366 | 1349,3290 |
| Tratamentos: | | | | | | | |
| S [1/] | 1 | 1,2807 [ns] | 2,3368 [ns] | 10,7111 [ns] | 26,9758 [ns] | 14,0556 [ns] | 1,5902 [ns] |
| P [1/] | 2 | 8,1195 [ns] | 2,9022 [ns] | 0,1883 [ns] | 2,1089 [ns] | 2,9737 [ns] | 1,7258 [ns] |
| MIC [1/] | 2 | 32,5298 [ns] | 11,0851 [*] | 0,3927 [ns] | 10,6297 [ns] | 8,7378 [ns] | 16,7259 [ns] |
| S x P | 2 | 39,7880 [ns] | 2,1602 [ns] | 1,3875 [ns] | 29,2501 [ns] | 43,1403 [ns] | 106,0633 [ns] |
| S x MIC | 2 | 3,8977 [ns] | 0,1118 [ns] | 1,2993 [ns] | 28,1799 [ns] | 48,9174 [ns] | 90,3467 [ns] |
| P x MIC | 4 | 11,2543 [ns] | 1,3391 [ns] | 1,5682 [ns] | 12,1957 [ns] | 9,4469 [ns] | 23,7419 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 8,6287 [ns] | 4,0951 [ns] | 1,2284 [ns] | 15,5838 [ns] | 5,8209 [ns] | 12,4826 [ns] |
| | 17 | | | | | | |
| Contraste 1: T. Adicional 1 [2/] x T.Adicional 2 [3/] | 1 | 0,4630 [ns] | 0,0289 [ns] | 0,8338 [ns] | 41,7824 [ns] | 28,8935 [ns] | 112,3058 [ns] |
| Contraste 2: T. Adicionais x T. Fatoriais | 1 | 174,7029 [*] | 135,7009 [*] | 20,7629 [*] | 199,7361 [*] | 1115,4760 [*] | 1493,2580 [*] |
| Resíduo | 57 | 13,6223 | 2,1017 | 2,9908 | 11,2644 | 21,1728 | 33,4369 |
| CV (%) | | 22,31 | 20,85 | 15,59 | 37,45 | 39,80 | 36,50 |

[*] Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
[ns] Não significativo
[1/] S = substrato; P = dose de P; MIC = associação micorrízica
[2/] Tratamento Adicional 1 = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[3/] Tratamento Adicional 2 = plantas cultivadas no substrato $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 4A – Resumo das análises de variância para teores de N, P, K e Na na massa seca das folhas de *Neoregelia* Sheba e *Aechmea blanchetiana,* aos seis meses de cultivo.

| *Neoregelia* Sheba | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | N | P | K | Na |
| Bloco | 3 | 88,6384 | 0,9111 | 136,4583 | 50,5083 |
| T. Adicionais [1/] | 1 | 6,0223 | 0,3591 | 78,1250 | 8,0000 |
| Contraste T. Fatoriais x T. Adicionais | 1 | 63,5406* | 0,1811 [ns] | 594,0500* | 16,8056* |
| Tratamentos: | | | | | |
| S [2/] | 1 | 4,6408* | 7,4560* | 70,0139 [ns] | 9,3889* |
| P [2/] | 2 | 0,3067 [ns] | 0,0322 [ns] | 15,1979 [ns] | 3,3472 [ns] |
| MIC [2/] | 2 | 0,8706 [ns] | 0,2340 [ns] | 58,8229 [ns] | 2,0972 [ns] |
| S x P | 2 | 0,9964 [ns] | 0,1423 [ns] | 30,4618 [ns] | 0,8472 [ns] |
| S x MIC | 2 | 0,0220 [ns] | 0,2434 [ns] | 33,9826 [ns] | 0,4305 [ns] |
| P x MIC | 4 | 0,7730 [ns] | 0,0279 [ns] | 45,8646 [ns] | 0,5139 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 3,0080* | 0,0176 [ns] | 26,2118 [ns] | 1,8264 [ns] |
| Resíduo | 57 | 1,0594 | 0,0814 | 33,2118 | 1,5083 |
| CV (%) | | 25,73 | 33,60 | 32,20 | 31,17 |

| *Aechmea blanchetiana* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | N | P | K | Na |
| Bloco | 3 | 719,6915 | 0,3656 | 45,9583 | 79,3208 |
| T. Adicional [1/] | 1 | 24,4019 | 2,2107 | 457,5312 | 128,0000 |
| Contraste T. Fatoriais x T. Adicionais | 1 | 200,8641* | 1,0257 [ns] | 770,8680* | 253,2347* |
| Tratamentos: | | | | | |
| S [2/] | 1 | 0,2779 [ns] | 9,9412* | 302,1701 [ns] | 53,3889* |
| P [2/] | 2 | 0,3463 [ns] | 0,1352 [ns] | 1 4,5035 [ns] | 0,7951 [ns] |
| MIC [2/] | 2 | 2,8412 [ns] | 0,2995 [ns] | 25,1285 [ns] | 3,0243 [ns] |
| S x P | 2 | 48,8981 [ns] | 0,4093 [ns] | 138,7118 [ns] | 1,3785 [ns] |
| S x MIC | 2 | 0,9609 [ns] | 0,2085 [ns] | 13,4409 [ns] | 0,2326 [ns] |
| P x MIC | 4 | 42,0868 [ns] | 0,1349 [ns] | 39,6701 [ns] | 2,1753 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 23,4174 [ns] | 0,2857 [ns] | 26,3264 [ns] | 1,7378 [ns] |
| Resíduo | 57 | 36,8489 | 0,2763 | 79,4254 | 2,6980 |
| CV (%) | | 26,97 | 28,81 | 31,33 | 39,23 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F
[ns] Não significativo
[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e no $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[2/] S = substrato; P = dose de P; MIC = associação micorrízica

Quadro 5A – Resumo das análises de variância dos teores foliares de N, P, K e Na em plantas de *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii,* aos oito meses de cultivo

| *Vriesea gigantea* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | N | P | K | Na |
| Bloco | 3 | 93,5786 | 0,0281 | 25,5167 | 11,5349 |
| T. Adicionais [1/] | 1 | 16,7860 | 0,5551 | 21,6811 | 21,1250 |
| Contraste T. Fatoriais x T. Adicionais | 1 | 45,5273* | 0,2788 [ns] | 156,5200* | 2,0236 [ns] |
| Tratamentos: | | | | | |
| S [2/] | 1 | 36,1863* | 3,9809* | 321,6071* | 0,3240 [ns] |
| P [2/] | 2 | 0,2105 [ns] | 0,2230 [ns] | 4,2950 [ns] | 1,9464 [ns] |
| MIC [2/] | 2 | 29,0130* | 0,2508 [ns] | 141,8094* | 0,1033 [ns] |
| S x P | 2 | 4,1467 [ns] | 0,0661 [ns] | 55,9998 [ns] | 19,8900 [ns] |
| S x MIC | 2 | 0,9751 [ns] | 0,0569 [ns] | 24,9108 [ns] | 4,8352 [ns] |
| P x MIC | 4 | 1,4594 [ns] | 0,1646 [ns] | 11,3036 [ns] | 3,1259 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 3,2851 [ns] | 0,1715 [ns] | 8,3004 [ns] | 2,9235 [ns] |
| Resíduo | 57 | 4,6115 | 0,1843 | 19,5357 | 5,0373 |
| CV (%) | | 35,06 | 35,74 | 27,81 | 33,59 |
| *Orhophytum gurkenii* | | | | | |
| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | |
| | | N | P | K | Na |
| Bloco | 3 | 119,0325 | 1,8437 | 540,2833 | 2,5281 |
| T. Adicional [1/] | 1 | 116,9279 | 0,1717 | 442,5312 | 0,2812 |
| Contraste T. Fatoriais x T. Adicionais | 1 | 233,4347* | 0,0364 [ns] | 1563,5018* | 14,5921* |
| Tratamentos: | | | | | |
| S [2/] | 1 | 73,8666* | 26,2897* | 1444,5310* | 0,3472 [ns] |
| P [2/] | 2 | 0,5655 [ns] | 0,0837 [ns] | 60,5868 [ns] | 0,5868 [ns] |
| MIC [2/] | 2 | 2,3057 [ns] | 0,2987 [ns] | 101,3785 [ns] | 0,1076 [ns] |
| S x P | 2 | 4,0747 [ns] | 1,3480 [ns] | 6,0312 [ns] | 0,6076 [ns] |
| S x MIC | 2 | 21,1249 [ns] | 0,5872 [ns] | 41,7604 [ns] | 0,2326 [ns] |
| P x MIC | 4 | 8,6960 [ns] | 0,4142 [ns] | 70,8108 [ns] | 0,3212 [ns] |
| S x P x MIC | 4 | 8,2414 [ns] | 0,5894 [ns] | 120,6510 [ns] | 0,1337 [ns] |
| Resíduo | 57 | 12,3808 | 0,9649 | 123,9654 | 0,6992 |
| CV (%) | | 28,46 | 31,73 | 23,93 | 29,25 |

* Significativo a 5% probabilidade pelo teste F

[ns] Não significativo

[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e no $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

[2/] S = substrato; P = dose de P; MIC = associação micorrízica

Quadro 6A -Médias do peso da massa seca foliar (MSF) (g) e peso da massa seca radicular (MSR) (g) em plantas *Neoregelia* Sheba e *Aechmea blanchetiana, Vriesea gigantea e Orthophytum gurkenii* em função dos tratamentos

| Tratamentos | *Neoregelia* Sheba | | *Aechmea blanchetiana* | | *Vriesea gigantea* | | *Orthpophytum gurkenii* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR |
| Fatoriais | 9,62 | 0,34 | 10,12 | 0,43 | 5,07 | 0,56 | 2,87 | 0,29 |
| Adicionais [1/] | 6,09 | 0,39 | 3,23 | 0,32 | 3,18 | 0,37 | 0,40 | 0,04 |

[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 7A - Médias do número de folhas (NF), altura (ALT) (cm) e diâmetro da roseta (DIAM) (cm) em plantas de *Neoregelia* Sheba e *Aechmea blanchetiana* em função dos tratamentos

| Tratamentos | *Neoregelia* Sheba | | | *Aechmea blanchetiana* | | *Vriesea gigantea* | | | *Orthophytum gurkenii* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NF | ALT | DIAM | NF | ALT | NF | ALT | DIAM | NF | ALT | DIAM |
| Fatoriais | 24,40 | 29,14 | 28,58 | 17,34 | 41,79 | 21,94 | 16,44 | 12,61 | 10,64 | 17,96 | 17,66 |
| Adicionais [1/] | 21,21 | 23,80 | 25,71 | 11,54 | 27,11 | 18,23 | 11,13 | 13,47 | 6,84 | 7,46 | 8,45 |

[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 8A - Médias dos teores foliares de nutrientes (g $kg^{-1}$) em plantas *Neoregelia* Sheba e *Aechmea blanchetiana, Vriesea gigantea e Orthophytum gurkenii* em função dos tratamentos

| Tratamentos | *Neoregelia* Sheba | | | | *Aechmea blanchetiana* | | | | *Vriesea gigantea* | | | | *Orthpophytum gurkenii* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | P | K | Na | N | P | K | Na | N | P | K | Na | N | P | K | Na |
| Fatoriais | 7,55 | 1,03 | 24,59 | 5,10 | 14,47 | 1,42 | 34,41 | 5,70 | 9,11 | 1,15 | 15,14 | 8,41 | 14,33 | 2,74 | 46,93 | 1,77 |
| Adicionais [1/] | 4,58 | 0,87 | 15,51 | 6,63 | 9,19 | 1,80 | 24,07 | 11,63 | 6,60 | 1,35 | 10,48 | 7,88 | 8,64 | 2,67 | 32,19 | 3,19 |

[1/] Tratamentos Adicionais = plantas cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 9A - Médias do peso da massa seca foliar (MSF) (g) e peso da massa seca radicular (MSR) (g) de plantas *Neoregelia* Sheba, *Aechmea blanchetiana, Vriesea gigantea e Orthophytum gurkenii* em função do substrato ($S_1$ = 50% fibra de coco + 50% esterco bovino; $S_2$ = 100% fibra coco), da adubação fosfatada (mg de P planta$^{-1}$) e da inoculação micorrízica

| Substrato | Adubação fosfatada | Micorriza | *Neoregelia* Sheba | | *Aechmea blanchetiana* | | *Vriesea gigantea* | | *Orthpophytum gurkenii* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR | MSF | MSR |
| $S_1$ | 0 | Sem | 8,40 | 0,37 | 12,49 | 0,55 | 5,64 | 0,63 | 3,09 | 0,18 |
| $S_1$ | 0 | *Acaulospora* | 12,99 | 0,29 | 8,63 | 0,27 | 4,82 | 0,66 | 1,29 | 0,14 |
| $S_1$ | 0 | Misto | 11,27 | 0,32 | 9,52 | 0,17 | 5,55 | 0,46 | 3,71 | 0,21 |
| $S_1$ | 25 | Sem | 8,37 | 0,24 | 9,37 | 0,20 | 5,32 | 0,39 | 2,16 | 0,16 |
| $S_1$ | 25 | *Acaulospora* | 12,35 | 0,44 | 20,05 | 0,51 | 4,65 | 0,65 | 3,81 | 0,37 |
| $S_1$ | 25 | Misto | 12,58 | 0,45 | 11,52 | 0,43 | 5,44 | 0,68 | 3,07 | 0,20 |
| $S_1$ | 50 | Sem | 8,80 | 0,31 | 8,10 | 0,21 | 4,13 | 0,62 | 1,51 | 0,12 |
| $S_1$ | 50 | *Acaulospora* | 9,45 | 0,27 | 11,89 | 0,34 | 5,66 | 0,46 | 3,36 | 0,23 |
| $S_1$ | 50 | Misto | 10,75 | 0,33 | 7,96 | 0,20 | 5,13 | 0,69 | 2,36 | 0,12 |
| Média $S_1$ | | | 10,55 | 0,34 | 11,06 | 0,32 | 5,15 | 0,58 | 2,71 | 0,19 |
| T. Adicional 1 [1/] | 0 | Sem | 8,37 | 0,30 | 4,16 | 0,41 | 2,72 | 0,26 | 0,32 | 0,04 |
| $S_2$ | 0 | Sem | 8,63 | 0,27 | 8,78 | 0,52 | 3,95 | 0,41 | 3,74 | 0,42 |
| $S_2$ | 0 | *Acaulospora* | 8,17 | 0,43 | 13,25 | 0,70 | 4,75 | 0,66 | 3,74 | 0,38 |
| $S_2$ | 0 | Misto | 7,52 | 0,32 | 10,02 | 0,54 | 4,79 | 0,35 | 2,32 | 0,28 |
| $S_2$ | 25 | Sem | 10,16 | 0,32 | 5,87 | 0,33 | 4,19 | 0,43 | 2,88 | 0,26 |
| $S_2$ | 25 | *Acaulospora* | 9,77 | 0,35 | 9,85 | 0,63 | 5,31 | 0,37 | 1,49 | 0,23 |
| $S_2$ | 25 | Misto | 9,37 | 0,46 | 9,74 | 0,54 | 5,06 | 0,47 | 0,98 | 0,54 |
| $S_2$ | 50 | Sem | 8,12 | 0,24 | 8,71 | 0,55 | 6,40 | 0,66 | 5,75 | 0,69 |
| $S_2$ | 50 | *Acaulospora* | 9,82 | 0,49 | 8,85 | 0,70 | 5,17 | 0,70 | 3,78 | 0,31 |
| $S_2$ | 50 | Misto | 6,59 | 0,26 | 7,58 | 0,41 | 5,30 | 0,74 | 2,65 | 0,35 |
| Média $S_2$ | | | 8,68 | 0,35 | 9,18 | 0,55 | 4,99 | 0,53 | 3,04 | 0,38 |
| T. Adicional 2 [2/] | 0 | Sem | 3,81 | 0,47 | 2,29 | 0,23 | 3,63 | 0,48 | 0,48 | 0,03 |

[1/] Tratamento Adicional 1 = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[2/] Tratamento Adicional 2 = plantas cultivadas no substrato $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 10A - Médias do número de folhas (NF), altura (ALT) (cm) e diâmetro da roseta (DIAM) (cm) em plantas de *Neoregelia* Sheba, *Aechmea blanchetiana*, *Vriesea gigantea* e *Orthophytum gurkenii* em função do substrato ($S_1$ = 50% fibra de coco + 50% esterco bovino; $S_2$ = 100% fibra coco), da adubação fosfatada (mg de P planta$^{-1}$) e da inoculação micorrízica

| Substrato | Adubação fosfatada | Micorriza | *Neoregelia* Sheba | | | *Aechmea blanchetiana* | | *Vriesea gigantea* | | | *Orthophytum gurkenii* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | NF | ALT | DIAM | NF | ALT | NF | ALT | DIAM | NF | ALT | DIAM |
| $S_1$ | 0 | Sem | 24,25 | 29,04 | 29,17 | 19,00 | 43,48 | 25,04 | 17,17 | 12,94 | 11,42 | 17,08 | 16,00 |
| $S_1$ | 0 | *Acaulospora* | 25,17 | 30,75 | 28,17 | 19,67 | 44,96 | 21,92 | 17,21 | 12,04 | 10,42 | 18,58 | 18,71 |
| $S_1$ | 0 | Misto | 26,92 | 31,25 | 31,08 | 16,50 | 43,25 | 20,79 | 16,57 | 12,17 | 10,79 | 18,00 | 16,96 |
| $S_1$ | 25 | Sem | 21,50 | 28,33 | 29,58 | 16,67 | 40,25 | 22,67 | 16,58 | 12,50 | 9,08 | 15,96 | 15,04 |
| $S_1$ | 25 | *Acaulospora* | 24,83 | 31,13 | 29,00 | 17,75 | 41,42 | 22,58 | 17,03 | 12,03 | 14,08 | 22,13 | 21,50 |
| $S_1$ | 25 | Misto | 28,83 | 32,21 | 32,92 | 17,83 | 46,79 | 24,29 | 16,54 | 12,94 | 13,42 | 21,04 | 22,54 |
| $S_1$ | 50 | Sem | 23,33 | 28,46 | 26,33 | 18,58 | 41,92 | 19,50 | 16,13 | 13,07 | 8,96 | 13,56 | 12,94 |
| $S_1$ | 50 | *Acaulospora* | 22,83 | 28,00 | 27,38 | 19,25 | 47,25 | 19,42 | 14,86 | 12,38 | 12,46 | 19,00 | 18,92 |
| $S_1$ | 50 | Misto | 25,50 | 30,21 | 29,17 | 17,50 | 41,25 | 21,88 | 17,57 | 12,96 | 11,71 | 16,58 | 16,38 |
| Média $S_1$ | | | 24,80 | 29,93 | 29,20 | 18,08 | 43,40 | 22,01 | 16,63 | 12,56 | 11,37 | 17,99 | 17,67 |
| T. Adicional 1[1/] | 0 | Sem | 21,58 | 25,92 | 25,75 | 14,25 | 31,08 | 18,71 | 11,00 | 13,58 | 8,42 | 9,29 | 10,98 |
| $S_2$ | 0 | Sem | 24,58 | 26,71 | 27,25 | 17,92 | 41,63 | 22,50 | 16,25 | 12,75 | 10,67 | 18,46 | 18,67 |
| $S_2$ | 0 | *Acaulospora* | 23,25 | 27,58 | 27,08 | 18,67 | 45,29 | 21,46 | 16,90 | 12,73 | 8,42 | 16,88 | 16,79 |
| $S_2$ | 0 | Misto | 22,67 | 27,54 | 28,54 | 16,83 | 42,67 | 22,33 | 15,92 | 12,67 | 10,96 | 19,77 | 18,96 |
| $S_2$ | 25 | Sem | 23,42 | 28,50 | 23,75 | 14,04 | 31,98 | 20,17 | 15,83 | 12,40 | 9,67 | 16,21 | 17,13 |
| $S_2$ | 25 | *Acaulospora* | 23,29 | 28,10 | 28,29 | 16,88 | 42,63 | 19,88 | 15,46 | 11,78 | 7,00 | 13,65 | 12,52 |
| $S_2$ | 25 | Misto | 24,25 | 28,75 | 29,25 | 17,38 | 42,21 | 22,42 | 16,17 | 12,65 | 9,54 | 18,63 | 17,42 |
| $S_2$ | 50 | Sem | 25,08 | 28,44 | 29,00 | 15,58 | 41,42 | 24,71 | 16,71 | 13,79 | 10,25 | 18,75 | 19,06 |
| $S_2$ | 50 | *Acaulospora* | 25,75 | 29,63 | 30,17 | 15,50 | 36,08 | 20,67 | 16,58 | 12,38 | 12,54 | 19,21 | 18,46 |
| $S_2$ | 50 | Misto | 23,75 | 29,83 | 28,25 | 16,58 | 37,71 | 22,63 | 16,50 | 12,75 | 10,17 | 19,75 | 19,81 |
| Média $S_2$ | | | 24,00 | 28,34 | 27,95 | 16,60 | 40,18 | 21,86 | 16,26 | 12,66 | 9,91 | 17,92 | 17,65 |
| T. Adicional 2 [2/] | 0 | Sem | 20,83 | 21,67 | 25,67 | 8,83 | 23,13 | 17,75 | 11,25 | 13,35 | 5,25 | 5,63 | 5,92 |

[1/] Tratamento Adicional 1 = plantas cultivadas no substrato $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica
[2/] Tratamento Adicional 2 = plantas cultivadas no substrato $S_2$ (100% fibra de coco) sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica

Quadro 11A - Médias dos teores foliares de nutrientes (g $kg^{-1}$) em plantas *Neoregelia* Sheba, *Aechmea blanchetiana, Vriesea gigantea e Orthophytum gurkenii* em função do substrato ($S_1$ = 50% fibra de coco + 50% esterco bovino; $S_2$ = 100% fibra coco), da adubação fosfatada (mg de P $planta^{-1}$) e da inoculação micorrízica

| Substrato | P | Micorriza | *Neoregelia* Sheba | | | | *Aechmea blanchetiana* | | | | *Vriesea gigantea* | | | | *Orthpophytum gurkenii* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | N | P | K | Na | N | P | K | Na | N | P | K | Na | N | P | K | Na |
| $S_1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Quadro 12A – Médias mensais das temperaturas máxima e mínima e umidade relativa registradas em casa de vegetação na área de produção no município de Maricá (RJ) durante o período de dezembro/2004 a agosto/2005

| Meses | Temperatura Máxima (ºC) | Temperatura Mínima (ºC) | Umidade Relativa (%) |
|---|---|---|---|
| Dez/04 | 30,0 | 20,7 | 70 |
| Jan/05 | 32,0 | 21,0 | 75 |
| Fev/05 | 32,1 | 21,7 | 70 |
| Mar/05 | 33,8 | 23,1 | 71 |
| Abr/05 | 32,7 | 21,6 | 70 |
| Mai/05 | 31,1 | 19,9 | 68 |
| Jun/05 | 27,0 | 17,4 | 75 |
| Jul/05 | 26,5 | 16,6 | 73 |
| Ago/05 | 31,3 | 16,2 | 75 |
| Média | 30,7 | 19,8 | 71,8 |

S1 P1 MIC1

S1 P1 MIC2

S1 P1 MIC3

S2 P1 MIC1

S2 P1 MIC2

S2 P1 MIC3

S1 P2 MIC1

S1 P2 MIC2

S1 P2 MIC3

S2 P2 MIC1

S2 P2 MIC2

S2 P2 MIC3

Figura 01 – Plantas de *Aechmea blanchetiana* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P3 MIC1

S1 P3 MIC2

S1 P3 MIC3

S2 P3 MIC1

S2 P3 MIC2

S2 P3 MIC3

Figura 01 – Plantas de *Aechmea blanchetiana* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P1 MIC1

S1 P1 MIC2

S1 P1 MIC3

S2 P1 MIC1

S2 P1 MIC2

S2 P1 MIC3

S1 P2 MIC1

S1 P2 MIC2

S1 P2 MIC3

S2 P2 MIC1

S2 P2 MIC2

S2 P2 MIC3

Figura 02 – Plantas de *Orthophytum gurkenii* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P3 MIC1

S1 P3 MIC2

S1 P3 MIC3

S2 P3 MIC1

S2 P3 MIC2

S2 P3 MIC3

Figura 02 – Plantas de *Orthophytum gurkenii* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P1 MIC1

S1 P1 MIC2

S1 P1 MIC 3

S2 P1 MIC 1

S2 P1 MIC 2

S2 P1 MIC 3

S1 P2 MIC 1

S1 P2 MIC 2

S1 P2 MIC 3

S2 P2 MIC 1

S2 P2 MIC 2

S2 P2 MIC 3

Figura 03 – Plantas de *Vriesea gigantea* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% de fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P3 MIC 1

S1 P3 MIC 2

S1 P3 MIC 3

S2 P3 MIC 1

S2 P3 MIC 2

S2 P3 MIC 3

Figura 03 – Plantas de *Vriesea gigantea* cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% de fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P1 MIC1

S1 P1 MIC2

S1 P1 MIC3

S2 P1 MIC1

S2 P1 MIC2

S2 P1 MIC3

S1 P2 MIC1

S1 P2 MIC2

S1 P2 MIC3

S2 P2 MIC1

S2 P2 MIC2

S2 P2 MIC3

Figura 04 – Plantas de *Neoregelia* Sheba cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% de fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

S1 P3 MIC1 S1 P3 MIC2 S1 P3 MIC3

S2 P3 MIC1 S2 P3 MIC2 S2 P3 MIC3

Figura 04 – Plantas de *Neoregelia* Sheba cultivadas nos substratos $S_1$ (50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino) e $S_2$ (100% de fibra de coco), adubadas com P (P1 = 0; P2 = 25; P3 = 50 mg P planta$^{-1}$) e inoculadas com micorriza (MIC1 = sem inoculação; MIC2 = *Acaulospora scrobiculatum;* MIC3 = inóculo misto).

## 3.3. ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA EM BROMELIÁCEAS CULTIVADAS EM FIBRA DE COCO E ESTERCO BOVINO

### 3.3.1. RESUMO

O trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica no crescimento e teor foliar de nutrientes de quatro bromeliáceas comerciais e propor uma formulação de adubação adequada para cada planta estudada. O experimento foi em esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro doses de nitrogênio (0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$) e quatro doses de potássio (0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições para *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba e três repetições para *Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea*, duas plantas por parcela. As análises estatísticas foi realizadas separadamente para cada espécie. Mudas de *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba foram cultivadas em substrato composto por 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, enquanto *Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea* foram cultivados em 100% de fibra de coco. As doses de nitrogênio 0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$ e potássio 0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$ no substrato, correspondem, respectivamente, a 0; 187,5; 281,3 e 375 mg N $planta^{-1}$ e 0; 234,4; 351,6 e 468,8 mg K $planta^{-1}$. A adubação fosfatada foi fixa, 50 mg de P $L^{-1}$ no substrato, correspondendo a 25 mg P $planta^{-1}$, exceto

para *Neoregelia* Sheba, que foi inoculada com 25 mL vaso$^{-1}$ do inóculo micorrízico misto (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*) e não recebeu adubação fosfatada. O período experimental foi de seis meses de cultivo. Foram avaliados: o número de folhas; a altura e/ou o diâmetro da roseta de todas as plantas; metade das plantas foi submetida a avaliações destrutivas para obtenção do peso da massa seca das folhas e das raízes, porcentagem de colonização micorrízica e determinação dos teores foliares de N, P, K e Na. A avaliação da colonização micorrízica em plantas de *Neoregelia* Sheba foi realizada com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil. A adubação com 305,1 mg N planta$^{-1}$ foi a mais eficiente para *Aechmea blanchetiana*, proporcionado o maior incremento na sua altura. Em *Orthophytum gurkenii* a adubação com 250 mg N planta$^{-1}$ proporcionou o maior número de folhas e diâmetro da roseta. As adubações nitrogenada e potássica não tiveram efeito sobre o crescimento das plantas de *Vriesea gigantea*. Em *Neoregelia* Sheba a dose de 315 mg N planta$^{-1}$ causou maior incremento em altura e diâmetro da roseta.

## 3.3.2. ABSTRACT

The work aimed to evaluate different levels of nitrogen and potassium fertilization on leaf nutrient contents of four commercial bromeliads and to recommend a suitable fertilization formula for each kind of plant. The experiment was a factorial (4x4) with four nitrogen (N) and potassium (K) levels (0; 375; 562.6 e 750 mg $L^{-1}$of N and 0; 468.8; 703.2 e 937.6 mg $L^{-1}$ of K), in randomized blocks, using four replications for *Aechmea blanchetiana* and *Neoregelia* Sheba and three replications for *Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea*, and two plants per plot. The statistical analyses were carried out separately for each species *Aechmea blanchetiana* and *Neoregelia* Sheba plants were grown in 50% coconut fiber + 50% cattle manure, whereas *Orthophytum gurkenii* and *Vriesea gigantea* were grown in 100% coconut fiber. The N (0; 375; 562.6 e 750 mg $L^{-1}$) and K levels (0; 468.8; 703.2 e 937.6 mg $L^{-1}$), on the substrate, correspond, respectively, to 0; 187.5; 281.3; 375 mg $plant^{-1}$ of N and 0; 234.4; 351.6; 468.8 mg $plant^{-1}$ of K. The P fertilization was fixed as 50 mg $L^{-1}$ of P corresponding to 25 mg $plant^{-1}$ of P, except for *Neoregelia* Sheba which was inoculated with 25 mL per container (0.5 L) of the mixed inoculum (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*) without P fertilization. The experimental period was of six months. The number of leaves, rosette diameter and plant height of all plants were evaluated; half of the plants were subjected to destructive evaluations to obtain the leaf and root dry mass weight, mycorrhyzal colonization percentage and N, P, K and Na leaf contents. The mycorrhyzal colonization in *Neoregelia* Sheba roots was carried

out under a microscope after their dying with methyl blue. The fertilization with 305.1 mg plant$^{-1}$ of N was the most efficient for *Aechmea blanchetiana* leading to the greatest increment in height. In *Orthophytum gurkenii* the fertilization with 250 mg plant$^{-1}$ of N caused the highest plant number and rosette diameter. The N and K fertilization did not affect *Vriesea gigantea* plants. In *Neoregelia* Sheba 315 mg plant$^{-1}$ of N caused the greatest plant height and rosette diameter.

## 3.3.3. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por bromélias em projetos paisagísticos, devido à sua facilidade de adaptação, variedade de espécies, cores, formas e fácil manutenção, é responsável pelo seu aumento de produção e comercialização (Rocha, 2002).

As exigências do mercado, cada vez mais competitivo, acentuam a necessidade de se desenvolverem técnicas cada vez mais adequadas ao cultivo de bromélias. Pouco se conhece sobre a adubação de bromeliáceas, sendo o abacaxi a espécie mais estudada. As formas de adubação comumente utilizadas são a foliar e a radicular, ou a combinação dos dois, dependendo da espécie cultivada (Andrade e Dematthê, 1999; Kämpf, 1992).

As bromélias absorvem nutrientes de acordo com seu hábito. Espécies terrestres adquirem os nutrientes através da absorção pelas raízes em contato com o solo; as epífitas absorvem os nutrientes da água da chuva e de partículas provenientes da atmosfera pelos tricomas, um anexo epidérmico localizado na base das folhas. O sistema tanque é a denominação do mecanismo que armazena água, o fitotelmo. As espécies chamadas atmosféricas, pertencentes ao gênero *Tillandsia*, são plantas epífitas que não apresentam tanque e absorvem água e nutrientes diretamente da atmosfera através dos tricomas foliares, que são muito desenvolvidos e numerosos (Leme e Marigo, 1993; Benzing, 1990).

Nievola e Mercier (1996) observaram que em *Vriesea fosteriana*, espécie de bromélia rupícola formadora de tanque, as folhas são responsáveis pela maior

parte da assimilação do nitrato, mas as raízes também devem ser consideradas ativas na absorção de nutrientes, sugerindo que uma adubação radicular aliada à foliar permitiria um estímulo ao crescimento desta espécie.

Em estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, Andrade e Demattê (1999) relatam que, de modo geral, o produto mais utilizado para adubação de bromeliáceas é o Osmocote® 14-14-14, mas existe uma preocupação dos produtores em estabelecer as proporções ideais de N, P e K para cada gênero e/ou espécie em virtude, como por exemplo, de alguns gêneros, como *Neoregelia* e *Billbergia*, quando adubados com formulações ricas em nitrogênio poderem perder o colorido das folhas (Paula, 2001).

Poucos estudos na literatura relacionam nutrição mineral e tipos de substratos ao crescimento de bromeliáceas, bem como a associação destas com fungos micorrízicos simbiontes.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica no crescimento e teor de nutrientes de bromeliáceas comerciais; determinar faixa de teores de nutrientes adequada e propor uma formulação adequada para cada bromeliácea estudada.

## 3.3.4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi estudada a resposta de quatro bromeliáceas (*Aechmea blanchetiana, Orthophytum gurkenii, Vriesea gigantea* e *Neoregelia* Sheba), cultivadas em substrato à base de fibra de coco e esterco bovino, a diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica, num esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro doses de nitrogênio (0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$) e quatro doses de potássio (0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$), em delineamento em blocos ao acas ōm7,

proporcionaram melhor crescimento para as plantas. O período experimental foi de seis meses de cultivo.

As doses de nitrogênio 0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$ e potássio 0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$ no substrato correspondem, respectivamente, a 0; 187,5; 281,3 e 375 mg de N $planta^{-1}$ e 0; 234,4; 351,6 e 468,8 mg de K $planta^{-1}$. A adubação com N e K foi parcelada em três aplicações (três primeiros meses de cultivo). A adubação fosfatada foi fixa 50 mg de P $L^{-1}$ no substrato, correspondendo a 25 mg de P $planta^{-1}$; o P foi colocado todo no plantio, exceto para *Neoregelia* Sheba, que não recebeu adubação fosfatada e foi inoculada com fungo micorrízico (inóculo misto: *Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*), conforme selecionado em experimento anterior. Utilizou-se sulfato de amônio, cloreto de potássio e fostato de Araxá como fonte dos nutrientes.

Foram avaliados: o número de folhas; a altura e/ou o diâmetro da roseta de todas as plantas. Uma planta de cada parcela foi submetida a avaliações destrutivas para obtenção do peso da massa seca das folhas e das raízes, porcentagem de colonização micorrízica e determinação dos teores de N, P, K e Na na massa seca das folhas. O restante das plantas permaneceu na área de produção para comercialização.

As análises químicas das folhas foram realizadas ao final do experimento, após secagem em estufa com ventilação forçada a 70$^{o}$C, por 72 horas, e trituração em moinho Wiley, com peneira de 20 mesh e em seguida, procedeu-se à digestão sulfúrica (Malavolta et al., 1997). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), o P pela redução do complexo fosfo-molíbdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974), K e Na por espectrofotometria de chama.

Para a avaliação da porcentagem de colonização micorrízica em plantas de *Neoregelia* Sheba foram retiradas amostras de raízes das bromeliáceas, que foram acondicionadas imersas em álcool etílico 50%. Posteriormente, as raízes foram clarificadas em KOH (10%) à temperatura de 80ºC por 10 minutos e, em seguida, colocadas em peróxido de hidrogênio alcalino (1,8 %) para clareamento por tempo médio de 15 minutos e, após este período, foram acidificadas em HCl (5%) por cinco minutos. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada utilizando-se 10 segmentos de raízes de aproximadamente um cm. As raízes

foram dispostas em lâminas e avaliadas com o auxílio de um microscópio após a coloração com azul de metil (Grace e Stribley, 1991).

O sistema e a freqüência de irrigação, assim como todos os demais tratos culturais foram os mesmos utilizados pelo produtor no restante da área. O estado fitossanitário foi avaliado mensalmente.

As análises de variância e regressão foram realizadas com o programa SANEST (Sarriés et al., 1992), ao nível de 5% de significância. A análise estatística foi realizada separadamente para cada espécie.

## 3.3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em *Aechmea blanchetiana* a análise de regressão para os níveis de N mostrou um incremento na altura das plantas até a dose de 305,1 mg planta$^{-1}$ N, em média as plantas atingiram 52,7 cm de altura (Figura 1a). Para o número de folhas não foi observada diferença estatística entre as doses da adubação com N e K, em média as plantas apresentaram 19,7 folhas. A massa seca foliar (Figura 1b), o teor foliar de N (Figura 1c) e o teor foliar de K (Figura 1d) aumentaram linearmente com o aumento das doses de N. O inverso foi observado para o teor foliar de Na (Figura 1e). Os resultados observados para o número de folhas indicam que o teor de N do substrato foi suficiente para suprir as exigências de crescimento. Não houve interação entre as doses de N e K para as variáveis estudadas.

Além disso, *Aechmea blanchetiana* é uma espécie de pleno sol e em presença de luz as folhas assumem uma coloração avermelhada, assim, possivelmente, uma maior adubação com N poderia acarretar a perda deste atrativo visual, o que, do ponto de vista ornamental, não seria interessante. Da mesma forma uma maior adubação nitrogenada poderia aumentar a massa seca foliar, levando a um florescimento mais tardio, como ocorre em abacaxi (Sampaio, 1997); assim, recomenda-se à dose de 305,06 mg planta$^{-1}$ N como a mais indicada. Os níveis da adubação potássica não causaram efeitos diferenciados no crescimento em *Aechmea blanchetiana*, indicando que o teor de K no substrato foi suficiente para a manutenção da planta até o ponto de comercialização.

Poole e Conover (1976), avaliando a influência da adubação nitrogenada e potássica, adicionados ao substrato, no tamanho e coloração das folhas de *Aechmea fasciata*, notaram que as doses de 100 e de 150 mg planta$^{-1}$ N não diferiram entre si, mas apresentaram melhores resultados que a adubação com 50 mg de N.

*Orthophytum gurkenii* apresentou o maior número de folhas (14,4 folhas) e o maior diâmetro da roseta (24,9 cm) quando as plantas receberam a dose de 250 mg N planta$^{-1}$ e a maior altura (15,8 cm) quando adubadas com a dose de 226,13 mg N planta$^{-1}$ (Figura 1a). A dose de 200 mg N planta$^{-1}$ foi a que proporcionou o maior peso da massa seca foliar (3,37 g) (Figura 2b) e a dose de 300 mg N planta$^{-1}$ proporcionou o maior teor foliar de N (25,5 g kg$^{-1}$) (Figura 2c). O teor foliar de K aumentou linearmente com o aumento da adubação potássica (Figura 2d). Para peso da massa seca radicular, teor foliar de P e Na não se observou diferença significativa entre as doses de N e K. Não houve interação entre as doses de N e K para as variáveis estudadas. Embora as plantas tenham absorvido o nutriente (K), como verificado pelos seus teores foliares, o potássio não alterou as características de crescimento**.** O teor de K no substrato foi suficiente para manter o crescimento das plantas. Para *Orthophytum* é interessante obter plantas com maior diâmetro e mais folhas, sendo estas as variáveis mais observadas durante sua comercialização. Recomenda-se para esta espécie a dose de 250 mg N planta$^{-1}$.

Avaliando *Vriesea gigantea*, notou-se que o maior número de folhas (27,7) ocorreu em plantas cultivadas sem adubação potássica (Figura 3a), indicando que o teor de K presente na fibra de coco foi suficiente para a produção de folhas até o ponto de comercialização. O aumento da adubação nitrogenada causou decréscimo linear no peso da massa seca radicular (Figura 3b). Constatou-se que o N não teve efeito sobre o crescimento das plantas, embora os teores foliares de N tenham aumentado com o aumento da adubação nitrogenada (Figura 3c) e o teor foliar de K tenha decrescido (Figura 3d). Poole e Conover (1976) também observaram decréscimo no teor foliar de K com o aumento da adubação nitrogenada em *Aechmea fasciata*. O aumento da adubação potássica causou aumento nos teores foliares de K (Figura 3e). Não houve interação entre as doses de N e K para as variáveis estudadas.

Em relação aos teores foliares de N, observou-se uma resposta quadrática das plantas com o aumento da adubação nitrogenada (Figura 2c), atingindo o teor foliar máximo (21,9 g $kg^{-1}$) com a dose de 389 mg N $planta^{-1}$.

Benzing (1990) atribui o desenvolvimento lento de espécies de bromélias epífitas, como *Vriesea gigantea* à sua capacidade limitada de aumentar seu crescimento em resposta aos incrementos de nutrientes e umidade fornecidos. O desenvolvimento lento é uma adaptação das plantas epífitas à sobrevivência em ambientes oligotróficos, representando uma economia significativa na utilização dos recursos na síntese de material vegetal, o que poderia explicar os resultados observados no crescimento de *V. gigantea* nesse trabalho.

Em *Neoregelia* Sheba, o aumento da adubação nitrogenada resultou em aumento linear crescente no número de folhas (Figura 4a). As plantas atingiram a maior altura (37,5 cm) e o maior diâmetro da roseta (41,4 cm), com a dose máxima de 315 mg N $planta^{-1}$ (Figura 4a). A maior porcentagem de colonização micorrízica foi observada com a dose de 276,3 mg N $planta^{-1}$ (Figura 4b). O aumento das adubações nitrogenada e potássica resultaram em aumento linear no teor foliar de N e K, respectivamente (Figuras 4c, 4e). Para o teor de P observou-se uma resposta quadrática das plantas, o maior teor (2,26 g $kg^{-1}$) foi observado com a dose máxima de 222,2 mg N $planta^{-1}$ (Figura 4d). Para as demais características não houve diferença estatística. Embora ainda não se tenha atingido o máximo de folhas com as doses de N utilizadas, uma maior adubação nitrogenada poderia comprometer a coloração avermelhada da roseta da planta e o contraste formado nas folhas pela coloração verde e branca, duas características ornamentais importantes em Sheba. Quando se deseja evidenciar estas características, recomenda-se uma adubação com menor dose de N, sugerindo que a dose de 315 mg N $planta^{-1}$ seria a mais indicada, pois foi a que propiciou o maior crescimento em altura e diâmetro da roseta em *Neoregelia* Sheba.

Sabe-se que nas plantas epífitas as raízes servem, principalmente, para fixação da planta ao hospedeiro, ficando a cargo das folhas a nutrição da planta (Reitz, 1983). Porém, em algumas pesquisas, avaliando-se os efeitos da absorção de nutrientes pelas raízes e folhas, observou-se que em algumas espécies, mesmo sendo epífitas, como *Aechmea fasciata* (Kämpf, 1994) e *Vriesea fosteriana* (Nievola e Mercier, 1996), as raízes contribuem significativamente para

a nutrição da planta, funcionando como órgãos de absorção de nutrientes. Kämpf (1994) também enfatiza o papel do substrato para uma maior eficiência do sistema radicular na absorção de minerais. Os resultados das plantas epífitas no presente trabalho indicam que um ajuste da adubação ao substrato deficiente em nutrientes, principalmente N, beneficiou o crescimento das plantas, favorecendo a absorção de nutrientes via sistema radicular.

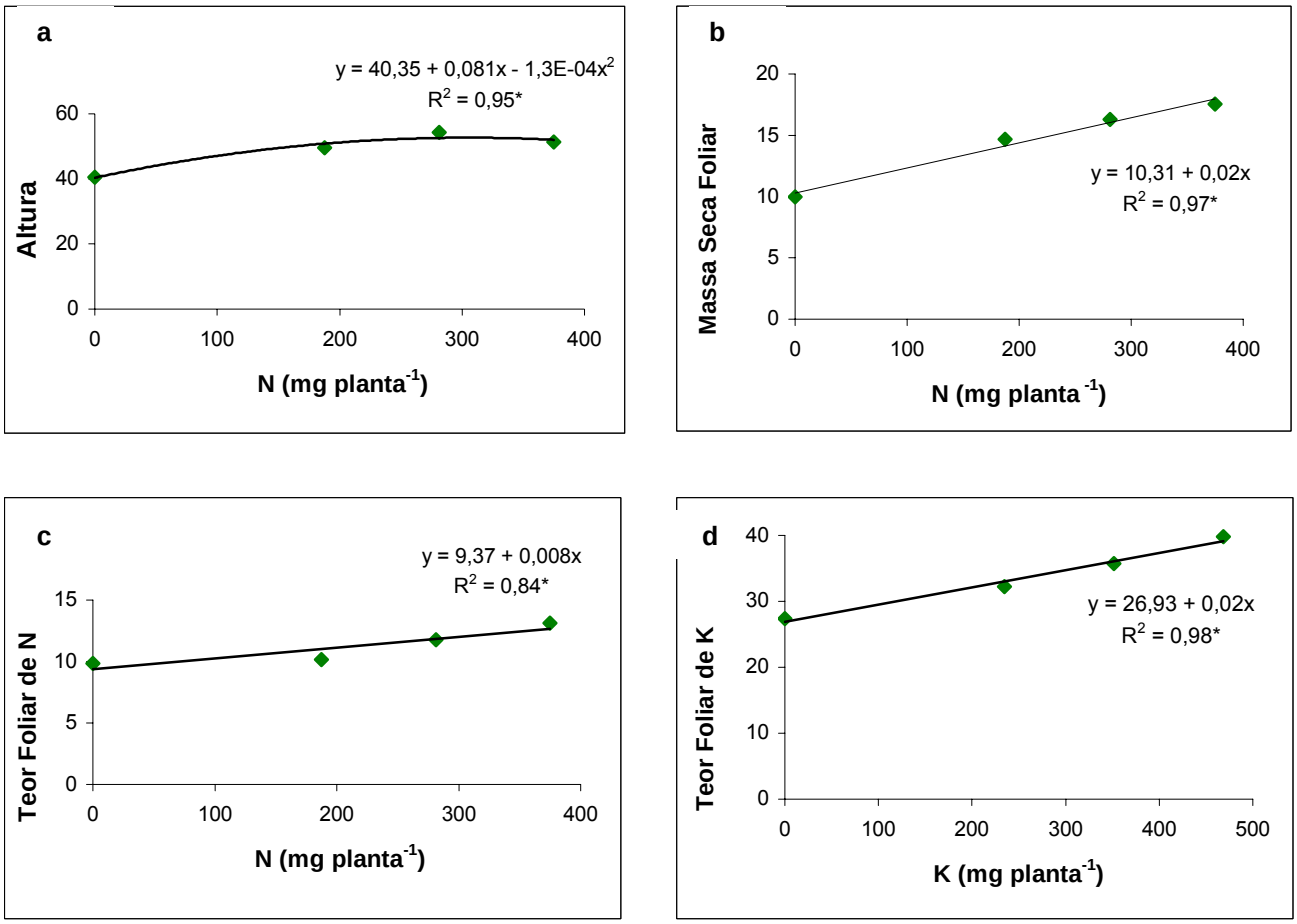


Figura 01 – a) Altura (cm); b) massa seca foliar (g); c) teor foliar de N (g $kg^{-1}$); d) teor foliar de K (g $kg^{-1}$); e) teor foliar de Na (g $kg^{-1}$) em plantas de *Aechmea blanchetiana* aos seis meses.

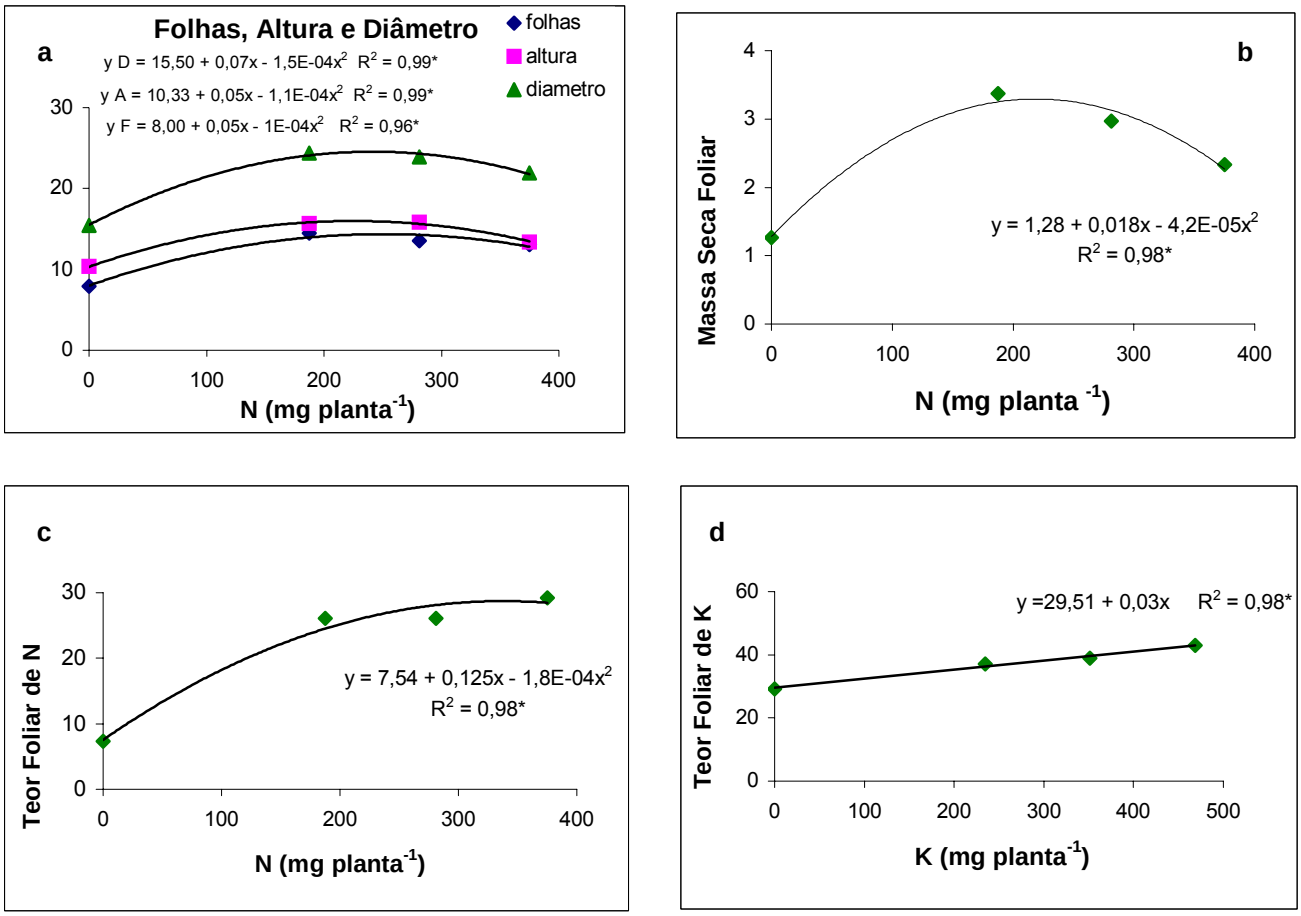


Figura 02 – a) Número de folhas, altura (cm) e diâmetro da roseta (cm); b) massa seca foliar (g); c), teor foliar de N (g $kg^{-1}$); d) teor foliar de K (g $kg^{-1}$) em plantas de *Orthophytum gurkenii* aos seis meses.

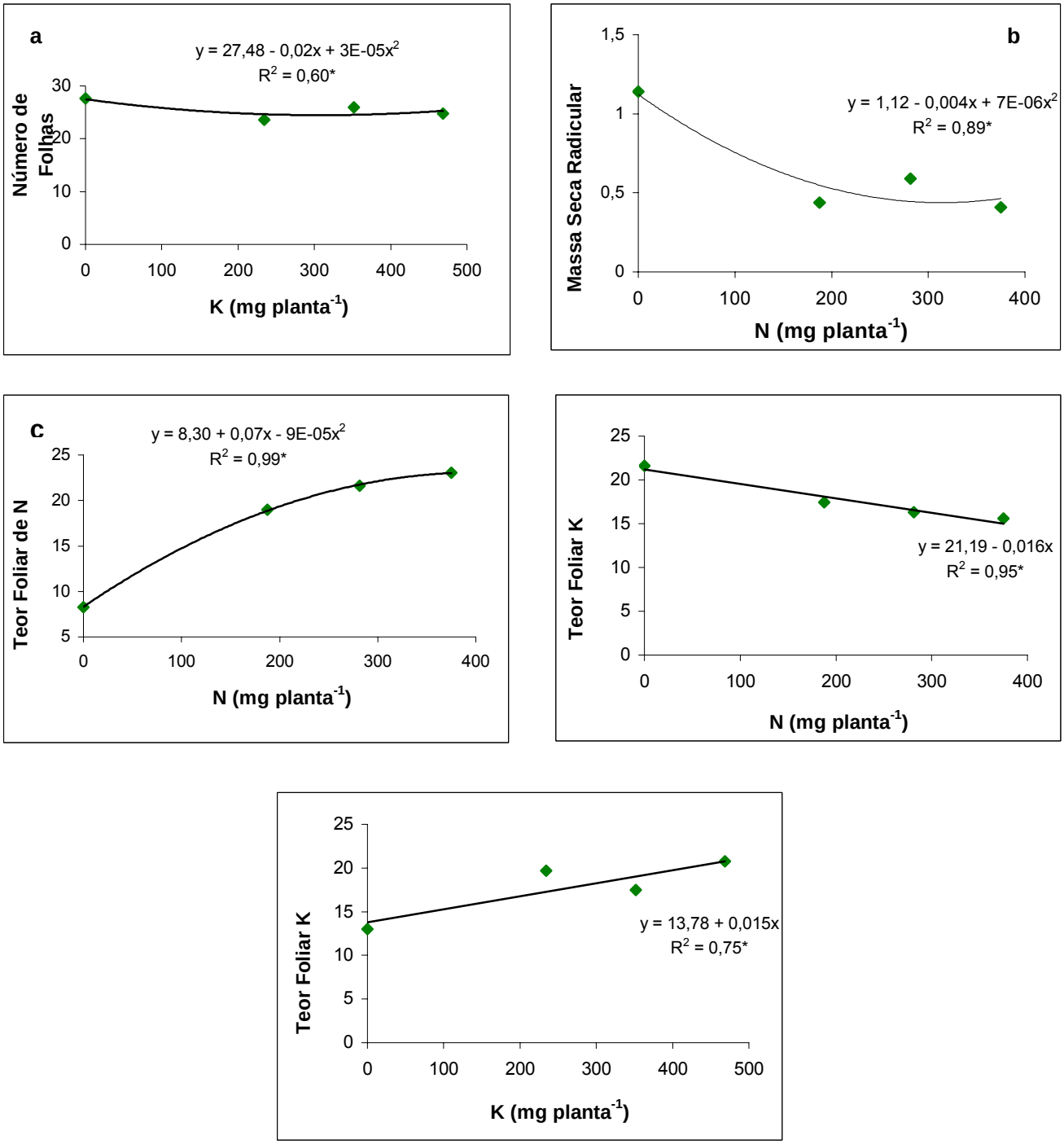


Figura 03 – a) Número de folhas; b) massa seca radicular (g); c) teor foliar de N (g $kg^{-1}$); d) e e) teor foliar de K (g $kg^{-1}$) em plantas de *Vriesea gigantea* aos seis meses.

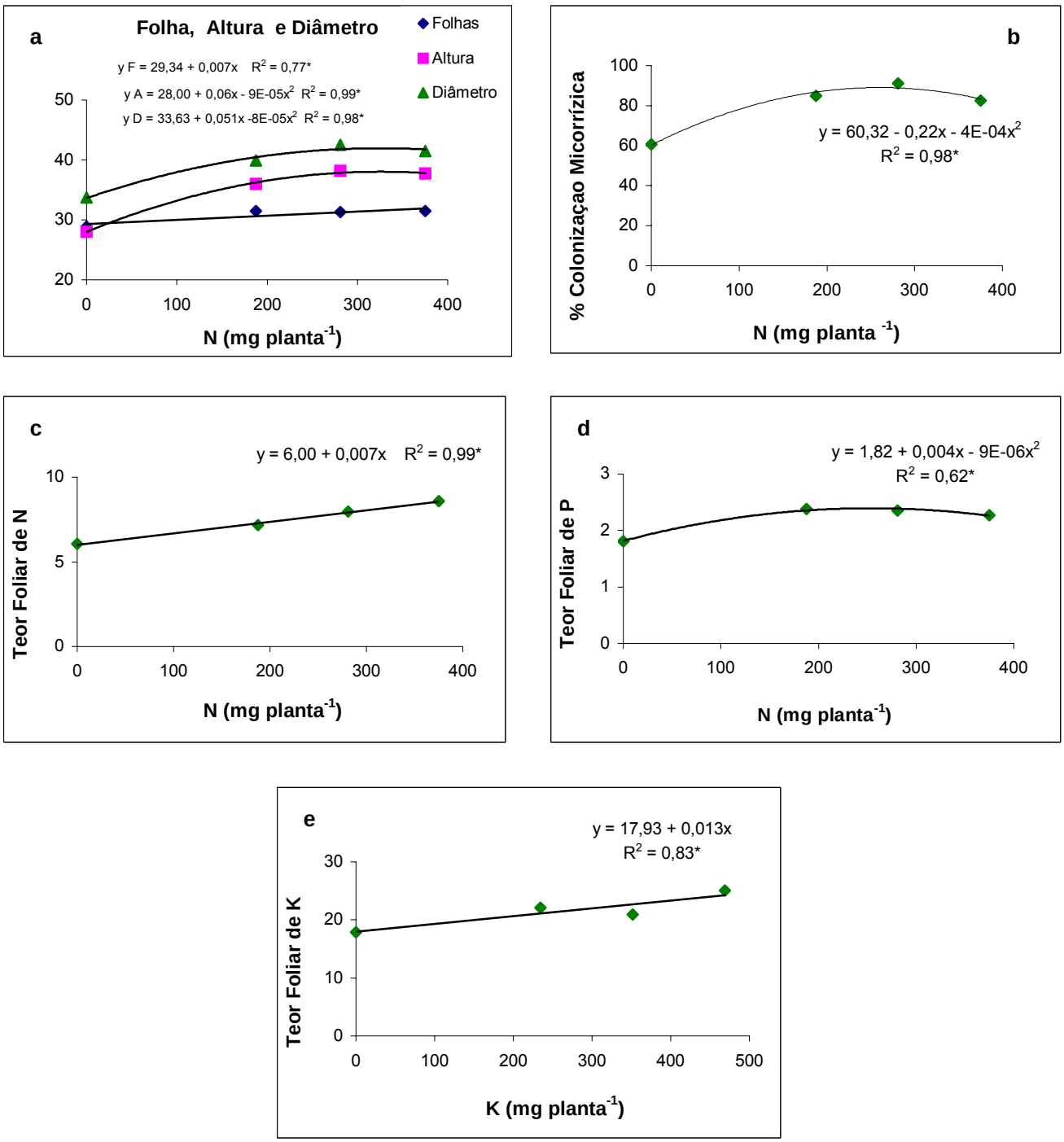


Figura 04 – a) Número de folhas, altura (cm) e diâmetro da roseta (cm); b) colonização micorrízica (%); c) d) teor foliar de N (g $kg^{-1}$); d) teor foliar de P (g $kg^{-1}$); e) teor foliar de K (g $kg^{-1}$) em plantas de *Neoregelia* Sheba aos seis meses.

## 3.3.6. RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e potássica no crescimento e teor foliar de nutrientes de quatro bromeliáceas comerciais e propor uma formulação de adubação adequada para cada planta estudada. O experimento foi em esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro doses de nitrogênio (0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$) e quatro doses de potássio (0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições para *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba e três repetições para *Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea*, duas plantas por parcela. As análises estatísticas foi realizadas separadamente para cada espécie. Mudas de *Aechmea blanchetiana* e *Neoregelia* Sheba foram cultivadas em substrato composto por 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, enquanto *Orthophytum gurkenii* e *Vriesea gigantea* foram cultivados em 100% de fibra de coco. As doses de nitrogênio 0; 375; 562,6 e 750 mg de N $L^{-1}$ e potássio 0; 468,8; 703,2 e 937,6 mg de K $L^{-1}$ no substrato, correspondem, respectivamente, a 0; 187,5; 281,3 e 375 mg N $planta^{-1}$ e 0; 234,4; 351,6 e 468,8 mg K $planta^{-1}$. A adubação fosfatada foi fixa, 50 mg de P $L^{-1}$ no substrato, correspondendo a 25 mg P $planta^{-1}$, exceto para *Neoregelia* Sheba, que foi inoculada com 25 mL $vaso^{-1}$ do inóculo micorrízico misto (*Glomus geosporum, Acaulospora laevis, Acaulospora mellea*) e não recebeu adubação fosfatada. O período experimental foi de seis meses de cultivo. Foram avaliados: o número de folhas; a altura e/ou o diâmetro da roseta de todas as plantas; metade das plantas foi submetida a

avaliações destrutivas para obtenção do peso da massa seca das folhas e das raízes, porcentagem de colonização micorrízica e determinação dos teores foliares de N, P, K e Na. A avaliação da colonização micorrízica em plantas de *Neoregelia*

## 3.3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Andrade, F. S. A de, Demattê, M. E. S. P. (1999) Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental,* 5: 97-110.

Benzing, D. H. (1990) *Vascular Epiphytes, general biology and related biota*. Cambridge. Cambridge University Press. 354p.

Braga, J. M., Defelipo, B. V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres*, 21 (113): 73-85.

Grace, C., Stribley, D. P. (1991) A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Micol. Res*., 95: 1160-1162.

Guillemin, J. P., Gianinazzi, S., Gianinazzi-Pearson, V. (1997) Endomycorrhiza biotechnology and micropropagated pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *Acta Horticulturae* 425: 267-275.

Jackson, M. L. (1965) *Soil chemical analysis*. 5. ed. Englewood Cliffs: N.J. USA Prentice-Hall Inc., 498p.

Kämpf, A. N. (1984) Aspectos da Nutrição de Bromeliáceas epífitas. *In:* Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 4. Rio de Janeiro. *Anais* ... Brasília: EMBRAPA, p. 187-198.

Kämpf, A. N. (1992) Substratos para floricultura. Manual de floricultura. *Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais,* Maringá. p.36-43.

Kämpf, A. N. (1994) Leaf fertilization of *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker. *Bromélia.* 1(4): 16-20.

Leme, E. M. C., Marigo, L.C. (1993) *Bromeliads in Brazilian wilderness*, Rio de Janeiro: Marigo Comum. Visual Ltda, 183p.

Matteo, B. C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ, 80p.

Nievola, C. C., Mercier, H. (1996) A importância dos sistemas foliar e radicular na assimilação do nitrato em *Vriesea fosteriana*. *Bromélia* 3(3): 14-18.

Paula, C. C. (2001). *Cultivo prático de bromélias*, UFV, 73p.

Poole, R. T.;Conover, C. (1976) Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization of the bromeliad Aechmea fasciata Baker. *HortScience* 11(6): 585-586.

Reitz, R. (1983*) Bromélias e malária-bromélia endêmica.* Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 808p.

Rocha, P. K. (2002) *Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Tese (Mestrado em Agronomia). Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 111p.

Sampaio, A. C.; Cunha, R. J. P.; Cunha, A. R. (1997) Influência do nitrogênio e de épocas de plantio sobre o crescimento vegetativo e a diferenciação floral natural do abacaxizeiro cv. Smooth cayenne. *Revista Brasileira Fruticultura* 19(1):7-14.

Sarriés, G. A., Oliveira, J. C. V. De, Marcelo, C. A. (1992) *SANEST*. Piracicaba: CIAGRI, 6, 80p.

Smith, S. E.; Read, D. J. (1997) *Mycorrhizal symbiosis*. London: Academic. 605p.

# APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR) e teores foliares de N, P, K e Na em plantas de *Aechmea blanchetiana* em função da adubação nitrogenada e potássica, aos seis meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | | | MSF | MSR | N | P | K | Na |
| Bloco | 2 | 14,0625 $^{ns}$ | 320,2490 * | Bloco | 2 | 1,4516 $^{ns}$ | 1,6508 $^{ns}$ | 68,3775 * | 1,6654 * | 448,5999 * | 5,3789 * |
| N | 3 | 21,7292 $^{ns}$ | 1121,6729 * | N | 3 | 3,0323 * | 1,7843 $^{ns}$ | 37,5318 * | 0,3737 $^{ns}$ | 87,8603 $^{ns}$ | 5,4101 * |
| K | 3 | 6,9167 $^{ns}$ | 30,9500 $^{ns}$ | K | 3 | 0,0740 $^{ns}$ | 0,2067 $^{ns}$ | 2,3995 $^{ns}$ | 0,6330 $^{ns}$ | 439,4098 * | 2,7122 $^{ns}$ |
| N x K | 9 | 17,5903 $^{ns}$ | 35,8733 $^{ns}$ | N x K | 9 | 0,3435 $^{ns}$ | 0,4670 $^{ns}$ | 6,1272 $^{ns}$ | 0,3838 $^{ns}$ | 44,7848 $^{ns}$ | 1,1185 $^{ns}$ |
| Resíduo | 78 | 9,5327 | 48,0831 | Resíduo | 45 | 0,5265 | 0,6748 | 9,4281 | 0,2648 | 74,7020 | 0,9566 |
| Média | | 19,69 | 48,95 | Média | | 3,93 | 0,94 | 11,22 | 2,57 | 33,78 | 5,63 |
| CV (%) | | 15,68 | 14,16 | CV (%) | | 18,44 | 26,84 | 27,36 | 20,03 | 25,59 | 17,36 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
$^{ns}$ Não significativo

Quadro 2A - Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT), diâmetro da roseta (DIAM), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR) e teores foliares de N, P, K e Na em plantas de *Orthophytum gurkenii* em função da adubação nitrogenada e potássica, aos seis meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | DIAM | | | MSF | MSR | N | P | K | Na |
| Bloco | 2 | 102,3854 * | 129,7812 * | 165,5234 * | Bloco | 2 | 1,4516 $^{ns}$ | 1,6507 $^{ns}$ | 363,0553 * | 3,9292 * | 15,0208 $^{ns}$ | 1,1614 * |
| N | 3 | 209,6215 * | 157,2430 * | 406,8637 * | N | 3 | 3,0323 * | 1,7844 $^{ns}$ | 1208,1962 * | 1,3698 $^{ns}$ | 9,0885 $^{ns}$ | 0,1858 $^{ns}$ |
| K | 3 | 7,7326 $^{ns}$ | 22,9375 $^{ns}$ | 62,2665 $^{ns}$ | K | 3 | 0,0740 $^{ns}$ | 0,2067 $^{ns}$ | 6,6070 $^{ns}$ | 0,4422 $^{ns}$ | 398,2969 * | 0,4358 $^{ns}$ |
| N x K | 9 | 6,6586 $^{ns}$ | 13,0926 $^{ns}$ | 9,2109 $^{ns}$ | N x K | 9 | 0,3435 $^{ns}$ | 0,4670 $^{ns}$ | 16,9062 $^{ns}$ | 0,7620 $^{ns}$ | 36,0885 $^{ns}$ | 0,2367 $^{ns}$ |
| Resíduo | 78 | 6,5093 | 8,8998 | 26,0875 | Resíduo | 30 | 0,5265 | 0,6748 | 32,1084 | 0,6193 | 92,5375 | 0,2559 |
| Média | | 12,26 | 13,81 | 21,42 | Média | | 3,93 | 0,94 | 22,16 | 3,58 | 37,05 | 1,24 |
| CV (%) | | 20,81 | 21,60 | 23,84 | CV (%) | | 18,44 | 26,84 | 25,56 | 22,00 | 25,96 | 20,81 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
$^{ns}$ Não significativo

Quadro 3A - Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT), diâmetro da roseta (DIAM), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR) e teores foliares de N, P, K e Na em plantas de *Vriesea gigantea* em função da adubação nitrogenada e potássica, aos seis meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | DIAM | | | MSF | MSR | N | P | K | Na |
| Bloco | 2 | 261,7917 * | 45,7370 * | 205,3932 * | Bloco | 2 | 104,4276 * | 1,2714 * | 137,1364 * | 5,2051 * | 154,3919 * | 0,4739 $^{ns}$ |
| N | 3 | 21,0937 $^{ns}$ | 0,5095 $^{ns}$ | 6,8914 $^{ns}$ | N | 3 | 0,5643 $^{ns}$ | 1,3890 * | 535,2144 * | 0,5659 $^{ns}$ | 87,1367 * | 2,3941 $^{ns}$ |
| K | 3 | 74,7326 * | 1,2179 $^{ns}$ | 1,7456 $^{ns}$ | K | 3 | 3,2680 $^{ns}$ | 0,0499 $^{ns}$ | 2,9545 $^{ns}$ | 0,0165 $^{ns}$ | 142,5221 * | 0,5052 $^{ns}$ |
| N x K | 9 | 13,6678 $^{ns}$ | 1,5350 $^{ns}$ | 1,2595 $^{ns}$ | N x K | 9 | 1,2917 $^{ns}$ | 0,0889 $^{ns}$ | 14,4393 $^{ns}$ | 0,3577 $^{ns}$ | 6,9689 $^{ns}$ | 2,3293 $^{ns}$ |
| Resíduo | 78 | 10,7682 | 1,6365 | 2,8409 | Resíduo | 30 | 1,9905 | 0,0912 | 13,4132 | 0,3247 | 10,8891 | 4,1128 |
| Média | | 25,49 | 13,96 | 20,46 | Média | | 5,87 | 0,65 | 17,98 | 2,04 | 17,72 | 6,24 |
| CV (%) | | 12,87 | 9,16 | 8,24 | CV (%) | | 24,02 | 46,75 | 20,36 | 27,97 | 18,62 | 32,50 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
$^{ns}$ Não significativo

Quadro 4A -Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), altura (ALT), diâmetro da roseta (DIAM), porcentagem colonização micorrízica (COL), peso da massa seca foliar (MSF), peso da massa seca radicular (MSR) e teores foliares de N, P, K e Na em plantas de *Neoregelia* Sheba em função da adubação nitrogenada e potássica, aos seis meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NF | ALT | DIAM | COL | | | MSF | MSR | N | P | K | Na |
| Bloco | 3 | 128,5911* | 60,6675* | 43,2578 ns | 243,2292 ns | Bloco | 3 | 51,9698 ns | 0,0871 ns | 5,0982* | 0,3906 ns | 60,3059* | 2,5247 ns |
| N | 3 | 50,5911* | 712,2644* | 496,9036* | 2843,2292* | N | 3 | 37,7814 ns | 0,0228 ns | 19,1806* | 1,1335* | 10,8476 ns | 0,4831 ns |
| K | 3 | 9,2786 ns | 4,4289 ns | 3,7161 ns | 76,5625 ns | K | 3 | 58,4913 ns | 0,0155 ns | 0,3179 ns | 0,0216 ns | 140,9622* | 0,7539 ns |
| N x K | 9 | 18,2856 ns | 20,7237 ns | 21,8967 ns | 168,2292 ns | N x K | 9 | 16,5438 ns | 0,0763 ns | 0,7959 ns | 0,1704 ns | 15,7643 ns | 0,4345 ns |
| Resíduo | 109 | 15,8289 | 14,6292 | 21,1408 | 259,8958 | Resíduo | 45 | 20,9017 | 0,0439 | 0,7338 | 0,2461 | 13,9115 | 1,0886 |
| Média | | 30,79 | 34,98 | 39,41 | 79,84 | Média | | 18,57 | 0,42 | 7,44 | 2,20 | 21,49 | 6,18 |
| CV (%) | | 12,92 | 10,93 | 11,67 | 20,19 | CV (%) | | 24,62 | 39,54 | 11,51 | 22,50 | 17,35 | 16,88 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
ns Não significativo

Quadro 5A – Médias mensais das temperaturas máxima e mínima e umidade relativa registradas em casa de vegetação na área de produção no município de Maricá (RJ) durante o período de dezembro/2005 a agosto/2006

| Meses | Temperatura Máxima (ºC) | Temperatura Mínima (ºC) | Umidade Relativa (%) |
|---|---|---|---|
| Dez/05 | 32,1 | 21,5 | 70 |
| Jan/06 | 34,3 | 22,3 | 76 |
| Fev/06 | 34,6 | 22,2 | 71 |
| Mar/06 | 34,1 | 21,4 | 77 |
| Abr/06 | 31,2 | 20,8 | 69 |
| Mai/06 | 26,1 | 17,4 | 74 |
| Jun/06 | 26,4 | 17,6 | 74 |
| Média | 31,3 | 20,5 | 73,0 |

1 N x 1 K | 1 N x 2 K | 1 N x 3 K | 1 N x 4 K

2 N x 1 K | 2 N x 2 K | 2 N x 3 K | 2 N x 4 K

3 N x 1 K | 3 N x 2 K | 3 N x 3 K | 3 N x 4 K

4 N x 1 K | 4 N x 2 K | 4 N x 3 K | 4 N x 4 K

Figura 01 – Plantas de *Aechmea blanchetiana* adubadas com nitrogênio (1 = 0; 2 =187,5; 3 = 281,3; 4 = 375 mg N planta$^{-}$1) e potássio (1 = 0; 2 = 234,4; 3 = 351,6; 4 = 468,8 mg K planta$^{-1}$).

1 N x 1 K | 1 N x 2 K | 1 N x 3 K | 1 N x 4 K

2 N x 1 K | 2 N x 2 K | 2 N x 3 K | 2 N x 4 K

3 N x 1 K | 3 N x 2 K | 3 N x 3 K | 3 N x 4 K

4 N x 1 K | 4 N x 2 K | 4 N x 3 K | 4 N x 4 K

Figura 02 – Plantas de *Orthophytum gurkenii* adubadas com nitrogênio (1 = 0; 2 =187,5; 3 = 281,3; 4 = 375 mg N planta$^{-}$1) e potássio (1 = 0; 2 = 234,4; 3 = 351,6; 4 = 468,8 mg K planta$^{-1}$).

1 N x 1 K 1 N x 2 K 1 N x 3 K 1 N x 4 K

2 N x 1 K 2 N x 2 K 2 N x 3 K 2 N x 4 K

3 N x 1 K 3 N x 2 K 3 N x 3 K 3 N x 4 K

4 N x 1 K 4 N x 2 K 4 N x 3 K 4 N x 4 K

Figura 03 – Plantas de *Vriesea gigantea* adubadas com nitrogênio (1 = 0; 2 =187,5; 3 = 281,3; 4 = 375 mg N planta$^{-}$1) e potássio (1 = 0; 2 = 234,4; 3 = 351,6; 4 = 468,8 mg K planta$^{-1}$).

1 N x 1 K | 1 N x 2 K | 1 N x 3 K | 1 N x 4 K

2 N x 1 K | 2 N x 2 K | 2 N x 3 K | 2 N x 4 K

3 N x 1 K | 3 N x 2 K | 3 N x 3 K | 3 N x 4 K

4 N x 1 K | 4 N x 2 K | 4 N x 3 K | 4 N x 4 K

Figura 04 – Plantas de *Neoregelia* Sheba adubadas com nitrogênio (1 = 0; 2 =187,5; 3 = 281,3; 4 = 375 mg N planta$^{-}$1) e potássio (1 = 0; 2 = 234,4; 3 = 351,6; 4 = 468,8 mg K planta$^{-1}$).

## 3.4. CRESCIMENTO DE BROMÉLIAS DE DIFERENTES HABITATS COLONIZADAS COM FUNGOS MICORRIZICOS

### 3.4.1. RESUMO

Foi estudado o comportamento de espécies de bromélias de diferentes *habitats* à inoculação com fungos micorrízicos, num experimento fatorial (4 x 3), sendo quatro espécies de bromélias (*Cryptanthus sinuosus* – terrestre de restinga cultivada em solo; *Dyckia pseudococcinea* – terrestre de restinga, cultivada em areia; *Alcantarea vinicolor* – rupícola; *Tillandsia polystachya* – aérea) e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Glomus macrocarpum* e uma Mistura de fungos nativos da região de Campos dos Goytacazes – RJ (*Glomus macrocarpum, Glomus etunicatum* e *Entrophospora colombiana*)), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela. As mudas das plantas foram cultivadas em vaso plástico contendo 0,5 L de fibra de coco. A inoculação foi realizada após o transplantio das mudas e cada vaso recebeu 50 mL do inóculo. O período experimental foi de 12 meses de cultivo. Foram avaliados: número de folhas, altura e/ou diâmetro da roseta, teor foliar de N, P, K, S, Cl e Na, porcentagem de colonização micorrízica e o peso da matéria seca das folhas e das raízes. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil. As plantas foram adubadas no substrato com

375 mg N $L^{-1}$, 50 mg P $L^{-1}$ e 625 mg K $L^{-1}$. A inoculação micorrízica não afetou o crescimento das bromeliáceas estudadas. Não foi observada nenhuma especificidade entre bromélias de diferentes *habitats* e os inóculos de fungos micorrízicos utilizados. O teor de nutrientes nas folhas variou em função da espécie, exceto para K e Cl, que também variou em função do tratamento micorrízico, sendo os maiores teores observados quando as plantas foram inoculadas com *Glomus* e a Mistura.

## 3.4.2. ABSTRACT

The performance of bromeliad species from different habitats subjected to mycorrhyzal inoculation, in a factorial experiment (4x3), with four bromeliad species (*Cryptanthus sinuosus* – terrestrial from sandy coastal plains grown in soil; *Dyckia pseudococcinea* - terrestrial from sandy coastal plains grown in sand; *Alcantarea vinicolor* – epiphyte growing on rocks; *Tillandsia polystachya* - atmospheric epiphyte) and three mycorrhyzal associations (without inoculation; *Glomus* inoculum; a mixed inoculum of native fungi from Campos dos Goytacazes soil) in a randomized block design with four replications and four plants per plot. The plants were grown in plastic containers holding 0.5 L coconut fiber. The inoculation was carried out after transplanting and each container received 50 mL of inoculum. The experimental period was of twelve months. At the end of the experimental period the number of leaves, plant height and/or rosette diameter, leaf nutrient content (N, P, K, S, Cl and Na), mycorrhyzal colonization percentage and leaf and root dry mass weight, were evaluated. The root mycorrhyzal colonization evaluation was carried out under a microscope after their dying with methyl blue. The plants were fertilized, on the substrate, with (375 mg $L^{-1}$ of N, 50 mg $L^{-1}$ of P and 625 mg $L^{-1}$ of K). The mycorrhyzal inoculation did not affect the growth of the bromeliads. No specificity was observed between plant species from different habitats and mycorrhyzal fungi inocula used. The leaf nutrient contents varied depending on the plant species, except for K and Cl that

also varied according to the mycorrhyzal treatment with the highest values being observed under either *Glomus* or mixed inoculation.

## 3.4.3. INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae conta com quase 3.000 espécies e são plantas típicas das Américas. No Brasil encontra-se em todas as regiões, sendo a Mata Atlântica o maior centro de diversidade (Paula, 2000).

As bromélias são consideradas essenciais para a garantia da diversidade nos locais onde ocorrem. Sua roseta, tipo tanque em algumas espécies, forma um micro habitat para diversos grupos de organismos, o que lhes confere uma importante função ecológica (Oliveira et al., 1994). Ocupam diferentes *habitats*, muitos destes pobres em nutrientes, secos, ambientes rochosos ou mesmo sobre outros vegetais. Esta alta capacidade de adaptação está relacionada às características inerentes às bromeliáceas, dentre elas a formação de tanque para acúmulo de água e nutrientes e a presença dos tricomas foliares (Mantovani e Iglesias, 2005). Os tricomas possuem grande capacidade de absorver água e nutrientes, além de auxiliar na reflexão da luz e proteção contra a transpiração excessiva (Reitz, 1983; Benzing, 1990; Leme e Marigo, 1993).

Vários estudos com plantas de diversas famílias botânicas têm descrito a associação de fungos simbiontes, promovendo aumento do crescimento e maior absorção de nutrientes às plantas micorrizadas. Os fungos micorrízicos ocorrem em quase todas as espécies vegetais e ecossistemas, constituindo uma regra e não

exceção na natureza, e as bromeliáceas não fogem a essa regra (Smith e Read, 1997).

Como as bromélias podem ser encontradas nos mais diversos *habitats*, diferenças morfológicas das espécies correspondem às adaptações funcionais para a aquisição de água e nutrientes (Larcher, 2000). Acredita-se que as epífitas suportem menos a infecção micorrízica do que as plantas terrestres, exceto em alguns locais e microambientes onde estão fixadas (Benzing, 1991), pois suas raízes possuem, como principal função, a sustentação e aderência da planta ao hospedeiro, ficando a cargo das folhas a absorção de água e nutrientes. Nas espécies terrestres as raízes agem também como órgão de absorção. Já nas bromélias aéreas ou “atmosféricas”, assim denominadas por viverem suspensas em fios e postes somente em contato com o ar, deste extraindo toda a água e nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento, as raízes são praticamente ausentes ou, quando presentes, pouco desenvolvidas, com a função exclusivamente de aderência. Em todos os casos há sempre há presença de pêlos radiculares (Luigi Brighina et al., 1992; Reitz, 1983). A fixação das raízes epífitas é realizada pela secreção de uma substância semelhante ao látex que, em contato com o ar, endurece fixando a planta (Reitz, 1983).

Matteo (2002), em estudo para verificar a ocorrência natural de espécies de fungos micorrízicos em bromélias da Mata Atlântica, constatou que o gênero *Acaulospora* foi o dominante entre as bromélias epífitas, enquanto o gênero *Glomus* foi o dominante nas bromélias terrestres. No entanto, quando inoculou *Aechmea nudicaulis* com os fungos micorrízicos dela isolados, observou que a espécie *Entrophospora colombiana* foi a que apresentou maior percentual de colonização, promovendo maior crescimento e teor foliar de fósforo nas plantas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos no crescimento e teores de nutrientes em bromeliáceas de diferentes *habitats*.

## 3.4.4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi estudado o comportamento de espécies de bromélias de diferentes habitats à inoculação com fungos micorrízicos, num experimento fatorial (4 x 3), sendo quatro espécies de bromélias (*Cryptanthus sinuosus* – terrestre de restinga cultivada em solo; *Dyckia pseudococcinea* – terrestre de restinga cultivada em areia; *Alcantarea vinicolor* – rupícola; *Tillandsia polystachya* – aérea) e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Glomus macrocarpum* e uma Mistura de fungos nativos da região de Campos dos Goytacazes – RJ (*Glomus macrocarpum, Glomus etunicatum* e *Entrophospora colombiana*)), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com cobertura de plástico leitoso (100 μ) e sombrite 30%, na Unidade de Apoio à Pesquisa do *Campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no município de Campos dos Goytacazes – RJ, com latitude 21° 48“ sul, longitude 41° 20” oeste, no norte do Estado do Rio de Janeiro.

As mudas de *Cryptanthus sinuosus* e *Dyckia pseudococcinea* foram produzidas *in vitro* (LABMIT/UERJ) e as mudas de *Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* foram originárias de sementes e obtidas de produtor na Região Serrana.

As mudas foram cultivadas em vaso plástico, contendo aproximadamente 0,5 L de fibra de coco, substrato não estéril.

As plantas receberam 375 mg de N $L^{-1}$, 50 mg de P $L^{-1}$ e 625 mg de K $L^{-1}$ no substrato, correspondendo, respectivamente, a 187,5 mg de N $planta^{-1}$, 25 mg de P $planta^{-1}$ e 312,5 mg de K $planta^{-1}$. Como fonte dos nutrientes foi utilizado sulfato de amônio, fosfato de Araxá e cloreto de potássio. O nitrogênio e o potássio foram parcelados em três aplicações (três primeiros meses de cultivo) e o P foi colocado todo no plantio. A adubação foi realizada sobre o substrato de cultivo.

A inoculação foi realizada após o transplantio das mudas e cada vaso recebeu 50 mL do inóculo, correspondente a 10% do volume do vaso. A multiplicação dos inóculos foi conforme descrito por Rodrigues (2001).

O período experimental foi de 12 meses de cultivo, a partir do transplantio das mudas para os vasos. Foram avaliados: número de folhas, altura e/ou diâmetro da roseta de todas as plantas; uma planta de cada parcela foi submetida a avaliações destrutivas para obtenção do peso da massa seca das folhas e das raízes, teor foliar de nutrientes e porcentagem de colonização micorrízica. A altura não foi avaliada para *Cryptanthus sinuosus* e *Dyckia pseudococcinea,* devido ao fato de estas espécies apresentarem folhas rígidas e o manuseio das mesmas poder danificá-las.

As análises químicas das folhas foram realizadas ao final do experimento após secagem em estufa com ventilação forçada a 70$^{o}$C e trituração em moinho Wiley, com peneira de 20 mesh e em seguida, procedeu-se separadamente à digestão sulfúrica e nitroperclórica (Malavolta et al., 1997; Jones Jr. et al., 1991). O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), o P pela redução do complexo fosfo-molíbdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974), o Cl por titulometria (Malavolta et al., 1997), o S por turbidimetria, K e Na por espectrofotometria de chama.

As raízes foram lavadas em água corrente e para a avaliação da porcentagem de colonização micorrízica foram retiradas amostras das raízes das bromeliáceas, sendo acondicionadas imersas em álcool etílico 50%. Posteriormente, as raízes foram clarificadas em KOH (10%) à temperatura de 80ºC por 10 minutos e, em seguida, colocadas em peróxido de hidrogênio alcalino (1,8 %) para clareamento por tempo médio de 15 minutos e, após este período, foram acidificadas em HCl (5%) por cinco minutos. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada utilizando-se dez segmentos de raízes de aproximadamente um cm. As raízes foram dispostas em

lâminas e avaliadas com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil (Grace e Stribley, 1991).

A análise estatística foi realizada com o progrT50d4fESTl Sarriéas t al.,e

## 3.4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente do tratamento micorrízico, *Dyckia* e *Tillandsia* apresentaram o maior número de folhas; o maior diâmetro foi observado em *Alcantarea* e *Tillandsia*; a maior massa seca das folhas em *Cryptanthus*, *Dyckia* e *Tillandsia,* que não diferiram entre si; e a maior massa seca de raiz em *Dyckia*, *Alcantarea* e *Tillandsia,* que também não diferiram entre si (Tabela 01). Não foi observada diferença significativa na altura das plantas (Tabela 02) e na porcentagem de colonização, independentemente da espécie de bromélia e do tratamento micorrízico testado (Tabela 01).

As diferenças encontradas para as variáveis de crescimento podem estar relacionadas às características inerentes à própria espécie. *Cryptanthus sinuosus*, por exemplo, é uma espécie terrestre, de pequeno porte e crescimento horizontal, apresentando médias máximas de 30 cm para diâmetro de roseta e aproximadamente de 20 a 30 folhas com peso da matéria seca das folhas em torno de sete gramas, quando cultivadas fora do seu habitat natural (Jasmim et al., 2006; Toledo, 2003).

Por outro lado, *Tillandsia polystachya*, epífita atmosférica, que atinge 70 cm de altura, incluindo a inflorescência (Rauh, 1990), observa-se diâmetro máximo no florescimento em torno de 50 cm e *Alcantarea vinicolor,* espécie rupícola, atinge altura máxima de 70 a 80 cm, sem inflorescência e diâmetro de um metro (Kiwi

Bromeliads, 2006). De acordo com os resultados observados, verifica-se que *C. sinuosus* atingiu o máximo do seu crescimento, enquanto *T. polystachya* e *A. vinicolor* tiveram crescimento menos acentuado, que poderia ser em função do próprio ciclo mais longo dessas espécies, adubação e/ou tamanho do recipiente.

Em plantas de *Dyckia pseudococcinea*, que também crescem em área de restinga, ambiente caracterizado por alta concentração de sais, observou-se que a espécie ainda não atingiu seu crescimento máximo, uma vez que em condições naturais atinge 40 cm de diâmetro (Forzza e Silva, 2004).

Apesar da elevada taxa de colonização das raízes, não houve efeito dos tratamentos micorrízicos sobre as espécies de bromeliáceas de diferentes *habitats*. Portanto, não foi possível definir uma especificidade entre fungo micorrízico utilizado e habitat da espécie de bromeliácea. Matteo (2002), trabalhando com isolamento de fungos micorrízico de raízes de bromeliáceas nativas e inoculando-os também em uma bromélia epífita, não encontrou especificidade entre as espécies de bromélias epífitas e terrestres e os fungos micorrízicos, havendo a colonização de qualquer fungo micorrízico nas raízes das plantas. Porém, observou que *Acaulospora* era o gênero dominante entre as bromélias epífitas e *Glomus* dominante nas bromélias terrestres em condições naturais. A baixa especificidade das bromélias aos fungos micorrízicos, citada por Matteo (2002), pode ter facilitado a inoculação natural nas plantas não inoculadas artificialmente.

Segundo Janos (1993), embora não haja especificidade na formação de micorrizas, pode existir uma certa habilidade discriminatória de espécies de fungos micorrízicos arbusculares por determinadas espécies de plantas. Dentre outros, *Glomus macrocarpum* tem sido encontrado em abundância no Estado de São Paulo, assim como em plantas ornamentais (Trufem et al., 1990) e bromeliáceas (Matteo, 2002), o que poderia indicar uma alta incidência dessa espécie de fungo em diferentes ambientes e/ou sua alta capacidade de colonização de raízes de plantas, incluindo bromeliáceas nativas. Além disso, esta espécie é mais agressiva e desenvolve mais hifas que outras espécies de fungos micorrízicos (Matteo, 2002). Conseqüentemente, a colonização de todas as raízes das diferentes bromélias, nesta pesquisa, pelos fungos utilizados poderia estar relacionada ao exposto acima, uma vez que esta espécie de fungo estava em todos os inóculos. Da mesma forma, a sua presença naquelas mudas não inoculadas seria decorrente de sua ampla distribuição nos ambientes, pois as mudas vieram de cultivos e o substrato não foi esterilizado.

Independentemente do tratamento micorrízico, *C. sinuosus* e *T. polystachya* apresentaram maior teor de N nas folhas das plantas; *Cryptanthus* apresentou maior teor de P e de Na; o maior teor de K foi observado em *C. sinuosus* e *A. vinicolor*; de S em *A. vinicolor* e *T. polystachya* e o maior teor de Cl em *A. vinicolor* (Tabela 03). Os teores de nutrientes nas folhas variaram em função da espécie, exceto para K e Cl, que também variaram em função do tratamento micorrízico, sendo os maiores teores observados quando inoculadas com *Glomus* ou a Mistura, independentemente da espécie. As diferenças encontradas nos teores de nutrientes nas folhas das plantas podem ser explicadas pelas característiqde nutruladaltnoculnceas u eçõ3nuo[uais, ulMbdas

Tabela 01 – Número de folhas (NF), diâmetro da roseta (DIAM), peso da massa seca das folhas (MSF), peso massa seca das raízes (MSR) e porcentagem de colonização micorrízica (Colonização) em plantas de *Cryptanthus sinuosus*, *Dyckia pseudococcinea*, *Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* inoculadas com *Glomus macrocarpum*, mistura e sem inoculação aos 12 meses de cultivo em fibra de coco*

| Variável | Micorriza | Espécies | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Cryptanthus* | *Dyckia* | *Alcantarea* | *Tillandsia* | Média |
| NF | Sem | 16,62 | 17,75 | 7,50 | 25,69 | 16,89 a |
| | *Glomus* | 17,17 | 24,88 | 8,50 | 25,56 | 19,03 a |
| | Mistura | 18,56 | 29,50 | 8,60 | 25,44 | 20,56 a |
| | Média | 17,45 B | 24,04 A | 8,20 C | 25,56 A | |
| DIAM (cm) | Sem | 25,79 | 24,21 | 37,04 | 48,37 | 33,85 a |
| | *Glomus* | 23,99 | 34,41 | 44,41 | 47,44 | 37,56 a |
| | Mistura | 26,97 | 33,72 | 43,82 | 42,81 | 36,83 a |
| | Média | 25,58 B | 30,78 B | 41,76 A | 46,21 A | |
| MSF (g) | Sem | 9,57 | 9,84 | 4,65 | 8,77 | 8,21 a |
| | *Glomus* | 9,47 | 11,43 | 3,34 | 7,82 | 8,02 a |
| | Mistura | 10,13 | 12,91 | 3,39 | 6,71 | 8,28 a |
| | Média | 9,72 A | 11,39 A | 3,79 B | 7,77 AB | |
| MSR (g) | Sem | 0,44 | 0,75 | 0,67 | 0,75 | 0,65 a |
| | *Glomus* | 0,55 | 0,88 | 0,31 | 0,77 | 0,63 a |
| | Mistura | 0,50 | 1,10 | 0,57 | 0,53 | 0,67 a |
| | Média | 0,49 B | 0,91 A | 0,51 AB | 0,68 AB | |
| Colonização (%) | Sem | 95,00 | 72,50 | 72,50 | 77,50 | 79,37 a |
| | *Glomus* | 90,00 | 60,00 | 80,00 | 82,50 | 78,12 a |
| | Mistura | 67,50 | 67,50 | 65,00 | 85,00 | 71,25 a |
| | Média | 84,17 A | 66,67 A | 72,50 A | 81,67 A | |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey: a na coluna compara médias de micorriza; A e B na linha comparam médias de bromeliáceas.

Tabela 02 – Altura em plantas de *Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* inoculadas com *Glomus macrocarpum*, mistura e sem inoculação aos 12 meses de cultivo em fibra de coco*

| Micorriza | Espécie | | |
|---|---|---|---|
| | *Alcantarea* | *Tillandsia* | Média |
| Sem | 30,66 | 34,87 | 32,77 a |
| *Glomus* | 35,43 | 33,94 | 34,68 a |
| Mistura | 38,99 | 32,31 | 35,65 a |
| Média | 35,03 A | 33,71 A | |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey: a na coluna compara médias de micorriza; A na linha compara médias de bromeliáceas.

Tabela 03 – Teores foliares de N, P, K, S, Cl e Na em plantas de *Cryptanthus sinuosus*, *Dyckia pseudococcinea*, *Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* inoculadas com *Glomus macrocarpum*, mistura e sem inoculação aos 12 meses de cultivo em fibra de coco*

| Variável | Micorriza | Espécies | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Cryptanthus* | *Dyckia* | *Alcantarea* | *Tillandsia* | Média |
| N ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 6,33 | 4,20 | 4,71 | 8,85 | 6,02 a |
| | *Glomus* | 6,19 | 4,52 | 7,47 | 7,35 | 6,38 a |
| | Mistura | 5,88 | 4,68 | 5,67 | 7,20 | 5,86 a |
| | Média | 6,13 AB | 4,47 B | 5,95 B | 7,80 A | |
| P ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 1,10 | 0,77 | 0,99 | 0,65 | 0,88 a |
| | *Glomus* | 1,13 | 0,54 | 0,84 | 0,38 | 0,72 a |
| | Mistura | 1,17 | 0,81 | 0,59 | 0,36 | 0,73 a |
| | Média | 1,13 A | 0,71 BC | 0,81 B | 0,46 C | |
| K ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 12,00 | 10,87 | 11,00 | 8,62 | 10,62 b |
| | *Glomus* | 15,75 | 12,25 | 25,75 | 10,25 | 16,00 a |
| | Mistura | 17,75 | 12,37 | 21,87 | 10,87 | 15,72 a |
| | Média | 15,17 AB | 11,83 BC | 19,54 A | 9,92 C | |
| S ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 1,38 | 1,59 | 3,03 | 3,29 | 2,32 a |
| | *Glomus* | 1,83 | 1,06 | 2,96 | 3,35 | 2,30 a |
| | Mistura | 1,76 | 1,07 | 2,54 | 2,77 | 2,04 a |
| | Média | 1,66 B | 1,24 B | 2,84 A | 3,14 A | |
| Cl ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 8,35 | 3,85 | 19,59 | 2,89 | 8,52 b |
| | *Glomus* | 10,18 | 3,72 | 22,82 | 4,42 | 10,28 a |
| | Mistura | 12,99 | 4,52 | 24,58 | 3,84 | 11,48 a |
| | Média | 10,51 B | 4,03 C | 22,33 A | 3,52 C | |
| Na ($g\ kg^{-1}$) | Sem | 6,62 | 4,12 | 4,75 | 3,12 | 4,65 a |
| | *Glomus* | 10,50 | 4,75 | 4,00 | 3,25 | 5,62 a |
| | Mistura | 10,87 | 5,75 | 4,87 | 2,62 | 6,03 a |
| | Média | 9,33 A | 4,87 B | 4,54 B | 3,00 B | |

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey: a e b na coluna comparam médias de micorriza; A e B na linha comparam médias de bromeliáceas.

## 3.4.6. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi estudado o comportamento de espécies de bromélias de diferentes *habitats* à inoculação com fungos micorrízicos, num experimento fatorial (4 x 3), sendo quatro espécies de bromélias (*Cryptanthus sinuosus* – terrestre de restinga cultivada em solo; *Dyckia pseudococcinea* – terrestre de restinga, cultivada em areia; *Alcantarea vinicolor* – rupícola; *Tillandsia polystachya* – aérea) e três associações micorrízicas (sem inoculação, *Glomus macrocarpum* e uma Mistura de fungos nativos da região de Campos dos Goytacazes – RJ (*Glomus macrocarpum, Glomus etunicatum* e *Entrophospora colombiana*)), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela. As mudas das plantas foram cultivadas em vaso plástico contendo 0,5 L de fibra de coco. A inoculação foi realizada após o transplantio das mudas e cada vaso recebeu 50 mL do inóculo. O período experimental foi de 12 meses de cultivo. Foram avaliados: número de folhas, altura e/ou diâmetro da roseta, teor foliar de N, P, K, S, Cl e Na, porcentagem de colonização micorrízica e o peso da matéria seca das folhas e das raízes. A avaliação da colonização micorrízica foi realizada com o auxílio de um microscópio, após a coloração com azul de metil. As plantas foram adubadas no substrato com 375 mg $N\ L^{-1}$, 50 mg $P\ L^{-1}$ e 625 mg $K\ L^{-1}$.

A inoculação micorrízica não afetou o crescimento das bromeliáceas estudadas. Não foi observada nenhuma especificidade entre bromélias de diferentes habitats e os inóculos de fungos micorrízicos utilizados. Os teores de nutrientes nas

folhas variaram em função da espécie, exceto para K e Cl, que também variaram em função do tratamento micorrízico, sendo os maiores teores observados quando as plantas foram inoculadas com *Glomus* e a Mistura.

Faixa de teores de nutrientes adequados para *Cryptanthus sinuosus*: N (5,88 a 6,33 g $kg^{-1}$), P (1,10 a 1,17 g $kg^{-1}$) e K (12,00 a 17,75 g $kg^{-1}$). Em *Dyckia pseudococcinea:* N (4,20 a 4,68 g $kg^{-1}$), P (0,54 a 0,81 g $kg^{-1}$), K (10,87 a 12,37 g $kg^{-1}$); *em Alcantarea vinicolor:* N (4,71 a 7,47 g $kg^{-1}$), P (0,59 a 0,99 g $kg^{-1}$) e K (11,00 a 25,75 g $kg^{-1}$); em *Tillandsia polystachya:* N (7,20 a 8,85 g $kg^{-1}$), P (0,36 a 0,65 g $kg^{-1}$) e K (8,62 a 10,87 g $kg^{-1}$).

## 3.4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Benzing, D. H. (1990) *Vascular Epiphytes, general biology and related biota*. Cambridge. Cambridge University Press. 354p.

Benzing, D. H. (1991) Aerial roots and their environments. In: Weisel et al. (Eds.) *Plant Root: the hidden half.* Marcel Dekker, Inc. New York. p.867-886.

Braga, J. M., Defelipo, B.V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres*, 21 (113): 73-85.

Brighina, L.; Montaini, P; Favilli, F.; Trejo, A. C. (1992). Role of the Nitrogen-fixing bacterial microflora in the epiphytism of Tillandsia (Bromeliaceae). *American Journal of Botany*, 79 (7): 723-727.

Cândido, M. S. D. (1995) Chave artificial para o gênero *Cryptanthus. Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias*, 2 (4):15-21.

Forzza, R. C.; silva, B. R. A. (2004) A new species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from Rio de Janeiro state, Brazil. *A Journal for Botanical Nomenclature*, 14(2): 168-170.

Grace, C., Stribley, D. P. (1991) A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Micol. Res*., 95: 1160-1162.

Jackson, M. L. (1965) *Soil chemical analysis*. 5. ed. Englewood Cliffs: N.J. USA Prentice-Hall Inc., 498p.

Janos, D. (1993) Vesicular-arbuscular mycorrhizae of epiphytes. *Mycorrhiza* 4:1-4.

Jasmim, J. M.; Toledo, R. R. V.; Carneiro, L. A .;Mansur, E. (2006) Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Crypthathus sinuosus. Horticultura Brasileira* 24:309-314.

Larcher, W. (2000) *Ecofisiologia Vegetal* .531p.

Leme, E. M. C., Marigo, L. C. (1993) *Bromeliads in Brazilian wilderness*, Rio de Janeiro: Marigo Comum. Visual Ltda, 183p.

Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba: *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato* (POTAFOS)**,** 319p.

Mantovani, A., Iglesias, R. R. (2005) Bromélias terrestres de restinga: surgimento de escamas. *Rodriguesia* 56(87): 73-84.

Matteo, B. C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ, 80p.

Oliveira, M. G. N., Rocha, C. F. D., Bagnall, T. A. (1994) Comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith. *Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias*, 1: 22-29.

Paula, C. C. (2000) *Cultivo Prático de Bromélias*. Viçosa: UFV, 70p.

Rauh, W. (1990) Bromeliad Lexicon. 431p.

Reitz, R. (1983*) Bromélias e malária-bromélia endêmica.* Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 808p.

Rodrigues, L. A. (2001) *Crescimento e adsorção de nutrientes por plantas de Eucaliptus grandis e leguminosas em resposta a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio.* Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 101p.

Sarriés, G. A., Oliveira, J. C. V. De, Marcelo, C. A. (1992) *SANEST*. Piracicaba: CIAGRI, 6, 80p.

Smith, S. E., Read, D. J. (1997) *Mycorrhizal symbiosis*. London: academic. 605p.

Toledo, R. R. V. (2003) *Cultivo de Crypthantus sinuosus em mesocarpo de coco triturado sob diferentes níveis de adubação e ambientes.* Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 64p.

Trufém, S. F. B.; Viriato, A. (1990) Fungos micorrízicos vesiculo-arbusculares da Reserva Biológica do alto da Serra de Paranapiacaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13: 49-54.

Kiwi Bromeliads – Bromeliads for the discerning plant collector: http://www.kiwibromeliads.co.nz/collection_classic.htm em 25/10/06.

# APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo das análises de variância para número de folhas (NF), diâmetro da roseta (DIAM), peso da massa seca foliar (MSF) e peso da massa seca radicular (MSR) e porcentagem colonização micorrízica (COL) em plantas de *Cryptanthus sinuosus, Dyckia pseudococcinea, Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* em função da espécie e da inoculação micorrízica, aos doze meses de cultivo

| | Quadrado Médio |
|---|---|

Quadro 3A -Resumo das análises de variância para teores foliares de N, P, K, S, Cl e Na em plantas de *Cryptanthus sinuosus, Dyckia pseudococcinea, Alcantarea vinicolor* e *Tillandsia polystachya* em função da espécie e da inoculação micorrízica, aos doze meses de cultivo

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | S | Cl | Na |
| Bloco | 3 | 0,2129 $^{ns}$ | 0,2033 $^{ns}$ | 5,6580 $^{ns}$ | 1,5353 $^{ns}$ | 4,6311 $^{ns}$ | 4,6875 $^{ns}$ |
| Espécie | 3 | 22,2885 * | 0,9258 * | 213,5469 * | 10,0077 * | 919,6085 * | 88,9514 * |
| Micorriza | 2 | 1,1509 $^{ns}$ | 0,1209 $^{ns}$ | 146,4427 * | 0,4062 $^{ns}$ | 35,6277 * | 7,9844 $^{ns}$ |
| Espécie x Micorriza | 6 | 3,4914 $^{ns}$ | 0,0803 $^{ns}$ | 43,2344 $^{ns}$ | 0,2931 $^{ns}$ | 5,8354 $^{ns}$ | 6,0608 $^{ns}$ |
| Resíduo | 33 | 2,5555 | 0,0750 | 18,9004 | 0,9303 | 4,0677 | 3,0473 |
| Média | | 6,09 | 0,78 | 14,11 | 2,22 | 10,09 | 5,44 |
| CV (%) | | 26,26 | 35,15 | 30,80 | 43,41 | 19,98 | 32,10 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade
$^{ns}$ Não significativo

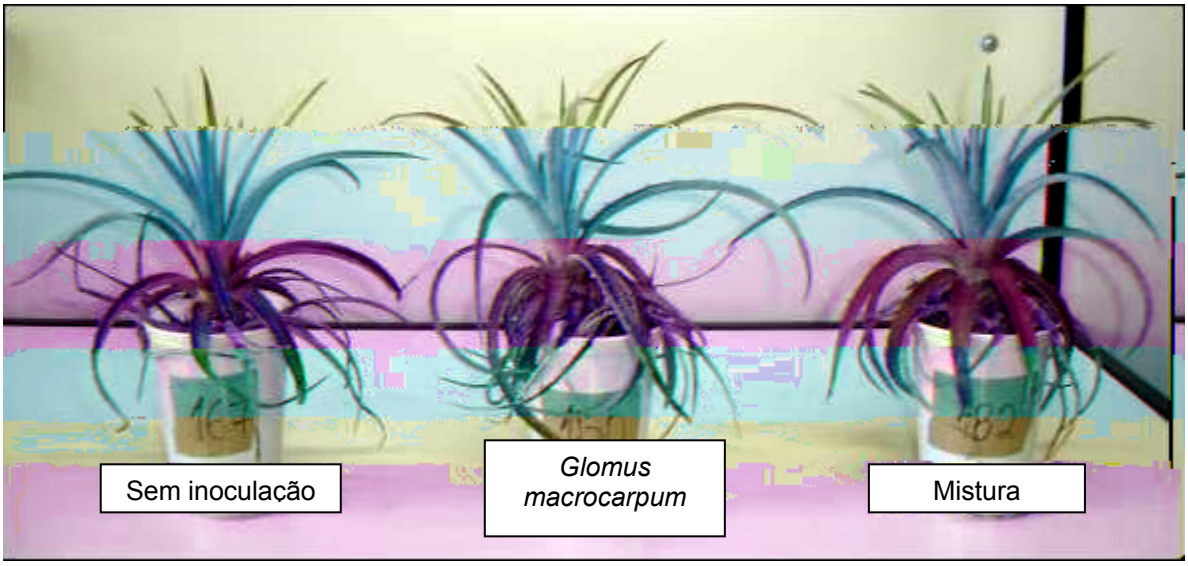


Figura 01 - Plantas de *Dychia pseudococcinea* cultivadas na fibra de coco sem inoculação micorrízica, inoculadas com *Glomus macrocarpum* e a Mistura.

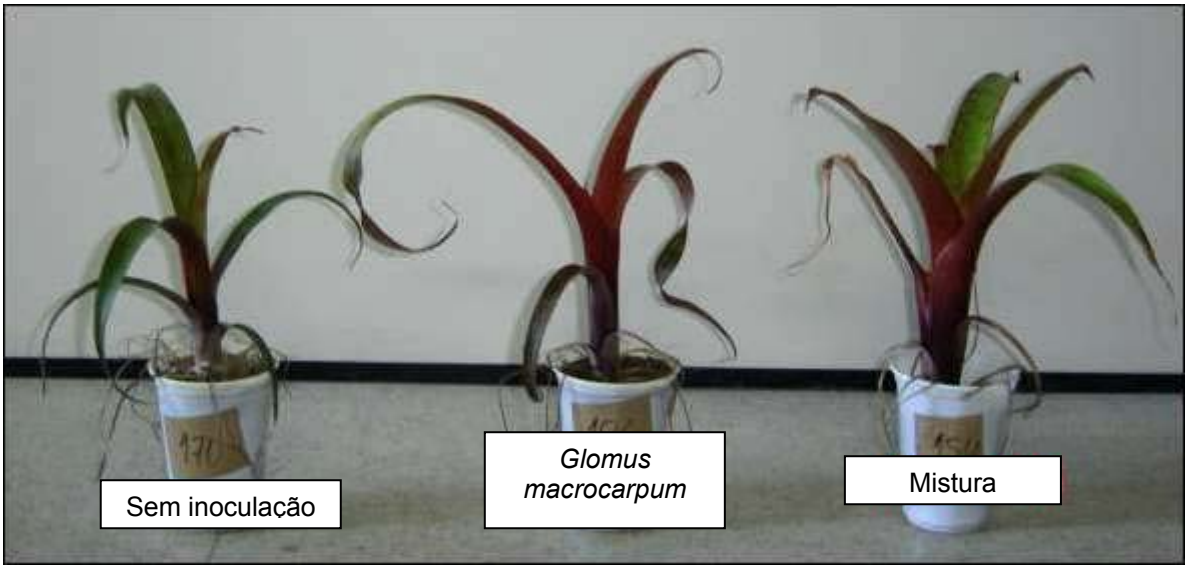


Figura 02 - Plantas de *Alcantarea vinicolor* cultivadas na fibra de coco sem inoculação micorrízica, inoculadas com *Glomus macrocarpum* e a Mistura.

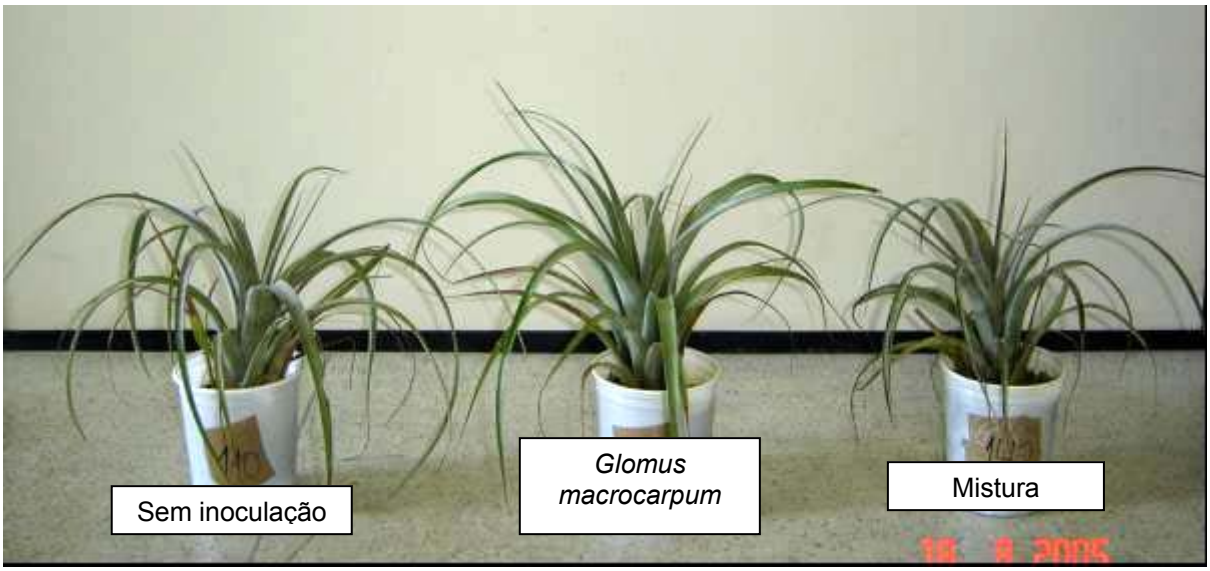


Figura 03- Plantas de *Tillandsia polystachya* cultivadas na fibra de coco sem inoculação micorrízica, inoculadas com *Glomus macrocarpum* e a Mistura.

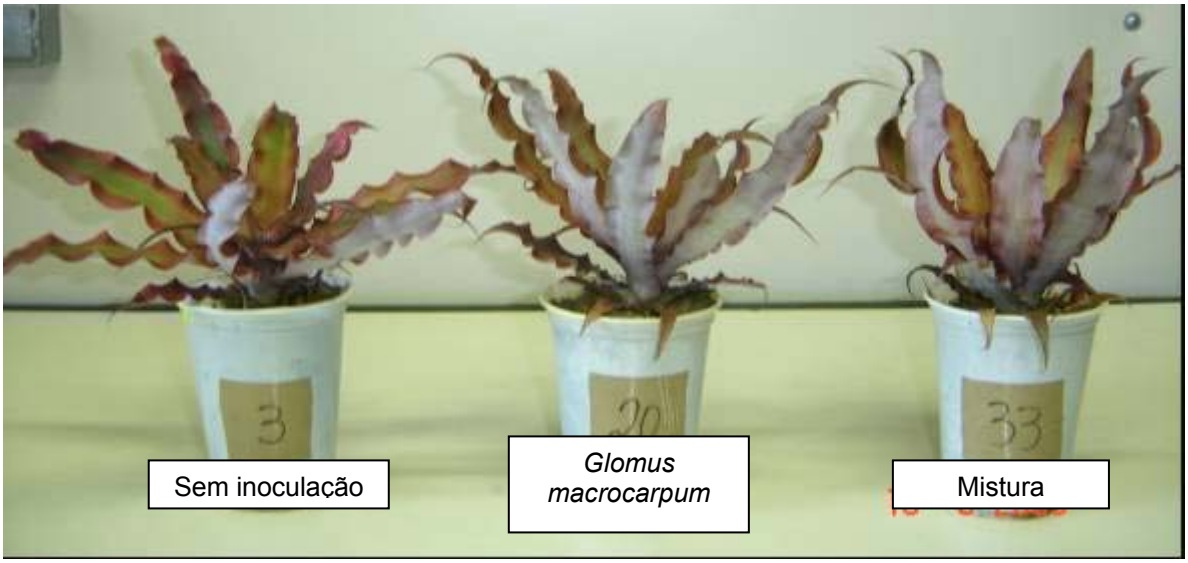


Figura 04 - Plantas de *Cryptanthus sinuosus* cultivadas na fibra de coco sem inoculação micorrízica, inoculadas com *Glomus macrocarpum* e a Mistura.

## 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em virtude da pequena disponibilidade de trabalhos referentes ao cultivo e nutrição de bromeliáceas, especialmente trabalhos com substratos alternativos ao xaxim e adubação destas plantas, foram realizados quatro experimentos com bromélias de interesse comercial para avaliar o efeito da fibra de coco, adubação e inoculação com fungos micorrízicos no crescimento e desenvolvimento destas.

O primeiro experimento constituiu-se de dois fatoriais (2 x 9), sendo duas bromeliáceas cada (*Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii;* e *Vriesea gigantea, Neoregelia* Sheba) e nove substratos: $S_1$, substrato do produtor (15% de areia, 15% de carvão, 70% de esterco bovino), do $S_2$ ao $S_9$ a composição dos substratos foi fibra de coco e esterco bovino: $S_2$ (30% e 70%); $S_3$ (40% e 60%); $S_4$ (50% e 50%); $S_5$ (60% e 40%); $S_6$ (70% e 30%); $S_7$ (80% e 20%); $S_8$ (90% e 10%) e $S_9$ (100% e 0%), em blocos casualizados, com quatro repetições e três plantas por parcela. O substrato $S_4$ apresentou melhor desempenho entre os substratos com fibra de coco para o cultivo de *Aechmea ramosa x fulgens, Orthophytum gurkenii.* e *Vriesea gigantea.* Para N*eoregelia Sheba* qualquer um dos substratos pode ser utilizado com sucesso no cultivo.

O segundo experimento constituiu-se de um fatorial [(2 x 3 x 3) + 2], sendo dois substratos (50% de fibra de coco + 50% de esterco, 100% de fibra de coco), três doses de fósforo (0, 50 e 100 mg P $L^{-1}$); três associações micorrízicas (sem inoculação; *Acaulospora scrobiculatum* e o inóculo misto), com dois tratamentos adicionais: Adicional 1 – substrato 50% de fibra de coco + 50% de

esterco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica e Adicional 2 - substrato 100% de fibra de coco sem adubação NPK e sem inoculação micorrízica), em blocos casualizados, com quatro repetições e três plantas por parcela. Para *Aechmea blanchetiana* o melhor substrato foi 50% de fibra de coco + 50% de esterco, sendo a dosagem de P recomendada de 25 mg de P planta$^{-1}$. Recomenda-se para *Orthophytum gurkenii* o cultivo em substrato com fibra pura, sem inoculação micorrízica e com 25 mg de P planta$^{-1}$. *Vriesea gigantea* apresentou maior crescimento quando cultivada em 50% e fibra de coco + 50% de esterco, sem adubação fosfatada e sem inoculação micorrízica. Para o cultivo de *Neoregelia* Sheba recomenda-se o substrato composto por 50% de fibra de coco + 50% de esterco bovino, adubada com 25 mg P planta$^{-1}$ com inóculo misto.

O terceiro experimento foi em esquema fatorial (4 x 4), sendo quatro dos(ulTniuatgênioal 0; 375; 562,6da 75025 mg dN Lta)]TJ7.98 0 0 7.9376..98J1168403 Tm0

Aeiomeicai

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Abad, M., Noguera, P., Noguera, V. (1997) Crecimiento de plantas ornamentales de hoja en substratos de cultivo a base de fibra de coco. *Actas de Horticultura,* Valencia, 17: 76-81.

Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A. Noguera, V. (2002) Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for uses as a peat substitute for containerized ornamental plants. *Bioresource Technology* 82: 241-245.

Allera, C., Castello, S., Farina, E. (2000) Growth and flower production f rose plants cultivated in coconut fiber or in sand f different particle size. *Colture Protette*, 9: 95-99.

Amaral, T. L.; Jasmim, J. M.; Carneiro, L. A.; Mansur, E. (2003) *Quesnelia quesneliana* cultivada em mesocarpo de coco sob diferentes níveis de nitrogênio e benzilaminopurina (BAP). *Proceendings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture.* 47:35-37.

Andrade, F. S. A de; Demattê, M. E. S. P. (1999) Estudo sobre a produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 5, p. 97.

Arenas, M., Vavrina, C. S., Cornell, J. A., Hanlon, E. A., Hochmuth, G. J. (2002) Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37(2): 309-312.

Benzing, D. H., Renfrow, A. (1974) The mineral nutrition of bromeliaceae. *Botanical Gazette* 135 (4): 281-288.

Benzing, D. H. (1990) *Vascular Epiphytes, general biology and related biota*. Cambridge. Cambridge University Press. 354p.

Bernardello, L. M.; Galeto, L., Juliani, H. R. (1991). Floral nectar, nectary structure and pollinators in some Argentinean Bromeliacea. *Ann. Bot. 67*: 401-411.

Bezerra, F. C., Rosa, M. F. (2002) *Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para a produção de mudas de alface.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 4p. (Comunicado Técnico, 71).

Booman, J. (2000) Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. *In* Kämpf, A.N., Fermino, M.H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1ª ed., Porto Alegre: Gênesis, p.43-65.

BRASIL (2001) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2001, 18 de julho. Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica. Disponível em http://www.mma.gov/pot/conama/res/res01/res27801.html. Acesso em 20/02/2007.

Cândido, M. S. D. (1995) Chave artificial para o gênero *Cryptanthus. Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias*, 2(4):15-21.

Cândido, M. S. D. (1996) Cultivando *Cryptanthus*. *Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias*, v. 3, n.1, p. 33-37.

.Carrijo, O. A., Liz, R. S., Makishima, N. (2002). *Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPH), 4p. (Comunicado Técnico).

De Boodt, M., Verdonck, O. (1972) The physical properties of the substrates in horticulture. *Actas de Horticultura*, (26): 37-44.

Demattê, M. E. S. P. (2001) Cultivo de *Tillandsia gardneri* Lindl. em diferentes substratos. *Resumos do Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais,* 13, São Paulo, p.118.

EMATER (2004) *Censo da Floricultura do Estado do Rio de Janeiro*. Niterói, 1;46-54.

Gonçalves, A. L. (1992) Característica de substratos. In: Castro, C. E. F. et al. (coords.). *Manual de floricultura*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 44-52.

Guillemin, J. P., Gianinazzi, S., Gianinazzi-Pearson, V. (1997) Endomycorrhiza biotechnology and micropropagated pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *Acta Horticulturae* 425: 267-275.

Hartmann, H. T., Kester, D. E. (1975) *Plant Propagation*, *principles and practices.* 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 662p.

Ibraflor (2006) Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil; http://www.ibraflor.com.br/ibraflor/index. Acesso em 13/11/06.

Jasmim, J. M.; Toledo, R. R. V.; Carneiro, L. A .;Mansur, E. (2006) Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Crypthathus sinuosus. Horticultura Brasileira* 24:309-314.

Junqueira, H.; Peetz, M. (2007). Flores: Exportação de flores e plantas cresceu 15%; http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.phpp=noticia&&idN=12958. Acesso em 20/02/07.

Kämpf, A. N. (1992) Substratos para floricultura. Manual de floricultura. *Simpósio Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais,* Maringá. p.36-43.

Kämpf, A. N. (1995) Argila expandida: um bom substrato para bromélias em vaso. *Revista Bromélia* 2 (3): 10-14.

Kämpf, A. N. (2000a) *Produção comercial de plantas ornamentais.* Guaíba: Agropecuária, 254p.

Kämpf, A. N. (2000b) Seleção de materiais para uso como substrato. *In* Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1 ed., Porto Alegre: Gênesis, p.139-146.

Kanashiro, S. (1999) *Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie Aechmea fasciata (Lindley) Baker em vasos.* Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo - Esalq, 79p.

Lemaire, F. (1997) The problem of the biostability in organic substrates. *Acta hort*. 450:63-69).

Leme, E. M. C., Marigo, L. C. (1993) *Bromeliads in Brazilian wilderness*, Rio de Janeiro: Marigo Comum. Visual Ltda, 183p.

Magalhães, A. C. N. (1979) Fotossíntese. In: Ferri, M.G. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EDUSP, p. 117-163.

Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba: *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato* (POTAFOS)**,** 319p.

Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London Academic Press, 889p.

Martinez, P. F., Sepó, N., Valero, J. (1996) Physical and physicochemical properties of peat-coir mixes and the effects of clay-material addition. *Acta Hort.* 450:39-46.

Martinez, P. F. (2002) Manejo de substratos para horticultura. In: Fulani, A.M.C. et al. *Anais III ENSUB - Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*, p.53-76.

Matteo, B. C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ, 80p.

Minami, K. (2000) Adubação em substrato. *In* Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1 ed., Porto Alegre: Gênesis, p.147-152.

Miranda, S. C., Ribeiro, R. L. D., Ricci, M. S. F., Almeida, D. L. (1998) *Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface em bandejas*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAB), 6p. (Comunicado Técnico, 24).

Nievola, C. C., Mercier, H. (1996) A importância dos sistemas foliar e radicular na assimilação do nitrato em *Vriesea fosteriana*. *Bromélia* 3(3): 14-18.

Oliveira, M. G. N., Rocha, C. F. D., Bagnall, T. A. (1994) Comunidade animal associada à bromélia-tanque *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith. *Revista da Sociedade Brasileira de Bromélias*, 1: 22-29.

Paula, C. C. (2000) *Cultivo Prático de Bromélias*. Viçosa: UFV, 70p.

Paula, C. C. (2001). *Cultivo prático de bromélias*, UFV, 73p.

Pasian, C. C. (1997) Physical characteristics of growing mixes. *Floriculture Indiana* 11 (3): 13-16.

Pizzano, M. (2001). *Floriculture and the environment – Growing flowers without methyl bromide.* 2p.

Prasad, M. (1997) Physical, Chemical and Biological Properties Of Coir Dust**.** *Acta Hort*. 450:21-30.

Pryce, A. (1991). Alternatives to Peat *Acta Hort.* 450: 33-38.

Ramos, A. C. (2001) *Efeito da colonização micorrízica sobre a atividade de $H^+$-ATPases de raízes de milho (Zea mays L.).* Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 63p.

Reitz, R. (1983*) Bromélias e malária-bromélia endêmica.* Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 808p.

Röber, R. (2000) Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e de consumo. *In* Kämpf, A. N., Fermino, M. H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1ª ed., Porto Alegre: Gênesis, p. 123-138.

Rocha, P. K. (2002) *Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Tese (Mestrado em Agronomia). Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 111p.

Rodrigues, T. M. (2003) *Substratos e adubação na aclimatizaçao e desenvolvimento de mudas de bromélia imperial.* Tese (Mestrado em Agronomia) - Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA. 62p.

Rosa, M. F, Santos, F. J. S., Montenegro, A. A. T., Abreu, F. A. P., Correia, D., Araújo, F. B. S., Norões, E. R. V. (2001) *Caracterização do pó da casca de coco verde usando substrato agrícola*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 6p. (Comunicado Técnico, 54).

Rosa, M. F., Bezerra, F. C., Correia, D., Santos, F. J. S., Abreu, F. A. P., Furtado, A. A. L., Brígido, A. K. L., Norões, E. R. V. (2002) *Utilização da casca de coco como substrato agrícola.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 24p. (Documentos, 52).

Sazima, I.; Vogel, S., Sazima, M. (1989). Bat pollination of Encholirium glaziovii, terrestrial bromeliad*. Pl. Syst. Evol.* 168, p.167-179.

Silveira, A. P. D. (1992) Micorrizas. In: Cardoso, E.J.B.N., Tsai, S. M., Neves, M.C.P., *Microbiologia do solo*. 360p.

Smith, S. E., Read, D. J. Mycorrhizal symbiosis. London: academic. 605p.

Stamps, R. H., Evans, M. R. (1999) Growth of *Dracaena marginata* and *Spathiphyllum* 'Petite' in Sphagnum Peat-and Coconut Coir Dust-based Growing Media. J*. Environ. Hort.,* 17(1):49-52*.*

Stürmer, S. L. (1999) Evolução, classificação e filogenia dos fungos micorrízicos arbusculares. In: Siqueira et al. (Eds.) *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.* Lavras, p.797- 818.

Sylvia, D. M. (1999) Fundamentals and applications of arbuscular mycorrhizae: a biofertilizer perspective. In: Siqueira et al. (Eds.) *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.* Lavras, p.705-723.

Wilcox, H. E. (1991) Mycorrhizal. In: Weisel et al. (Eds.) *Plant Root: the hidden half.* Marcel Dekker, Inc. New York. P.731-766.

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:


Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo