

EDUARDO ADENESKY FILHO

RESÍDUOS AGROINDUSTRIAL DA PALMEIRA REAL DA AUSTRÁLIA
Archontophoenix alexandrae **H. Wendl. & Drude** **COMO COMPONENTE PARA**
SUBSTRATOS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS

BLUMENAU
2007

EDUARDO ADENESKY FILHO

RESÍDUOS AGROINDUSTRIAL DA PALMEIRA REAL DA AUSTRÁLIA
Archontophoenix alexandrae **H. Wendl. & Drude** **COMO COMPONENTE PARA**
SUBSTRATOS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de mestre ao Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, da Universidade Regional de Blumenau – FURB.

Orientadora: Dra. Rosete Pescador

Co-orientadora: Dra. Lorena Benathar Ballod Tavares

Blumenau
2007

RESÍDUOS AGROINDUSTRIAL DA PALMEIRA REAL DA AUSTRÁLIA
Archontophoenix alexandrae **H. Wendl. & Drude** **COMO COMPONENTE PARA**
SUBSTRATO DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS

por

EDUARDO ADENESKY FILHO

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental na Universidade Regional de Blumenau – FURB.

Profa. Dra. Rosete Pescador
Orientadora

Profa. Dra. Lorena Benathar Ballod Tavares
Co-orientadora

Prof. Dr. Adilson Pinheiro
Coordenador do PPGA

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rosete Pescador
Presidente

Prof. Dr. Eliséo Soprano
Examinador externo

Prof. Dr. Lauri Amâncio Schon
Examinador interno

Profa. Dra. Tatiele Anete Bergamo Fenilli
Suplente

Blumenau, 30 de Março de 2007

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra a Deus por estar sempre ao meu lado, me orientando no caminho certo nas horas difíceis e quando mais precisei nunca me deixou para trás.

AGRADECIMENTOS

Na realização desta pesquisa contei com o apoio, presença e amizade de muitas pessoas, cujos nomes a ser destacar:

A Prof^a Dr^a Rosete Pescador pelo empenho em orientar, **porque** confiou em mim, **porque** compartilhou seu vasto conhecimento comigo, **porque** deu força e encorajamento para realização da pesquisa, **porque** demonstrou postura profissional, **porque** tranqüilizou nos momentos difíceis, **porque** proporcionou amadurecimento profissional e pessoal.

A Prof^a Dr^a Lorena Benathar Ballod Tavares pela co-orientação deste trabalho, ampliando à visão com relação aos resíduos agroindustriais, pelo companheirismo e por passar tranqüilidade nos momentos de desafio.

Aos meus pais Eduardo Adenesky e Ruth Fernandes Adenesky, pela educação, incentivo e apoio no desenvolvimento do trabalho.

A minha irmã Ilma Adenesky por sempre estar disposta a me apoiar nas dificuldades enfrentadas.

A minha amada noiva Dayanne Marciane Gonçalves pela compreensão e paciência no decorrer da pesquisa.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação Prof^o Dr^o Adilson Pinheiros pelo apoio e compreensão das questões relacionadas à burocracia de um programa de Pós Graduação.

A Universidade Regional de Blumenau, especialmente ao Departamento de Ciências Naturais. Agradeço pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos, ampliando os horizontes.

A amiga de mestrado Franciele Stano pela imensa amizade a mim devotada.

A colega de Mestrado Caroline Bitterncour pela colaboração no processamento dos resíduos.

Ao mestrando Mario Saviato, pelo empréstimo da bicicleta.

Aos colegas de Laboratório de Biotecnologia Vegetal: Bruna Grosch, Carla Giovana Girardi, Carol Cristofolini “cafezinho”, Emanuela Wehmuth Alves, Franciani Durda, Juliane Schmitt, Liana Mengarda, Maicon Fernando da Silva “Lápis creme”, Maristela Raitz Booz, Rafael Kohler “Leion”, Riceli Antunes Maiochi, por me receberem de braços abertos e muito carinho.

Prof^a Dr^a Morgana Kretschmar, por ceder os aparelhos e materiais, e auxílio na realização das análises de nitrogênio.

A querida Prof^a Dr^a Lucia Sevegnani orientadora de estágio de docência, pelas discussões sobre taxonomia de fanerógamas.

Aos professores Dr^a Rita de Cássia Siqueira Curto Valle e Dr^o Geraldo Moretto, pela rica colaboração nas análises estatísticas.

As professores Dr^o Lauri Amandio Schorn, Dr^o Caldeira, Dr^a Karin E. de Quadros, PhD Sidney Luiz Sturmer, Msc. André Nascimento, que de varias formas colaboraram com a execução desta pesquisa.

Ao PhD Nelson Nakajima por acreditar em meu potencial, incentivando-me a iniciar o mestrado, e por me trazer a bela cidade de Blumenau.

Ao Antonio Tavares amigo e companheiro das longas conversas.

Aos colegas da Biologia André Luís de Gasper, Ane Zalin, Sabrina Ramirez e Roberta Pereira, pela atenção dispensada.

A Ricardo Dias Caruso, por me auxiliar nas medições dos parâmetros e continuar parte do trabalho.

A colega de mestrado Maria Amélia pelas conversas.

As professoras Msc Daisy da Silva Santos e Msc Sheila Mafra Ghoddosi pelo apoio e compreensão.

Ao Mario do CEOPS (Centro de Operações do Sistema de Alerta da bacia Hidrográfica do Rio Itajaí) pelas conversas alegres nos finais de semana.

A Rita, zeladora do Laboratório de Biotecnologia Vegetal e aos seguranças da FURB.

Agradeço a todos que com um sorriso, um olhar, uma crítica, estiveram ao meu lado e colaboraram de alguma forma.

Quero que todos que citei e aqueles que momentaneamente esqueci, saibam que estarão para sempre morando no lado esquerdo do meu peito.

MUITO OBRIGADO

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE QUADROS.....	14
LISTA DE FIGURAS.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 PALMEIRA-REAL-DA-AUSTRALIA – <i>Archontophoenix</i> spp (Arecaceae).....	21
2.2 RESÍDUO E MEIO AMBIENTE.....	23
2.3 SUBSTRATOS NO CULTIVO DE VEGETAIS.....	29
2.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SUBSTRATOS.....	32
2.4.1 Densidade.....	32
2.4.2 Porosidade.....	33
2.4.3 Disponibilidade de Água e Ar em Substratos para Ornamentais.....	34
2.5 PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SUBSTRATO.....	36
2.5.1 pH	36
2.5.2 Relação Carbono Nitrogênio(C/N).....	37
2.5.3 Teor Total de Sais Solúveis (TTSS).....	38
2.6 ORQUÍDEAS.....	39
2.6.1 Gênero <i>Dendrobium</i>	40
2.6.2 Gênero <i>Phalaenopsis</i>	41
2.7 AMBIENTE DE CULTIVO DAS ORQUÍDEAS.....	42
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1 PLANTAS UTILIZADAS.....	45
3.2 PREPARO DOS SUBSTRATOS.....	45
3.2.1 Resíduos do Processamento do Palmito da Palmeira-Real-da-Austrália.....	45
3.2.2 Processamento dos Resíduos para Composição dos Substratos.....	46
3.2.3 Confeção dos Substratos.....	49
3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	49
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	50
3.5 PARÂMETROS BIOLÓGICOS AVALIADOS NAS PLANTAS.....	51

3.5.1 Massa Fresca.....	52
3.5.2 Massa Seca.....	52
3.6 PARÂMETROS FÍSICOS AVALIADOS NOS SUBSTRATOS.....	52
3.6.1 Densidade Úmida e Seca (du-ds).....	53
3.6.2 Porosidade Total (pt), Espaço de Aeração (ea) e Água Disponível (ad), Água Facilmente Disponível (afd) e Água Tamponante (at).....	53
3.6.3 Clima.....	55
3.6.4 Temperatura e Umidade da Casa de Vegetação.....	55
3.6.5 Luz.....	56
3.6.6 Umidade do Substrato.....	56
3.7 PARÂMETROS QUÍMICOS AVALIADOS NOS SUBSTRATOS.....	57
3.7.1 Teor Total de Sais Solúveis (TTSS).....	57
3.7.2 Nitrogênio.....	57
3.7.3 Matéria Orgânica.....	60
3.7.4 pH.....	60
3.7.5 Relação carbono nitrogênio (C:N).....	61
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
4.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA CASA DE VEGETAÇÃO.....	62
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS E SUAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES COMO SUBSTRATOS.....	64
4.2.1 Estudo 1 - Propriedades Físicas dos Resíduos e suas Diferentes Composições dos Substratos no Tempo Zero.....	64
4.2.2 Estudo 2 - Propriedades Físicas dos substratos utilizados para o cultivo de <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	68
4.2.3 Estudo 3 - Propriedades Físicas dos substratos utilizados para o cultivo de <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	73
4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS E SUAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES COMO SUBSTRATOS.....	77
4.3.1 Estudo 1 - Propriedades Químicas dos Resíduos e suas Diferentes Composições dos Substratos no Tempo Zero.....	77
4.3.2 Estudo 2 - Propriedades Químicas dos Substratos Utilizados para o cultivo de <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	81
4.3.3 Estudo 3 - Propriedades Químicas dos Substratos Utilizados para o cultivo de	

<i>Phalaenopsis aphrodite</i>	85
4.4 EFEITOS DOS SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	89
4.4.1 Parte Aérea da <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	89
4.4.2 Sistema radicular da espécie <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	101
4.5 EFEITOS DOS SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	105
4.5.1 Parte Aérea da <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	105
4.5.2 Sistema radicular da <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	114
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

RESUMO

A agroindústria brasileira do palmito é responsável pela maior produção mundial de palmito envasado. Gerando como consequência toneladas de resíduos no meio ambiente. O processo de extração do palmito se dá pelo corte da palmeira, na qual somente a bainha interna é utilizada para o consumo, o restante composto por caule (estipe), folíolos e bainhas externas e internas são descartados tornando-se um passivo ambiental. Neste contexto, os resíduos bainha, estipe e folíolo gerados na agroindústria do palmito da palmeira-real-da-austrália, foram utilizados no cultivo das orquídeas *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite*. As composições de resíduos componentes dos substratos que induziram melhores resultados foram B1 (400 ml de bainha, 150 ml de folíolo e 250 ml de estipe) e B2 (400 ml de bainha, 150 ml de folíolo e 100 ml de estipe) por apresentaram propriedades físicas como densidade seca com valor de 71 kg.m^{-3} para ambos, porosidade total de 0,68 e 0,69 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$, água disponível de 0,03 e 0,04 $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ respectivamente e, químicas como teor total de sais solúveis de $0,77 \text{ kg.m}^{-3}$ para ambos os substratos e pH de 6,3 e 6,62, considerados dentro da faixa do ideal para composição de substrato no cultivo de plantas ornamentais em vaso. Tais características levaram à formação do maior desenvolvimento da parte aérea, sistema radicular e produção de massa total das duas orquídeas. As composições DB1 (400 ml de bainha, 150 ml de folíolo e 250 ml de estipe) e DB2 (400 ml de bainha, 150 ml de folíolo e 100 ml de estipe), proporcionaram à *D. phalaenopsis* valores superiores em incremento na altura do maior pseudobulbo, cujos valores foram 5,4 e 4,3 cm, comprimento das folhas de 2,67 e 2,49 cm, número de brotos de 1,4 e 1 e massa seca total 15,37 e 11,60 g, respectivamente, quando comparados com o substrato composto de Xaxim e das demais composições de resíduos. Para a espécie *P. aphrodite*, às composições de resíduos PB1 e PB2 induziram respectivamente, as maiores alturas da parte aérea cujos valores foram de 1,64 e 1,68 cm e comprimento de raízes de 10,11 e 8,49 cm. Enquanto que a composição PE3 proporcionou o maior diâmetro de pseudobulbo, cujo valor foi de 5,68cm e de massa seca total de 10,11 g. Diante do exposto, os resíduos do gênero *Archontophoenix* (palmeira-real-da-austrália), são de grande potencial para serem utilizados como componentes de substratos no cultivo da espécie *D. phalaenopsis*, podem ser também uma alternativa econômica na substituição do xaxim, substrato mais utilizado no cultivo de orquídeas epífitas.

Palavras chaves: substratos alternativos, orquídeas e resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

The palm Brazilian agroindustry is responsible for the biggest world-wide production of canned palm, generating as consequence tons of residues in the environment. The palm extraction process is made by cutting the palm, using the internal sheath for food and leaving the stem, leaflets and external and internal sheaths for discarding which generates environmental liabilities. In this context, the sheath residues, stem and leaflets that are generate in the palm agroindustry of the king palm, had been used in orchids culture of the *Dendrobium phalaenopsis* and *Phalaenopsis aphrodite*. The composition of residues of the substrate that induced better resulted were B1 (400 ml of sheath, 150 ml of leaflets and 250 ml of stem) and B2 (400 ml of sheath, 150 ml of leaflets and 100 ml of stem) because they had physical properties such as dry density with a 71 kg.m⁻³ value for both, 0,68 of total porosity and 0,69 m³.m⁻³, available water of 0,03 and 0,04 m³.m⁻³, respectively and, chemical properties such as total tenor of soluble salt of 0,77 kg.m⁻³ for both substrate and pH of 6,3 and 6,62, considered within the ideal range for substratum composition in the culture of ornamental plants in vase. Such characteristics lead to the height of the shoots to formation of the biggest development of the aerial part, root system and production of total mass of the two orchids. Compositions DB1 (400 ml of sheath, 150 ml of leaflets and 250 ml of stem) and DB2 (400 ml of sheath, 150 ml of leaflets and 100 ml of stem), provided superior values in increment in the height of the biggest pseudo bulb to *D. phalaenopsis*, which values were 5,4 and 4,3 cm, length of leves of 2,67 and 2,49 cm, number buds of 1,4 and 1 and total dry mass of 15,37 and 11,60 g, respectively, when compared with the substratum composed by Xaxim and by the other compositions of residues. For *P. aphrodite* species, the residues compositions PB1 and PB2 had respectively induced the biggest heights of the aerial part which values were 1,64 and 1,68 cm and length of roots were 10,11 and 8,49 cm. Whereas composition PE3 provided the biggest diameter of pseudo bulb, whose value was 5,68cm and 10,11g. of total dry mass. Therefore, *Archontophoenix* residues (king palm), had shown great potential to be used as component of substrate used in the culture of specie *D. phalaenopsis*, proving to be also an alternative in the substitution of Xaxim, the most used substratum in the culture of epiphyte orchids.

Words keys: alternative substrata, orchids and agro-industrial residues.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Quantificação do volume e da massa dos resíduos que compuseram os diferentes os substratos.....	49
Tabela 2 Delineamento experimental para as duas espécies de orquídeas nas diferentes composições de substratos.....	51
Tabela 3 Umidade relativa do ar média (%) na casa de vegetação, medida pelo termo-higrômetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da <i>Dendrobium phalaenopsis</i> e <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	62
Tabela 4 Temperatura média (°C) na casa de vegetação, medida pelo termo-higrômetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da <i>Dendrobium phalaenopsis</i> e <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	63
Tabela 5 Nível de iluminação média na casa de vegetação, medida pelo luxímetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da <i>Dendrobium phalaenopsis</i> e <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	63
Tabela 6 Valores de densidade úmida (kg m^{-3}), densidade seca (kg m^{-3}), porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), espaço de aeração ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água facilmente disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) e água tamponante ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), das diferentes composições de substratos e dos resíduos provenientes da palmeira real (<i>Archontophoenix alexandrae</i>), antes do plantio.....	67
Tabela 7 Umidade média (%) das diferentes composições de substratos aos 60, 120, 180 e 240 dias após plantio de <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	68
Tabela 8 Valores referentes à densidade úmida (kg m^{-3}), densidade seca (kg m^{-3}), porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), espaço de aeração ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água facilmente disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) e água tamponante ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), em diferentes composições de substratos para <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	72
Tabela 9 Umidade média (%) nas diferentes composições de substratos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	73
Tabela 10 Variação da densidade úmida (kg m^{-3}), densidade seca (kg m^{-3}), porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), espaço de aeração ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água facilmente disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água disponível ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) e água tamponante ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), em diferentes composições de substratos da espécie <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	75

Tabela 11 Teor total de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%) e carbono (%), das diferentes composições de substratos e resíduos isolados da palmeira-real (<i>Archontophoenix alexandrae</i>), antes do plantio.....	69
Tabela 12 Valores do potencial hidrogeniônico médio (pH), aos 60, 120, 180 e 240 dias das diferentes composições de substratos para <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	81
Tabela 13 Teores totais de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%) e carbono (%), nas diferentes composições de substratos, aos 240 dias de cultivo de <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	83
Tabela 14 Variação do potencial hidrogeniônico médio (pH), em diferentes dias após plantio e composições de substratos para <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	85
Tabela 15 Teor total de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%) e carbono (%), em diferentes composições de substratos, após 240 dias do plantio.....	107
Tabela 16 Incremento em altura (cm) e diâmetro (mm) médio do maior pseudobulbo e número de brotos da <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.....	91
Tabela 17 Incremento no comprimento das folhas (cm) e queda foliar (mm) médio da <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo nas diferentes composições de substratos.....	95
Tabela 18 Massa fresca (g) e massa seca (g) média de folhas de <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	96
Tabela 19 Massa fresca (g) e massa seca (g) média de pseudobulbo de <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120, 240 nas diferentes composições de substratos.....	97
Tabela 20 Massa fresca (g) e massa seca (g) total de <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120 180 e 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.....	99
Tabela 21 Incrementos no comprimento (cm) e diâmetro (cm) das raízes de <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo e composições de substratos.....	103
Tabela 22 Massas fresca (g) e seca (g) médias das raízes de <i>Dendrobium phalaenopsis</i> , aos 60, 120, 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.....	98

Tabela 23 Altura (cm), diâmetro (mm) médio do pseudobulbo de <i>Phalaenopsis aphrodite</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	107
Tabela 24 Comprimento (cm), diâmetro (mm) médio do pseudobulbo da <i>Phalaenopsis aphrodite</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	110
Tabela 25 Massa fresca (g) e seca (g) média de folhas da <i>Phalaenopsis aphrodite</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	112
Tabela 26 Massa fresca (g) e seca (g) média total de <i>Phalaenopsis</i> sp, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	113
Tabela 27 Comprimento (cm), diâmetro (mm) e número de raízes de <i>Phalaenopsis aphrodite</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	116
Tabela 28 Massa fresca (g), seca (g) de raízes de <i>Phalaenopsis aphrodite</i> , em diferentes dias após plantio e composições de substratos.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Densidade seca a 105°C de alguns componentes de substratos para plantas.....	33
Quadro 2 Percentagem de espaço de aeração no substrato para espécies ornamentais.....	34
Quadro 3 Níveis de concentração salina no substrato, adequados à sensibilidade das plantas.....	39
Quadro 4 Valores de condutividade elétrica (dSm^{-1}), nos diferentes métodos de extração com a indicação do seu efeito na cultura segundo.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Exemplos da espécie <i>Archontophoenix alexandrae</i> H. Wendl. & Drude (palmeira real da australian).....	22
Figura 2 Área de plantio de <i>Archontophoenix alexandrae</i> da agroindústria EWE AGRO FLORESTAL, situado no município de Gaspar-SC.....	24
Figura 3 Resíduo da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália) decorrente da extração do palmito, em A tem-se bainha interna e em B, bainha externa.....	25
Figura 4 Palmito da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália) cortado apresentando 2 a 3 bainhas externas para proteção que serão descartadas na fábrica.	26
Figura 5 Resíduo, estipes (A), folíolos (C) e bainhas externas e internas (B) da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália), descartadas no campo.....	27
Figura 6 Resíduo da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália), em A bainhas externas e em B, bainhas médias descartadas na indústria.....	28
Figura 7 Coluna de tensão, onde os substratos são submetidos a crescentes tensões (hPa).....	35
Figura 8 Influência do pH na disponibilidade dos nutrientes essenciais em substratos.....	37
Figura 9 Flores da espécie <i>Dendrobium phalaenopsis</i>	41
Figura 10 Flor da espécie <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	42
Figura 11 Fig. A, Vista externa; Fig. B, vista interna da casa de vegetação da Universidade Regional de Blumenau.....	44
Figura 12 Resíduo da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália) , descartadas no cultivo e na indústria. Em A, folíolos; B, estipes; C, bainhas externa descartada no campo E em D, bainhas internas.....	46
Figura 13 Trituradora de forragem, utilizada para triturar os resíduos utilizados no presente trabalho.....	47
Figura 14 Estufa utilizada para desidratação dos resíduos a 80°C.....	48
Figura 15 Resíduos processados da <i>Archontophoenix alexandre</i> (palmeira-real-da-austrália) em A, resíduo de estipe; B, resíduo de bainha e C, resíduo de folíolos.....	48
Figura 16 Vaso utilizado para o cultivo das orquídeas, preenchido com 1/3 de brita.....	50

Figura 17 Em A, Destilador de Kjeldahl mostrando a destilação de uma amostra; B, digestor das amostras; C-1, material já digerido e em C-2, amostra digerida com a adição de 50 ml de água destilada..... 58

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de palmito, responsável por 95% do mercado externo (UZZO *et al.*, 2002), e produzindo, anualmente, cerca de 210 toneladas de palmito, segundo o (IBGE 1998).

O palmito é obtido no meristema apical do caule de diversas palmeiras, denominado estipe. Trata-se de um cilindro branco composto de folhas imbricadas e em formação, ainda macios e pouco fibrosos.

As principais espécies autóctones utilizadas para a extração do palmito são as pupunhas (*Bactris gasipaes* Kunth) e as juçaras (*Euterpe edulis* Mart.) (*Euterpe oleraceae* Mart.). Sua extração implica na morte da palmeira, pelo fato de seu meristema apical ser eliminado. Estas espécies, devido a falta de manejo e a exploração predatória desde a década de 50, seguido do aumento da procura pelo palmito (UZZO *et al.*, 2002), do descaso do poder público e da precariedade das condições de vida nas comunidades rurais, estão sofrendo grande diminuição sua densidade populacional.

Portanto, para não reduzir a demanda pelo palmito no mercado interno e externo e diminuir a extração sobre o palmito nativo, deu-se o início do cultivo de espécies alóctones do gênero *Archontophoenix* no Estado de Santa Catarina. As espécies *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* são popularmente conhecidas como palmeira-real ou palmeira-real-da-austrália, e tiveram, posteriormente, seu cultivo expandido para outros estados do sul, bem como para a região sudeste do Brasil. Estas espécies ganharam mérito entre agrônomos e produtores para a produção de palmito, devido às características de qualidade, precocidade de produção, rusticidade e resistência a doenças.

O Estado de Santa Catarina é considerado o maior produtor de mudas de palmeira real no Brasil. Possui com 23 agroindústrias de palmito legalizadas, porém, ainda há muitos envases clandestinos (RODRIGUES, 2004).

No cultivo das espécies *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana*, a extração do palmito inicia-se a partir de dois anos após o plantio, diferenciando-se das demais espécies que necessitam de aproximadamente quatro anos para começar a produzir.

No entanto, com a alta produtividade da palmeira-real-da-austrália, cresce também a quantidade de resíduos produzidos no processamento. O processo de extração do palmito se dá pelo corte da palmeira, sendo que somente a bainha interna é utilizada para comercialização, o que significa aproximadamente 0,6 m de uma palmeira é aproveitado folhas, caule e as bainhas externas e internas são descartadas (BORDERES, 2006).

Atualmente, estes resíduos, têm sido depositados no campo a fim de serem incorporados como matéria orgânica, mas se tratando de um material fibroso sua degradação é lenta, tornando-se assim um passivo ambiental.

Assim sendo, os diferentes resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente incorporados como substratos, visando oferecer alternativas para produtores de mudas de ornamentais de minimizar o impacto ambiental provocado pelos resíduos sólidos gerados (ROSA *et al.*, 2002). Recentemente, os descartes gerados pelas indústrias do processamento do palmito estão sendo utilizados como substratos no cultivo de fungos das espécies *Pycnoporus sanguineus* (BORDERES, 2006), *Lentinula edodes* (TONINI, 2004) e produção de enzimas hidrolíticas pelos fungos do gênero *Polyporus* (ISRAEL, 2004).

Segundo Oliveira, Geisel e Marx (2006) e Meneguice *et al.* (2004), para que um material possa se tornar um substrato no cultivo de plantas ornamentais, além das propriedades físicas e químicas favoráveis ou desfavoráveis, deve ser observado sua disponibilidade, centro consumidor, o custo e o impacto ambiental do mesmo. Portanto, de acordo com Terra *et al.* (2006), uma boa alternativa são os resíduos da agroindústria regional, pois além de resolver o problema de destinação, estes podem ser obtidos a baixo custo e em maiores quantidades.

Das plantas ornamentais cultivadas em substratos a família Orquidaceae apresenta distribuição cosmopolita, incluindo cerca de 850 gêneros e 20.000 espécies (excluindo híbridos artificiais), sendo a maior família de Angiospermas em número de espécies. No Brasil ocorrem cerca de 200 gêneros e 2.500 espécies (LORENZI & SOUZA, 2005). As orquídeas estão entre as plantas ornamentais mais apreciadas pela beleza e longevidade de suas flores (FARIA, *et al.*, 2006) e de maior valor comercial no mundo. Sua presença é marcante no comércio, sendo utilizada quanto para flor de corte, compondo arranjos florais, buquês de noivas ou objeto de colecionadores, entre outros (LORENZI & SOUZA, 1996).

As orquídeas podem ser agrupadas com relação ao tipo de substrato, as espécies que se fixam nos tecidos superficiais dos troncos e galhos são consideradas epífitas, já as que preferem fendas de rochas são ditas rupícolas e espécies as terrestres que utilizam o solo como meio suporte, são ditas como terrícolas (ASSIS *et al.*, 2005).

A raiz das orquídeas é recoberta por uma estrutura esponjosa formada por camadas sobrepostas de células mortas denominado velame, com funções de fixação da planta no meio suporte e de absorção de nutrientes, oriundos da decomposição de detritos acumulados nos troncos, bem como a umidade, proveniente das precipitações pluviométricas, do orvalho noturno e da umidade relativa do ar (REGO *et al.* 2000; FARIA *et al.*, 2001).

Desta forma, para efetuar o cultivo de orquídeas em recipientes, torna-se indispensável o uso de um bom substrato, verificados através dos componentes físicos, químicos, biológicos e

ecológicos. Segundo Kämpf (2000), o substrato deve apresentar características de consistência para suporte, boa aeração, permeabilidade, pH favorável, capacidade de retenção de nutrientes e rehidratação após secagem, alta estabilidade de estrutura, alto teor de fibras resistentes à decomposição, e estar isento de doenças, pragas e propágulos de plantas que possam concorrer nutricionalmente com planta de interesse econômico.

O substrato mais utilizado por várias décadas, no cultivo de plantas ornamentais em vasos foi o xaxim proveniente da *Dicksonia sellowiana* Hook., esta espécie encontra-se na lista das ameaçadas de extinção do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis), sendo sua extração proibida no território nacional de acordo com a resolução do CONAMA 278/1 de 24 de maio de 2001.

Segundo Paula *et al.* (2003), considerando a tendência de redução da oferta de xaxim e a conseqüente elevação de seu custo, é de vital importância para a floricultura nacional a identificação de alternativas de novos componentes para compor os substratos de plantas ornamentais. Esta opção no cultivo de espécies ornamentais é importante, pois traz uma série de benefícios ao meio ambiente, como a preservação do xaxim (*D. sellowiana*), que há muitos anos vem sendo utilizada no cultivo de várias espécies de orquídeas e bromélias (LORENZI & SOUZA, 1996; MORAES, CAVALCANTE & FARIA, 2002).

Muitas pesquisas estão sendo realizadas com substratos alternativos para o cultivo de ornamentais como: casca de *Annona glabra* L. (ZOTZ, 1997; ZOTZ & VOLLRATH, 2002), casca de coníferas (REGO, 2000; BELLÉ, 2000; SATANCATO *et al.*, 2000; FARIA, 2001), casca de vime (OLIVEIRA, GEISEL & MARX, 2005), casca de acácia (TERRA *et al.*, 2006), resíduos florestais (ORTEGA *et al.*, 1996) pedaços de espuma ou isopor sementes (KÄMPF, 2000), casca ou fibra de coco (SANTOS *et al.*, 2004; SOUZA & JASMIM, 2004; COLOMBO *et al.*, 2005; ASSIS *et al.*, 2005), massa seca de *salvinia auriculata* Aubl. (PAULA *et al.*, 2003; STRINGHETA *et al.*, 2005), raízes de aguapé (FIGUEIREDO *et al.*, 2003) plantmax e areia grossa (MENEGUCE, OLIVEIRA & FARIA, 2004), casca de arroz carbonizada (FARIA, ASSIS & OLIVEIRA, 2006; BOSA *et al.*, 2003; MACIEL, SILVA & PASQUAL, 2000), lixo urbano (BACKERS & KÄMPF, 1991), vermiculita (MORAES, CAVALCANTE & FARIA, 2002) e resíduos industriais (FERMINO, TRENTIN & KÄMPF, 2000). Tais substratos são adequados para o desenvolvimento radicular, foliar e floral de espécies ornamentais, porém podem apresentar problemas como substâncias tóxicas, ocasionando retenção ou reduzindo a umidade e o crescimento vegetal, elevado o custo de aquisição e podem ser pouco duráveis.

Os resíduos gerados pela agroindústria de palmito podem ser utilizados como substrato em substituição ao xaxim, pois quando, triturados e desidratados, transformam-se em uma

massa fibrosa semelhante, visualmente semelhante, a aparência da fibra do xaxim. Deste modo há uma grande possibilidade de emprego como substrato alternativo para o cultivo de ornamentais, além de ser uma matéria prima barata e disponível em grande quantidade no Estado de Santa Catarina.

Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um substrato para cultivo de espécies ornamentais, composto de folhas, bainhas e estipes descartados no processo de industrialização do palmito proveniente da palmeira-real-da-austrália *Archontophoenix alexandrae* (H. H. Wendl. & Drude), comparando-o com sistemas convencionais de produção de ornamentais, transformando-o em um substrato alternativo. Os objetivos específicos deste trabalho são: determinar as propriedades físicas e químicas dos substratos e avaliar o crescimento do sistema radicular e da parte aérea de *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* em diferentes substratos compostos por resíduos da agroindústria de palmito. Tanto os resíduos como os substratos alternativos são poucos estudados, portanto, espera-se contribuir não apenas, na melhoria da qualidade ambiental, mas também, no âmbito social, uma vez que tal estudo poderá gerar um produto de interesse para o setor produtivo. Formas de utilização de resíduos do agronegócio e estratégias para sua redução têm sido amplamente estimuladas em políticas públicas de gestão ambiental.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PALMEIRA-REAL-DA-AUSTRÁLIA (*Archontophoenix* –Arecaceae)

O gênero *Archontophoenix* compreende as espécies de palmeiras originárias do leste da Austrália. No Brasil é comumente chamada de palmeira-real-da-austrália e é tradicionalmente utilizada na arborização de praças e jardins. Existem seis espécies de palmeira-real-da-austrália, entretanto as de maior interesse para a extração do palmito são a *Archontophoenix alexandrae* e a *Archontophoenix cunninghamiana*.

A espécie *Archontophoenix alexandrae* (figura 1), em homenagem à princesa Alexandra (BOVI, 1998), é de origem australiana (Queensland), de ocorrência natural em altitudes inferiores a 1000 metros, em região tropical. Possui estipe único que sobressai da base, com cicatrizes foliares dispostas horizontalmente, podendo alcançar mais de 33 m de altura e, segundo Dislich (2002), com diâmetros a altura do peito superior a 20cm. Em Santa Catarina foram observadas plantas de até 25 m (REITZ & KLEIN, 1974). As folhas, com tamanho de 1 a 2,5 m de comprimento, quando velhas apresentam segmento foliar com coloração esbranquiçada na face inferior, medindo de 30 a 45 cm por 2 a 4 cm, acuminados e inteiros, ráquis floral com 30 a 40 cm de comprimento, semi-pêndula, muito ramificada (BOVI, 1998). O florescimento inicia-se no outono, com o aparecimento de flores brancas ou creme. A formação do fruto até a maturação ocorre do outono ao verão, e os frutos, geralmente, possuem coloração avermelhada. Logo após o despulpamento as sementes apresentam coloração amarelo-esverdeado. No despulpamento, as fibras se deslocam da face apical, na qual a semente apresenta coloração amarelo-esverdeada (RAMOS & HECK, 2004; LORENZI *et al.*, 1996).

A palmeira *Archontophoenix alexandrae* é distribuída, geralmente, em agrupamentos, ocorrendo, freqüentemente, ao longo das margens de rios e áreas úmidas ou alagadiças, a meia sombra ou a pleno sol, tolerando geada leves e breves na floresta tropical e em áreas com alta precipitação pluviométria, mas pode ocorrer também em solos secos (LORENZI & FILHO, 2001). Seu sistema radicular muito denso torna a espécie em um agente de recuperação de área degradada por erosão ao longo das margens dos rios (BOVI, 1998).



Figura 1. Exemplos da espécie *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (palmeira real da australian).

A *A. alexandrae* possui uma variedade denominada de var. *Beatriceae*, também popularmente chamada de palmeira-de-escada, que difere da espécie anterior pelas folhas ascendentes, base inchada e tronco em forma de degraus, fenômeno este causado pelas cicatrizes foliares (BOVI, 1998; REITZ & KLEIN, 1974).

No Estado de Santa Catarina a palmeira é cultivada em quase todos os municípios, do norte ao sul, florescendo por toda a primavera, verão e outono. A frutificação é abundante na primavera, verão e outono. Na década de 70 já se observavam qualidades da palmeira real, como rápido crescimento em altura e massa, facilidade na produção de mudas e cultivo, e maior rendimento na produção de palmito em relação ao palmito nativo *Euterpe edulis*.

Em outubro de 2002 a EPAGRI identificou no Estado de Santa Catarina 1500 ha de plantio, predominantemente, de palmeira real, onde a maior ocorrência da atividade está nos vales e regiões adjacentes à bacia do rio Itapocu (Guaramirim, Jaraguá do Sul, Gaspar, Indaial e Massaranduba), na região de Joinville e no Vale do Itajaí (Blumenau, Itajaí) e municípios do litoral norte (RODRIGUES, 2003).

2.2 RESÍDUO E MEIO AMBIENTE

Várias são as espécies de palmeiras que são utilizadas para a extração de palmito, entre elas cita-se a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), o açai (*Euterpe oleraceae* Mart.), a juçara (*Euterpe edulis* Mart.), a guariroba (*Syagrus oleracea* Mart.), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana* Mart.), o inajá (*Attalea maripa* Aubl.), o indaiá (*Attalea dúbia* Aubl), o jauari (*Astrocarium jauar* Mart.i), o piaçaveira (*Attalea funifera* Aubl.) e a palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude).

Por se tratar de uma planta exótica, a palmeira-real-da-austrália tem um forte apelo ecológico, pois pode diminuir a pressão sobre a extração das espécies nativas de palmito, como é o caso do palmito juçara (*Euterpe edulis*) (VIEIRA, 2006).

Pesquisas mostraram que o palmito fornecido pelo gênero *Archontophoenix* possui melhor qualidade quando comparado com espécies do gênero *Euterpe* sp. Segundo Uzzo *et al.* (2004) as espécies tradicionais levam de 8 a 12 anos para formar o palmito. A palmeira-real-da-austrália, por sua vez, produz o palmito logo nos 22 meses de plantio. O problema encontrado na produção de palmito proveniente da *Archontophoenix alexandrae* é seu rápido escurecimento após o corte a campo e as possíveis infestações por algumas pragas como afídeos. Atualmente, visando o aumento da produtividade, indivíduos que apresentam características de resistência à predação está sendo foco de estudos de melhoramento genético, para o cultivo do palmito (BOVI *et al.*, 2004).

A qualidade do palmito da palmeira-real chamou a atenção de produtores que iniciaram o plantio desta em áreas não ocupadas por atividade produtiva (figura 2), como encostas ou barrancos de beira de estrada e, também, em áreas próximas às residências, locais de mecanização. Seu rápido crescimento, sua adaptação a diversos tipos de solo e sua rusticidade impulsionaram a expansão desta cultura. Segundo Tagliari (1999) citado por Vieira (2006), observou que, o rendimento do palmito desta palmeira poderia ser ainda melhor se as técnicas de cultivo como o preparo do solo, controle da densidade populacional e número de plantas por cova, fossem utilizadas.



Figura 2. Área de plantio de *Archontophoenix alexandrae* da agroindústria EWE AGRO FLORESTAL, situado no município de Gaspar-SC.

Entre as espécies *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* as mais utilizadas para a produção de palmito no Brasil. Não foram verificadas diferenças expressivas na altura da planta, altura do estipe, diâmetro e folhas. A produção de resíduo basal ou também chamado de coração (parte comestível) variou de 230 a 465 gramas por planta, e a parte macia, varia de 145 a 390 gramas por planta, apresentando uma ótima produção de palmito, e pequenas variações de coloração e oxidação (BOVI *et al.*, 2003).

As folhas imbricadas internas (palmito) e externas (folhas de proteção) (figura 3 A e B) crescem de acordo com o tamanho definido pela espécie, mas os comprimentos dos ráquis foliar e da folha-flecha, bem como o número, o comprimento e a largura dos Segmentos foliares (expansão da folha), que compõem o limbo foliar, são dependentes do estágio ontogenético da palmeira, e são limitados especialmente, pelo potencial genético, e pelas condições de sombreamento, disponibilidade hídrica e nutricional, sendo utilizados como indicadores do desenvolvimento do palmito (UZZO *et al.*, 2002). Conseqüentemente, o crescimento do palmito gera um aumento da massa folhar que envolve o palmito.

A altura da palmeira-real é uma das principais características para mostrar o rendimento da produção de palmito com efeitos diretos e indiretos na planta. Segundo Bovi (2003), a altura da palmeira é responsável por 74% da variação da massa do palmito basal. O diâmetro da palmeira está relacionado com o número de folhas internas, portanto, quanto maior for o

diâmetro da planta, maior será o número de folhas e, conseqüentemente, maior o tamanho do palmito (UZZO *et al.*, 2002; BOVI *et al.*, 2003).



Figura 3. Resíduo da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália) decorrente da extração do palmito, em A tem-se bainha interna e em B, bainha externa.

A produção de palmito depende do manejo da cultura e de fatores ambientais como o clima. Geralmente, a extração ocorre entre 18 a 36 meses após o plantio. Segundo Bovi (1998), a palmeira com 18 meses produz de 150 a 300 gramas de palmito, e aos 36 meses, 800 gramas. O período mais indicado para o corte é quando a espécie atingir 12 a 14 cm de diâmetro (0,50 m de altura). Devido à presença de 90% de água no palmito segundo os produtores, não é recomendada a colheita da espécie em épocas secas, uma vez que acarreta redução de qualidade e quantidade do produto. O palmito que sai do campo (figura 4), geralmente, mede de 80 a 90 centímetros de comprimento e, contém apenas, 2 a 3 bainhas externas para sua proteção.



Figura 4. Palmito da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália) cortado apresentando 2 a 3 bainhas externas para proteção que serão descartadas na fábrica.

A retirada do palmito das áreas de cultivo se dá pelo corte total da palmeira (ISRAEL, 2005), no qual somente as folhas internas presentes no estipe são utilizadas para a comercialização o que significa mais ou menos um metro de uma palmeira de aproximadamente três metros de altura. As folhas, o caule e as bainhas externas são descartadas nas áreas de colheita (figura 5), e as bainhas medianas são descartadas na indústria alimentícia.

De acordo com Tonini (2004), o ápice da palmeira real é constituído por três camadas (bainhas) externas, mediana e o coração do palmito. A camada externa que envolve o palmito é fibrosa e tem por função proteger as folhas que estão em formação. São de cor esverdeada ou marrom e não são utilizadas na industrialização do palmito. Representa de 25 a 35% do seu peso seco, dependendo da espécie de palmito. A segunda camada de cor mais clara e que apresenta de 25 a 30%, é a bainha mediana ou semifibrosa. Esta camada é usada para proteger o palmito no transporte até a industrialização e, também, não é utilizada, sendo descartada no

início do beneficiamento. Por fim, tem-se o miolo, também denominado coração do palmito, que contém baixo teor de fibras. Esta parte é que produz o palmito em conserva.

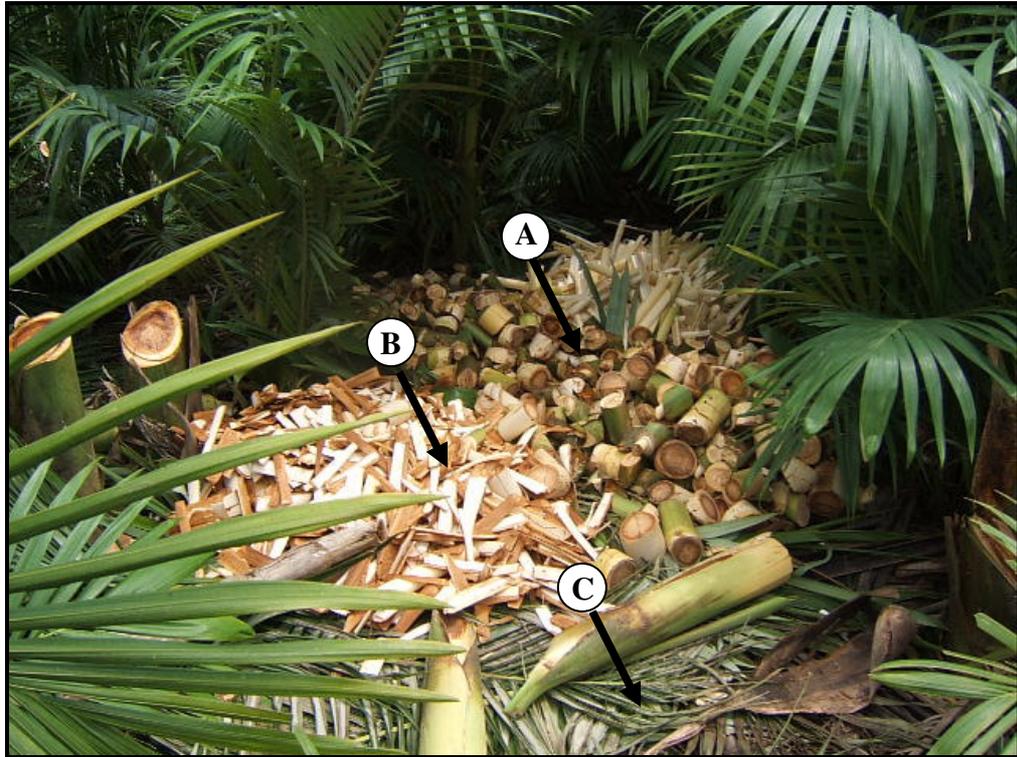


Figura 5. Resíduo, estipes (A), segmento foliar (C) e bainhas externas e internas (B) da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália), descartadas no campo.

Somente o resíduo gerado na indústria de palmito produz muitas toneladas em termos de bainhas medianas (figura 6), materiais que, até o momento, são descartados do processo industrial. No processo de beneficiamento do palmito de acordo com o III Encontro Nacional de Produtores de Palmeira Real (2005), para cada quilo de palmito processado são gerados três quilos de bainha mediana. Sabendo que uma indústria produz 1500 vidros de palmito de 500g por semana, serão geradas para as 23 agroindústrias de palmito da Palmeira-real-da-austrália do Estado de Santa Catarina 2484 toneladas de bainha mediana em um ano.

O valor econômico de um resíduo agrícola depende tanto da quantidade produzida, quanto de suas próprias características. Grandes quantidades de um determinado resíduo agrícola, concentrados em uma única região, podem justificar seu emprego como matéria prima para obtenção de outros produtos (VIEIRA, 2006).



Figura 6. Resíduo da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália), em A bainhas externas e em B, bainhas médias descartadas na indústria.

Grande parte dos estudos desenvolvidos com palmeira-real baseia-se principalmente em temas voltados para a área de agrônômica, já artigos sobre a utilização de resíduos gerados pela agroindústria são escassos (VIEIRA, 2006). Sendo assim, artigos relacionados a técnicas de propagação e cultivo, manejo e irrigação, adubação, fisiologia do crescimento e da produção, entre outros, são facilmente encontrados na literatura.

Atualmente, os subprodutos gerados na agroindústria do palmito têm sido utilizados como matéria prima em outras atividades. Lima *et al.* (2003b) constatou que o resíduo da espécie *Bactris gasipaes* constituído de folhas, ráquis foliar e estipe verde, demonstram viabilidade na alimentação animal e Tonini (2004) verificou que a espécie *Euterpe edulis* pode ser utilizada para o cultivo de fungos. Estudos com a fibra do mesocarpo de *Cocos nucifera*, na produção de blocos fabricados especialmente para o uso como substrato de orquídeas epífitas, mostraram que, na retenção e perda de água, esse material, puro ou em mistura, pode substituir o xaxim (SOUZA & JASMIM, 2004). Rezende, Jasmim & Freitas (2003) compararam o cultivo de *Cattleya forbesii* LINDL em substratos alternativos,

compostos de mesocarpo de coco verde triturado com o xaxim onde, após 21 meses de cultivo, e não verificaram diferenças no número de folhas e de bulbos. A fibra de coco também tem sido usada na indústria e na agricultura (CARRIJO, LIZ & MAKISHIMA, 2002), ou cultivo de *Quesnelia quesnelia* Gaudich. (AMARAL *et al.*, 2003), na produção de mudas de tomateiro (SILVEIRA *et al.*, 2002). A casca de coco tem sido usada na composição de blocos prensados, para o melhor desenvolvimento radicular na produção de mudas de cana-de-açúcar (MORGADO *et al.*, 2000) e na produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce (COREIA *et al.*, 2003). O pó de casca de coco é utilizado como substrato alternativo para produção de mudas de aceroleira em tubetes (LIMA *et al.*, 2003a).

2.3 SUBSTRATOS NO CULTIVO DE VEGETAIS

Os sistemas de produzir e cultivar plantas em recipientes são antigos e nas últimas décadas, vêm mostrando consideráveis avanços. Tem-se o conhecimento que os viveiristas produziam suas mudas em ripados de madeira ou bambu, usando pequenos estufins para acelerar o processo de germinação de espécies floríferas fora da época regular. Mas após a expansão agrícola e industrial, houve uma transformação e valorização das atividades hortícolas (KAMPF, 2000).

O uso de substratos, no Brasil, vem sendo feito há muito tempo pelos produtores rurais. O primeiro substrato comercial teve início de comercialização em 1983 (MINAMI, 2000). Somente o estado de Rio Grande do Sul produz cerca de 20000 m³ de substratos por ano para produção de flores e plantas ornamentais, correspondendo a R\$ 840.000,00 por ano (SILVA, 2000).

O substrato hortícola pode ser conceituado como o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas produzidas em sementeiras ou viveiros de mudas olerícolas, ornamentais, frutíferas ou silvícolas (SILVEIRA *et al.*, 2002). Existe uma grande quantidade de sistemas de cultivo de espécies frutíferas e ornamentais em recipientes. Estes sistemas utilizam substratos de origens minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, cujas propriedades diferem marcadamente do solo, não existindo um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (SCHMITZ, SOUZA & KAMPF, 2002). Os substratos mais utilizados para o cultivo de espécies ornamentais segundo Kämpf (2000), são a turfa, serapilheira, areia, lixo domiciliar urbano, casca de arroz carbonizada, casca de arroz queimada, vermiculita, poliestireno expansível (isopor), esfagno

de argila, xaxim, composto orgânico, solo mineral, vermicomposto e misturas. A casca de coco foi utilizada na produção de mudas de cajueiro anão precoce (CORREIA *et al.*, 2003), para tomateiro por Silveira, *et al.* (2002), na germinação de sementes e desenvolvimento de plântula de *Moringa oleifera* Lam. (BEZERRA *et al.*, 2004), no enraizamento de estacas herbáceas de figueira (PIO *et al.*, 2005) e casca de arroz carbonizada foi utilizado em tomateiro (CARRIJÓ *et al.*, 2004) e em cafeeiros (CUNHA *et al.*, 2002), o Plantmax foi utilizado no cultivo de couve-flor (FRANCISCO & HELOÍSA, 1999) e, o esterco de curral foi utilizado na produção de mudas de Jatobá (*Hymenaeae courbaril* L.) (CARVALHO *et al.*, 2003). A padronização de um único tipo de substrato pode apresentar algumas inconveniências no crescimento de plantas, tornando necessário a busca de substratos alternativos para melhorar o desenvolvimento dos vegetais.

A produção de mudas em recipientes requer tratos culturais como irrigação e fertilizações e, portanto, é de grande importância mensurar as propriedades químicas e físicas dos substratos (FERNADES *et al.*, 2006). Segundo Schmitz, Souza & Kampf (2002) as principais propriedades químicas analisadas do substrato são: pH, capacidade de troca de cátions (CTC), salinidade e o teor percentual da matéria orgânica. Entre as propriedades físicas destacam-se: densidade, porosidade, espaço de aeração e a economia hídrica.

O substrato também deve ser isento de elementos químicos minerais ou qualquer outra substância em concentrações fitotóxicas, assim como de fitopatógenos, pragas e plantas daninhas (SILVEIRA *et al.*, 2002).

A escolha do substrato é uma das decisões mais importante para produção de mudas, que depende das necessidades das espécies cultivadas. Ele deve garantir a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta. Na fase líquida o suprimento de água e nutrientes, e na fase gasosa o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar (SILVEIRA *et al.*, 2002). Um substrato ideal deve possuir, entre outras características, uma porosidade acima de 85%, uma capacidade de aeração entre 10 e 30% e o teor de água facilmente assimilável de 20 a 30% (CARRIJÓ, LIZ & MAKISHIMA, 2002). Um fator de extrema importância para viabilidade de um substrato é a distância da fonte e a disponibilidade da matéria prima, pois o custo do transporte poderá inviabilizar (SILVA, 2000).

No seu habitat as orquídeas epífitas crescem sobre árvores, tendo como substrato matéria orgânica fibrosa depositada no tronco. A umidade necessária é obtida nas precipitações pluviométricas, do orvalho noturno e da umidade do ar. Quando o substrato encontra-se em condições ideais de textura e drenagem, a água é absorvida por uma camada esponjosa de células mortas que recobre as raízes chamadas de velame. O substrato é à base

para o cultivo de plantas em recipientes, como as orquídeas. As características básicas de um substrato são: consistência para suporte, aeração adequada das raízes, capacidade de retenção de água sem encharcar (MORAES, CAVALCANTE & FARIA, 2002), estabilidade de estrutura das partículas e valores de **pH** entre 4,0 e 6,0 (BELLÉ, 2000).

As orquídeas epífitas sob cultivo natural apresentam um incremento de biomassa superior ao daquelas crescendo no habitat, porém são mais dependentes dos fatores bióticos e abióticos envolvidos, principalmente, do substrato empregado. A escolha do substrato a ser utilizado é função de suas características intrínsecas, sendo que, vários materiais, são utilizados isoladamente ou em mistura (STANCATO *et al.*, 2000). O substrato utilizado para o cultivo de orquídeas deve apresentar boa drenagem e aeração, de maneira que retenha certa umidade sem se encharcar. O mais utilizado para espécies epífitas é o xaxim desfibrado, por possuir baixa densidade, alta porosidade e durabilidade. Em pequena escala também é utilizado a fibra de coco (coxim), a casca de pinheiro, a piaçava, o coquinho de açaí, pedaços de carvão, o esfagno e o coco triturado (SILVA, 1986; BELLÉ, 2000; PAULA & SILVA, 2004).

Entre os substratos mais empregados no cultivo de ornamentais, destaca-se a fibra extraída do tronco da *Dicksonia sellowiana*, também chamada de pó-de-xaxim, que ocorre em meio às floretas da América Central e do Sul. O xaxim é utilizado para a produção de vasos, estacas, placas e fibras (SOUZA & JASMIM, 2004). As raízes da *Osmunda regalis* L. e *Polypodium* sp, também são ótimos substratos, mas seu reduzido uso se deve ao fato de difícil extração, sendo necessário cavar e arrancar a planta para então retirar o bloco de raízes (SILVA, 1986).

A composição nutricional de nutrientes em substratos como mesocarpo de coco ou xaxim é muito variável, pois dependem da origem do material afetada, pelos estados nutricionais, clima, solo, luminosidade e idade da planta. Portanto, a quantificação dos teores de micro e macro nutriente deve ser feita antes e após o uso do substrato, pois estes podem apresentar elementos prejudiciais no desenvolvimento dos vegetais (SOUZA & JASMIM, 2004).

A modernização da agricultura e a fragmentação do mercado vieram colaborar na fabricação e comercialização de novos substratos de altíssima qualidade, contudo, seu custo é muito elevado. Uma alternativa de baixo custo consiste em utilizar substratos regionais que possam ser obtidos facilmente.

As espécies fornecedoras de xaxim encontram-se em processo de extinção devido ao extrativismo descontrolado. A *Dicksonia sellowiana* é uma das samambaias mais utilizadas para a extração do xaxim. Esta espécie, segundo Lorenzi & Souza (1996), leva de 15 a 18

anos para atingir a idade apropriada para o corte e, atualmente, não existe produção em escala comercial.

À medida que a disponibilidade do xaxim, como matéria prima, está escassa, a tendência do negócio torne-se ainda mais rentável, ocasionando um ciclo que somente deixará de existir caso ocorra a total extinção da espécie das florestas. Parâmetros agronômicos têm indicado superioridade, ou no mínimo, igualdade de desempenho da fibra do mesocarpo do coco em relação a outros materiais (SOUZA & JASMIM, 2004).

No Estado de Santa Catarina existem agroindústrias, engenhos de arroz e empresas madeireiras, que gerem resíduos que podem ser reciclados e transformados em substratos alternativos de baixo custo, auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo de resíduos no ambiente.

2.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DO SUBSTRATO

2.4.1 Densidade

Segundo Carvalho (2002), a densidade é a relação entre a massa e o volume do substrato, expressa em quilograma por metro cúbico (kg m^{-3}), que equivale à grama por litro (g L^{-1}). Alguns dos principais componentes ou substratos utilizados no Brasil estão apresentados no quadro 1, com as respectivas densidades secas.

O conhecimento da densidade é importante para interpretar outras propriedades do substrato, não expressas em volume. Quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento das plantas, quer pela dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas, devido a estabilização da planta, podendo ocorrer o tombamento da mesma. Os substratos muito densos prejudicam a aeração, a distribuição de água e o crescimento das raízes (KÄMPF, 2000).

Quadro 1. Densidade seca a 105°C de alguns componentes de substratos para plantas

Componentes	Densidade seca (kg m ⁻³)
Argila	1800 - 2000
Areia média	1400 - 1500
Solo mineral	1000 - 1500
Composto de lixo urbano	500 - 600
Vermicomposto	500 - 600
Casca de acácia negra	600 - 800
Fibra de xaxim	80 - 100
Turfa (fibrosa)	100 - 200
Turfa preta	150 - 250
Vermiculita	50 - 100
Casca de arroz carbonizada	150 - 250
Casca de arroz queima	300 - 350
Perlita	50 - 100

Fonte: Kämpf, 2000.

2.4.2 Porosidade

A porosidade total é a soma de todos os poros, que por sua vez são cavidades de diferentes formas e tamanhos, determinados pela forma, tamanho e arranjo das partículas sólidas (PREVEDELLO & LUIZ, 1996). Tanto a água quanto o ar do solo são armazenados e transportados dentro dos espaços porosos. As raízes das plantas também ocupam esses espaços. Portanto, entender a dinâmica das relações entre os sólidos e os poros é fundamental para se obter sucesso na produção de mudas (LACERDA *et al*, 2006).

E ainda, o pequeno volume do vaso leva a uma alta concentração de raízes, exigindo elevado suprimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado. Entretanto, o substrato deve ser suficientemente poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microorganismos do meio (KÄMPF, 2000). O substrato ideal para o cultivo em vaso deve possuir 85% de seu volume em poros, sendo este volume, também é chamado de porosidade total.

Segundo Upnmoor (2003), as plantas que necessitam de maior índice de porosidade são orquídeas, bromélias, azaléias, samambaias, avencas e violeta-africana (Quadro 2).

Quadro 2. Percentagem de porosidade no substrato para espécies ornamentais.

Entre 2 e 5%	Entre 5 e 10%	Entre 10 e 20%	Entre 20 e 30%
Cravo	Camélia	Violeta africana	Azaléia
Rosa	Crisântemo	Begônia	Eustoma
Estrelitzia	Cladíolo	Folhagens	Epífitas em geral
Gerânio	Lírio	Gardênia	Samambaías
Hera	Poinsétia	Gloxínia	Avencas
Coníferas		Orquídeas terrestres	Orquídeas
Gramíneas		Boca-de-leão	Bromélias

Fonte: Kämpf, 2000.

Segundo Kämpf (2000), a porosidade do substrato está diretamente relacionada com a sua estrutura e influencia, principalmente, a aeração e retenção de água. Os poros podem ser classificados como macro e microporos. Em condições de saturação hídrica, os macroporos estão preenchidos de ar, e o seu volume é caracterizado como espaço de aeração. Nas mesmas condições, os poros menores estão preenchidos por água, em volume que corresponde à capacidade de retenção hídrica.

De acordo com Prevedello & Luiz (1996), a classificação dos poros por tamanho é explicada pelos diversos processos de transporte que ocorrem nos poros. De acordo com o mesmo autor, os macroporos, por exemplo, são mais importantes para a drenagem do excesso de água no substrato após a ocorrência de chuvas ou irrigações prolongadas; são os que afetam a aeração e drenagem. E ainda, quando os macroporos são drenados, os mesoporos ganham importância na distribuição da água, sem haver uma diferenciação nítida nessa passagem. Embora esse movimento continue a se processar muito mais lentamente dentro dos microporos, parte dessa água remanescente é que garante a sobrevivência de muitas espécies vegetais.

2.4.3 Disponibilidade de Água e Ar em Substratos para Ornamentais

Para determinar a capacidade de liberação da água em cada material, as amostras são submetidas a crescentes tensões (figura 7), provocando a drenagem. A porosidade de aeração é igual à diferença entre a porosidade total correspondente a umidade presente nas amostras saturadas sob tensão zero (0 hPa). A água retirada e disponível as plantas é equivalente ao volume de água liberada entre às tensões de 10 e 100 hPa, e a água remanescente corresponde ao volume de água após ter sido submetido a tensões de 100 hPa (AR 100) (DE BOODT & VERDONK, 1972). Em materiais de partículas muito pequenas, como na argila ou a matéria orgânica bem humificada, a água remanescente é alta (30% ou mais), apresentando

considerável dificuldade de drenagem, em especial durante o inverno, com baixa demanda evaporativa (KÄMPF, 2000).



Figura 7. Coluna de tensão, onde os substratos são submetidos a crescentes tensões (hPa).

Fonte: Schwarz, 2006. Laboratório de Análises de Substratos para Plantas da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS).

Em avaliações de tensão da água durante cultivos em recipientes constatou-se, no entanto, que esses valores são apenas referenciais. Conforme a espécie, o substrato e a situação de cultivo, os limites até atingirem sintomas de murcha permanente são variáveis (casca de tungue).

Nas pesquisas realizadas com a retenção de água, White & Mastalerz citados por Kämpf (2000), introduziram o termo “capacidade de recipiente” para descrever o máximo volume de água retido pelo substrato no recipiente, após drenagem natural. Apesar de característico para cada tipo de material, esse valor é influenciado pela altura do vaso. Usando o mesmo substrato para preencher recipientes rasos tipo bandeja (5 cm de altura) e vasos para plantas de interior com 20 cm de altura, a retenção de água será proporcionalmente maior nas bandejas do que no vaso. Nessas condições, nem toda a água retida está disponível às plantas.

2.5 PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SUBSTRATO

2.5.1 pH

O pH está relacionado com o teor de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, sendo considerado uma importante propriedade, pois influencia na disponibilidade de nutrientes bem como no efeito sobre processos fisiológicos da planta (KÄMPF, 2000). De acordo com Tedesco (1995), se o substrato não estiver biologicamente estabilizado, o **pH** varia com o tempo de cultivo.

Conforme Kämpf (2000), cada espécie vegetal necessita de níveis de pH específicos para seu cultivo. Por exemplo, o gênero *Dendrobium* necessita de substratos com valores 5,5 a 7 de **pH**. Já a *Phalaenopsis* preferem substratos com 5,0 a 6,0. De acordo com o supracitado autor, em meios muito neutros ou alcalinos ocorrem alterações no sistema radicular, podendo provocar parada do crescimento e perda das folhas. Na figura 8 é apresentada a influência do pH na disponibilidade de nutrientes dos substratos as plantas.

Valores inadequados de **pH** podem 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 e Mg, enquanto problemas com a disponibilidade de P e micronutrientes (B, Fé, Mn, Zn e Cu) são esperados em valores de **pH** acima de 6,5 (KÄMPF, 2000).

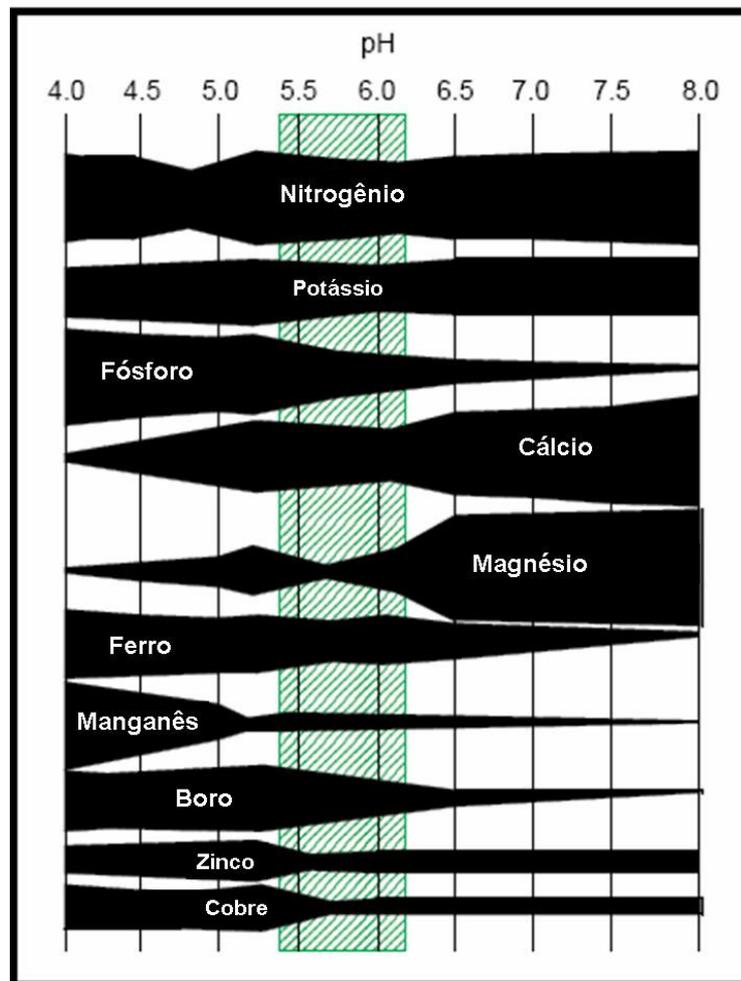


Figura 8. Influência do pH na disponibilidade dos nutrientes essenciais em substratos adaptado de Bailey *et al.* (2006a).

2.5.2 Relação Carbono Nitrogênio (C/N)

É a relação existente os mesmos teores carbono e do nitrogênio total em solos ou materiais orgânicos.

A decomposição rápida da matéria orgânica nos recipientes, de acordo com Ingran *et al.* (1993), pode resultar em diminuição do volume e, conseqüentemente, um declínio dos espaços de aeração. Todavia, os materiais com elevadas concentrações de celulose (carbono) em relação ao nitrogênio, decompõem-se rapidamente pelos microrganismos do substrato. Não somente as partículas tornam-se menores, mas o nitrogênio que estaria disponível para às plantas será utilizado pelos microrganismos. Ainda de acordo com os mesmos autores, para manter a concentração de nutrientes apropriada no substrato para plantas ornamentais é necessário realizar fertilizações periódicas.

2.5.3 Teor Total de Sais Solúveis (TTSS)

Especialmente na seleção de materiais alternativos, em misturas não-industrializadas, é importante conhecer o nível de salinidade do substrato, a fim de evitar perdas na produção. Na seleção de materiais para substratos, busca-se obter sempre a salinidade abaixo de um grama por litro, a fim de evitar limitações para cultivo de plantas sensíveis. Compostos de lixo urbano e cama de aviário são exemplos de materiais com boas propriedades físicas, porém limitadas, no entanto, pelo alto teor de sais solúveis (KÄMPF, 2000).

Segundo De Boodt & Verdonck (1972), inicialmente um bom substrato, deve apresentar e permanecer com alta disponibilidade de água, ar e níveis baixos de concentração salina, sendo que, estas propriedades vão condicionar a água contida, a economia de ar, balanço de nutrientes e também modificar as características ao longo do uso do substrato no cultivo vegetal. Materiais com elevados teores de sais solúveis devem ser evitados na utilização como substratos no cultivo de plantas, e se estes forem, devem ser lavados, devido que, cada espécie de planta possui uma tolerância aos níveis de salinidade (INGRAN *et al.*, 1993).

A salinidade pode ser derivada da adubação de base, do conteúdo natural de sais presentes nos componentes utilizados na mistura e ainda, pelo uso de misturas excessivamente ricas em nutrientes (LACERDA *et al.*, 2006).

Além do mais, a condutividade elétrica (CE) é indicativa da concentração de sais ionizados na solução e fornece um parâmetro para a estimativa da salinidade (GRUSZYNSKI, 2002). De acordo com Kämpf (2000), a salinidade refere-se aos constituintes inorgânicos do meio capaz de dissolver em água. Nessa avaliação, levam-se em conta todos os íons, nutrientes e não-nutrientes. A determinação dessa característica tem como objetivo conhecer a concentração salina do meio onde poderão crescer as raízes da planta. A sensibilidade à concentração de sais varia conforme a espécie de planta (quanto mais jovem o indivíduo, mais sensível). Esta sensibilidade que as plantas apresentam quanto ao teor total de sais solúveis pode ser dividida em: sensíveis, tolerantes e exigentes, conforme o quadro 3.

A partir da densidade do material (no estado de umidade em que é recebido para análise), do valor de CE e da temperatura do extrato, é possível estimar a concentração salina com base em uma solução de referência de KCl (GRUSZYNSKI, 2002).

Quadro 3. Níveis de concentração salina no substrato, adequados à sensibilidade das plantas.

Reação da cultura	Nível de salinidade	TTSS (g L ⁻¹)*	Exemplos
Sensíveis	Baixo	0,5 a 1,0	Orquídeas e bromélias
Tolerantes	Médio	1,0 a 2,0	Alamanda e begônia
Exigentes	alto	2,0 a 3,0	Crisântemo e hortênsia

Fonte: Kämpf, 2000.

Cavins *et al.* (2006), desenvolveram uma tabela para a interpretação de valores de condutividade elétrica (Quadro 4), para os diversos métodos de extração dos sais ionizados em solução e também para cada tipo de cultivo.

Segundo Kämpf (2000), as espécies *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* desenvolve-se melhor em substratos com teores de salinidade de 0,5 a 1,0 g L⁻¹.

Quadro 4. Valores de condutividade elétrica (dSm⁻¹), nos diferentes métodos de extração com a indicação do seu efeito na cultura segundo.

Método de extração				Indicação
Sub/Água 01:05	01:02	Extrato de pasta saturada	Pour Through	
0 a 0,11	0 a 0,25	0 a 0,75	0 a 1,0	Muito baixo. O teor de nutrientes pode não ser suficiente para sustentar um rápido crescimento.
0,12 a 0,35	0,26 a 0,75	0,76 a 2,0	1,0 a 2,6	Baixo. Adequado para seedlings, forração anuais e plantas sensíveis à salinidade.
0,36 a 0,65	0,76 a 1,25	2,0 a 3,5	2,6 a 4,6	Normal. Faixa padrão para a maioria das plantas em crescimento. Limite superior para as sensíveis a salinidade.
0,66 a 0,89	1,26 a 1,75	3,5 a 5,0	4,6 a 6,5	Alto. Vigor reduzido e crescimento podem ocorrer, especialmente durante épocas quentes.
0,9 a 1,10	1,76 a 2,25	5,0 a 6,0	6,6 a 7,8	Muito alto. Pode resultar em danos devido à dificuldade na absorção de água, assim como crescimento reduzido. Sintomas incluem queima de bordas das folhas e murcha.
> 1,10	> 2,25	> 6,0	> 7,8	Extremo. A maioria dos cultivos sofrerá injúrias a esses teores. Lixiviação imediata necessária.

Fonte: Cavins *et al.* (2000).

2.6 ORQUÍDEAS

Na família das Orquidaceae encontramos um dos maiores números de plantas florais conhecidas pelo homem, com trinta e cinco mil espécies silvestres e muitos milhares de híbridos registrados, das quais, pertencem a um sistema de plantas florais chamadas monocotiledôneas. (KRAMER, 1994).

As orquídeas são encontradas em altitudes desde o nível do mar, até acima de quatro mil e quinhentos metros nos Andes, abrangendo os desertos, campos e todos os tipos de florestas especialmente as densas e altas florestas tropicais (IVONE, 1990).

2.6.1 Gênero *Dendrobium*

As espécies do gênero *Dendrobium*, são orquídeas epífitas, que possuem caule do tipo haste, com acúmulo de reserva, ao longo do qual distribuem as folhas alternadamente. A inflorescência surge da parte apical do caule, podendo apresentar uma ou mais flores. Após a queda das flores podem se formar brotos no caule, que, destacados, constituem uma excelente muda. Estas apresentam sépalas que são unidas na base, formando um pequeno saco, além de serem mais finas que as pétalas laterais. O labelo envolve a coluna, delimitando uma cavidade bem visível (PAULA & SILVA, 2004).

O gênero *Dendrobium* compreende mais de 500 espécies e, atualmente, é considerado o mais produzido e comercializado, tanto no Brasil quanto no exterior. Originárias da China e do Himalaia, as plantas desse gênero necessitam de local ventilado, temperatura entre 15 e 25°C, regas regulares na primavera e no verão e mais espaçadas no outono e inverno (LORENZI & SOUZA, 1996).

A espécie se encontra na:

Família: Orchidacea

Gênero: *Dendrobium*

Nome Científico: *Dendrobium phalaenopsis*

O gênero *Dendrobium* necessita de substrato que apresente fibras resistentes e que auxiliem na drenagem e aeração. O substrato mais utilizado é a fibra extraída da samambaia-açú, no entanto, estudos na produção de *Dendrobium sp* com a fibra da casca de coco apresentam excelentes resultados (SILVA, 1986).

Entre as espécies deste gênero, a *Dendrobium phalaenopsis* (Figura 9), possui caule ereto de 50 a 60 cm de altura por 2 a 2,5 cm de diâmetro. As inflorescências podem atingir 50 cm de comprimento, com 5 a 15 flores por haste floral. As flores possuem de 6 a 9,5 cm de diâmetro, com sépalas e pétalas de 4,5 e 4 cm de comprimento, respectivamente, e labelo com 3 cm de comprimento (BECHTEL, CRIBB & LAUNERT, 1985).



Figura 9. Flores da espécie *Dendrobium phalaenopsis*.

Dendrobium phalaenopsis foi descoberta originalmente no nordeste da Austrália e na Nova Guiné, orquídea de beleza singular. As tonalidades das flores variam do violeta intenso ao branco rosado e foi descrita pela primeira vez no “*Gardeners Chronicle*” em 1880 (BECHTEL, CRIBB & LAUNERT, 1985; KRAMER, 1994).

2.6.2 Gênero *Phalaenopsis*

O gênero *Phalaenopsis* é representado por orquídeas epífitas, com caules curtos e poucas folhas, largas e carnosas, possuindo 45 representantes selvagens e 1239 híbridos (CHANG *et al.*, 2000). Possui raízes grossas, com grande desenvolvimento. A inflorescência é longa, podendo formar dezenas de flores, que são muito duradouras. As pétalas são mais largas que as sépalas. São originárias da Índia, Filipinas, Nova Guiné e Austrália (PAULA & SILVA, 2004). A espécie também é chamada popularmente de orquídea mariposa muito procurada por orquidófilos e indústrias de horticultura por apresentar abundância de cores e alta durabilidade das flores e desenvolver-se bem no interior de residências (KOSIR, SKOF & LUTHAR, 2004). A espécie *Phalaenopsis aphrodite* utilizada na pesquisa esta representada na figura 10.

A espécie se encontra na:

Família: Orchidacea

Gênero: *Phalaenopsis*

Nome Científico: *Phalaenopsis aphrodite*



Figura 10. Flor da espécie *Phalaenopsis aphrodite*.

Os substratos para o cultivo da orquídea *Phalaenopsis* spp. não devem permitir a formação de musgo, e favorecer a aeração. Os materiais mais utilizados são a casca de pinheiro com 1,5 a 2,5 cm de tamanho, fragmentos de musgo, isopor e carvão vegetal. Desenvolvem-se em temperaturas de 18°C a 32°C (LUTHAR, 2003).

2.7 AMBIENTE DE CULTIVO DAS ORQUÍDEAS

De acordo com Santos Júnior *et al.* (2004), os fatores responsáveis pelo estabelecimento de uma planta, nos estágios iniciais são: a umidade, a luz e a temperatura.

O Brasil possui excelentes condições de cultivo de orquídeas. De modo geral, pode-se dizer que a temperatura ideal para o desenvolvimento (vegetativo e reprodutivo) da maioria das orquídeas está compreendida entre 18 e 28°C, sendo a média ideal em torno de 21°C (SILVA, 1986; PAULA & SILVA, 2004). Temperaturas muito baixas ou elevadas são prejudiciais para diversas espécies. Segundo Kämpf (2000), a germinação, crescimento,

florescimento, frutificação e propagação vegetativa são os principais processos biológicos influenciados pela temperatura.

Quanto à umidade relativa do ar, as orquídeas preferem ambientes com 60 a 80% de umidade (PAULA & SILVA, 2004) e quanto à luz, no Brasil praticamente não temos o problema de falta da mesma, todavia em qualquer circunstância, deve-se fornecer às plantas 1/3 da luz exterior (SILVA, 1986).

As plantas não absorvem toda a radiação luminosa que recebem. Parte dela é refletida pela superfície foliar, retornando à atmosfera. Outra atravessa o tecido vegetal, continuando a trajetória. A fração absorvida corresponde a apenas 1 ou 2% da radiação incidente, permanecendo no interior da planta (KÄMPF, 2000). O comprimento de onda de interesse à floricultura é o que corresponde às cores violeta, azul, verde, amarelo, laranja, vermelho, em todas as suas combinações (UPNMOOR, 2003). Segundo Paula & Silva (2004), em relação a luminosidade, há quatro situações preferenciais das orquídeas:

- sol direto: exposição completa por algumas horas diárias;
- sombra leve: exposição a mais ou menos 75 % de luz;
- meia sombra: exposição a 50% de luz;
- sombra total: exposição a 25% de luz.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho constituiu em quatro fases:

- Coleta dos resíduos na propriedade.
- Processamento e montagem dos substratos a partir das diferentes composições de resíduos.
- Seleção, compra e plantio das espécies de orquídeas.
- Avaliação dos parâmetros físicos, químicos para as diferentes composições de substrato e biológicos para as duas espécies de orquídeas ao longo dos 240 dias de cultivo.

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação (Figura 11 A e B) Departamento de Ciências Naturais da Universidade Regional de Blumenau, em Santa Catarina. Os resíduos da palmeira-real foram processados no Laboratório de Processamento de Alimentos do Departamento de Engenharia Química da mesma instituição, durante o período de setembro de 2005 a setembro de 2006.



Figura 11. Casa de vegetação, em A perspectiva externa e em B vista interna da casa de vegetação com experimento.

3.1 PLANTAS UTILIZADAS

As orquídeas *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* foram adquiridas no orquidário da cidade de Morretes no Paraná, com dois anos de idade, cultivadas em vasos de polietileno número um, em substrato de carvão vegetal e esfagno.

As seleções das espécies de orquídeas foram em decorrência do seu crescimento rápido, características importantes para estudos de curta duração e também pela facilidade da aquisição de mudas de mesma idade e tamanho e pela importância das mesmas no mercado de ornamentais.

3.2 PREPARO DOS SUBSTRATOS

3.2.1 Resíduos do Processamento do Palmito da Palmeira-Real-da-Austrália

Os resíduos oriundos do corte da palmeira real e do processamento na indústria do palmito que fizeram parte como materiais na composição de diferentes substratos, nos quais foram submetidos a plantio duas espécies de orquídeas foram:

- segmento foliar: extremidade apical da folha da palmeira real. (figura 12 A)
- bainhas externas e internas: parte inferior das folhas imbricadas que são descartadas no corte e na agroindústria do palmito. (Figura 12 C e D)
- estipe: caule de sustentação da palmeira que fica no campo. (Figura 12 B)

Os resíduos da palmeira real: folha, estipe e bainha foram fornecidos pela EWE Agro Florestal, situado no município de Gaspar (SC).

A fibra da *Dicksonia sellowiana* foi obtida de um estabelecimento comercial de Blumenau-SC.



Figura 12. Resíduo da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália) , descartadas no cultivo e na indústria. Em A, segmento foliar; B, estipes; C, bainhas externa descartada no campo e em D, bainhas internas.

3.2.2 Processamento dos Resíduos para Composição dos Substratos

As partes vegetais para a formação do substrato foram coletadas logo após o corte de uma área de palmiteiro. As folhas, estipes e bainhas foram levados ao Departamento de Engenharia Química (FURB), onde cada resíduo foi separadamente triturado em uma trituradora de forrageira (Figura 13).



Figura 13. Trituradora de forragem, utilizada para triturar os resíduos utilizados no presente trabalho.

Após a trituração os resíduos foram colocados em estufa a 80°C (figura 14) por um tempo de 60 minutos para sua desidratação, sendo que a fibra foi revolvida a cada 10 minutos para que a secagem fosse homogênea, com teor de umidade de $18 \pm 3\%$. O tamanho das partículas dos resíduos ficou com aproximadamente 5 cm de comprimento.

Após a desidratação dos resíduos, estes permaneceram em bancada até estabilizar a temperatura e não reter umidade. Posteriormente, foram colocados em sacos plásticos separadamente por tipo de resíduo (Figura 15 A, B e C).



Figura 14. Estufa utilizada para desidratação dos resíduos a 80°C.



Figura 15. Resíduos processados da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália) em A, resíduo de estipe; B, resíduo de bainha e C, resíduo de segmento foliar.

3.2.3 Confecção dos Substratos

Em relação aos resíduos, bainha, estipe e segmento foliar, foram mensurados quanto à relação de volume e a massa, permitindo assim a quantificação precisa da massa dos resíduos necessários para o preenchimento do vaso.

Para quantificar o volume com relação à massa, foi realizado o seguinte método:

- preenchimento de uma proveta de um litro com o resíduo até a marca de 1000mL;
- retirada e pesagem do resíduo em balança analítica (repetindo a operação dez vezes) e;
- calculo da média aritmética.

Com os resultados das respectivas massas para cada tipo de resíduo, foi possível realizar as diferentes composições dos tratamentos (tabela 1 e figura 16), segundo o delineamento experimental mostrado na tabela 2.

Tabela 1. Quantificação do volume e da massa dos resíduos que compuseram os diferentes substratos.

Tratamentos	Estipe		Bainha		Segmento Foliar	
	mL	g	mL	g	mL	g
E 1	400	41,58	250	21,60	150	16,32
E 2	400	41,58	100	10,22	150	16,32
E3	400	41,58	250	21,60	50	6,32
E 4	400	41,58	100	10,22	50	6,32
B 1	250	28,03	400	37,09	150	16,32
B 2	100	15,91	400	37,09	150	16,32
B 3	250	28,03	400	37,09	50	6,32
B 4	100	15,91	400	37,09	50	6,32

3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os vasos utilizados para o cultivo apresentam 11 cm de altura por 14 cm de diâmetro (n° 3 da PLASTVALE) (Figura 17), com capacidade de 800 mL, da cor preta, com apenas um furo na parte inferior para permitir a drenagem.

As plantas foram retiradas do vaso e os substratos originais, aderidos aos sistemas radiculares, removidos.

Em seguida, realizou-se o preenchimento dos vasos com brita n°3 (Figura 17), para melhorar a drenagem do substrato segundo Silva, (1986); Paula & Silva, (2004). Uma pequena camada de substrato foi acomodada sobre as pedras permitindo a acomodação da planta e proteção do sistema radicular (Figura 18 E e F).



Figura 16. Vaso utilizado para o cultivo das orquídeas, preenchido com 1/3 de pedra brita.

A espécie *Phalaenopsis aphrodite* foi inserida no centro do vaso e posteriormente preenchida com o substrato a ser testado. Já a espécie *Dendrobium phalaenopsis* por possuir crescimento simpodial, seu pseudobulbo mais velho foi fixado próximo à borda do vaso, para proporcionar uma maior área de crescimento. Um pequeno tutor (haste de bambu) também foi inserido no centro do vaso fixando-se a planta e proporcionando mais firmeza.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram instalados dois experimentos, um para cada espécie de orquídea, nos quais foram analisados o crescimento e desenvolvimento aos 60, 120, 180 e 240 dias.

O delineamento experimental realizado foi inteiramente ao acaso, com nove tratamentos (tabela 2) e 5 repetições por tratamento para cada espécie. As amostragens foram realizadas no tempo zero, 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo em casa de vegetação.

Tabela 2. Delineamento experimental para as duas espécies de orquídeas nas diferentes composições de substratos.

Tratamento	Nome do tratamento		Nº de repetições	Composição
	<i>Dendrobium phalaenopsis</i>	<i>Phalaenopsis aphrodite</i>		
E 1	DE1	PE1	5	400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha
E 2	DE2	PE2	5	400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha
E 3	DE3	PE3	5	400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha
E 4	DE4	PE4	5	400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha
B 1	DB1	PB1	5	400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe
B 2	DB2	PB2	5	400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe
B 3	DB3	PB3	5	400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe
B 4	DB4	PB4	5	400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe
Xaxim	DX	PX	5	800 mL de xaxim desfibrado

3.5 PARÂMETROS BIOLÓGICOS AVALIADOS NAS PLANTAS

Todos os parâmetros biológicos, excluindo a massa seca aos 180 dias, foram aferidos no tempo zero, 60, 120, 180 e 240 dias de crescimento em casa de vegetação.

A altura foi mensurada, do colo até a inserção da última folha, o diâmetro medido no maior entre nó do pseudobulbo, o diâmetro das raízes e folhas foi medido no seu centro com auxílio de um paquímetro. O número de brotações, raízes e folhas foram contados manualmente.

As variáveis que expressam o incremento (Equação 01) da espécie *Dendrobium phalaenopsis*, correspondem à subtração dos valores do maior tempo com o menor tempo de cultivo. Já na espécie *Phalaenopsis aphrodite* as variáveis correspondem ao valor real de cada parâmetro. Devido às condições ambientais extremas no início do experimento que houve atraso no desenvolvimento da espécie.

$$X = (X_f - X_i) \quad (01)$$

3.5.1 Massa Fresca

As massas frescas da parte aérea, do sistema radicular e total em gramas foram obtidas pela pesagem do material em balança analítica (ANA-AR200). O incremento em massa foi obtido pela subtração da massa úmida atual pela massa úmida anterior. A massa fresca foi calculada pela fórmula 02.

$$M_u = M_{uf} - M_{ui} \quad (02)$$

3.5.2 Massa Seca

As massas secas da parte aérea, radicular e total em gramas das duas espécies de orquídeas foram obtidas após secagem a 60° C, em estufa, até atingir o peso constante e, posteriormente pesado em balança analítica (ANA-AR2000). As folhas, pseudobulbos e raízes foram acomodados em placas de Petry, para a desidratação em estufa para auxiliar na mensuração.

O cálculo da massa seca foi efetuado através da seguinte fórmula 03:

$$MSSA = (X - Y) - P \quad (03)$$

Onde:

MSSA: Massa seca do sistema aéreo.

X: Massa da placa de petry com o sistema aéreo fresco (g).

Y: Massa da placa de petry com o sistema aéreo seco (g).

P: Massa da placa de petry (g)

3.6 PARÂMETROS FÍSICOS AVALIADOS NOS SUBSTRATOS

As análises físicas e químicas dos substratos no tempo zero até 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* foram realizadas pelo Laboratório de Análises de Substratos para Plantas da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de

Rio Grande do Sul (UFRGS). As análises juntamente com os respectivos métodos, estão descritos abaixo.

3.6.1 Densidade Úmida e Seca (**du-ds**)

A determinação de densidade do material foi feita com proveta plástica transparente e graduada de 300 mL a qual foi preenchida com o substrato. Após, deixou-se esta proveta despencar-se sob a ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm por dez vezes consecutivas. Com auxílio de uma espátula nivelou-se a superfície levemente e leu-se o volume obtido (mL). Em seguida pesou-se o material úmido (g) e levou-se à estufa para secagem a 105°C até peso constante ou 48 horas.

Os valores das densidades de volume bem como as matérias secas foram obtidos a partir das seguintes fórmulas 04, 05 e 06:

$$\text{Densidade úmida (kg m}^{-3}\text{)} = (\text{Peso úmido (g)} \times 1000) / \text{Volume (mL)} \quad (04)$$

$$\text{Matéria Seca (\%)} = ((\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}) \times 100) / \text{Peso úmido} \quad (05)$$

$$\text{Densidade seca (kg m}^{-3}\text{)} = (\text{D. úmida (kg m}^{-3}\text{)} \times \text{Matéria seca (\%)}) / 100 \quad (06)$$

3.6.2 Porosidade Total (**pt**), Espaço de Aeração (**ea**) e Água Disponível (**ad**), Água Facilmente Disponível (**afd**) e Água Tamponante (**at**)

A caracterização destas propriedades do substrato foram realizadas através de curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10, 50, e 100 cm de altura de uma coluna de água, correspondendo às pressões de 0, 10, 50 e 100 hPa, segundo os passos abaixo.

- Realizou-se a vedação do fundo dos anéis com tecido de nylon preso por um atilho de borracha e pesagem destes anéis;
- preenchimento dos anéis metálicos, de 150 mL de capacidade, com os substratos; a quantidade foi calculada através da densidade dos mesmos, para garantir a uniformidade de volume;

- colocação dos anéis em bandejas plásticas com água até 1/3 de sua altura, para saturação, por 24 horas;
- retirada dos anéis da água;
- pesagem dos anéis. O volume de água contida na amostra neste momento corresponde ao ponto zero de tensão (0 hPa), correspondendo à porosidade total;
- transferência dos anéis para o funil, previamente ajustada para tensão de 10 cm de coluna de água;
- ressaturação dos cilindros, por 24 horas, com uma lâmina de 0,5 cm abaixo da borda destes;
- permanência no funil até atingir equilíbrio (48 horas);
- pesagem;
- retorno dos anéis ao funil ajustado para tensão de 50 cm (50 hPa);
- ressaturação dos cilindros, por 24 horas, com uma lâmina de 0,5 cm abaixo da borda deste;
- aguardar equilíbrio;
- pesagem;
- retorno dos anéis ao funil ajustado para tensão de 100 cm (100 hPa).
- ressaturação dos cilindros, por 24 horas, com uma lâmina de 0,5 cm abaixo da borda deste;
- aguardar equilíbrio;
- pesagem;
- secagem das amostras em estufa a 105°C até atingir peso constante ou 48 horas, para determinação dos teores de umidade e peso da matéria seca.

A confecção das curvas de retenção de água é realizada com os valores de umidade volumétrica obtida através dos percentuais de água retida para cada tensão. A partir dos dados obtidos, são calculados os seguintes parâmetros:

Porosidade Total (pt): corresponde à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (tensão 0). Equação 07.

$$PT = \frac{[\text{Peso úmido (tensão 0)} - \text{Peso seco (estufa)}] \times 100}{\text{Volume do anel}} \quad (07)$$

Espaço de Aeração (ea): representado pela diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 cm. Equação 08.

$$EA = \frac{[\text{Peso úmido (tensão 0)} - \text{Peso úmido (tensão 10)}] \times 100}{\text{Volume do anel}} \quad (08)$$

Água Facilmente Disponível (afd): volume de água encontrado entre os pontos 10 e 50 cm de tensão. Equação 09.

$$AFD = \frac{[\text{Peso úmido (tensão 10)} - \text{Peso úmido (tensão 50)}] \times 100}{\text{Volume do anel}} \quad (09)$$

Água Tamponante (at): é a água volumétrica liberada entre 50 e 100cm de tensão. Equação 10.

$$AT = \frac{[\text{Peso úmido (tensão 50)} - \text{Peso úmido (tensão 100)}] \times 100}{\text{Volume do anel}} \quad (10)$$

Água Disponível (ad): volume de água liberado entre 10 e 100 cm de tensão.

$$AD = \frac{[\text{Peso úmido (tensão 10)} - \text{Peso úmido (tensão 100)}] \times 100}{\text{Volume do anel}} \quad (11)$$

3.6.3 Clima

A cidade de Blumenau está localizada a 26°25'26" de latitude sul e 49°03'22" de longitude oeste e altitude média de 14 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa (Temperado úmido de verões quentes).

A umidade relativa do ar é aproximadamente 84,2%.

A temperatura média mensal é de 20,1°C, sendo a máxima de 27,0°C e a mínima de 16,1°C, segundo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

3.6.4 Temperatura e Umidade da Casa de Vegetação

A temperatura e a umidade da casa de vegetação foram mensuradas com auxílio de um termo-higrômetro às 09:00, 14:00 e 18:00 horas todos os dias ao longo dos 240 dias de cultivo sobre a área das duas espécies de orquídeas.

3.6.5 Luz

A intensidade luminosa de uma área corresponde à quantidade de luz que incide em uma superfície. Este parâmetro foi mensurado através do luxímetro CE (modelo MLM-1332) da MINIPA, às 09:00, 14:00 e 18:00 horas todos os dias ao longo dos 240 dias de cultivo. Esse aparelho permitiu medir a luz na faixa de 0,1 a 200000 Lux. Calculando o quociente do fluxo luminoso (Im) pela superfície iluminada, por área de um metro quadrado. Conforme equação (12).

$$Lx = lm \times m^2 \quad (12)$$

3.6.6 Umidade do Substrato

A determinação da umidade foi efetuada pelo método proposto por Israel (2004) baseado no método nº 14004 da A. O. A.C. (Association of Official Analytical Chemistry), utilizando-se 1g de material. A amostra foi desidratada em estufa a 70°C por 48 horas e, em seguida, transferida para um dessecador para posterior pesagem, até peso constante.

Ao retirar a amostra da estufa, essa deve permanecer em um dessecador por 15 minutos, para não absorver umidade do ar.

O cálculo da umidade neste trabalho foi feito conforme a Equação 13:

$$U = \frac{100 \times N}{P} \quad (13)$$

Onde:

N = diferença entre as duas pesagens (g);

P = massa da amostra úmida (g);

3.7 PARÂMETROS QUÍMICOS AVALIADOS NOS SUBSTRATOS

3.7.1 Teor Total de Sais Solúveis (TTSS)

O método utilizado para determinar a salinidade dos substratos expressa pelo teor total de sais solúveis foi proposto pela VDLUFA. A condutividade do extrato, expressa como teor de KCl, determina o **TTSS** de uma suspensão de substrato: água deionizada, na proporção 1:10 (peso:volume), através dos seguintes passos:

- colocou-se em frasco "snap-cap", 20g de substrato e 200mL de água deionizada;
- agitou-se por 3 horas em agitador mecânico;
- deixou-se em repouso até decantação das partículas;
- filtrou-se das suspensões com papel de filtro e centrifugou-se, quando necessário;
- realizou-se a leitura da condutividade elétrica do material filtrado com auxílio de um condutivímetro;
- exerceu-se a prova em branco para os ajustes;

Os resultados foram expressos em gramas de KCl por litro de substrato, através do seguinte cálculo (14):

$$\text{TTSS (g L}^{-1}\text{)} = X * C * 56,312 * [\text{D.úmida (kg m}^{-3}\text{)}] / 1000 \quad (14)$$

$$100.000$$

Sendo:

X = leitura do condutivímetro em Siemens x 10⁻⁴

C = constante da célula do condutivímetro = um para aparelhos com correção automática de temperatura

56,312 = fator de correção para expressar a condutividade em mg de KCl/100 g de substrato, à temperatura de 25°C .

100.000 = fator de conversão das unidades para kg m⁻³ (= g L⁻¹).

3.7.2 Nitrogênio (N)

A determinação do nitrogênio (N) foi realizada no Laboratório de Alimentos do Departamento de Química (FURB). O método utilizado foi o de Kjeldahl, no qual o conteúdo

em proteína bruta é determinado através do seu conteúdo em nitrogênio. Embora o nitrogênio possa ser proveniente de outros componentes como ácidos nucleicos, protídios, sais de amônio, entre outros, o N não protéico representa muito pouco no total. Segundo Tedesco (1995), amônio, nitrito e nitrato constituem a maior parte do N mineral encontrado nas plantas.

Assim para a quantificação do nitrogênio, foi necessária a digestão do substrato pelo o seguinte método:

- pesou-se 1 g da amostra do substrato e para um balão de digestão, adicionado de dois gramas de catalisador misto e 20 mL de H₂SO₄ concentrado;
- levou-se o tubo ao bloco digestor (Figura 19 B), suspendendo a temperatura de 50 em 50°C, até a temperatura de 400°C, por um período de 3 a 4 horas;
- nesta fase da digestão, foi observado um escurecimento do líquido e, após, à medida que o aquecimento foi se prolongando, passando da coloração parda, tornando-se finalmente incolor (Figura 19 C-1).

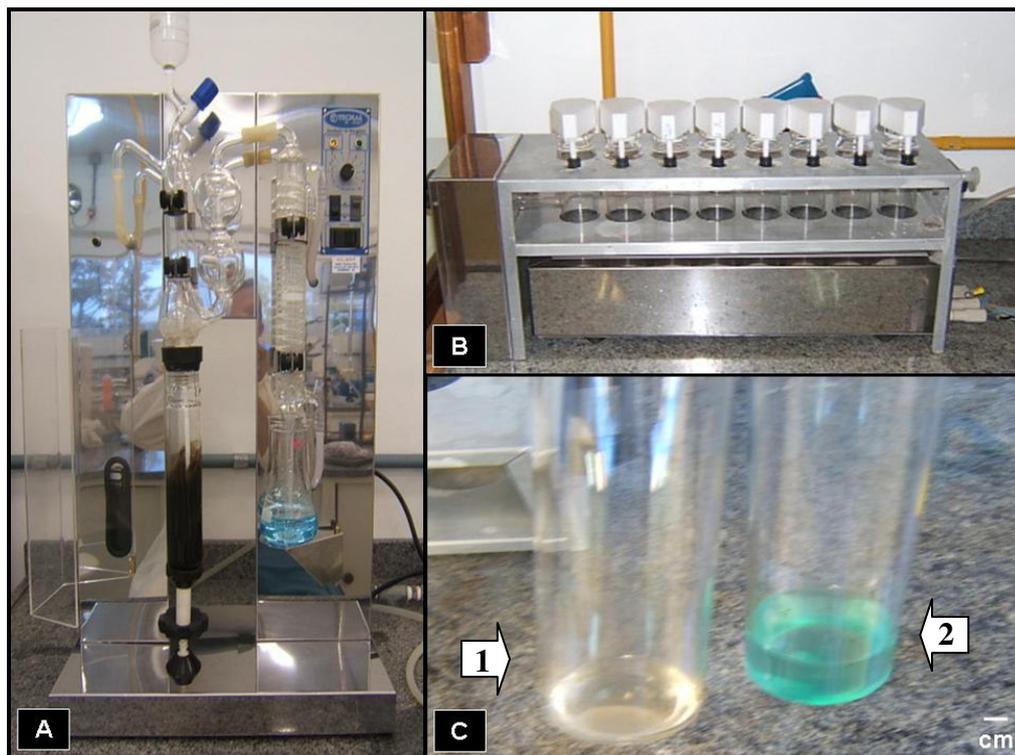
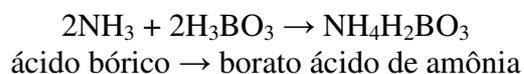
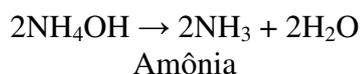
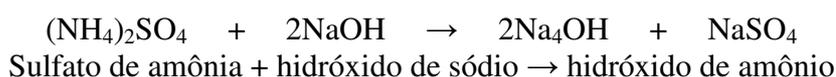
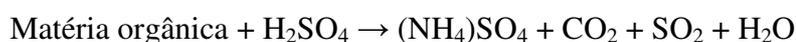


Figura 17. Em A, Destilador de Kjeldahl mostrando a destilação de uma amostra; B, digestor das amostras; C-1, material já digerido e em C-2, amostra digerida com a adição de 50 mL de água destilada.

Após a digestão, foi realizada a destilação na qual o gás amônia foi liberado e recolhido em solução receptora. O sulfato de amônio é tratado com solução de hidróxido de sódio 50%, em excesso e ocorreu a liberação do gás amônia (NH₃) formado.

A solução foi obtida através de destilação, seguindo os seguintes abaixo:

- adicionou-se ao balão de digestão, 50 mL de água destilada (Figura 19 C-2);
- adicionou-se, cuidadosamente, gota a gota, hidróxido de sódio a 50% até a cor de o líquido passar da cor azul para o pardo, o que indica que o meio está alcalino;
- acoplou-se o tubo com a amostra digerida [(NH₄)₂SO₄] ao aparelho de Kjeldahl (Figura 19 A);
- adaptou-se um erlenmeyer com 50 mL de ácido bórico a 4% (H₃BO₃) com duas gotas de indicador misto, à saída do condensador, de modo que a ponta do condensador ficasse imersa no ácido bórico.
- acionou-se a temperatura da caldeira para ferver a água que irá conduzir a amônia para o erlenmeyer contendo ácido bórico. Destilando até atingir ¾ do volume inicial do frasco receptor (± 200 mL).



A determinação quantitativa da amônia foi realizada através da titulação de HCl na solução receptora (solução de ácido bórico a 4%), obtida pela destilação.



A equação utilizada para o cálculo do nitrogênio em gramas esta representada em 15:

$$V \times f \times 0,014 \times 6,25/P \quad (15)$$

No qual:

V= n° de mL HCl 0,1N gasto na titulação x o fator de correção do HCl.

P= n° de gramas da amostra.

F= fator de correção da solução de HCl 0,1N.

3.7.3 Matéria Orgânica

A mensuração da matéria orgânica foi realizada pelo Laboratório de Química da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC) em Florianópolis-SC.

O método adotado foi de acordo com a Portaria nº 31, de 08 de junho de 1982 (Ministério da Agricultura Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária).

O procedimento consistiu-se de:

- pesagem de cinco grama da amostra, transferindo para cápsula de porcelana, tarada e levar à estufa a 100-110°C, durante 3 horas.
- retirou-se da estufa, esfriou-se em dessecador e pesar (P_1).
- transferiu-se para uma mufla e elevou-se a temperatura até atingir 550°C, mantendo a porta entreaberta para proporcionar adequada aeração. Fechou-se a porta, e manteve-se temperatura por mais uma hora.
- retirou-se da mufla, esfriou-se em dessecador, e pesou-se (P_2).

O cálculo do teor de matéria orgânica total na amostra foi obtido pela expressão (16):

$$M.O.(%) = (P_1 - P_2) \times (100-U) / 5 \quad (16)$$

No qual:

P_1 = peso (g) da amostra seca a 100-110°C.

P_2 = peso (g) do resíduo após a ignição à 550°C.

$U_{65^\circ C}$ = % de umidade eliminada a 65°C.

A percentagem de matéria orgânica é calculada multiplicando-se o resultado do carbono (C) orgânico por 1,724.

3.7.4 pH

O **pH** dos substratos utilizados nas culturas das ornamentais foi medido diretamente nas amostras, utilizando o seguinte método:

- pesou-se um grama da amostra e colocou-se em tubo de ensaio;
- adicionou-se 10 mL de água deionizada;
- agitou-se intermitentemente a cada dois minutos por 10 minutos.

- determinou-se o **pH** no sobrenadante, após o ajuste do medidor de pH com a solução padrão (pH 4,0 e 7,0).

3.7.5 Relação carbono nitrogênio (C:N)

A determinação da relação **C:N** nas diferentes composições dos substratos foram obtidos a partir dos resultados de Carbono (**C**) e Nitrogênio (**N**) em gramas realizados nos Laboratórios da CIDASC e FURB respectivamente. A relação foi quantificada diretamente pela concentração de **C** e **N** em um grama de amostra.

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

As médias referentes aos parâmetros biológicos (altura e diâmetro da parte aérea, comprimento e diâmetro das folhas e raízes, número de brotos, folhas e raízes, massa fresca e seca das raízes, folhas, pseudobulbos e total), **pH** e umidade, quando significativo pela análise de variância (ANOVA), o efeito dos tratamentos sobre as variáveis foi submetido ao teste de médias segundo Tukey, ao nível de 5% de significância. As análises dos dados foram feitas pelo software JMP 6.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA CASA DE VEGETAÇÃO

Os dados de umidade relativa do ar, medida em percentagem média (%) da casa de vegetação ao longo dos 240 dias de cultivo nas espécies *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* está apresentada na tabela 3.

Os maiores percentuais de umidade relativa do ar foram constatados nos meses de janeiro, março, e setembro do ano de 2006, cujos valores foram 79,34; 82,29 e 82,03%, respectivamente. Segundo Paula & Silva (2004) a umidade ideal para o cultivo de orquídeas está entre 60 a 80%. No entanto, percebeu-se neste trabalho que, apenas às 9:00 e às 18:00 horas os valores eram superiores com relação a porcentagem ideal relatada pelos supracitados autores e, às 14 horas valores inferiores ao adequado para o cultivo de orquídeas.

Tabela 3. Umidade relativa do ar média (%) na casa de vegetação, medida pelo termo-higrômetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite*.

Mês	Umidade (%)		
	9h	14h	18h
Janeiro	78,90	79,34	81,02
Fevereiro	75,76	57,03	72,08
Março	82,29	72,95	80,59
Abril	77,62	68,33	74,07
Mai	72,56	63,23	70,23
Junho	66,80	59,69	66,39
Julho	82,12	78,25	82,97
Agosto	79,03	70,83	79,27
Setembro	78,90	74,36	82,03

A temperatura média (°C) na casa de vegetação ao longo dos 240 dias de cultivo esta apresentada na tabela 4.

As temperaturas mais elevadas foram verificadas no mês de janeiro de 2006. De acordo com a literatura consultada, considerando os valores adequados de temperatura, que variaram entre 18 a 28°C para o cultivo de orquídeas (SILVA, 1986; PAULA & SILVA, 2004), todos os meses proporcionaram temperaturas ideais para o cultivo, exceto o mês de janeiro e o horário vespertino das 14:00 no mês fevereiro.

Tabela 4. Temperatura média (°C) na casa de vegetação, medida pelo termo-higrômetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite*.

Mês	Temperatura (°C)		
	9h	14h	18h
Janeiro	28,89	35,45	30,12
Fevereiro	25,80	30,72	26,88
Março	25,05	27,77	26,26
Abril	23,63	25,05	23,95
Mai	23,34	24,34	22,54
Junho	23,12	24,13	21,50
Julho	21,27	21,84	21,13
Agosto	20,70	21,87	20,94
Setembro	19,70	21,20	20,93

A intensidade de iluminação média na casa de vegetação ao longo dos 240 dias de cultivo esta apresentada na tabela 5. Os maiores índices de luminosidade foram encontrados às 9:00 horas nos meses de julho e setembro e 14:00 nos meses de janeiro, fevereiro e junho respectivamente, e os menores valores foram registrados às 18:00 horas dos meses de agosto e setembro.

Tabela 5. Nível de iluminação média na casa de vegetação, medida pelo luxímetro às 9:00, 14:00 e 18:00 horas, ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite*.

Mês	Lux (lx)		
	9h	14h	18h
Janeiro	623,45	876,34	304,03
Fevereiro	603,61	739,15	344,76
Março	534,45	377,25	150,00
Abril	439,60	544,60	105,25
Mai	478,56	645,34	89,23
Junho	590,81	1156,72	81,63
Julho	812,37	712,28	54,08
Agosto	703,53	496,50	72,70
Setembro	998,56	512,00	35,33

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS E SUAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES COMO SUBSTRATOS

4.2.1 Estudo 1 - Propriedades Físicas dos Resíduos e suas Diferentes Composições dos Substratos no Tempo Zero

Os valores de densidade úmida (**du** - kg m^{-3}), densidade seca (**ds** - m^{-3}), porosidade total (**pt** - $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), espaço de aeração (**ea** $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água facilmente disponível (**afd** - $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), água disponível (**ad** - $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) e água tamponante (**at** - $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$), nas diferentes composições de substratos e resíduos antes do plantio (tempo zero), estão apresentados na Tabela 6.

Os resíduos de segmento foliar e bainha utilizados para confecção dos substratos, para o cultivo das orquídeas apresentaram as maiores densidades secas, cujos valores foram de 180 e 174 Kg m^{-3} respectivamente, seguido do estipe com a menor densidade de valor igual a 153 kg m^{-3} . As composições dos resíduos utilizadas como substratos, no tratamento E4 e E2 proporcionaram os maiores de densidade úmida iguais a 177 e 174 kg m^{-3} , respectivamente. E para os tratamento E1 e B3, os menores valores de densidade úmida, os quais foram de 131 e 142 kg m^{-3} .

A **ds** foi superior no resíduo de segmento foliar cujo valor foi de 70 kg m^{-3} e seguida pela bainha e estipe, cujos valores foram bastante similares: 55 e 54 kg m^{-3} , respectivamente. Nas diferentes composições de substratos compostos de resíduos a **ds** não apresentou alteração da seqüência de maiores e menores valores com relação à densidade úmida, relatada anteriormente.

Segundo Kämpf (2000), para vasos de até 15 cm de altura os valores de densidades **ds** consideráveis aceitáveis são de 200 a 400 kg m^{-3} . Valores muito baixos de densidade podem acarretar em problemas de fixação das plantas e tombamento das mesmas, quando cultivadas em vasos inadequados, àqueles com maior altura (SCHMITZ *et al.*, 2002). O substrato composto por xaxim, considerado o melhor substrato no cultivo de orquídeas, de acordo com Kämpf (2000), apresenta de 80 a 100 kg m^{-3} . Assim as análises de densidade seca e úmida das diferentes composições dos substratos e resíduos isolados, estudados no presente trabalho, apresentaram valores abaixo do aceitável para o cultivo de plantas em vasos.

Na caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos, fibra de algodão, cascas e sementes de algodão maravalha e serragem constataram valores de densidade de 44; 463; 33 e 343 g L^{-1} e **ds** de 39; 217; 29 e 154 g L^{-1} ,

respectivamente. Igualmente, na pesquisa realizada por Fermino *et al.* (2000b), caracterizando as propriedades das raízes e massa aérea triturada de *Echhornia crassipes* Mart. na composição de substratos para plantas, evidenciou concentrações abaixo do aceitável pela literatura na produção de plantas ornamentais, cujas ds foram 32 (parte aérea), 50 (raízes em frações maiores a 4 mm), 64 g L⁻¹ (plantas completas em frações menores a 4 mm) (FERMINO *et al.*, 2000a).

Mais recentemente, Schmitz *et al.* (2002) estudaram as propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânico no cultivo de mudas em recipientes, onde encontraram para a casca de arroz carbonizada, 136 kg m⁻³ de densidade e para resíduo da casca de acácia negra, 242 kg m⁻³.

Com relação à porosidade total dos substratos foi verificado no resíduo de segmento foliar o valor equivalente de 0,47 m³ m⁻³, superior às verificadas nos resíduos estipe e bainha cujos valores foram de 0,42 e 0,39 m³ m⁻³, respectivamente. Nos substratos E2, E4 e E3 a porosidade total foi ligeiramente superior com valores de 66, 63 e 62 m³ m⁻³, respectivamente. Os menores resultados foram verificados em B2 e E1 cujos valores foram de 0,47 e 0,49 m³ m⁻³ respectivamente. Segundo De Boot & Verdonck (1972), Bailey *et al.* (2006b) a porosidade total ideal de substratos na propagação de plantas ornamentais, deve apresentar aproximadamente, 85% do volume total. Tal afirmação sugere que as composições dos substratos utilizados, no presente trabalho, não apresentaram porosidade total considerada ideal para a produção de plantas ornamentais em vasos, a exceção do tratamento E2 que se apresenta 66% de poros em relação ao volume total. Este valor é devido a maior concentração dos resíduos de estipe e segmento foliar na composição dos substratos, sendo que estes apresentaram isoladamente, maior porosidade total.

No entanto, Pire & Pereira (2003), analisando as propriedades físicas dos substratos mais utilizados na produção de ornamentais em Lara na Venezuela, encontraram valores de porosidade total inadequados em substratos compostos de fibra de coco (81,8%), casca de arroz (84,8%), solo (54,4%) e areia fina (37,3%). Semelhantemente, Schmitz *et al.* (2002), testando formulações e resíduos com a finalidade de utilizá-los como substratos, constataram no resíduo da casca da *Acácia mearnsii* De Wild. (acácia-negra) (79%) de porosidade. Entretanto, De Boot & Verdonck (1972), encontraram valores superiores ao ideal na folha de pinheiro, turfa branca, turfa preta, pó-de-serra, carvão vegetal e areia, cujo as porcentagens foram 88,7; 87,7; 86,0; 84,6; 81,7 e 48,0% de volume, respectivamente.

Para os resíduos utilizados na composição dos substratos o espaço de aeração foi superior no resíduo segmento foliar com valor equivalente a 0,26 m³ m⁻³, seguido do estipe e bainha cujos valores foram 0,25 e 0,19 m³ m⁻³, respectivamente. O maior valor de espaço de

aeração foi averiguado no tratamento E2 cujo valor foi de $0,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e os menores nas composições de resíduo E1 e B2, cujos valores não ultrapassaram $0,31 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, para ambos os tratamentos.

De acordo com Kämpf (2000), e De Boot & Verdonck (1972), a porcentagem adequada de espaços de aeração dos substratos de vaso para o cultivo de orquídeas e bromélias deve estar no intervalo de 20 a 30%. Sendo assim, excluindo as composições E1 e B2 cujos valores foram de 31% , as demais composições não apresentaram valores considerados ideais para o cultivo de orquídeas. No entanto, Silva *et al.* (2000b), estudando as propriedades físicas e químicas de substratos utilizados no cultivo de ornamentais (casca de arroz carbonizada e turfa), encontraram valores entre 14 a 57% de espaços de aeração.

Mais recentemente Schmitz *et al.* (2002), estudando substratos a base de solo, areia, turfa vermelha Cominas-SC, casca de arroz carbonizado e resíduo de casca de *Acácia mearnsii* (acácia negra) verificaram que os espaços de aeração foram de 0,21; 0,12; 0,32; 0,67 e $0,37 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente.

A água facilmente disponível e água disponível só foram constatadas nos resíduos de estipe e segmento foliar cujos valores foram 0,01 e $0,01 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente. A água tamponante não esteve presente nos resíduos isoladamente e nem nos substratos com as diferentes composições de resíduos.

Para De Boodt & Verdonck (1972), a porcentagem ideal de água disponível em substratos no cultivo de ornamentais é de 24 a 40%, a de água facilmente disponível é de 20 a 30% e a de água tamponante é de 4 a 10%. A partir das afirmações dos autores supracitados, as composições dos substratos utilizados no tempo zero para o cultivo de orquídeas podem ser consideradas desfavoráveis ao desenvolvimento de plantas em vasos.

Todavia, Schmitz *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2000) analisando as propriedades físicas e químicas de substratos de origem mineral e orgânico para o cultivo de mudas em recipientes, também encontraram valores de água disponível abaixo da considerada ideal para o cultivo de plantas ornamentais.

Tabela 6. Valores de densidade úmida (kg m^{-3}), densidade seca (kg m^{-3}), porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), espaço de aeração ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), água facilmente disponível ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), água disponível ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) e água tamponante ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), das diferentes composições de substratos e dos resíduos provenientes da palmeira real (*Archontophoenix alexandrae*), antes do plantio.

Tratamentos	du (kg m^{-3})	ds (kg m^{-3})	pt ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	ea ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	afd ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	ad ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	at ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
E1	131	57	0,49	0,31	0	0	0
E2	174	71	0,66	0,45	0	0	0
E3	154	63	0,62	0,42	0	0	0
E4	177	71	0,63	0,41	0	0	0
B1	155	61	0,61	0,42	0	0	0
B2	144	57	0,47	0,31	0	0	0
B3	142	60	0,51	0,33	0	0	0
B4	144	64	0,57	0,4	0	0	0
Bainha	174	55	0,39	0,19	0	0	0
Estipe	153	54	0,42	0,25	0,01	0,01	0
Segmento Foliar	180	70	0,47	0,26	0,01	0,01	0

E1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); E2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); E3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); E4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha), B1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); B2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); B3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); B4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); Analise du, ds, ms, pt, ea, afd, ad, at, realizada pela FAURGS-RS, 2006.

4.2.2 Estudo 2 - Propriedades Físicas dos substratos utilizados para o cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*

A umidade média das diferentes composições de substratos testados para a *Dendrobium phalaenopsis* aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo estão apresentados na tabela 7. Nos tempos 60 e 240 dias do experimento não apresentaram diferença estatística, a 5% de significância, segundo Tukey, no que se refere aos percentuais médios de umidade.

Tabela 7. Umidade média (%) das diferentes composições de substratos aos 60, 120, 180 e 240 dias após plantio de *Dendrobium phalaenopsis*.

Tratamentos	Umidade do substrato (%)			
	60	120	180	240
DB1	56,91 A	57,38 A	56,15 AB	57,61 A
DB2	61,40 A	51,25 AB	66,56 A	47,08 A
DB3	47,01 A	46,11 AB	46,13 AB	47,02 A
DB4	56,35 A	32,58 B	50,36 AB	44,79 A
DE1	47,63 A	59,91 A	68,20 A	51,96 A
DE2	58,19 A	40,39 AB	78,23 A	37,11 A
DE3	54,79 A	51,03 AB	73,50 A	55,05 A
De4	50,51 A	46,28AB	77,02 A	45,26 A
Xaxim	41,89 A	29,34 B	26,02 B	28,91 A
C.V	30,13	30,24	37,04	35,91
P	0,64	0,00	0,00	0,16

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de médias diferentes).

Aos 120 dias de cultivo, os valores médios superiores de umidade foram verificados nos tratamentos DE1 e DB1 com percentuais médios de 59,91 e 57,38%, respectivamente. Para o parâmetro escrito anteriormente, foi possível verificar diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos utilizados, sendo que os menores valores observados foram para o substrato composto por Xaxim, e DB4, cujos valores médios apresentados foram 29,34 e 32,58%, respectivamente.

Aos 180 dias do plantio, os substratos DE2 e DE4 mostraram os percentuais médios de 78,23 e 77,02%, respectivamente, mostrando diferenças estatísticas significativas. Estes teores de umidade foram os maiores verificados no substrato ao longo de todo o experimento,

acompanhados dos menores valores que foram de 26,02 e 46,13% verificados nos tratamentos Xaxim e DB3, respectivamente. No final do experimento (aos 240 dias de cultivo) todos os substratos apresentaram um decréscimo no teor de umidade, sendo os maiores valores atribuídos aos substratos DB1 e DE3 cujos valores foram 57,61 e 55,05%, respectivamente, e os menores em Xaxim e DE2, cujos percentuais foram 28,91 e 37,11%, respectivamente.

A retenção de umidade pelo substrato é uma possível vantagem para reduzir a perda de água e nutrientes por lixiviação. Em estudos hídricos com substratos vegetais para cultivo de orquídeas, Demattê & Demattê (1996), constataram que, em materiais compostos de blocos de casca de coco prensada, casca de *Eucalyptus grandis* Hill. e a mistura destes quando novos possuem maior umidade, quando comparado ao resíduo xaxim. Já Pire & Pereira (2003) encontraram valores iniciais de umidade nas matérias de fibra de coco, casca de arroz e bagaço de cana com valores equivalentes a 21,5; 13,0 e 8,9%, respectivamente.

De acordo com Demattê & Demattê (1996), o substrato para orquídeas epífitas, geralmente é formado por grandes pedaços de materiais, freqüentemente misturados, de modo a expor as raízes ao ar que circula pelos espaços livres, proporcionando excelente drenagem. A dinâmica de evaporação da água nesses materiais ocorre de maneira diferenciada quando comparado a substratos compostos de solo. No solo, a evaporação começa pela superfície, com maior velocidade, seguida às fases em que a água ascende por capilaridade e evapora. Em substratos que apresentam fragmentos, como é o caso dos substratos utilizados para orquídeas, estes expõem uma maior área superficial em todas as partes do sistema.

Os valores da densidade úmida (**du** – kg m⁻³) e seca (**ds** – kg m⁻³), porosidade total (**pt** - m³ m⁻³), espaço de aeração (**ea** - m³ m⁻³), água facilmente disponível (**afd** - m³ m⁻³), água disponível (**ad** - m³ m⁻³) e água tamponante (**at** - m³ m⁻³) aos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis*, nas diferentes composições de substratos estão apresentados na tabela 9.

Observando a tabela 8, constata-se que as composições dos substratos que apresentaram a maior densidade úmida aos 240 dias de cultivo foi nos tratamentos DB1 e DE2 cujos valores foram 316 e 305 kg m⁻³, respectivamente. Os menores valores foram observados nos tratamentos DE4 e DE3 com valores respectivos de 228 e 252 kg m⁻³.

A densidade seca aos 240 dias de cultivo atingiu seu maior valor nos tratamentos DB1 e DB2 cujos valores foram 71 e 71 kg m⁻³, respectivamente e os menores para densidade úmida, DE4 e DE3 cujos valores foram 63 e 61 kg m⁻³, respectivamente.

Os valores das densidades após o término de cultivo foram considerados baixos para o cultivo de plantas em recipientes (KÄMPF, 2000). Entretanto, segundo a mesma, o xaxim,

considerado o substrato ideal para a produção de orquídeas em vasos, possui de 80 a 100 kg m⁻³ de densidade seca.

Bellé (2000), também encontraram valores de **du** e **ds** inadequados para cultura de plantas em vasos com 15 cm de altura, em substratos compostos de xaxim, casca de pinus e a mistura deles no cultivo de *Maxillaria consanguinea* Klotzsch. Entretanto, Schmitz *et al.* (2002), constataram no resíduo, composto por casca de *Acacia mearnsii* (acácia-negra), solo e areia valores de 242; 1.004 e 1.335 kg m⁻³ de densidade seca. Segundo o mesmo autor, a solução adotada quando um material apresenta valores de densidade muito baixos, é incorporá-los como condicionadores em mistura de novos substratos, cultivo de plantas em bandejas ou na aclimação de plantas jovens, pois estes necessitam de substratos leves e que não comprometam a estabilidade da embalagem.

Aos 240 dias de cultivo a porosidade total dos substratos foi superior nos tratamentos DB2 e DB1 cujos valores foram 0,69 e 0,68 m³ m⁻³, respectivamente. Os valores mais baixos foram observados nos tratamentos DE3 e DE4, apresentando respectivamente 0,51 e 0,56 m³ m⁻³.

Ao final do experimento todos os valores de porosidade total permaneceram abaixo de 0,85 m³ m⁻³, valor este considerado ideal por De Boot & Verdonck (1972). Os valores baixos de densidade tiveram relação inversa com a porosidade total, ou seja, esperava-se que a densidade baixa proporcionasse maior porosidade. Provavelmente o tamanho das partículas de resíduos não teve grande influência nestas propriedades físicas.

Meerow (1994), usando o mesocarpo de coco em substituição ao substrato convencional (turfa) no desenvolvimento de duas espécies ornamentais subtropicais, concluiu que a porosidade total do pó de coco, analisada por vários laboratórios pode variar de 79,8 a 96% de volume total. Da mesma forma, Prasad (1997), Evans *et al.* (1996) e Konduru *et al.* (1999), observaram variações nos valores de porosidade total de 91,6 a 95,4; 86,4 a 89,5 e 84 a 88%, respectivamente. Lacerda *et al.* (2006), estudando as características físicas e químicas de substratos, encontraram níveis acima do ideal com os resíduos de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth).

O espaço de aeração ao término dos 240 dias de cultivo foi mais expressivo nos tratamentos DB2 e DB1 cujos valores foram 0,42 e 0,39 m³ m⁻³, respectivamente, e menos expressivos nos tratamentos DE3 e DE4 cujos valores foram 0,27 e 0,32 m³ m⁻³, respectivamente.

Somente o tratamento DE3 com valor de 0,27 m³ m⁻³ de **ea**, encontra-se dentro do valor ideal, segundo De Boot & Verdonck (1972). O espaço de aeração existente no substrato está

fortemente ligado ao teor e a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, relacionada à irrigação das plantas (SCHMITZ *et al.*, 2002).

Os substratos que apresentam valores de espaço de aeração superior ao indicado, podem ser incorporados em outro substrato, condicionando-o a uma melhoria da aeração do material.

Os teores água facilmente disponível e de água disponível, avaliados nos diferentes substratos aos 240 dias de cultivo, mostraram valores similares. O maior valor que foi de 0,04 m³ m⁻³ nas composições de substratos DB2, DE1 e DE2 e menor valor de 0,02 m³ m⁻³ nas composições DB3, DE3 e DE4. Com relação à água tamponante avaliada aos 240 dias de cultivo, não foi obtido nenhum valor para nenhum dos substratos testados.

A faixa ideal de teores de água facilmente disponível, de água disponível e de água tamponante para o cultivo de espécies ornamentais, segundo De Boodt & Verdonck (1972), são de 24 a 40, 20 a 30 e 4 a 10%, respectivamente. Sendo assim, todos os substratos utilizados no presente trabalho apresentaram valores inadequados para estes parâmetros. No entanto, Paula *et al.* (2003), verificaram valores de água disponível abaixo do adequado em substratos compostos de *Salvinia auriculata* no cultivo de bromélias. Do mesmo modo, De Boodt & Verdonck (1972) testando substratos para o cultivo de ornamentais constataram que os materiais como folha de pinheiro, turfas, pó-de-serra, carvão vegetal e areia em alguns dos parâmetro ad, afd ou at apresentam níveis inadequado de disponibilidade de água.

Portanto, os parâmetros de disponibilidade de água estão ligados diretamente a outras características físicas dos materiais como a densidade, tamanho de partícula, porosidade e espaços de aeração.

Tabela 8. Valores referentes à densidade úmida (kg m^{-3}), densidade seca (kg m^{-3}), porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), espaço de aeração ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), água facilmente disponível ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), água disponível ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) e água tamponante ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), em diferentes composições de substratos para *Dendrobium phalaenopsis*.

Tratamentos	du (kg m^{-3})	ds (kg m^{-3})	pt ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	ea ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	afd ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	ad ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	at ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
DB1	316	71	0,68	0,39	0,03	0,03	0
DB2	294	71	0,69	0,42	0,04	0,04	0
DB3	289	69	0,62	0,38	0,02	0,02	0
DB4	283	68	0,64	0,37	0,03	0,03	0
DE1	284	68	0,65	0,38	0,04	0,04	0
DE2	305	70	0,64	0,36	0,04	0,04	0
DE3	252	61	0,51	0,27	0,02	0,02	0
DE4	228	63	0,56	0,32	0,02	0,02	0

DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha) e DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); Analise du, ds, ms, pt, ea, afd, ad, at, realizada pela FAURGS-RS.

4.2.3 Estudo 3 - Propriedades Físicas dos substratos utilizados para o cultivo de *Phalaenopsis aphrodite*

Os valores de umidade média dos diferentes substratos testados aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite* estão apresentados na tabela 9. As análises mostraram que aos 60 dias de cultivo não houve diferença estatística a 5% de significância, segundo Tukey.

Tabela 9. Umidade média (%) nas diferentes composições de substratos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo *Phalaenopsis aphrodite*.

Tratamentos	Umidade do substrato (%)			
	60	120	180	240
PB1	51,63 A	56,81 A	70,01 A	67,64 A
PB2	30,81 A	56,12 A	69,72 A	64,45 A
PB3	54,31 A	51,39 A	68,33 A	57,54 AB
PB4	49,59 A	57,43 A	61,85 A	51,33 AB
PE1	47,46 A	45,24 AB	63,01 A	63,57 A
PE2	57,45 A	45,22 AB	65,22 A	60,14 AB
PE3	45,21 A	54,80 A	64,38 A	59,51 AB
PE4	49,97 A	60,83 A	65,06 A	41,12 BC
Xaxim	51,70 A	29,23 B	25,20 B	22,38 C
C.V	27,31	24,40	23,88	29,56
P	0,09	0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia); PE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Aos 60 dias de cultivo, os substratos PE2 e PB3 apresentaram os maiores teores de umidade, cujos valores foram 57,45 e 54,31%, respectivamente e o PB2 e PE3 os menores valores, sendo eles de 30,81 e 45,21%, respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, observou-se diferença estatística entre os tratamentos, sendo que o PE4 com 60,38% foi o substrato que apresentou o maior valor de umidade. Por outro lado o tratamento Xaxim apresentou o menor percentual de umidade com valor de 29,23%. Aos 180 dias de plantio, todas as composições testadas diferiram-se estatisticamente do tratamento Xaxim, apresentando teores de umidade superiores em relação a ele. Por último, aos 240 dias de cultivo, verificou-se diferenças estatísticas entre os tratamentos, e dentre eles, os que influenciaram positivamente para o aumento da umidade dos substratos foram PB1, PB2 e PE1 com percentuais de 67,64; 64,45 e

63,57% de umidade, sendo que o menor valor foi verificado para o substrato composto por Xaxim com 22,3%.

As diferentes composições de resíduos utilizados como substratos proporcionaram valores altos de umidade para a *Phalaenopsis aphrodite*. Segundo Maciel *et al.* (2000), a manutenção da alta umidade e temperaturas amenas é regra geral na fase inicial de cultivo para esta espécie. O tamanho das partículas, a densidade e o espaço de aeração dos materiais influenciam na retenção de umidade pelo substrato. Em estudos realizados por Backers & Kämpf (1991), com substratos a base de lixo urbano na produção de ornamentais, constataram que a maior retenção de água foi verificada em substratos compostos de lixo urbano + turfa; Lixo urbano + turfa + solo mineral e Lixo urbano e solo mineral + casca de arroz carbonizada cujos valores foram 63,2; 55,7 e 54,4%, respectivamente. Pire & Pereira (2002) na identificação das propriedades de materiais utilizados como substratos, solo, fibra de coco, pó de coco, casca de arroz, bagaço de cana e areia fina obtiveram valores de 8,9; 21,5; 22,5; 13,0; 8,9 e 1,6%, respectivamente.

Os valores da densidade úmida (**du** – kg m⁻³) e densidade seca (**ds** – kg m⁻³), porosidade total (**pt** - m³ m⁻³), espaço de aeração (**ea** - m³ m⁻³), água facilmente disponível (**afd** - m³ m⁻³), água disponível (**ad** - m³ m⁻³) e água tamponante (**at** - m³ m⁻³) aos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite* e nas diferentes composições de substratos estão representados na tabela 10.

A densidade úmida aos 240 dias de experimento foi menor nos substratos PE1 e PB2 com 261 e 260 kg m⁻³, respectivamente, e a de menor valor foi verificada nos substratos PE4 e PB1 com 206 e 208 kg m⁻³, respectivamente. Com relação à densidade seca após os 240 dias de cultivo, em todos os substratos utilizados apresentaram-se com valores que variaram de 59 a 71 kg m⁻³.

Todas as composições de substratos testados apresentaram aumento expressivo da densidade úmida, porém a densidade seca apresentou apenas um leve aumento. Nos tratamentos PE3 e PE1 com densidade seca de 71 e 70 kg m⁻³ foram os substratos que mais se assemelharam com o substrato xaxim, que segundo Kämpf (2000) apresenta 80 a 100 kg m⁻³.

Substratos com densidades elevadas inviabilizam o cultivo de plantas em vasos pelo alto custo de transporte do mesmo e pela dificuldade no manuseio. Segundo Menezes Junior & Fernandes (1998), quanto mais alto for a densidade do substrato, maiores serão as características físicas de água disponível prejudicando assim o desenvolvimento das plantas, facilmente disponível e água de reserva e também reduz o espaço de aeração.

Tabela 10. Variação da densidade úmida (**du** - kg m⁻³), densidade seca (**ds** - kg m⁻³), porosidade total (**pt** - m³ m⁻³), espaço de aeração (**ea** - m³ m⁻³), água facilmente disponível (**afd** - m³ m⁻³), água disponível (**ad** - m³ m⁻³) e água tamponante (**at** - m³ m⁻³), em diferentes composições de substratos da espécie *Phalaenopsis aphrodite*.

Tratamentos	du (kg m ⁻³)	ds (kg m ⁻³)	pt (m ³ m ⁻³)	ea (m ³ m ⁻³)	afd (m ³ m ⁻³)	ad (m ³ m ⁻³)	at (m ³ m ⁻³)
PB1	208	65	0,53	0,34	0,00	0,00	0
PB2	260	61	0,60	0,34	0,00	0,00	0
PB3	246	66	0,70	0,45	0,03	0,03	0
PB4	220	59	0,62	0,4	0,03	0,03	0
PE1	261	70	0,69	0,42	0,03	0,03	0
PE2	242	64	0,71	0,47	0,02	0,02	0
PE3	227	71	0,68	0,44	0,03	0,03	0
PE4	206	66	0,64	0,41	0,02	0,02	0

PB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); Analise du, ds, ms, pt, ea, afd, ad, at, realizada pela FAURGS-RS.

Os substratos que proporcionaram a maior porosidade para as plantas aos 240 dias de plantio foram PE2 e PB3 com 0,71 e 0,7 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, respectivamente e os menores PB2 e PB4 cujos valores foram 0,6 e 0,62 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, respectivamente.

De Boodt & Verdonck (1972) estudando as propriedades físicas dos diferentes substratos, contataram que a porosidade total ideal para substratos no cultivo em vasos deve estar em torno de 85% do volume total. Entretanto, Bellé (2000) também encontrou valores de porosidade total abaixo do ideal para substratos compostos de casca de *Pinus elliotii* no cultivo de *Maxillaria consanguínea*. Da mesma forma Bosa *et al.* (2001), verificaram níveis inadequados de porosidade total em substratos comerciais (Horta, Jardim e Ornamental). Pire & Pereira (2003) estudando as propriedades dos substratos, constataram que o bagaço de cana apresentava valores acima do nível considerado adequado para porosidade total, e valores abaixo do adequado para solo, fibra de coco, pó de coco, casca de arroz carbonizada e areia fina. Contudo, Stringheta *et al.* (2005), obtiveram porcentagens de porosidade acima do ideal em substratos compostos de cascas de arroz carbonizadas, serragem e *Salvinia auriculata*.

Somente com a análise de espaço de aeração dos diferentes substratos ao longo do desenvolvimento das plantas foi possível evidenciar se as propriedades físicas estariam influenciando positivamente ou negativamente. Os espaços de aeração presentes nos substratos foram superiores nos tratamentos PE2 e PB3 com 0,47 e 0,45 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ respectivamente, e inferiores nos PB1 e PB2 com 0,34 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ em ambos.

A água facilmente disponível e a água disponível foram observadas somente nos tratamentos PB3, PB4, PE1, PE2, PE3 e PE4 variando de 0,03 a 0,02 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$. A água tamponante não foi constatada em nenhum dos substratos testados.

Após 240 dias do experimento, não foi observado nenhum valor para a variável água tamponante. A água facilmente disponível e água disponível somente foram constatadas nos tratamentos PB3, PB4, PE1 e PE3 com 0,03 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ para ambos e PE2 e PE4 com 0,02 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ para ambos.

A deficiência hídrica desde que moderada pode ser considerada um benefício em determinados períodos de desenvolvimento vegetal (MAROUELLI *et al.*, 2003). Trabalhos efetuados por Ferraz *et al.* (2005), diagnosticaram que todos os substratos comerciais testados (Germina, Firab Flor, Garden Plus e Turfa) possuem valores de água disponível abaixo do ideal (0,24-0,40 segundos De Boodt & Verdonck, 1972) variando de 0,09 a 0,18 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$. Da mesma forma Schmitz *et al.* (2002), os substratos compostos de casca de arroz carbonizada e resíduo da casca de *Acacia mearsii* (acácia-negra cujo valor foi de 0,09 a 0,13 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ respectivamente. Bosa *et al.* (2003), em estudo de crescimento de mudas de gipsofila em diferentes substratos comerciais, encontraram valores de água facilmente disponível variando

de 0,11 a 0,27 m³ m⁻³ e água disponível variando de 0,12 a 0,32 m³ m⁻³. Prasad (1997), analisando as propriedades físicas, químicas e biológicas dos resíduos de mesocarpo de coco em pó, constatou que na fibra de coco (2-4cm de comprimento) a 100%, fibra de coco (2-4cm de comprimento) mais adições de fibras de coco (10, 20 e 30%) e coco em pó proporcionaram água facilmente disponível de 32,7; 22,9 e 35,5%, respectivamente, e água tamponante de 0,8; 1,5 e 1,8%; respectivamente.

Além disso, deve-se considerar que é improvável encontrar um substrato que atenda todas as características físicas adequadas para determinada cultura, devendo-se selecionar as características mais importantes do substrato para o crescimento de cada espécie vegetal, e as demais propriedades devem ser atingidas adicionando condicionadores de substratos como outros materiais que apresentem as características adequadas.

4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS E SUAS DIFERENTES COMPOSIÇÕES COMO SUBSTRATOS

4.3.1 Estudo 1 - Propriedades Químicas dos Resíduos e suas Diferentes Composições dos Substratos no Tempo Zero

Os valores dos teores totais de sais solúveis (**TTSS** kg.m⁻³), condutividade elétrica (**CE** dSm⁻¹), **pH** (H₂O), nitrogênio (**N%**), carbono (**C%**) e relação carbono e nitrogênio (**C:N**) nos diferentes substratos e resíduos antes do plantio estão apresentados na Tabela 11.

O teor total de sais solúveis (**TTSS**), nos resíduos de bainha, estipe e segmento foliar, foram de 1,05; 1,99 e 2,31 kg m⁻³, respectivamente. Nos tratamentos com maior massa de estipes foram os substratos que apresentaram maior salinidade, os quais variaram de 2,28 a 1,81 kg m⁻³, para os tratamentos E3 e E4, respectivamente.

Todos os substratos e resíduos isolados apresentaram teores médios de **TTSS**, exceto o substrato do tratamento E4 com 2,28 kg m⁻³ valor este considerado alto perante a classificação proposta por Kämpf (2000) (Quadro 3). Portanto, inicialmente, estes resíduos e composições podem ser utilizados somente no cultivo de espécies com média tolerância à salinidade.

Tabela 11. Teor total de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%), carbono (%) e relação carbono e nitrogênio (C:N) das diferentes composições de substratos e resíduos isolados da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*), antes do plantio.

Tratamentos	TTSS (kg m^{-3})	CE (dSm^{-1})	pH (H^2O)	N (%)	C (%)	C:N
E1	1,72	2,58	6,12	0,54	45,24	83 : 1
E2	2,05	2,32	6,55	0,60	44,83	74 : 1
E3	1,81	2,3	6,67	0,43	45,47	105 : 1
E4	2,28	1,83	6,8	0,41	46,05	112 : 1
B1	1,44	2,23	5,21	0,49	44,54	91 : 1
B2	1,32	1,8	5,43	0,39	46,22	118 : 1
B3	1,47	2,03	5,29	0,32	43,85	137 : 1
B4	1,28	1,89	4,3	0,34	46,40	136 : 1
Bainha	1,05	0,19	3,59	0,00	36,65	-
Estipe	1,99	2,55	6,00	0,33	4,93	15 : 1
Segmento Foliar	2,31	2,52	7,54	1,04	6,14	6 : 1

E1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); E2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); E3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); E4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha), B1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); B2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); B3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); B4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); Análise de TTSS, Ce e pH realizada pela FAURGS-RS,2006.

Concentrações médias de salinidade em resíduos de casca da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) foram verificados por Schmitz *et al.* (2000) em estudos realizados. Já Fermino *et al.* (2000a), observaram níveis médios para a casca de abacaxi e níveis tóxicos nas cascas e sementes de algodão, inviabilizando o cultivo de plantas ornamentais em recipientes. Os resíduos de *Eichhornia crassipes* como substratos alternativos no cultivo de plantas, segundo Fermino *et al.* (2000b), também apresentaram teores extremamente altos de salinidade, podendo ser tóxicos. Este fato, segundo autor, está relacionado com a origem do material, sugerindo que as raízes da *Eichhornia crassipes* sejam lavadas imediatamente após a coleta, de forma a reduzir as partículas a elas retidas, responsáveis pela salinidade.

A condutividade elétrica (CE) que indica a concentração de sais ionizados na solução dos resíduos da bainha, estipe e segmento foliar foram de 0,19; 2,55 e 2,52 dSm^{-1} , respectivamente. Os maiores valores de condutividade elétrica foram observados nos tratamentos E1 e em E2 cujos valores foram 2,58 e 2,32 dSm^{-1} , respectivamente. Os menores valores foram observados nos tratamentos B2 e B4 cujos valores foram 1,8 e 1,89 dSm^{-1} , respectivamente.

Os maiores valores de CE encontrados nos substratos com concentrações superiores de estipe, está relacionada com o elevado valor individual de condutividade elétrica do resíduo de estipe, aumentando a CE quando realizado as composições. A diagnose da condutividade elétrica é de fundamental importância, pois indica a disponibilidade de nutrientes,

determinando o potencial osmótico e a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de cultura (SILVA *et al.*, 2000c).

Handreck (1993) em pesquisas realizadas com casca do coco na formulação de substrato para produção em recipientes, diagnosticou na casca de coco 1,9 de **CE** (dSm^{-1}), estes teores considerados médios de salinidade. Igualmente, Lacerda *et al.* (2006), também encontrou níveis médios de salinidade no resíduo de sisal utilizados na produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Ainda, Meerow (1994), afirma que os valores de **CE** para resíduos da casca de coco podem variar de 0,8 a 2,5 dSm^{-1} . Além disso, Konduru *et al.* (1999), constataram que o resíduo composto por coco oriundo de diversas cidades de Filipinas e da Indonésia possuíam níveis médios de salinidade. Contudo, Prasad (1997), verificou níveis baixos de **CE** (dSm^{-1}) nos substratos mais decompostos como o húmus de minhoca acrescido de areia lavada, que apresentaram índices baixos de condutividade elétrica, de acordo com Valenzuela *et al.* (2000).

No presente trabalho, os resíduos de palmeira-real, bainha, estipe e segmento foliar, utilizados na composição dos substratos apresentaram valores de **pH** 3,6; 6,0 e 7,5, respectivamente. Os tratamentos submetidos às quantidades superiores de estipe apresentaram os maiores valores de **pH**, variando de 6,8 a 6,1, e naqueles substratos com quantidades superiores de bainha foram verificados menores valores de **pH**, variando de 5,4 a 4,3.

Para cada espécie e tipo de cultivo, existe uma faixa adequada de **pH**. Röber & Schaller citado por Kämpf (2000) sugere um **pH** de 5,5 a 7,0 para o cultivo do gênero *Dendrobium* e 5,0 a 6,0 para *Phalaenopsis*, sendo assim, somente os substratos compostos da maior concentração de bainha, apresentaram valores de **pH** indicativos para utilização do mesmo para os cultivos de *Dendrobium* e para *Phalaenopsis*, cujos tratamentos foram B1, B2 e B3. O baixo valor de **pH** na composição B4 está relacionado com os baixos volumes de estipe e segmento foliar na composição, pois estes apresentaram altos valores de **pH** quando resíduos isolados.

Para não ocorrer desequilíbrio fisiológico nas plantas e, posterior, deficiência na disponibilidade de nutrientes, Kämpf (2000) sugere que o **pH** em substratos com predominância de matéria orgânica deve estar entre 5,0 a 5,8. Já Bailey *et al.* (2006a), sugerem valores de **pH** entorno de 5,5 a 6,0, pois, esta é a fonte de maior disponibilidade dos nutrientes essenciais para as plantas.

No trabalho realizado por Schmitz *et al.* (2002), os mesmos verificaram para a casca de arroz carbonizado e resíduo decomposto de casca de *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia-negra) valores de **pH** de 6,3 e 6,1, respectivamente. Ferraz *et al.* (2005), avaliaram oito substratos comerciais e constataram variação de **pH** entre 4,4 a 5,7, porém o substrato denominado Fibra

Flor, apresentou valor recomendado para o cultivo de bromélias, orquídeas e samambaias. Os valores de pH para o resíduo do coco nas diversas pesquisas variaram entre de 5,2 a 7,3 (VLEESCHAUWER, 1980), 3,6 a 5,7 (HANDRECK, 1993), 4,8 a 6,8 (MEEEROW, 1994), 5,6 a 6,9 (EVANS *et al.*, 1996), 4,5 a 5,7 (PRASAD, 1997), 5,9 a 6,9 (KONDURU & EVANS, 1999) e por último um valor de 6,3; segundo Lacerda *et al.*, (2006).

Os teores de nutrientes nos resíduos de bainha, estipe e segmento foliar, são muito variáveis, pois dependem da origem do material, ou seja, são afetados pelas condições de cultivo da *Archontophoenix alexandrae* (estado nutricional, condições de clima, solo, luminosidade, idade da planta, espaçamento, adubações, entre outros). Portanto, de acordo com Souza & Jasmim (2004), a análise dos teores de nutrientes, devem ser feitas antes do uso do substrato, pois os elementos podem estar presentes acima dos teores aceitáveis, prejudicando confecção dos mesmos.

O teor médio de nitrogênio encontrado nos resíduos da bainha, estipe e segmento foliar foram respectivamente, 1,04; 0,33 e 0,00%. Entre as diferentes composições de resíduos a variação do percentual deste componente químico, variou de 0,6 a 0,41% para concentrações superiores em estipe e, 0,49 a 0,32% para concentrações superiores de bainha (tabela 11).

O resíduo de bainha apresentou 36,65% da sua constituição de carbono orgânico, seguidos pelo segmento foliar e estipe cujos valores foram 6,14 e 4,93, respectivamente. Todos os substratos testados apresentaram concentrações semelhantes de carbono orgânico. Para os tratamentos B4, B2 e E4 os valores foram de 46,40; 46,22 e 46,05%, respectivamente. Estes percentuais foram superiores, enquanto os menores percentuais verificados foram nos tratamentos B3, B1 e E2, com valores foram 43,85; 44,54 e 44,8%, respectivamente.

Em estudos realizados por Schmitz *et al.* (2002), estabeleceram que o teor ideal de carbono orgânico presente no substrato para o cultivo de espécies ornamentais, foi maior de 25%. Todas as diferentes composições de substratos analisados neste trabalho apresentaram teores adequados de carbono orgânico para cultivo de orquídeas em vaso.

O resíduo de casca de *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) decomposto, apresentou percentual de carbono orgânico de 34,3%, conforme Schmitz *et al.*, 2002. Além disso, Meerow (1994) encontrou valores em torno de 25 a 30% de carbono e relação C:N de 80:1 nos resíduos decompostos de casca de coco.

Entre a relação carbono/nitrogênio dos substratos, os tratamentos com maiores concentrações de estipe na composição E2 e E1, foram aqueles que apresentaram menor relação, cujo valor foi de 74:1 e 83:1, respectivamente.

4.3.2 Estudo 2 - Propriedades Químicas dos Substratos Utilizados para o cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*

Os valores médios do **pH** dos substratos nos quais estavam plantadas mudas de *Dendrobium phalaenopsis* aos 60, 120, 180 e 240 dias do cultivo estão apresentados na tabela 12. Os valores de **pH** apresentaram-se diferentes dependendo da composição de substrato utilizado sendo possível detectar diferença estatística a 5% de significância, segundo teste de Tukey.

Tabela 12. Valores do potencial hidrogeniônico médio (**pH**), aos 60, 120, 180 e 240 dias das diferentes composições de substratos para *Dendrobium phalaenopsis*.

Tratamentos	pH do Substrato			
	60	120	180	240
DB1	6,46 C	6,63 AB	6,57 BC	6,30 CD
DB2	6,79 ABC	6,10 AB	6,48 BC	6,62 CD
DB3	7,03 ABC	6,10 AB	6,80 ABC	6,80 ABCD
DB4	6,49 BC	6,19 AB	6,02 C	6,70 BCD
DE1	6,49 BC	6,84 A	7,36 A	7,08 ABC
DE2	7,31 AB	6,62 AB	7,02 AB	7,66 A
DE3	7,20 ABC	7,46 A	6,80 AB	7,53 AB
DE4	7,35 A	7,25 A	7,40 A	7,59 AB
Xaxim	5,54 C	5,26 B	5,05 D	5,93 D
CV	9,75	14,00	11,67	10,13
p	<,0001	0,000	<,0001	<,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de Segmento foliar e 250 mL de bacia), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia)e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

O substrato que se apresentou mais básico aos 60 dias de cultivo foi o DE4 seguidamente do DE2, cujos valores foram 7,3 e 7,3, respectivamente. Os substratos que se apresentaram mais ácidos foram o Xaxim e DB1 com valores de 5,5 e 6,4 respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, ocorreu mudança nos valores de **pH**, os tratamentos que apresentaram os valores mais básicos foram DE3, DE4 e DE1 os quais apresentaram os seguintes valores 7,4; 7,2 e 6,8; respectivamente e o mais básico foi o Xaxim cujo valor foi 5,3. Aos 180 dias de cultivo, os tratamentos DE4 e DE1 permaneceram com os valores mais básicos e o Xaxim com os valores de **pH** mais ácidos. Finalmente, aos 240 dias de plantio, o

tratamento que proporcionou o meio mais básico foi o DE2 cujo valor de **pH** foi de 7,6 e o Xaxim o valor foi de 5,9.

A faixa de **pH** ideal para o cultivo de *Dendrobium* proposto por Röber & Schaller citado por Kämpf (2000) é de 5,5 a 7, sendo assim, ao contrário do tempo inicial do experimento, aos 240 dias de cultivo os substratos que apresentaram **pH** ideal para o cultivo foram DB1, DB2, DB3, DB4 (composição foi superior em bainha) e Xaxim. O **pH** elevado dos resíduos que compuseram os substratos é responsável pela faixa inadequado de **pH** dos tratamentos DE1, DE2, DE3 e DE4.

Assis *et al.* (2005) observaram que o **pH** variou de 6,2 a 6,8 em substratos compostos de xaxim desfibrado, coco desfibrado (Padrão 80 e 11 – Amafibra), coco em pó, coco em cubos e a mistura destes após oito meses de cultivo de *Dendrobium nobile*. Stringheta *et al.* (2005), também verificaram proporções adequadas em substratos como casca de arroz carbonizado, xaxim, serragem e *Salvinia auriculata* na germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn. Contudo, após um ano do cultivo de *Cattleya labiata* X *C. forbesii*, os substratos xaxim, casca de pinus e casca de pinus + casca de arroz carbonizada (1:1), proporcionaram valores de **pH** baixos (**pH** 5,0) (YAMAKAMI *et al.*, 2006). Do mesmo modo, Bellé (2000), observou valores de **pH** baixo (**pH** 4,3), em substratos compostos de fibra de xaxim, casca de pínus e a mistura destes no cultivo de *Maxillaria consanguínea*. Perante o exposto, conclui-se que o **pH** adequado depende de cada espécie e da idade da planta.

Os valores de sais solúveis totais, condutividade elétrica, nitrogênio, carbono e relação carbono e nitrogênio em porcentagem, nos diferentes tratamentos aos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* estão apresentados na tabela 13.

Os maiores teores de sais solúveis totais nos primeiros 60 dias de cultivo foram obtidos nos substratos DE1 e DE4, 0,90 e 0,89 kg m⁻³, respectivamente.

Tabela 13. Teores totais de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%), carbono (%) e relação carbono e nitrogênio (C:N) nas diferentes composições de substratos, aos 240 dias de cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*.

Tratamentos	TTSS (kg.m^{-3})	Ce (dSm^{-1})	N (%)	C (%)	C:N
DB1	0,77	0,47	0,61	36,42	60 : 1
DB2	0,77	0,52	0,58	35,78	61 : 1
DB3	0,73	0,49	0,61	34,04	56 : 1
DB4	0,79	0,54	0,57	32,30	56 : 1
DE1	0,9	0,62	0,32	31,90	100 : 1
DE2	0,77	0,5	0,58	37,41	64 : 1
DE3	0,56	0,48	0,72	37,35	52 : 1
DE4	0,89	0,77	0,47	5,97	13 : 1

DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); Db3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha) e DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha). Análise TTSS e Ce, realizada pela FAURGS-RS; C realizada pela CIDASC-SC.

Ao contrario do tempo zero, com valores médios de salinidade, segundo Kämpf (2000), após 240 dias de cultivo todas as diferentes composições apresentaram valores abaixo de 1 kg m^{-3} , ou seja, teor baixo. Portanto, o gênero *Dendrobium* é sensível a salinidade. Todos os substratos proporcionaram valores adequados de salinidade. Este resultado nos remete a lixiviação dos sais pela irrigação dos substratos, que tornaram adequados para o cultivo das orquídeas.

Semelhantemente, Bellé (2000), estudando os substratos composto por fibra de xaxim, casca de pinus e a mistura destes, também constatou índices baixos de salinidade. Pesquisas com materiais utilizados como substratos ou componentes no cultivo de plantas em recipientes, Schmitz *et al.* (2002), observou valores baixos de salinidade.

Os valores de condutividade elétrica dos substratos aos 240 dias de cultivo, foram de 0,77 e 0,62 dSm^{-1} para os tratamentos DE4 e DE1, respectivamente e de 0,47 e 0,48 dSm^{-1} , para os substratos do tratamento DB1 e DB3, respectivamente..

Os níveis de íons dissolvidos, expressos pela condutividade elétrica, também mostraram decréscimo ao longo dos 240 dias de cultivo. Sendo assim, todas as diferentes composições proporcionaram níveis adequados de CE para o crescimento das orquídeas.

Em estudos realizados com substratos alternativos ao xaxim no cultivo do gênero *Cattleya*, Yamakami *et al.* (2006), constataram, após um ano de cultivo, que os tratamentos compostos de xaxim, fibra de coco, casca de pinus e casca de arroz carbonizada apresentaram valores abaixo de 1 dSm^{-1} . Além disso, Stringheta *et al.* (2005), também constataram valores inferiores a 1 dSm^{-1} para os tratamentos casca de arroz carbonizada, serragem, *Salvinia auriculata* e a mistura destes, na germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora*.

O percentual de nitrogênio foi mais expressivo nos tratamentos DE3, DB3 e DB1 cujos valores foram 0,72; 0,61 e 0,61%, respectivamente, e menores no DE1 e DE4 cujos valores foram 0,32 e 0,47%, respectivamente.

De acordo com o resultado da análise de nitrogênio, excetuando os tratamentos DB2 e DE1 que apresentaram decréscimo no percentual de nitrogênio, os demais substratos obtiveram aumento na concentração de nitrogênio. Este fato pode estar ligado com a eficiência da extração de N pelo método de Kjeldahl no início do experimento (tempo zero). Na fase de digestão, com o aumento gradativo de temperatura de 50 a 50°C até atingir 400°C podem ocorrer volatilizações de amônia, e assim, estimando incorretamente a porcentagem total de nitrogênio, verificado nas amostras.

Contudo, nos tratamentos que houve diminuição de N, mostraram-se à lenta remoção do mesmo pelos microorganismos. A degradação dos substratos é um fator de grande importância no cultivo de orquídeas, muitas vezes tornando os substratos alternativos inviáveis, pois a decomposição rápida do meio leva a remoção da planta aumentando o custo da produção e estresse das mesmas.

Pesquisas realizadas por Souza & Jasmim (2004) encontraram valores de nitrogênio para os substratos mesocarpo de coco triturado mais xaxim e xaxim (100%) de 0,13 e 0,26% respectivamente em tutores de mesocarpo de coco triturado prensado, no cultivo de *Syngonium angustatum* Schott. (singônio). Do mesmo modo Souza (1993), analisando o resíduo da casca de arroz carbonizada, concluiu que este possui 0,7% de nitrogênio. Já na propagação de sementes e plântulas de *Tillandsia geminiflora* em diferentes substratos realizado por Stringheta *et al.* (2005), constatou níveis de nitrogênio entre 2,6 a 0,24%.

Em relação ao teor de carbono os maiores percentuais foram verificados nos tratamentos DE2 e DE3 cujos valores foram 37,41 e 37,35% e, os menores, nos tratamentos DE4 e DB4 cujos valores foram 5,97 e 32,30% respectivamente. Todos os substratos apresentaram decréscimo nos níveis de carbono, possivelmente devido à lixiviação dos nutrientes, à decomposição por microorganismos e assimilação pela planta.

Semelhantemente, Stringheta *et al.* (2005) encontraram valores de carbono total variando de 38,52 a 15,27%, para a casca de arroz carbonizado, serragem e *Salvinia auriculata*, utilizados na germinação e sobrevivência de plântulas de *Tillandsia geminifolia*.

A relação C:N após 240 dias de cultivo, foram inferiores a 64:1 para todos os tratamentos. Este resultado nos remete a importância de valores baixos da relação C:N, pois assim, o nitrogênio imobiliza o carbono evitando a degradação por parte dos microorganismos.

4.3.3 Estudo 3 - Propriedades Químicas dos Substratos Utilizados para o cultivo de *Phalaenopsis aphrodite*

O valor médio de **pH** dos diferentes substratos testados ao longo dos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite* está representado na tabela 14. Apenas aos 60 dias de cultivo não houve diferença estatística a 5% de significância, segundo Tukey.

Aos 60 dias de cultivo, os tratamentos que proporcionaram os maiores valores de **pH** foram PE1, PB4 e Xaxim com 7,3; 7,2 e 7,1, respectivamente e o menores, estiveram presentes em PB1 e PB2 com 6,5 e 6,5, respectivamente. Aos 120 dias de plantio o substrato Xaxim, apresentou o valor de 5,1; sendo este o menor valor de **pH**, diferenciando-se estatisticamente dos demais valores verificados nos demais tratamentos, sendo o maior valor observado foi em PE4 com 7,3. Após 180 dias, todos os tratamentos apresentaram diferença estatística. Entre os substratos testados, PE4 induziu ao maior valor de **pH** com 7,2 e o menor pelo Xaxim com 5,8. Já ao final dos 240 dias de cultivo, PE3 proporcionou o valor de **pH** mais básico com 7,3 e o Xaxim o mais ácido com 5,8.

Tabela 14. Variação do potencial hidrogeniônico médio (**pH**), em diferentes dias após plantio e composições de substratos para *Phalaenopsis aphrodite*.

Tratamentos	pH do substrato			
	60	120	180	240
PB1	6,49 A	7,19 A	6,57 CD	6,63 ABC
PB2	6,56 A	6,83 A	6,46 D	6,15 CD
PB3	6,99 A	6,83 A	6,62 BCD	6,57 BC
PB4	7,24 A	6,84 A	7,05 ABC	6,64 ABC
PE1	7,30 A	6,84 A	6,64 BCD	6,91 AB
PE2	7,09 A	6,71 A	7,09 AB	7,06 AB
PE3	7,03 A	7,13 A	7,24 A	7,29 A
PE4	6,93 A	7,34 A	7,27 A	7,25 A
Xaxim	7,14 A	5,11 B	5,78 E	5,79 D
C.V	6,73	11,02	7,40	8,32
P	0,057	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha) e PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

É de conhecimento que o valor de **pH** ideal para o cultivo de *Phalaenopsis aphrodite* segundo Röber & Schaller citado por Kämpf (2000) pode variar de 5,0 a 6,0, portanto, sem considerar o xaxim todos os substratos usados no presente trabalho, apresentaram valores abaixo do adequado variando de 5,8 a 7,3, cujos maiores valores foram atingidos pelos substratos com composições superiores de estipe. O conhecimento do **pH** é de grande importância, uma vez que níveis inadequados alteram a disponibilidade de nutrientes, podendo provocar alterações fisiológicas nas plantas (ASSIS *et al.*, 2005). Segundo Guarçoni & Mendonça (2003) a incorporação de composto orgânico aumenta o **pH** do solo (substrato).

Backers & Kämpf (1991) verificou valores de **pH** acima de 6,5. Já Meerow (1994) verificou que inicialmente os substratos apresentaram valores de **pH** de 5,6 e 4,9 para pó de xaxim e Sphagnum respectivamente, e ao final do experimento ambos os substratos proporcionaram valores superiores a 6,0. Machado Neto *et al.* (2005), avaliando a fitotoxicidade da casca de pinus e a capacidade de retenção de água, constataram que a casca de pinus, xaxim e musgo apresentam 5,8; 4,6 e 4,8 de **pH**, respectivamente.

Estudos realizados por Yamakami *et al.* (2006) avaliando o desenvolvimento de *Cattleya* sp em substratos alternativos contataram valores impróprios de **pH** nos substratos compostos de xaxim, casca de pinus com casca de arroz carbonizada (1:1 v/v) e casca de pinus a 100%. Da mesma forma Lacerda *et al.* (2006) encontraram **pH** valores acima de 9,0 de **pH** em resíduos de sisal. Vleeschauwer & De Boodt (1980) obtiveram 4,6 e 5,0 em folha de pinus e casca de pinus respectivamente.

Os valores do teor total de sais solúveis (**TTSS** – kg m^{-3}), condutividade elétrica (**Ce** - dSm^{-1}), **pH** (H_2O), nitrogênio (**N %**), carbono (**C %**) e relação carbono e nitrogênio (**C:N**) das diferentes composições de substratos estão aos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite* apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Teor total de sais solúveis (kg m^{-3}), condutividade elétrica (dSm^{-1}), nitrogênio (%), carbono (%) e relação carbono e nitrogênio (C:N), em diferentes composições de substratos, após 240 dias do plantio.

Tratamentos	TTSS (kg m^{-3})	Ce (dSm^{-1})	N (%)	C (%)	C:N
PB1	0,58	0,55	0,47	15,08	32 : 1
PB2	0,52	0,39	0,54	39,44	73 : 1
PB3	0,9	0,72	0,45	13,92	31 : 1
PB4	0,62	0,55	0,47	15,66	33 : 1
PE1	0,93	0,7	0,48	15,66	33 : 1
PE2	0,78	0,63	0,87	15,66	18 : 1
PE3	0,86	0,74	0,30	16,24	54 : 1
PE4	0,99	0,94	0,62	35,38	57 : 1

PB1 (400 mL de balsa, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de balsa, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de balsa, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de balsa, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de balsa); PE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de balsa); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de balsa) e PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de balsa); Análise de C, ds, ms, pt, ea, afd, ad, at, realizada pela FAURGS-RS; Análise de N, realizada pela CIDASC-SC.

Os maiores valores do teor total de sais solúveis aos 240 dias de cultivo, foram verificados nos tratamentos PE4 e PE1 com $0,99$ e $0,93 \text{ kg m}^{-3}$ respectivamente, e menores em PB2 e PB1 com $0,52$ e $0,58 \text{ kg m}^{-3}$, respectivamente.

O substrato para o cultivo do gênero *Phalaenopsis* deve possuir segundo Kämpf (2000) teor de sais solúveis abaixo de 1 kg m^{-3} . Segundo a mesma estes níveis são considerados fundamentais para o cultivo de plantas como as orquídeas.

Da mesma forma que ocorreu o declínio ao final dos 240 dias da concentração de TTSS nos substratos testados no cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*. Após o término do experimento, todas as diferentes composições apresentaram níveis considerados ideais ($>1 \text{ kg m}^{-3}$) para o cultivo de espécies sensíveis como o gênero *Phalaenopsis*, desta maneira, proporcionando condições adequadas para o desenvolvimento vegetal. A diminuição da salinidade dos substratos provavelmente é resultado da lixiviação ocasionada pelas irrigações e da degradação dos resíduos.

Gruszynski (2002) em estudos realizados com o resíduo da casca de tungue na produção de crisântemo verificou que houve uma diminuição da salinidade com o tempo de cultivo.

Comparações das propriedades físicas e químicas realizadas por Bellé (2000), em substratos alternativos no cultivo de *Maxillaria consanguinea*, constatou que tanto a fibra de xaxim como a casca de pinus e a mistura destes, apresentam níveis baixos de TTSS. Do mesmo modo, Oliveira *et al.* (2005) encontraram valores adequados no substrato composto de casca de vime a 100%, e inadequados no substrato convencional (Mec Plant), no cultivo de *Tagetes patula*, *Salvia splendens* e *Petunia grandiflora*. Já Backers & Kämpf (1991), diagnosticaram concentrações salinas elevadas para os substratos lixo urbano com turfa, lixo

urbano e turfa mais cascas de arroz carbonizada e lixo urbano mais casca de arroz carbonizada e solo mineral, no cultivo de *Pilea cadierei* e *Calliandra selloi*.

Com relação à condutividade elétrica aos 240 dias de cultivo, o valor maior foi no tratamento PE4 com $0,94 \text{ dSm}^{-1}$ e menor nos tratamentos PB1 e PB4 com $0,55 \text{ dSm}^{-1}$ para ambos. Sendo assim, todas as diferentes composições de substratos apresentaram decréscimo de CE ao final dos 240 dias de experimento em comparação ao início do cultivo (tempo zero). Conseqüentemente, nestes índices de condutividade elétrica, proporcionando condições favoráveis ao crescimento das plantas.

Bosa *et al.* (2003) em trabalhos realizados na produção de *Gypsophilia paniculata* (gipsofilia), constataram que os substratos convencionais Jardim, FE4 e casca de arroz carbonizada possuem respectivamente 0,99; 0,96 e $0,30 \text{ dSm}^{-1}$ de condutividade elétrica. Do mesmo modo, Yamakami *et al.* (2006), pesquisando substratos alternativos ao xaxim na produção de *Cattleya* sp verificaram que após um ano de cultivo os substratos xaxim, fibra de coco, casca de pinus e casca de arroz carbonizada, apresentaram valores de CE abaixo de 1 dSm^{-1} . Ainda, Stringheta *et al.* (2005), evidenciaram níveis inferiores a 1 dSm^{-1} de CE para os tratamentos casca de arroz carbonizada, serragem, *Salvinia auriculata* e a mistura destes, no cultivo da bromélia *Tillandsia geminiflora*.

Após os 240 dias de experimento, o tratamento PE2 com 0,87% ofereceu a maior concentração de N e o PE3 com 0,3% a menor.

Da mesma forma que houve o aumento da concentração de nitrogênio dos substratos no cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*, ao final do experimento com a *Phalaenopsis aphrodite*, os tratamentos PB3, PB4, PE2 e PE4, também apresentaram este comportamento. Este resultado nos remete novamente, a possível ineficiência do método de Kjeldahl, que pode subestimar extração de nitrogênio no início do experimento (tempo zero) e assim comprometer as medições subsequente, mencionado anteriormente. No entanto, as composições de resíduos da palmeira-real-da-austrália PB1, PB2, PE1 e PE4, induziram a pequena variação entre o tempo zero e após 240 dias de cultivo. Provavelmente este resultado é provavelmente decorrente a lenta remoção do nitrogênio dos substratos que é benéfica ao cultivo de orquídeas, pois propicia a lenta decomposição do carbono, aumentando a vida útil do substrato.

Gruszynski (2002), utilizando o resíduo da casca de tungue como substrato no cultivo de ornamentais encontrou 1,3% de nitrogênio e 37% de carbono, sendo que estes valores não apresentaram restrições no cultivo das plantas. Além disso, Souza & Jasmim (2004), constataram valores inferiores a 0,26% de nitrogênio em substratos de mesocarpo de coco triturado mais xaxim e xaxim (100%), na produção de *Syngonium angustatum* (singônio).

No presente trabalho, a maior porcentagem de Carbono após 240 dias de cultivo foi observada nos tratamentos PB2 e PE4 com 39,44 e 35,38% e a menor concentração foi no PB3 com 13,92%. Segundo Israel (2004), os resíduos vegetais apresentam a maior quantidade de carbono nos polissacarídeos e na lignina da parede celular e essa quantidade varia em função do tipo de substratos (ISRAEL, 2004).

Exceto os substratos PB2 e PE4 que tiveram pouca redução na concentração de carbono, todos os demais apresentaram grande decréscimo de C, nos remetendo a lixiviação e decomposição pelos microorganismos, comprometendo a vida útil do substrato no cultivo de orquídeas.

Stringheta *et al.* (2005) em pesquisas realizadas na germinação e sobrevivência de *Tillandsia geminifolia*, constataram que os substratos casca de arroz carbonizado, serragem e *Salvinia auriculata*, variaram na concentração de carbono de 38,52 a 15,27 %.

A relação carbono/nitrogênio após os 240 dias de cultivo em todos os substratos testados, foram inferiores a 73:1. A relação C:N é um importante fator na identificação de novos substratos, pois a lenta degradação do substrato evita alterações de propriedades físicas como a densidade, porosidade e espaços de areação, aumentando a vida útil do substrato, evitando o transplante das mudas precocemente.

4.4 EFEITOS DOS SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE *Dendrobium phalaenopsis*

No cultivo da espécie *Dendrobium phalaenopsis* foi observado a sobrevivência 100% das plantas ao longo dos 240 dias de cultivo nos diferentes resíduos utilizados para a composição dos substratos (tratamentos).

4.4.1 Parte Aérea da *Dendrobium phalaenopsis*

As médias do incremento em altura, diâmetro e número médio de brotos do maior pseudobulbo da *Dendrobium phalaenopsis* encontram-se na tabela 16. As diferentes composições dos substratos foram capazes de interferir no incremento em diâmetro aos 180

dias de cultivo e o no número de brotos aos 240 dias de cultivo apresentando, portanto, diferença estatística significativa a 5% conforme teste Tukey.

As plantas de *Dendrobium phalaenopsis* que apresentaram maior incremento médio em altura do maior pseudobulbo aos 60 dias de cultivo foram aquelas submetidas aos tratamentos DB4, Xaxim, DB3 e DB1 cujos valores foram 5,1; 4,94; 4,5 e 4,5cm respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, as plantas submetidas aos tratamentos DB4, DB1 e Xaxim, consecutivamente, apresentaram as maiores médias, cujos valores foram: 5,4; 4,7 e 4,4 cm de incremento do maior pseudobulbo respectivamente. Aos 180 dias, ocorreu mudança acentuada nos valores médios de incremento em altura, pois, os tratamentos que anteriormente haviam proporcionado incremento superior às plantas, foram apresentados pelos tratamentos DE1 e DB3, cujos valores foram 5,1 e 4,6 cm respectivamente. Após 240 dias de cultivo, somente as plantas submetidas ao tratamento DB1, DB3 e Xaxim apresentaram valores médios de 5,4; 4,3 e 4,3 cm de incremento em altura do maior pseudobulbo, respectivamente.

Segundo Paula & Silva (2004), quando os pseudobulbos atingem sua altura natural, seu crescimento em altura é substituído pelo desenvolvimento de novos brotos ou o aparecimento da inflorescência. Portanto, todas as plantas de *Dendrobium phalaenopsis* apresentaram incremento médio em altura desejado, embora em períodos diferentes, resultado que nos remete a possível alocação dos recursos reservados nos pseudobulbos para formação de novos brotos, fato que é comprovado pelo aumento médio de brotos ao final dos 240 dias de experimento.

Os substratos que influenciaram positivamente o crescimento em altura foram os que possuíam maiores concentrações de bainha, ou seja, DB1, DB2, DB3 e DB4, destacando-se o tratamento DB1 que apresentou progressivamente, nos tempos 120, 180 e 240 dias de cultivo valores superiores em altura do pseudobulbo em relação ao substrato xaxim. Estes resultados nos remetem as boas propriedades físicas como maiores valores de densidade úmida e seca, espaço de aeração e boa retenção de umidade, e químicas de salinidade, condutividade elétrica e **pH** com níveis adequados para o cultivo de orquídeas segundo as literaturas consultadas.

Tabela 16. Incremento em altura (cm) e diâmetro (mm) médio do maior pseudobulbo e número de brotos da *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.

Tratamentos	Incremento em altura do maior pseudobulbo (cm)				Incremento em diâmetro do maior pseudobulbo (mm)				Incremento no número de brotos			
	60	120	180	240	60	120	180	240	60	120	180	240
DB1	4,50 A	4,70 A	4,28 A	5,40 A	2,94 A	4,12 A	3,62 B	3,96 A	0,00 A	0,00 A	0,40 A	1,00 AB
DB2	3,28 A	4,10 A	4,20 A	4,30 A	2,20 A	3,88 A	5,70 A	3,76 A	0,20 A	0,00 A	0,00 A	1,40 A
DB3	4,50 A	3,80 A	4,60 A	2,74 A	2,34 A	2,90 A	3,34 B	3,30 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 B
DB4	5,10 A	5,40 A	4,30 A	2,20 A	2,46 A	5,40 A	5,20 A	3,34 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	1,20 AB
DE1	3,90 A	3,86 A	5,10 A	2,26 A	3,50 A	3,06 A	3,48 B	2,96 A	0,00 A	0,00 A	0,16 A	0,66 AB
DE2	2,70 A	2,90 A	3,00 A	2,04 A	2,26 A	2,86 A	2,44 B	2,02 A	0,00 A	0,00 A	0,50 A	0,00 B
DE3	4,30 A	2,94 A	3,20 A	3,70 A	3,30 A	3,96 A	3,30 B	3,60 A	0,20 A	0,40 A	0,00 A	0,00 B
DE4	3,40 A	2,50 A	3,56 A	2,72 A	2,58 A	2,36 A	2,20 B	3,46 A	0,20 A	0,00 A	0,00 A	0,20 AB
Xaxim	4,94 A	4,42 A	3,80 A	4,30 A	3,26 A	4,38 A	4,64 B	4,00 A	0,00 A	0,40 A	0,40 A	1,00 AB
CV	40,43	46,61	49,12	60,34	43,21	48,84	50,45	44,00	378,93	402,93	235,62	129,52
p	0,29	0,19	0,81	0,06	0,56	0,17	0,03	0,60	0,67	0,28	0,11	0,00

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de banha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de banha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de banha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de banha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de segmento foliar e 250 mL de banha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de banha); DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de banha); DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de banha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Com relação à variável incremento médio em diâmetro do maior pseudobulbo de *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60 dias de cultivo verificou-se que os tratamentos DE1, DE3 e Xaxim proporcionaram maior acréscimo no diâmetro do pseudocaule, 3,5; 3,3 e 3,26 cm, respectivamente. Na seqüência aos 120 dias de cultivo, todas as composições de substratos proporcionaram um acréscimo no diâmetro do pseudobulbo comparativamente àqueles verificados aos 60 dias de cultivo, sendo que os tratamentos que proporcionaram maior crescimento foram: DB4, Xaxim e DB1 com valores de 5,4; 4,4 e 4,1 mm respectivamente. Aos 180 dias de cultivo, o tratamento DB2 proporcionou aumento no diâmetro médio do pseudobulbo, seguido do tratamento DB4, com 5,7 e 5,2 mm respectivamente, diferindo-se estatisticamente das demais composições. Finalmente, aos 240 dias de cultivo, o incremento médio do diâmetro do maior pseudobulbo foi estabilizado, sendo que os tratamentos que apresentaram melhor incremento no diâmetro foram: Xaxim, DB1, DB2 e DE3 cujos valores foram: 4,0; 4,0; 3,8 e 3,6 mm, respectivamente.

Inicialmente, aos 60 dias de cultivo os tratamentos compostos com a maior concentração de estipe apresentaram o maior incremento em diâmetro de pseudobulbo destacando-se DE1 e DE3 com valores superiores ao tratamento Xaxim, mas nas amostragens subseqüentes, os substratos contendo maior volume de bainha foram superiores, destacando-se DB4 que em dois períodos apresentou-se superior ao tratamento Xaxim. Possivelmente, estes resultados estão igualmente relacionados às propriedades físicas descritas na variável crescimento em altura da *Dendrobium phalaenopsis* após o término do experimento.

As orquídeas possuem a capacidade fisiológica de translocar partes dos nutrientes armazenados nos pseudobulbos mais velhos para os que estão em formação (PAULA & SILVA, 2004). Assim, a estabilização no crescimento em diâmetro, verificados no presente trabalho pode estar relacionada à alocação de recursos para a formação e desenvolvimento de novos brotos, importantes para a continuidade do crescimento e desenvolvimento das plantas.

Assis *et al.* (2005), obtiveram valores superiores no crescimento em diâmetro do pseudobulbo de *Dendrobium nobile* quando cultivados em substratos compostos de coco em pó (Padrão 11 – Amafibra) e coco em cubos mais coco desfibrado (Padrão 80 – Amafibra). O crescimento em diâmetro do que de singônio foi mais expressivo em substratos contendo Plantmax e mesocarpo triturado (SOUZA & JASMIM, 2004). Em outros trabalhos feitos por Rego *et al.* (2000) observaram que a largura do pseudobulbo em *Oncidium sarcodes* Lindl. e *Schomburgkia crispa* Lindl. foram superiores em substratos a base de xaxim e Moraes *et al.* (2002), estudando a aclimação de *Dendrobium nobile* obtiveram maiores diâmetros do pseudobulbo em substratos contendo xaxim desfibrado, em comparação aos substratos casca de arroz e vermiculita.

Poucos tratamentos contribuíram para o aumento no número de brotos em *Dendrobium phalaenopsis* aos 60, 120 e 180 dias de cultivo. Exceto aos 240 dias o tratamento DB2, induziu incremento médio de 1,4 em relação ao número médio de brotos, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos DB4, DB1, Xaxim e DE3 cujos valores foram 1,2; 1,0; 1,0 e 0,7; respectivamente.

O número de brotos de uma planta de orquídea é importante para determinação da formação de flores, segundo Assis *et al.* (2005). Os tratamentos compostos com maior concentração em bainha aos 240 dias de cultivo, foram mais efetivos do que aqueles que continham estipe, destacando-se o DB2 que apresentou o maior incremento médio, superando o xaxim em *Dendrobium phalaenopsis*.

Por outro lado Assis *et al.* (2005), não obtiveram número de brotos de *Dendrobium nobile* quando cultivados em substratos compostos a base de coco, sendo que, o substrato de Xaxim foi capaz de incrementar no número de brotos. O mesmo ocorreu em trabalhos de Yamakami *et al.* (2006) cujos autores observaram que o substrato composto de xaxim é superior no aumento do número de brotos quando comparados com substratos compostos de cascas de pinus e arroz carbonizado. Porém, Rego *et al.* (2000) observaram que substratos alternativos compostos por casca de pinus, isopor e carvão proporcionaram maior número de brotos em plantas de *Oncidium sarcodes* quando comparado com o xaxim.

Ainda, substratos a base de Plantmax proporcionam a formação de maior número de brotos comparado a areia grossa mais Plantmax e xaxim segundo Meneguice *et al.* (2004) na propagação vegetativa de *Epidendrum ibaguense* Lindl. Estudos realizados com a produção de *Syngonium angustatum* Schott., o substrato convencional mais mesocarpo de coco triturado mostrou-se superior ao xaxim no número de nós de acordo com Souza & Jasmim (2004).

O incremento médio no comprimento das folhas e na queda foliar aos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* está apresentado na tabela 17. Apenas a variável queda foliar aos 60 e 240 dias do cultivo foi verificada diferenças estatísticas significativa a 5%, de acordo com Tukey.

O maior incremento médio no comprimento das folhas aos 60 dias de cultivo foi observado nas plantas submetidas aos tratamentos DE3 e DB2 cujos valores foram: 4,27 e 3,63 cm, respectivamente. Aos 120 dias, os tratamentos DB1 e DE2 foram os que proporcionaram maior comprimento foliar cujos valores foram: 4,5 e 4,2 cm, respectivamente. Aos 180 dias, as plantas que possuíram os maiores médios no comprimento das folhas foram constatadas nos tratamentos de Xaxim, DE1 e DB2, cujos valores foram: 4,35; 4,19 e 4,01cm, respectivamente. Por último, aos 240 dias de cultivo, todos os

tratamentos apresentaram decréscimo relativamente acentuado no incremento do comprimento das folhas, nos quais o tratamento que apresentou maior crescimento no comprimento foliar foi o DE3, com valor médio de 2,88 cm.

Os tratamentos contendo 400mL de bainha na composição foram os tratamentos que apresentaram maior desenvolvimento no comprimento das folhas, destacando-se o tratamento DB2 que nos tempos 60, 120 e 240 dias ofereceu valores superiores em relação às plantas submetidas ao substrato xaxim. Entretanto, estes também foram os que produziram os maiores valores de queda foliar comparados aos tratamentos contendo xaxim ou 400mL de estipe na composição.

Estudos realizados por Rego *et al.* (2000), mostraram valores expressivos na largura da folha de *Oncidium sarcodes* quando cultivado em substrato composto de xaxim em cubos, mas em *Schomburgkia crispa* o substrato composto de casca de pínus e isopor mais carvão proporcionou maior crescimento das folhas com relação ao xaxim. A maior área foliar de singônio foi constatada nos tratamentos compostos de substrato comercial em comparação ao xaxim segundo Souza e Jasmim (2004).

Com relação a variável queda média foliar, aos 60 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis*, os tratamentos DB1, DB3, DE4 e DB2 proporcionaram a maior queda média foliar às plantas, cujos valores são: 6,2; 5,8; 5,2 e 4,8, respectivamente, havendo diferença estatística entre eles indicando o efeito da composição dos substratos. Igualmente ao tempo de cultivo anterior, verificaram-se aos 120 dias de cultivo os tratamentos DB3, DB1 e DE4 permaneceram com o maior índice de queda foliar com valores de 5,0; 4,8 e 4,4 respectivamente. Aos 180 dias de cultivo, o tratamento DE3 proporcionou a maior queda foliar com 5,0, seguida dos tratamentos DB3, DE4 e DB1 cujos valores foram 4,6; 4,6 e 4,4, respectivamente. Finalmente, ao final dos 240 dias de cultivo, os tratamentos DB2 e DE3 com valores médios de queda foliar de 5,0, em cada um deles, proporcionaram a maior média de queda foliar diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos.

Valores tão altos de queda foliar em plantas de *Dendrobium phalaenopsis* submetidas aos substratos compostos de resíduos nos remetem às propriedades físicas inadequadas do início do experimento como o teor total de sais solúveis, porosidade total, disponibilidade, podendo também estar ligado a possíveis condições favoráveis proporcionadas pelo substrato Xaxim.

Tabela 17. Incremento no comprimento das folhas (cm) e queda foliar (mm) médio da *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo nas diferentes composições de substratos.

Tratamentos	Incremento no comprimento de folhas (cm)				Queda foliar (n°)			
	60	120	180	240	60	120	180	240
DB1	3,40 A	4,50 A	3,14 A	2,49 A	6,20 A	4,80 A	4,40 A	4,40 AB
DB2	3,63 A	3,80 A	4,01 A	2,67 A	4,80 A	4,20 A	3,80 A	5,00A
DB3	3,08 A	3,33 A	3,65 A	2,52 A	5,80 A	5,00 A	4,60 A	2,40 BC
DB4	2,95 A	3,20 A	2,74 A	2,23 A	3,60 AB	3,80 A	2,60 A	2,80 AB
DE1	3,06 A	3,66 A	4,19 A	1,91 A	3,40 AB	4,20 A	3,20 A	2,00 BC
DE2	3,21 A	2,48 A	2,76 A	1,28 A	2,80 AB	3,60 A	3,80 A	4,20 AB
DE3	4,27 A	2,43 A	2,86 A	2,88 A	4,20 AB	3,00 A	5,00 A	5,00A
DE4	2,09 A	4,20 A	3,71 A	2,07 A	5,20 A	4,40 A	4,60 A	3,20 AB
Xaxim	3,41 A	2,74 A	4,35 A	1,85 A	0,00 B	1,00 A	1,20 A	0,00 C
CV	47,56	47,99	31,73	53,19	65,92	63,82	55,98	58,76
P	0,71	0,42	0,09	0,56	0,00	0,26	0,05	<,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Os valores das massas frescas e secas médias ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* estão apresentados na tabela 18, sendo que, unicamente a massa fresca aos 60 e 120 dias de cultivo foi observada diferença estatística significativa a 5%, de acordo com Tukey em relação à influência da composição do substrato.

Tabela 18. Massa fresca (g) e massa seca (g) média de folhas de *Dendrobium phalaenopsis*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca folhas (g)			Massa seca folhas (g)		
	60	120	240	60	120	240
DB1	9,05 B	11,65 AB	11,21 A	0,84 A	0,98 A	1,09 A
DB2	8,83 B	9,24 B	14,24 A	0,85 A	1,62 A	1,14 A
DB3	8,10 B	10,23 AB	10,56 A	0,76 A	0,78 A	1,04 A
DB4	7,64 B	12,38 AB	13,25 A	0,68 A	1,09 A	1,04 A
DE1	7,59 B	9,94 AB	10,73 A	0,68 A	0,91 A	0,85 A
DE2	8,55 B	7,04 B	13,40 A	0,72 A	0,63 A	1,03 A
DE3	7,46 B	7,39 B	14,84 A	0,75 A	0,67 A	1,16 A
DE4	6,67 B	8,64B	14,58 A	0,68 A	0,78 A	1,07 A
Xaxim	15,11 A	16,81 A	14,76 A	1,00 A	0,97 A	1,12 A
CV	36,20	41,7	26,92	25,63	78,54	25,94
p	<,0001	0,00	0,25	0,16	0,62	0,86

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); Db3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Aos 60 dias de cultivo, o tratamento que proporcionou a maior massa fresca da *Dendrobium phalaenopsis* foi o Xaxim, com 15,11 g, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos DB1, DB2 e De2 cujos valores foram 9,05; 8,83 e 8,55g; respectivamente. Aos 120 dias, o Xaxim permaneceu com a maior massa fresca média de folhas, mas seguidos por DB4, DB1, DB3 e DE1 com 12,38; 11,65; 10,23 e 9,94g; respectivamente. Após 240 dias do plantio, nenhum dos tratamentos mostrou diferenças estatísticas, sendo que as maiores médias de massa fresca foram: DE3, Xaxim, De4 e Db2 com 14,84; 14,76; 14,58 e 14,24g; respectivamente.

Valores em massa seca observada aos 60 dias de cultivo foram proporcionados pelos tratamentos Xaxim, DB2, DB1 e DB3 cujos valores foram 1,0; 0,85; 0,84 e 0,68 g; respectivamente. Após 120 dias do cultivo, os substratos que influenciaram positivamente nos valores de massa seca foram: DB2, DB4, DB1 e Xaxim com 1,62; 1,09; 0,98 e 0,97 g; respectivamente. Finalmente aos 240 dias de cultivo, foram observados os maiores valores de massa seca em todo o período do experimento sendo os tratamentos DE3, DB2, Xaxim e DB1

cujos valores foram 1,16; 1,14; 1,12 e 1,09 g; respectivamente os quais ofereceram as melhores condições para a formação da massa seca.

O xaxim como substrato induziu a uma maior produção de massa fresca em relação aos demais tratamentos ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis*, e conseqüentemente deveria ser na massa seca, porém, constatou-se que o xaxim foi superado nas amostragens 120 pelas composições DB2 e DB4, e aos 240 pelas DE3 e DB2. Sendo assim, estes tratamentos influenciaram positivamente no incremento de massa, quando comparados ao xaxim.

Os valores médios das massas fresca e seca do maior pseudobulbo da *Dendrobium phalaenopsis* estão apresentados na tabela 19. Somente as médias da massa fresca aos 60 dias de cultivo e a massa seca aos 120 e 240 dias de cultivo apresentaram diferença estatística aos 5% de significância, conforme Tukey.

Tabela 19. Massa fresca (g) e massa seca (g) média de pseudobulbo de *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120, 240 dias nas diferentes composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca pseudobulbo (g)			Massa seca pseudobulbo (g)		
	60	120	240	60	120	240
DB1	14,51 AB	18,71 A	21,87 A	2,36 A	2,97 B	4,13 B
DB2	13,48 AB	15,51 A	22,01 A	2,28 A	2,38 B	4,49 B
DB3	11,91 B	14,43 A	19,71 A	2,21 A	2,81 B	3,52 B
DB4	10,72 B	20,58 A	19,35 A	1,72 A	3,09 A	3,97 B
DE1	10,61 B	19,84 A	16,70 A	1,75 A	3,12 A	8,18 A
DE2	12,27 B	11,39 A	19,66 A	2,13 A	1,96 B	9,72 A
DE3	11,41 B	13,22 A	22,50 A	2,03 A	2,04 B	13,40 A
DE4	9,42 B	16,24 A	17,96 A	1,70 A	2,69 B	9,72 A
Xaxim	19,34 A	19,60 A	16,26 A	2,27 A	1,69 B	8,76 A
CV	30,61	39,21	30,18	27,08	63,47	68,90
p	0,0003	0,2688	0,6825	0,3616	<,0001	0,0061

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Com relação à massa fresca do pseudobulbo da *Dendrobium phalaenopsis*, o tratamento Xaxim cujo valor foi 19,34 g, proporcionou a maior massa fresca diferenciando-se estatisticamente, seguidos pelos tratamentos DB1 e DB2 cujos valores foram 14,51 e 13,48 g, respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, as composições DB4 e DE1, cujos valores foram 20,58 e 19,84g, respectivamente, indicando terem influenciado positivamente na produção de massa fresca do pseudobulbo superando o tratamento Xaxim cujo valor foi de 19,60g. Após 240 dias de cultivo, todas as composições testadas da palmeira-real-da-austrália influenciaram

positivamente na formação de massa fresca de pseudobulbo, superando o tratamento Xaxim. Os maiores valores observados foram induzidos pelos substratos DE3, DB2 e DB1 cujos valores foram 22,50; 22,01 e 21,87g, respectivamente.

Aos 60 dias de cultivo os substratos compostos de xaxim influenciaram positivamente na formação da maior massa fresca, no entanto, com o decorrer do experimento alguns substratos proporcionaram valores superiores aos verificados nas plantas submetidas ao xaxim, em consequência da melhoria da porosidade e da disponibilidade de água dos mesmos.

Yamakami *et al.* (2006), observaram que o substrato xaxim foi isoladamente o tratamento induziu a produção da maior massa fresca da parte aérea em *Cattleya* após um ano de cultivo. Semelhantemente, Bellé (2000) quantificou maiores massa fresca e seca da parte aérea no substrato contendo 100% de xaxim no cultivo de *Maxillaria consanguinea*.

A variável massa seca média de pseudobulbo aos 60 dias de cultivo apresentou maiores valores influenciados pelos tratamentos DB1, DB2 e Xaxim cujos valores foram 2,36; 2,28 e 2,27 g; respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, todos os tratamentos apresentaram médias de massa seca superiores ao tratamento Xaxim, sendo que os tratamentos DE1 e DB4 diferiram estatisticamente dos demais tratamentos cujos valores foram 3,12 e 3,09 g; respectivamente. Finalmente aos 240 dias de cultivo, os tratamentos que influenciaram positivamente na produção de massa seca de pseudobulbo e diferiram estatisticamente foram os que possuíam maior concentração de estipe na sua composição, sendo DE3, DE2, DE4 e DE1 cujos valores foram 13,4; 9,72; 9,72 e 8,18 g, respectivamente, e o Xaxim cujo valor foi 8,76 g.

Semelhantemente ao parâmetro massa das folhas frescas o substrato Xaxim influenciou de forma significativa na maior produção da mesma, comparativamente aos demais tratamentos, aos 240 dias de cultivo de *Dendrobium phalaenopsis*. No entanto, em relação à massa seca, os tratamentos DB1 e DB2 foram superiores aos 60 dias, induzindo a maior produção de massa seca em comparação as plantas submetidas ao substrato Xaxim. Aos 120 dias e todas as composições de substratos dos tratamentos DE3, DE2 e DE4, induziram positivamente no incremento de massa seca de folhas, quando comparados ao Xaxim.

O incremento médio de massa fresca total e a massa seca total em gramas do cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* ao longo dos 240 dias de cultivo, estão apresentados na tabela 20. Somente nos tempos 60 e 240 dias de cultivo não foram observadas diferenças estatísticas a 5%, conforme Tukey para massa total em relação as diferentes composições de substratos utilizados.

Tabela 20. Massa fresca (g) e massa seca (g) total de *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120 180 e 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.

Tratamentos	Incremento massa fresca total (g)				Massa seca total (g)		
	60	120	180	240	60	120	240
DB1	0,25 C	6,04 BCD	5,21 BC	9,67 AB	3,95 A	4,64 B	15,37 A
DB2	14,21 AB	6,94 BC	3,20 BC	10,32 AB	3,65 A	4,74 B	11,60 A
DB3	0,32 C	4,32 BCD	7,69 BC	16,58 AB	3,61 A	4,19 B	11,50 A
DB4	4,10 BC	7,63 B	6,99 BC	12,78 AB	3,05 A	8,77 A	11,23 A
DE1	1,30 BC	21,66 A	1,13 C	8,84 B	2,97 A	4,76 B	9,78 A
DE2	2,11 BC	1,62 CD	1,64 C	9,01 B	3,57 A	3,08 B	8,27 A
DE3	2,20 BC	1,03 D	2,04 C	11,79 AB	3,35 A	3,29 B	6,67 A
DE4	2,20 BC	2,46 CD	11,26 B	13,17 AB	2,85 A	4,10 B	6,13 A
Xaxim	16,90 A	25,02 A	40,72 A	25,09 A	4,29 A	3,73 B	5,56 A
CV	171,66	102,24	139,78	64,68	23,50	49,71	58,09
p	0,00	<,0001	<,0001	0,04	0,08	0,00	0,08

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

O tratamento Xaxim diferiu-se estatisticamente dos demais substratos aos 60, 180 e 240 dias de cultivo, induzindo as *Dendrobium phalaenopsis* ao maior valor médio da massa fresca total. Aos 120 dias o Xaxim também proporcionou valores superiores estatisticamente aos demais, cujo valor foi 25,02 g, porém, acompanhado do tratamento DE1 com 21,66 g de massa fresca total. Entre os substratos testados, aos 60 dias de cultivo, o tratamento DB2 com 14,21 g, influenciou positivamente na produção de massa fresca, apresentando médias semelhantes estatisticamente ao Xaxim. Aos 180 dias de cultivo, o tratamento DE4 cujo valor foi 11,26 g, levou a maior produção de massa fresca total. Finalmente, aos 240 dias de cultivo, as composições testadas que induziram acréscimo de massa fresca total, apresentando médias semelhantes estatisticamente ao Xaxim foram DB3, DE4, DB4, DE3, DB2 e DB1 cujos valores foram 16,58; 13,17; 12,78; 11,79; 10,32 e 9,67 g; respectivamente.

Ao longo dos 240 dias de cultivo da *Dendrobium phalaenopsis* o Xaxim como substrato apresentou maior massa fresca total. Entretanto, as composições dos diferentes resíduos da palmeira-real-da-austrália como substratos, também proporcionaram incremento de massa fresca total. Talvez o ajuste de algumas propriedades físicas como **ad**, **afd**, **at** e **pt** possam tornar os substratos mais adequados, porquanto as outras propriedades estão em níveis corretos ou próximos a estes.

No trabalho realizado por Bellé (2000), os substratos formados por 100% da fibra de Xaxim proporcionaram a maior massa fresca total de *Maxillaria consanguínea*, comparada aos substratos contento casca de *Pinus elliotii* e a mistura deste com xaxim na propagação

desta orquídea. Do mesmo modo, Yamakami *et al.* (2006) evidenciou que o substrato xaxim acarretou em um superior incremento de massa fresca total, quando comparado à fibra de coco, casca de pinus, casca de arroz carbonizada e a mistura destes no cultivo do gênero *Cattleya*. Entretanto, Colombo *et al.* (2005), aclimatando um híbrido de *Cattleya* sp verificou que o substrato pó-de-coco (Padrão 11 – Amafibra) influenciou positivamente na produção da maior massa fresca total superando o xaxim. Da mesma forma, melhores condições de incremento de massa fresca total foram induzidas pelo Plantmax e carvão vegetal mais isopor moído em comparação ao xaxim, na aclimação de plântulas de *Dendrobium nobile* (MORAES *et al.*, 2005).

Aos 60 dias de cultivo o tratamento que proporcionou a maior massa seca total de *Dendrobium phalaenopsis* foi o Xaxim, cujo valor foi de 4,29g seguido do DB1, DB2, DB3 e De2 cujos valores foram 3,95; 3,65; 3,61 e 3,57 g, respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, o tratamento que influenciou positivamente a produção de massa seca total e diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos foi o DB4 cujo valor foi de 8,77 g, neste mesmo período somente os tratamentos DE2 e DE3 induziram valores inferiores de massa seca total ao tratamento Xaxim com valor de 3,73 g. Diferentemente dos valores de massa fresca total os valores de massa seca total foram mais homogêneos aos 240 dias do experimento, onde todas as composições propostas influenciaram positivamente na produção de massa seca superior ao tratamento Xaxim cujo valor foi de 5,56 g, sendo que a composição que melhor proporcionou a produção de massa seca foi o tratamento DB1 cujo valor foi de 15,37 g.

No cultivo de *Dendrobium nobile* em substratos contendo xaxim ou casca de coníferas, Stancato *et al.* (2000), constataram que o Xaxim influenciou positivamente na produção dos maiores valores de massa seca total após três anos de cultivo da orquídea.

A massa seca total de uma planta expressa a real massa incrementada ao longo do tempo. Sendo assim, o Xaxim apresentou-se superior a todas as composições de resíduos como substratos apenas na amostragem 60 dias, induzindo o maior incremento de massa seca. A partir deste período até o término do experimento, as composições de maior concentração de balsa proporcionaram maior incremento em massas secas em comparação aos demais tratamentos, comprovando que estes podem ser utilizados como componentes ou substratos alternativos ao Xaxim no cultivo do gênero *Dendrobium*.

4.4.2 Sistema radicular da espécie *Dendrobium phalaenopsis*

Os valores médios do incremento no comprimento (cm), diâmetro (mm) e número de raízes da *Dendrobium phalaenopsis* aos 60, 120, 180 e 240 dias de cultivo nos diferentes substratos estão apresentados na tabela 21. Nos tempos 120, 180 e 240 dias de cultivo a variável em incremento médio no comprimento das raízes apresentou diferença estatística significativa, conforme Tukey, a 5% de significância.

Com relação ao incremento médio no comprimento das raízes, o substrato Xaxim foi capaz de interferir de forma positiva no incremento radicular aos 240 dias de cultivo diferindo de forma significativa dos demais tratamentos. Entretanto, aos 60 dias de cultivo, entre as composições de resíduos testados os tratamentos DB1 apresentaram médias semelhantes estatisticamente, aquelas verificadas nas plantas submetidas ao substrato à base de xaxim que proporcionaram os melhores incrementos, cujos valores foram de 2,8 e 2,8 cm, respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, as composições que ofereceram o melhor incremento no desenvolvimento da raiz em comprimento médio foram DE1 cujo valor foi 2,6 cm. Após 180 dias de cultivo, o arranjo de resíduos restados o substrato DE3 com 6,06 cm, foi o tratamento que proporcionou o melhor incremento em comprimento das raízes. Finalmente, aos 240 dias de cultivo, os substratos testados DB1 e DB4 proporcionaram grande incremento do comprimento das raízes, como o cujos valores foram 12,58 e 11,18 cm, respectivamente e apresentaram médias semelhantes estatisticamente ao Xaxim.

As raízes exercem a função de fixação da planta e absorção de nutrientes, trocas gasosas e para algumas espécies de orquídeas até mesmo a fotossíntese. Conseqüentemente, quanto maior seu comprimento maior será a aérea de contato com o substrato e seus nutrientes. Os valores inferiores encontrados nos tratamentos compostos de resíduos nos remetem aos valores inadequados de salinidade destes substratos no início do experimento (tempo zero). Estes valores altos de **TTSS** podem ter prejudicado o crescimento das raízes, uma vez que aos 240 dias de cultivo a salinidade apresentou níveis baixos (inferior a 1 kg m^{-3}) e assim influenciado positivamente no crescimento radicular. Mas este retardo do crescimento das raízes também traz problemas de fixação da planta, uma vez que o material apresenta densidade abaixo do ideal evidenciado pelas análises físicas, dificultando a estabilização da espécie no substrato, e podendo ocasionar o tombamento da planta ao transportar os recipientes.

Assis *et al.* (2005) cultivando *Dendrobium nobile*, obtiveram os maiores comprimentos de raiz em substrato à base de coco em cubos mais coco desfibrado (Padrão 80 – Amafibra),

coco desfibrado (Padrão 80 – Amafibra) e coco em pó (Padrão 11 – Amafibra), quando comparados ao xaxim. Segundo Yamakami *et al.* (2006), o xaxim proporcionou o maior valor de comprimento da maior raiz, no cultivo de *Cattleya*. Na aclimação de plântulas de *Dendrobium nobile*, Moraes *et al.* (2002) obtiveram as maiores raízes quando as plantas foram cultivadas em vermiculita + Plantmax ou Plantmax e carvão vegetal mais isopor moído.

Os maiores incrementos médios em diâmetro de raiz foram obtidos aos 60 dias de cultivo nos tratamentos DB2, DB1 e DB4 da *Dendrobium phalaenopsis*, cujos valores foram respectivamente, 1,24; 1,14 e 1,05 mm, respectivamente, diferenciando-se dos demais tratamentos. O substrato Xaxim foi o tratamento que proporcionou os menores valores em diâmetro ao longo do experimento. Aos 120 dias os tratamentos, DB1 e DE1 com 0,68 e 0,64 mm, respectivamente, induziram os maiores incrementos em diâmetro. Já, nos 180 dias DE4, DB4 e DB1 cujos valores foram 1,12; 1,11 e 1,10 mm, respectivamente, influenciaram positivamente na formação dos maiores diâmetros das raízes. Finalizando o experimento todos os tratamentos compostos de resíduos da palmeira-real-da-austrália induziram ao incremento no diâmetro das raízes. Porém, aqueles que possuíam concentrações superiores de resíduo de bainha, proporcionaram condições superiores no desenvolvimento do diâmetro das raízes, fato que nos remete as propriedades físicas próximas ao adequado proporcionado por estes substratos.

Yamakami *et al.* (2006) obtiveram valores superiores no número de raízes proporcionadas pelo tratamento xaxim em comparação a fibra de coco, casca de pinus e a mistura destes, no cultivo de *Cattleya* sp. Igualmente, na aclimação de *Dendrobium nobile* por Moraes *et al.* (2002) o xaxim ofereceu melhores condições para o aumento no número de raízes. No entanto, na aclimação de *Cattleya*, Colombo *et al.* (2005) obtiveram valores superiores em número de raízes, quando as orquídeas foram submetidas a tratamentos contendo fibra de coco e pó de coco em comparação ao xaxim e esfagno.

Tabela 21. Incrementos no comprimento (cm) e diâmetro (cm) das raízes de *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120, 180, 180 e 240 dias de cultivo e composições de substratos.

Tratamentos	Incremento no comprimento das raízes (cm)				Incremento no diâmetro das raízes (mm)				Número de raízes			
	60	120	180	240	60	120	180	240	60	120	180	240
DB1	2,80 AB	2,18 B	2,24 B	12,58 AB	1,14 A	0,64 A	0,84 A	0,60 A	12,40 A	4,60 A	5,80 ABC	7,00 A
DB2	2,40 B	2,16 B	2,34 B	7,98 AB	1,24 A	0,59 A	1,10 A	0,54 A	10,00 A	2,40 A	2,80 BC	1,60 A
DB3	2,47 B	1,88 B	2,58 B	6,44 AB	1,05 A	0,28 A	0,89 A	0,60 A	5,20 A	3,20 A	3,00 BC	3,40 A
DB4	2,80 AB	1,66 B	3,46 B	11,16 AB	0,91 AB	0,32 A	1,11 A	0,67 A	6,40 A	3,60 A	9,80 AB	7,60 A
DE1	1,65 B	2,60 B	5,06 B	4,88 B	0,37 BC	0,68 A	0,78 A	0,30 A	5,00 A	5,25 A	4,00 BC	0,00 A
DE2	2,26 B	1,28 B	2,07 B	5,61 B	0,63 ABC	0,24 A	0,64 A	0,49 A	3,80 A	3,67 A	1,33 C	0,83 A
DE3	1,73 B	0,96 B	6,06 B	6,51 AB	0,73 ABC	0,53 A	1,00 A	0,47 A	4,60 A	5,00 A	5,40 ABC	2,40 A
DE4	1,59 B	2,06 B	3,10 B	7,34 AB	0,77 AB	0,56 A	1,12 A	0,50 A	5,60 A	4,00 A	3,40 BC	0,20 A
Xaxim	4,44 A	8,93 A	10,86 A	18,35 A	0,11 C	0,21 A	0,78 A	0,40 A	7,60 A	6,00 A	13,60 A	7,50 A
CV	48,26	94,74	80,55	75,75	57,76	89,67	45,97	60,33	74,95	71,63	98,81	156,54
p	0,000	<,0001	<,0001	0,02	<,0001	0,41	0,60	0,75	0,10	0,72	0,00	0,06

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

As variáveis massa fresca e massa seca média de raízes da *Dendrobium phalaenopsis* ao longo dos 240 dias de cultivo estão apresentadas na tabela 22. Somente nos tempos 240 dias em ambas as variáveis não houve diferença estatística a 5% de significância, de acordo com Tukey.

Tabela 22. Massas fresca (g) e seca (g) médias das raízes de *Dendrobium phalaenopsis*, aos 60, 120, 240 dias de cultivo em diferentes composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca de raiz (g)			Massa seca de raiz (g)		
	60	120	240	60	120	240
DB1	3,69 B	3,15 B	7,19 A	0,74 AB	0,68 AB	2,04 A
DB2	1,60 C	4,97 B	7,33 A	0,51 B	0,74 AB	1,03 A
DB3	2,14 BC	4,30 B	7,92 A	0,64 B	0,60 AB	0,99 A
DB4	2,01 BC	4,84 B	7,79 A	0,64 B	0,77 AB	1,11 A
DE1	1,69 BC	3,53 B	5,14 A	0,54 B	0,71 AB	0,74 A
DE2	2,79 BC	2,26 B	6,49 A	0,71 AB	0,48 B	0,73 A
DE3	2,26 BC	3,38 B	6,58 A	0,56 B	0,57 B	0,80 A
DE4	1,98 BC	2,73 B	6,62 A	0,47 B	0,61 AB	0,80 A
Xaxim	8,63 A	9,45 A	12,11 A	1,01 A	1,06 A	1,34 A
CV	76,83	38,2	45,59	34,15	37,40	139,16
p	<,0001	<,0001	0,09	0,00	0,02	0,46

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; DB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); DB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); DE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); DE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), DE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

As plantas de *Dendrobium phalaenopsis* quando cultivadas com substratos contendo Xaxim apresentaram maior massa fresca de raiz ao longo dos 240 dias de cultivo, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos aos 60 e 120 dias.

Entre as composições de resíduos testados aos 60 dias de cultivo, o tratamento DB1 proporcionou as melhores condições de incremento da massa cujo valor foi de 3,69 g. Após 120 dias de cultivo, os substratos contendo a maior concentração de bainha na composição (DB1, DB2, DB3 e DB4) influenciaram positivamente na produção de massa fresca de raiz. Aos 240 dias de cultivo, o tratamento que colaborou com a melhor produção de massa seca de raízes foi DB3 cujo valor foi de 7,92 g; respectivamente.

O substrato xaxim proporcionou maior produção de massa fresca ao longo dos 240 dias, contudo quando as plantas foram submetidas aos substratos compostos da maior concentração de bainha (DB1, DB2, DB3 e DB4) também obtiveram incremento de massa fresca de raiz. Estes se destacaram no último período de amostragem que apresentaram valores acima de 7 g de massa seca de raiz.

Da mesma forma, no cultivo da espécie *Maxillaria consanguinea*, Bellé (2000), constatou que o xaxim proporcionou maior produção de massa fresca em relação a substratos compostos de casca de *Pinus elliotii*.

Com relação à massa seca média das raízes aos 60 dias de plantio, o substrato que diferiu estatisticamente dos demais na produção, influenciando positivamente no aumento da massa seca, foi o Xaxim cujo valor de 1,01 g, e, entre as composições de resíduos DB1 e DE2 cujos valores 0,74 e 0,71 g respectivamente, apresentaram médias semelhantes estatisticamente ao xaxim. Aos 120 dias de plantio, o Xaxim permaneceu diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos com 1,06 g de massa seca de raiz. Contudo, os substratos DB4, DB2 e De1 cujos valores foram 0,77; 0,74 e 0,71 g, respectivamente, proporcionaram os maiores valores de massa seca de raiz entre os substratos compostos de resíduos e também apresentaram médias semelhantes estatisticamente ao Xaxim. Ao final do cultivo o tratamento Xaxim com 1,34 g, foi superado pela influência que o DB1, com 2,04 g, proporcionou de incremento de massa seca de raízes.

Os substratos compostos com a maior quantidade de balsa, ou seja, DB1, DB2, DB3 e DB4 influenciaram positivamente na produção de massa seca de raiz, da mesma forma que ocorreu na massa fresca das raízes, comprovando ser as melhores composições dos diferentes resíduos, provando sua possível incorporação como substratos alternativos ao xaxim.

Assis *et al.* (2005) em trabalhos realizados com a propagação de *Dendrobium nobile*, encontraram valores de massa seca de raiz de 0,86, 0,85 e 0,66 g induzidas pelos substratos compostos de coco em pó (Padrão 80 – Amafibra), coco em pó (Padrão 11 – Amafibra) e coco desfibrado (Padrão 80 – Amafibra), respectivamente, sendo estes valores superiores ao Xaxim. No entanto, Bellé (2000), cultivando *Maxillaria consanguinea* em substratos alternativos, encontrou valores superiores na massa seca de raízes quando cultivado em substratos compostos de xaxim (100% de volume).

4.5 EFEITOS DOS SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE *Phalaenopsis aphrodite*

4.5.1 Parte Aérea da *Phalaenopsis aphrodite*

Os valores médios de altura (cm) e diâmetro (mm) do pseudobulbo de *Phalaenopsis aphrodite* ao longo dos 240 dias de cultivo estão apresentados na tabela 23. A diferença

estatística a 5% de significância, conforme Tukey foi observado aos 120 dias de cultivo na altura média e aos 60, 180 e 240 dias para o diâmetro do pseudobulbo.

Com relação à altura do pseudobulbo aos 60 dias, os tratamentos que proporcionaram as maiores altura foram PE4, PE2 e PB4 com 1,72; 1,58 e 1,58 cm, respectivamente e as menores PE1 e PB1 com 1,28 e 1,32 cm, respectivamente. Aos 120 dias, o tratamento PB4 com 1,88 cm diferiu-se estatisticamente dos demais substratos. Após 180 dias do cultivo, as composições que proporcionaram melhor desenvolvimento em altura foram PE4, PB4 e PE3 com 1,7; 1,48 e 1,44 cm, respectivamente, e os menores pelos PE2 e PB3 com 1,12 e 1,24 cm, respectivamente. Ao final dos 240 dias de plantio, os tratamentos que mais se destacaram pelo crescimento em altura das plantas foram o Xaxim, PB2 e PB1 com valores respectivos de 1,8; 1,68 e 1,64 cm, respectivamente, por outro lado as que menos desenvolveram foram aquelas submetidas ao tratamento PB4 e PB1 com valores de 1,32 e 1,36 cm; respectivamente.

Ao decorrer do experimento percebeu-se que todas as diferentes composições de resíduos e o xaxim testado como substratos apresentaram alturas semelhantes nos vários períodos de amostragem. Talvez, este resultado é proveniente das propriedades pH, densidade, espaços de aeração, porosidade total e disponibilidade de água (**ad**, **afd** e **at**), em níveis inadequados, prejudicando o crescimento natural da *Phalaenopsis aphrodite*.

O crescimento em altura é fundamental para a espécie *Phalaenopsis*, pois segundo Ali *et al.* (2005), esta espécie possui crescimento monopodial, e a altura do pseudobulbo, comprimento e espessura das folhas da planta influenciam na quantidade de nutrientes armazenados e conseqüentemente, no seu desenvolvimento estrutural e na produção de hastes florais.

Na bibliografia consultada, alguns substratos alternativos ao xaxim, também mostram ser capazes de proporcionara alturas semelhantes entre as plantas. Rego *et al.* (2000), constataram pouca variação na altura de pseudobulbo em *Oncidium sarcodes* e *Schomburgkia crispa* cultivadas em xaxim (desfibrado ou em cubos), casca de pinus e isopor mais carvão, vermiculita + casca de arroz carbonizada e carvão mais isopor e cascas de pinus a 100%. Da mesma forma, Faria *et al.*, (2001), não encontrou diferença expressiva na altura de *Oncidium baueri* quando propagadas em substrato composto por xaxim desfibrado ou em cubos e vermiculita.

Tabela 23. Altura (cm), diâmetro (mm) médio do pseudobulbo de *Phalaenopsis aphrodite*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Altura do pseudobulbo (cm)				Diâmetro de Pseudobulbo (mm)			
	60	120	180	240	60	120	180	240
PB1	1,32 A	1,46 B	1,26 A	1,64 A	5,12 A	4,00 A	4,16 AB	4,56 AB
PB2	1,58 A	1,60 AB	1,32 A	1,68 A	5,50 A	4,50 A	3,80 AB	4,38 AB
PB3	1,32 A	1,52 AB	1,24 A	1,45 A	1,03 B	3,80 A	4,08 A	4,55 AB
PB4	1,58 A	1,88 A	1,48 A	1,32 A	5,14 A	4,36 A	4,96 A	4,80 AB
PE1	1,28 A	1,54 AB	1,28 A	1,36 A	4,30 A	4,00 A	4,56 A	4,32 AB
PE2	1,58 A	1,48 AB	1,12 A	1,50 A	5,00A	3,94 A	3,66 AB	4,66 AB
PE3	1,52 A	1,36 B	1,44 A	1,50 A	4,06 A	3,48 A	4,40 A	5,68 AB
PE4	1,72 A	1,26 B	1,70 A	1,52 A	5,04 A	3,90 A	4,90 A	4,00 B
Xaxim	1,38 A	1,42 B	1,32 A	1,80 A	4,04 A	4,08 A	4,80 A	6,25 A
C.V	22,06	16,08	22,18	18,90	40,02	13,48	17,96	22,52
P	0,35	0,00	0,10	0,17	0,00	0,12	0,04	0,01

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700 mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

O diâmetro médio do pseudobulbo das plantas cultivadas nos tratamento PB3 aos 60 dias de cultivo, diferenciou-se estatisticamente dos demais substratos com o menor valor (1,03 mm). Aos 120 dias de cultivo, os substratos contendo maior concentração de balsa (PB1, PB2, PB3 e PB4) proporcionaram os maiores valores em diâmetro (4,0; 4,5; 3,8 e 4,36 mm, respectivamente), sendo que PB2 e PB4 foram superiores ao xaxim com 4,08 mm. Após 180 dias, os substratos PB1, PB2 e PE2 proporcionaram 4,16; 3,8 e 3,66 mm, respectivamente, de diâmetro, diferenciando-se estatisticamente dos demais com as médias inferiores em diâmetro de pseudobulbo. Finalmente ao final do experimento o tratamento xaxim diferenciou-se estatisticamente dos outros substratos com o maior diâmetro (6,25 mm), e entre as diferentes composições de substratos testados PE3 proporcionou 5,68 mm de diâmetro às plantas.

Todas as composições de substratos compostos de resíduos proporcionaram o crescimento do pseudobulbo em diâmetro, contudo os tratamentos contendo maior concentração de balsa (PB1, PB2, PB3 e PB4), apresentaram aumento no diâmetro homogêneo relação aos demais. Sendo assim, devido à necessidade das orquídeas em acumularem nutrientes e água em seus rizomas, estas composições apresentaram-se mais adequadas para o cultivo de *Phalaenopsis aphrodite*, comparativamente as outras composições.

Faria *et al.* (2000) em estudos realizados na procura de substratos alternativos também evidenciaram resultados semelhantes ao constatado nesta pesquisa, ou seja, substratos a base de xaxim em fibra ou em cubos proporcionam o melhor desenvolvimento em diâmetro de pseudobulbo de *Oncidium baueri* quando comparados a vermiculita, casca de arroz carbonizada, carvão, isopor e a mistura destes.

Os valores médios do comprimento, diâmetro das folhas da *Phalaenopsis aphrodite* ao longo dos 240 dias de cultivo estão apresentados na tabela 24. Nos 240 dias o comprimento das folhas, aos 120, 180 e 240 dias o diâmetro das folhas e aos 60 dias o número de folhas, diferenciaram-se estatisticamente a 5% de significância, conforme Tukey.

Os maiores crescimentos em comprimento médio das folhas nos primeiros 60 dias de cultivo foram proporcionado pelos tratamentos PE4 e Xaxim com 7,81 e 6,9 cm; respectivamente. Aos 120 dias de cultivo, os tratamentos PB1 e PB4 com 7,42 e 7,07 cm, respectivamente, induziram na formação do maior comprimento das folhas. Após 180 dias de experimento, o crescimento em comprimento de folha que se apresentou maior foi o PE2 com 7,99 cm. Finalmente, ao término dos 240 dias de cultivo, todos os substratos utilizados conduziram ao aumento no comprimento das folhas. O tratamento Xaxim com 10,66 cm de comprimento de folha, diferenciou-se estatisticamente dos demais. Contudo seguido do PE2 e

PE4 cujos valores foram 8,83 e 8,47 cm, respectivamente, e os menores comprimentos foliares foram influenciados pelos PB1 e PE1 com 6,3 e 6,8 cm, respectivamente.

A maior disponibilidade de espaços de aeração (**ea**) nas composições com maior concentração de estipe (PE1, PE2, PE3 e PE4), pode ser responsável por proporcionar as plantas o maior crescimento em comprimento das folhas. Os **ea** permitem a passagem do ar pelo substrato e conseqüentemente à oxigenação das raízes.

Faria *et al.* (2001), concluíram que os substratos compostos da fibra de xaxim e xaxim em cubos induzem ao maior crescimento em comprimento das folhas de *Maxillaria picta*. Da mesma forma Rego *et al.* (2000), obtiveram valores superiores no comprimento das folhas de *Oncidium sarcodes* e *Schomburgkia crista* quando cultivadas em substratos com xaxim desfibrado ou em cubos. Do mesmo modo, Bellé (2000), registrou valores superiores em crescimento das folhas de *Maxillaria consanguinea* quando submetidas a substratos compostos de fibra de xaxim.

No fim dos primeiros 60 dias de cultivo, os substratos que influenciaram positivamente no crescimento em diâmetro do pseudobulbo foram o Xaxim e o PB3 com 1,15 e 1,03 mm, respectivamente, e que influenciam negativamente foram PB2, PB1 e PE1 com 0,73; 0,74 e 0,74 mm, respectivamente. Já aos 120 dias de experimento, o substrato Xaxim com 1,31 mm, diferenciou-se estatisticamente dos demais, contudo seguido pelos PE1, PE4 e PB2 com 1,52; 1,51 e 1,35 mm, respectivamente. Ao término dos 240 dias de cultivo, o Xaxim com 1,81mm continuou diferenciando-se estatisticamente dos demais substratos e os tratamentos PB2 e PE1 com 1,31 e 1,32mm, respectivamente, apresentaram os menores aumentos de diâmetro.

O substrato composto de xaxim proporcionou os maiores diâmetros de folhas ao longo dos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite*. No entanto, as composições de resíduos a partir dos 120 dias de cultivo começaram a proporcionar médias semelhantes estatisticamente ao xaxim, destacando-se, no final do experimento que somente os tratamentos PB2 e PE1 não se assemelharam ao tratamento Xaxim.

O diâmetro e o número de folhas e o número para o gênero *Phalaenopsis* são de fundamental importância, pois são nestas que a planta acumula substâncias de reserva (nutrientes e água), que serão utilizados para o desenvolvimento de novas folhas ou brotos, e a produção de flores e hastes florais.

Na procura de tutores e substratos alternativos no cultivo de *Syngonium angustatum* (singônio), Souza & Jasmim (2004), encontraram valores superiores em área foliar quando as plantas foram cultivadas em substratos e tutores de mesocarpo de coco triturado.

Tabela 24. Comprimento (cm), diâmetro (mm) médio do pseudobulbo da *Phalaenopsis aphrodite*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Comprimento de folhas (cm)				Diâmetro de folhas (mm)				Número de folhas			
	60	120	180	240	60	120	180	240	60	120	180	240
PB1	6,62 A	7,42 A	5,45 A	6,30 B	0,74 A	1,09 AB	1,01 B	1,43 AB	3,20 B	2,80 A	3,00 A	3,80 A
PB2	6,30 A	6,10 A	6,64 A	7,17 B	0,73 A	0,74 B	1,35 AB	1,31 B	3,80 AB	3,20 A	2,60 A	3,40 A
PB3	6,72 A	6,61 A	6,85 A	7,85 AB	1,06 A	0,72 B	1,06 B	1,40 AB	2,80 B	3,00 A	2,20 A	3,20 A
PB4	6,50 A	7,07 A	6,16 A	7,54 AB	0,77 A	0,76 B	1,34 B	1,63 AB	3,80 AB	3,40 A	3,20 A	2,80 A
PE1	6,08 A	6,46 A	6,38 A	6,80 B	0,74 A	0,88 AB	1,52 AB	1,32 B	3,80 AB	3,20 A	3,00 A	3,00 A
PE2	5,61 A	6,84 A	7,99 A	8,83 AB	0,82 A	0,93 AB	1,09 B	1,54 AB	6,20 A	2,80 A	2,20 A	3,20 A
PE3	6,77 A	5,93 A	6,59 A	7,61 AB	0,93 A	0,61 B	1,05 B	1,50 AB	3,60 B	2,80 A	3,00 A	3,00 A
PE4	7,81 A	5,92 A	6,07 A	8,47 AB	0,89 A	0,81 B	1,51 AB	1,58 AB	3,40 B	2,60 A	3,20 A	2,60 A
Xaxim	6,96 A	6,89 A	6,63 A	10,66 A	1,15 A	1,31 A	1,99 A	1,81 A	3,00 B	3,20 A	3,20 A	4,00 A
C.V	25,40	25,21	22,03	24,13	33,63	33,80	30,93	16,83	38,47	30,15	28,98	31,65
p	0,75	0,88	0,33	0,00	0,21	0,00	0,00	0,02	0,00	0,92	0,27	0,46

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Com relação ao número médio de folhas aos 60 dias de cultivo, o substrato que proporcionou a maior quantidade foi PE2 com 6,2 e diferenciando-se estatisticamente dos demais, seguido do PB2, PB3 e PB4 cujos valores foram 3,8 para ambos, e o menor número pelo PB3 com 2,8. O tratamento PB4 destacou-se com 3,4 sendo o maior número de folhas aos 120 dias de cultivo e menor foi o PE4 com 2,6. Já aos 180 dias do início do experimento, os tratamentos PB4, PE4 e Xaxim cujos valores foram 3,2 para ambos, foram os tratamentos que influenciaram positivamente no aumento do número de folhas e o PB3 e PE2 cujo valor foi 2,2 para ambos com os menores valores de número de folhas.

Nos 60 dias de cultivo foi constatada a maior produção de folhas entre as amostragens. Neste período a composição de resíduo como substrato que proporcionou melhores condições do aumento de folhas foi PE2. Todavia, ao final do experimento percebeu-se que, em concentrações superiores de segmento foliar na composição, condiciona os valores inferiores do número de folhas. Fato que nos remete às propriedades físicas superiores do resíduo segmento foliar condicionando à densidade, porosidade total e espaços de aeração dos outros componentes do substrato.

Vários trabalhos efetuadas na procura de substratos alternativos no cultivo de ornamentais também têm avaliado o número de folhas como parâmetro de desenvolvimento das plantas. Souza & Jasmim (2004), diagnosticaram maior número de folhas de *Syngonium angustatum* (singônio), quando este foi cultivado em substrato comercial + mesocarpo de coco triturado. Oliveira *et al.* (2006), obtiveram maior número de folhas de *Tagetes patula* quando cultivado em substratos comercial a 100%, mas na espécie *Salvia splendens* o substrato composto de casca de vime (75%) mais substrato convencional (25%) proporcionaram valores superiores. Já Backers & Kämpf (1991), verificou que os substratos compostos de lixo urbano e turfa mais solo mineral induzem a maior produção de folhas na espécie *Pilea candierei*.

Massa fresca e seca média das folhas de *Phalaenopsis aphrodite* estão apresentadas na tabela 25. Somente a massa fresca média aos 60 e 120 dias diferenciou-se estatisticamente a 5% de significância, conforme Tukey.

Tabela 25. Massa fresca (g) e seca (g) média de folhas da *Phalaenopsis aphrodite*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca folha (g)			Massa seca folha (g)		
	60	120	240	60	120	240
PB1	3,10 B	3,35 B	7,59 B	0,44 A	0,98 A	1,09 A
PB2	3,47 B	3,81 B	7,49 B	1,08 A	1,62 A	1,14 A
PB3	3,75 B	3,41 B	8,60 B	0,65 A	0,78 A	1,04 A
PB4	4,33 AB	4,30 AB	6,61 B	0,40 A	1,09 A	1,04 A
PE1	3,19 B	4,27 AB	6,11 B	0,58 A	0,91 A	0,85 A
PE2	3,93 AB	4,00 B	6,44 B	0,40 A	0,63 A	1,03 A
PE3	3,94 AB	2,28 B	8,00 B	0,40 A	0,67 A	1,16 A
PE4	5,63 AB	2,94 B	7,78 B	0,52 A	0,78 A	1,07 A
Xaxim	7,72 A	7,89 A	25,80 A	0,43 A	0,97 A	1,12 A
C.V	49,95	54,68	73,32	25,63	78,54	25,94
p	0,00	0,00	<,0001	0,20	0,62	0,86

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia); PE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia) e Xaxim (700mL de xaxim desfiado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Aos 60 dias de cultivo, o tratamento Xaxim proporcionou o maior valor de massa fresca de folhas com 7,2 g e diferenciou-se estatisticamente dos demais, seguido do PE4 cujo valor foi 5,63 g sendo o segundo maior valor de massa e o menor com o PB1 cujo valor foi 3,1 g. Após 120 dias de cultivo, o Xaxim com 7,8 g foi o substrato que proporcionou maior produção de massa fresca de folhas, diferenciando-se estatisticamente dos demais, contudo, seguido pelos substratos PB4 e PE1 com 4,3 e 4,27 g, respectivamente e os menores valores pelo PE3 e PE4 com 2,28 e 2,94 g, respectivamente. Ao final do experimento o Xaxim permaneceu diferenciando-se estatisticamente dos demais substratos com 25,8 g, seguido do PB3 e PE3 com 8,6 e 8 g, respectivamente.

Sobre a massa seca das folhas aos 60 dias de plantio, o substrato Pb2 influenciou positivamente na produção da maior massa e o PE2 e PE3 com 0,4 para ambos, as menores médias. Já aos 180 dias de experimento, PB2 e PB4 com 1,62 e 1,09 g respectivamente, foram às composições que proporcionaram as maiores médias e o PE2 e PE3 com 0,63 e 0,67g respectivamente, as menores massas. Finalmente, aos 240 dias de cultivo, os tratamentos que se destacaram na produção de massa seca de folhas foi PB2, PB3 e Xaxim com 1,14; 1,16 e 1,12 g; respectivamente e PE1 com 0,85 g a menor média.

O substrato Xaxim induziu a maior produção de massa fresca ao longo dos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis*. Contudo ao diagnosticar a massa seca de folhas, observou-se que o substrato PB2 proporcionou a maior produção de massa, superando o xaxim em todos os

períodos de amostragem. Demonstrando que este influencia positivamente na produção real de massa acumulada em folhas.

Massas frescas e secas médias totais da *Phalaenopsis aphrodite* ao longo dos 240 dias de experimento estão apresentadas na tabela 26. Em todos os períodos amostrados observou-se diferença estatística a 5% de significância, conforme Tukey.

Tabela 26. Massa fresca (g) e seca (g) média total de *Phalaenopsis* sp, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca total (g)				Massa seca total (g)		
	60	120	180	240	60	120	240
PB1	4,74 B	5,47 B	6,83 B	11,69 B	1,82 CD	2,07 B	4,21 B
PB2	7,28 B	6,19 B	8,40 B	13,11 B	4,37 BC	2,09 B	5,85 B
PB3	5,71 B	8,30 B	6,80 B	14,45 B	2,29 CD	1,86 B	5,93 B
PB4	6,07 B	9,07 B	11,08 AB	13,60 B	2,32 CD	2,85 B	6,82 B
PE1	4,94 B	7,41 B	8,80 B	9,88 B	2,08 CD	3,07 B	8,56 B
PE2	6,84 B	6,95 B	7,94 B	10,22 B	1,65 CD	2,86 B	8,71 B
PE3	7,09 B	3,54 B	7,66 B	13,96 B	1,46 CD	1,33 B	12,53 B
PE4	6,86 B	4,34 B	11,19 AB	12,00 B	4,91 AB	1,52 B	10,07 B
Xaxim	13,82 A	16,82 A	20,44 A	50,48 A	5,97 A	8,48 A	46,21 A
C.V	49,18	63,41	60,52	84,58	74,64	87,27	118,23
p	0,00	<,0001	0,00	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bacia, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bacia, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia); PE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bacia), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bacia) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Nos primeiros 60 dias de cultivo, a maior massa fresca total foi constatada no tratamento Xaxim com 13,82 g, diferenciando significativamente dos demais substratos, e seguido de PB2 e PE3 com 7,28 e 7,09 g respectivamente, e os menores valores foram verificados em PB1 e PE1 com 4,74 e 4,94 g respectivamente. Aos 120 dias, o Xaxim permaneceu com o maior valor de massa fresca total, seguido do PB4 com 9,07 g e o menor valor foi do PE3 com 3,54 g. Após 180 dias de cultivo, o Xaxim com 20,44g diferiu-se dos demais, mas os tratamentos PE4 e PB4 também apresentaram diferença estatística cujos valores foram 11,19 e 11,08 g respectivamente. No término dos 240 dias de cultivo, o Xaxim produziu a maior massa fresca e destacou-se estatisticamente dos demais, seguido do PB3 com 14,45g.

O Xaxim como substrato influenciou positivamente em todos os períodos, produzindo a maior massa fresca total, fato decorrente de suas propriedades físicas ser mais eficientes na produção de orquídeas. Já nas composições de resíduos, aos 240 dias de cultivo os substratos contendo maior concentração de bacia proporcionaram maior massa fresca total.

Em estudos realizados com a cultura de *Cattleya* Lindley, Yamakami *et al.* (2006), também constataram superioridade em massa fresca total quando as plantas foram submetidas a substratos contendo xaxim em comparação a fibra de coco, casca de pínus e arroz carbonizado. Igualmente, ao cultivo de *Maxillaria consanguínea*, o xaxim possibilitou maior massa fresca da parte aérea comparado à casca de pínus.

Ao longo dos 240 dias de cultivo a maior massa seca média total acumulada foi proporcionado pelo tratamento Xaxim, que se diferenciou estatisticamente dos demais. Nos 60 dias o tratamento PE4 cujo valor foi 4,91 g foi dentre as composições testadas a maior massa seca média total e a menor média foi do PE3 com 1,46 g. Já aos 120 dias do início do experimento, o PE1 proporcionou a maior produção de massa cujo valor foi de 3,07 e o menor valor foi do PE1 com 1,33 g. Ao final dos 240 dias de experimento a melhor composição testada em relação à massa seca foi PE3 com 12,53 g e o menor valor foi PB1 com 4,21 g.

Trabalho realizado por Stancato *et al.* (2000), também evidenciaram que o xaxim proporciona superiores massas secas totais da parte aérea de *Maxillaria consanguinea*, comparado a substratos compostos de cascas de *Pinus patula*, *Cunninghamia lanceolata* e *Cryptomeria japonica*. Segundo o autor, as propriedades físicas da cascas na fase final correspondem às propriedades iniciais do xaxim, confirmando o melhor desempenho das plantas cultivadas em substrato composto por xaxim.

4.5.2 Sistema radicular da *Phalaenopsis aphrodite*

Os valores de comprimento, diâmetro médio e número de raízes ao longo dos 240 dias do cultivo da *Phalaenopsis* sp estão apresentadas na tabela 27. A diferença estatística a 5% de significância, conforme Tukey, somente foi observada aos 120 e 180 dias na variável diâmetro e aos 120 e 240 dias da variável número de raízes.

O substrato que conduziu para o maior desenvolvimento em comprimento das raízes aos 60 dias de cultivo foi o Xaxim e o PE4 com 7,41 e 6,39 cm, respectivamente. E os menores pelos PE3 e PB1 com 3,53 e 3,92 cm, respectivamente. Já aos 120 dias, o substrato que proporcionou o maior comprimento foi Xaxim, PE2 e PE1 com 8,81; 6,96 e 6,52 cm; respectivamente e o menor pelo PE4 e PE3 com 3,3 e 3,4 cm; respectivamente. Após 180 dias do plantio, os tratamentos Xaxim, PE4 e PE2 com 8,83; 7,06 e 6,37 cm respectivamente, foram os substratos que influenciaram positivamente no crescimento das raízes, e o menor foi

do PB4 com 4,31 cm. Ao final dos 240 dias, todas as composições de substratos proporcionaram desenvolvimento no comprimento das raízes superior ao tratamento Xaxim. Os maiores valores foram observados em PB1 e PB2 com 10,11 e 8,49 cm, respectivamente.

Todas as composições de resíduos como substratos proporcionaram comprimentos superiores das raízes quando comparado ao xaxim. Destacaram-se os tratamentos contendo maior concentração do resíduo bainha, induzindo os maiores crescimentos radiculares. Resultado que nos remete aos valores mais baixos de pH entre as composições de resíduos utilizados como substratos, permitindo o enraizamento.

Com relação ao diâmetro das raízes aos 60 dias de cultivo, os tratamentos que influenciaram positivamente no aumento do diâmetro foram Xaxim, PB4 e PE1 com 3,31; 2,89 e 2,82 mm respectivamente, e o menor diâmetro foi constatado em PE3 com 1,87 mm. Aos 120 dias do cultivo, o tratamento Xaxim com 4,2 mm diferenciou-se estatisticamente dos demais tratamentos que apresentaram em média metade do seu aumento no diâmetro. Já aos 180 dias, o Xaxim permaneceu diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos com 4,31 mm, mas agora seguido por várias composições cujos valores aproximaram-se de sua média. Os tratamentos Xaxim, PB2 e PB3 foram que propiciaram o melhor desenvolvimento do diâmetro ao final dos 240 dias de cultivo.

O número de raízes aos primeiros 60 dias de cultivo, os tratamentos PE4, PB2 e PB1 com 11, 9 e 8,6 raízes respectivamente, foram os substratos que influenciaram positivamente na produção de raízes, e os PE2 e PE1 com 6,2 e 6,6 raízes que menos influenciou. Nos 120 dias do plantio, o Xaxim com 9,0 raízes diferenciou-se estatisticamente, mas seguido do PE2 e PE3 com 7,8 e 6,2 raízes foram os substratos com maior número de raízes. Aos 180 dias de cultivo todos os tratamentos apresentaram produção homogênea de raízes. Já ao final dos 240 dias dos experimentos, o Xaxim apresentou-se estatisticamente diferente dos demais tratamentos com 15,0 raízes e seguido do PB4 com 9,0 raízes.

As plantas que foram cultivadas em xaxim, apresentaram maiores diâmetros e número de raízes. Os valores inferiores a estes parâmetros observados nos substratos contendo resíduos em diferentes concentrações podem estar relacionados aos níveis inadequados de salinidade no início do experimento, como também os de pH ao final do experimento, prejudicando a propagação do sistema radicular.

Yamakami *et al.* (2006) em substratos alternativos, constataram que o xaxim e a fibra de coco induzem a formação do maior número de raízes de *Cattleya* Lindley. Do mesmo modo, Moraes *et al.* (2002), diagnosticaram o xaxim e a vermiculita + Plantamax, como os substratos que conduzem à formação do maior número de raízes.

Tabela 27. Comprimento (cm), diâmetro (mm) e número de raízes de *Phalaenopsis aphrodite*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Comprimento de raízes (cm)				Diâmetro de raiz (mm)				Número de raízes			
	60	120	180	240	60	120	180	240	60	120	180	240
PB1	3,92 A	5,03 A	5,21 A	10,11 A	2,66 A	2,66 AB	2,94 B	3,04 A	8,60 A	5,40 B	7,00 A	6,80 B
PB2	4,31 A	5,62 A	5,64 A	8,49 A	2,79 A	2,43 AB	3,48 AB	3,45 A	9,00 A	5,40 B	7,00 A	8,00 B
PB3	4,33 A	4,23 A	5,31 A	7,58 A	2,54 A	2,28 B	3,38 AB	3,36 A	7,40 A	5,40 B	7,20 A	8,20 B
PB4	4,98 A	5,98 A	4,31 A	7,19 A	2,89 A	2,76 AB	2,74 B	2,96 A	7,60 A	7,80 AB	8,60 A	9,00 B
PE1	5,30 A	6,52 A	5,90 A	7,02 A	2,82 A	2,71 AB	3,96 AB	2,96 A	6,60 A	8,40 AB	5,80 A	7,20 B
PE2	4,09 A	6,96 A	6,37 A	6,86 A	2,53 A	2,74 AB	3,34 AB	2,89 A	6,20 A	7,80 A	6,20 A	6,00 B
PE3	3,53 A	3,40 A	5,16 A	6,12 A	1,87 A	2,47 AB	2,99 AB	3,35 A	8,00 A	6,20 A	7,00 A	6,60 B
PE4	6,39 A	3,30 A	7,06 A	6,01 A	2,59 A	2,02 B	3,43 AB	2,91 A	11,00 A	5,00 B	8,20 A	5,20 B
Xaxim	7,41 A	8,81 A	8,83 A	5,92 A	3,31 A	4,20 A	4,31 A	4,04 A	8,20 A	9,00A	8,60 A	15,00 A
C.V	50,19	54,09	37,14	40,09	25,13	37,97	21,93	22,04	38,33	36,58	25,26	41,28
p	0,22	0,05	0,05	0,38	0,16	0,04	0,01	0,16	0,41	0,03	0,15	<0,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de baidha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de baidha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PB3 (400 mL de baidha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de baidha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de baidha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de baidha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de baidha), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de baidha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

Os valores da massa fresca e seca média das raízes ao longo dos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis* sp estão apresentados na tabela 28. Somente aos 240 dias do plantio a variável massa seca média de raiz não apresentou diferença estatística a 5% de significância, conforme Tukey.

Tabela 28. Massa fresca (g), seca (g) de raízes de *Phalaenopsis aphrodite*, em diferentes dias após plantio e composições de substratos.

Tratamentos	Massa fresca raiz (g)			Massa seca raiz (g)		
	60	120	240	60	120	240
PB1	1,63 B	2,06 B	4,01 B	1,38 B	1,79 B	3,65 A
PB2	3,80 AB	1,97 B	5,56 B	3,29 AB	1,68 B	5,30 A
PB3	1,93 B	1,73 B	5,77 B	1,64 B	1,46 B	5,38 A
PB4	2,20 B	2,80 B	6,91 B	1,92 B	2,42 B	6,40 A
PE1	1,74 B	3,07 B	3,72 B	1,50 B	2,68 B	3,35 A
PE2	1,49 B	2,69 B	3,74 B	1,24 B	2,49 B	3,31 A
PE3	1,31 B	1,25 B	5,83 B	1,06 B	1,05 B	5,49 A
PE4	2,69 B	1,39 B	4,17 B	2,28 B	1,20 B	3,75 A
Xaxim	6,09 A	8,72 A	24,03 A	5,54 A	8,06 A	16,53 A
C.V	71,93	93,16	100,52	76,76	97,55	88,71
P	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; PB1 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB2 (400 mL de bainha, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); Pb3 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de estipe); PB4 (400 mL de bainha, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de estipe); PE1 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha); DE2 (400 mL de estipe, 150 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha); PE3 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 250 mL de bainha), PE4 (400 mL de estipe, 50 mL de segmento foliar e 100 mL de bainha) e Xaxim (700mL de xaxim desfibrado); CV (coeficiente de variação) e p (probabilidade de 5% de significância).

O tratamento Xaxim aos 60 dias de cultivo proporcionou em média 6,09g de massa fresca de raiz, seguido do PB2 com 3,8 g de massa, e diferenciando-se estatisticamente dos demais substratos. A partir dos 120 dias o tratamento Xaxim apresentou-se estatisticamente superior na produção de massa fresca de raiz. Contudo, entre as composições de resíduos testados ao final do experimento, os que possuíam maior concentração de bainha proporcionaram as maiores massas frescas de raízes.

O substrato xaxim induziu à produção de 5,54 g de massa seca de raiz, demonstrando a influência positiva na produção de massa seca de raiz ao longo dos 240 dias de cultivo da *Phalaenopsis aphrodite*. No entanto, todas as composições de resíduos como substratos proporcionaram aumento de massa seca de raiz ao longo do experimento, mas devido a níveis de salinidade, **pH** e disponibilidade de água (**ad**, **afd** e **at**) considerados impróprios devem ter prejudicado o desenvolvimento das plantas.

Assis *et al.* (2005), averiguaram os maiores valores de massa seca de raiz quando as plantas de *Dendrobium nobile* foram cultivadas em coco em cubos + coco em pó (Padrão 11 – Amafibra), coco em pó (Padrão 11 – Amafibra) e coco desfibrado (Padrão 80 – Amafibra).

Entretanto, Bellé (2000), avaliando o desenvolvimento da *Maxillaria consanguinea*, confirmou a superioridade do substrato xaxim na produção de massa fresca e seca de raízes, em relação à casca de pínus.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo remetem as seguintes conclusões:

Os resíduos balsa e segmento foliar (tempo zero) da *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-da-austrália) apresentaram propriedades físicas (densidade, porosidade e espaços de aeração) e químicas (teor total de sais solúveis, **pH**, carbono e nitrogênio), dentro dos padrões considerados aceitável para componentes de substrato para cultura de vaso. Estas características que podem garantir o estabelecimento inicial das raízes e o desenvolvimento das plantas de *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite*.

A baixa disponibilidade de água, aliado à elevada salinidade dos substratos compostos de diferentes resíduos, observadas no tempo zero apresentou padrões que provavelmente foram responsáveis pelo restritivo crescimento da *Dendrobium phalaenopsis* e *Phalaenopsis aphrodite* observados aos 60 dias de cultivo. O estresse de transferência dos vasos iniciais, para aqueles contendo o substrato, que também leva a diminuição do crescimento e desenvolvimento. Contudo, a mudança das características físicas e químicas dos resíduos, como componente dos substratos, verificados aos 240 dias do cultivo, levaram à alteração de padrão do substrato considerado ideais.

Para a espécie *Dendrobium phalaenopsis* quando cultivada em substratos contendo maior concentração de balsa, os mesmos proporcionaram valores superiores de incremento da parte aérea, radicular e produção de massa total, quando comparado com o substrato composto por Xaxim e os demais compostos. Estes resultados foram induzidos pelos espaços de aeração, salinidade, **pH** e teor de carbono, disponibilizados pelos substratos a esta espécie. No entanto, para a espécie *Phalaenopsis aphrodite* as diferentes composições de resíduos como substratos induziram valores similares e inferiores ao Xaxim, no crescimento da parte aérea, radicular e produção de massa total. Fato que nos remete níveis inadequados de **pH** e de condições extremas de temperatura e luz, na fase de transferência das plantas (tempo zero) para os novos substratos, dificultando a adaptação e o desenvolvimento das plantas.

Diante do exposto, sugere-se o uso dos resíduos agroindustriais do palmito como substratos, para cultivos de espécies ornamentais, pois para cada genótipo cultivado há constituintes de substratos intimamente relacionados ao seu padrão de desenvolvimento. Sugere-se também testar estes resíduos como substratos na aclimação das mudas de ornamentais provenientes do cultivo *in vitro*, pois nesta fase de desenvolvimento as plantas necessitam de propriedades físicas e químicas semelhantes às apresentadas nos resíduos do presente trabalho.

Assim os resíduos do gênero *Archontophoenix* (palmeira-real-da-austrália), podem utilizados como componentes de substratos no cultivo das espécies *D. phalaenopsis* e *P. aphrodite*, transformando um passivo ambiental em matéria prima, agregando assim, valor a um produto de interesse ao setor produtivo. É uma alternativa na substituição do xaxim *Dicksonia sellowiana*, substrato mais utilizado no cultivo de orquídeas epífitas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M.B.; HAHN, E.J.; PAEK, K.Y. Effects of light intensities on antioxidant enzymes and malondialdehyde content during short-term acclimatization on micropropagated *Phalaenopsis* plantlet. **Environmental and Experimental Botany**. v. 54, p. 109-120. 2005

AMARAL, T.L., JASMIM, J., CARNEIRO, L.A., MANSUR, E. *Quesnelia quesnelia*. Grown in coconut mesocarp under different nitrogen and benzylaminopurine levels. In: XLIX Reunião Annual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Fortaleza, **Anais...**, Ceará: ISTH. 2003.

ASSIS, A.M.; FARIA, R.T.; COLOMBO, L.A.; CARVALHO, J.F.R.P. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá: PR, v. 27, n. 2, p. 255-260, abril/jun. 2005.

BAILEY, D.A.; NELSON, P.V.; FONTENO, W.C. **Substrates pH and Water quality**. Raleigh: north Carolina State University. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2006a.

BAILEY, D.A.; NELSON, P.V.; FONTENO, W.C. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: north Carolina State University. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2006b.

BACKERS, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: DF, v. 26, n. 5, p. 753-758, mai.. 1991.

BECHTEL, H.; CRIBB, P.; LAUNERT, E. **Orchideen atlas: d Kulturorchideen**; lexicon d. wichtigsten Gattungen u. Arten. Überarb. Aufl. Stuttgart: Ulmer. 1985. p. 475.

BELLÉ, S. Substituição da fibra de xaxim por casca de pínus no cultivo de *Maxillaria consanguinea*. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 183-189. 2000.

BEZERRA, A.M.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS-FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura brasileira**, v. 22, n. 2, p. 295-299, abr./jun.. 2004.

BORDERES, J. **Produção de *Pycnoporus sanguineus* em resíduos do processamento da palmeira-real-da-austrália**. Monografia de Ciências Biológicas. FURB, Blumenau: SC. 2006. 9p.

BOSA, N.; CALVETE, E.O.; KLEIN, V.A; SUZIN, M. Crescimento de mudas de gipsofila em diferentes substratos. **Horticultura brasileira**, v. 21, n. 3, jun./set.. 2003.

BOVI, M.L.A.; RESENDE, M.D.V.; SAES, L.A.; UZZO, R.P. Genetic analysis for sooty mold resistance and heart of palm yield in *Archontophoenix*. **Science Agrícola**. v.61, n.2, p.178-184, mar./apr. 2004.

BOVI, M.L.A.; GODOY JR., G.; CEMBRANELLI, M.A.R.; SPIERING, S.H. Características físicas e produção de palmito de palmeira real australiana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003. Recife. **Anais...**, Brasília: SOB. 2003. 4p. (CD-ROM)

BOVI, M.L.A. Cultivo da Palmeira Real Australiana Visando a Produção de Palmito. Instituto Agrônômico. Campinas. **Boletim Técnico**, 172. 1998.

CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.22, n. 1, p. 5-9, jan./mar.. 2004.

CARRIJO, O.A., LIZ, R.S., MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.533-535, dez. 2002.

CARVALHO-FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.A.; BLANK, A.F.; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenae courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 109-118. 2003.

CARVALHO, M. C.N.; CARVALHO, R.I.N. **Terrários: ciência e arte**. Curitiba: UFPR, 2002. 66p.

CAVINS, T.J.; WHIPKER B. E.; FONTENO, W.C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J. L. **Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method**. Horticulture Information Leaflet / NCSU, Raleigh, n.590, 2000. Disponível em: <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/project/hortsublab/>>. Acesso em: 25 de set. 2006.

CHANG, S.B., CHEN, W.H., CHEN, H.H., FU, Y.M., LIN, Y.S. RFLP and inheritance patterns of chloroplast DNA in intergeneric hybrids of *Phalaenopsis* and *Doritis*. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taiwan, v. 41, p.219-223. 2000.

COLOMBO, L. A.; FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; FONSECA, I.C.B. Aclimação de um híbrido de *Cattleya* em substratos de origem vegetal sob dois sistemas de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 1, p. 145-150, jan./mar.. 2005.

CORREIA, D., ROSA, M.F., NORÕES, E.R.V., ARAUJO, F.B.. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formulação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 557-558, dez.. 2003.

CUNHA, R.L.; SOUZA, C.A.S.; NETO, A.A.; MELO, B.; CORRÊA, J.F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 7-12, jan./fev.. 20002.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 26, p. 37-44. 1972.

DEMATTE, J.B.I.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Estudos hídricos com substratos vegetais para cultivo de orquídeas epífitas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n.11, p. 803- 813, nov. 1996.

DISLICH, R.; KISSEER, N.; PIVELLO, V. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamia* H. Wendl. & Drude. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n.1, p. 55-64, mar. 2002.

EVANS, M.R.; KONDURU, A.; STAMPS, R.H. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. **Hort Science**. V.31, v. 6, p. 965-967. oct..1996.

FARIA, R.T.; DALIO, R.J.D.; UNEMOTO, L.K.; SILVA, G.L. Propagação *in vitro* de *Oncidium baueri* Lindl. (Orchidaceae) sem uso de ágar. **Acta scientiarum**. V. 28, n. 1, p. 71-74, jan./mar.. 2006.

FARIA, R.T.; REGO, L.V.; BERNARDI, A.; MOLINARI, H. Performance of different genotypes of Brazilian orchid cultivation in alternatives substrates. **Brazilian archives of biology and technology**. v. 44, n. 4, p. 337-342, dec. 2001.

FERMINO, M.H.; TRENTIN, A.L.; KÄMPF, A.N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: resíduos industriais e agrícolas. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p. 241-248. 2000a.

FERMINO, M.H.; TRENTIN, A.L.; KÄMPF, A.N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p. 241-248. 2000b.

FERNANDES, C.; CORÁ, J.E.; BRAZ, L.T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura brasileira**. V. 24, n. 1, jan./mar.. 2006.

FERRAZ, M.V.; CENTURIUM, J.F.; BEUTLER, A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 2, p. 209-214, apr./jun..2005.

FIGUEIREDO, M.L., MOTOIKE, S.Y., PAULA, C.C., PRAXEDES, S.C., BARRETO, A.L.X.M.. Utilização de raízes de aguapé como substrato para aclimação de *Quesnelia quesnelia*. In: XLIX Reunião Annual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Fortaleza, **Anais...**, Ceará: ISTH. 2003.

FRANCISCO, O.G.M.J.; HELOÍSA, S.F.S. Substratos comerciais e com esterco de curral na produção de mudas de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 1, p. 7-11, jan./abr.. 1999.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial "Casca de Tungue" como componente de substrato para plantas**. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: RS. 2002. 99p

GUARÇONI, A.M.; MENDONÇA, E.S. Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, jul./dez., 2003.

HANDRECK, K.A. Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. **Soil Science**. V.24, n. 3 & 4, p. 349-363. 1993.

INGRAM, D.L.; HENLEY, R.W.; YEAGER, T.H. Growth media for container grown ornamental plants. **Florida Cooperative Extension Service**, n. 241, mai., 1993, 16p.

ISRAEL, C.M.. **Utilização do Resíduo do processamento do palmito (*Euterpe edulis* MART. – ARECACEAE) para a produção de enzimas hidrolíticas por fungos do gênero *Polyporus***. Dissertação, Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, FURB, Blumenau (SC). 2004. 136p.

IVONE, L. **O cultivo de orquídeas como renda econômica e preservação da espécie na região de Blumenau**. Dissertação de especialização em biologia, FURB, Blumenau: SC. 1990. 38p.

KAMPF, A.N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária. 2000. 254p.

KONDURU, S.; EVANS, M.R.; STAMPS, R.H. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. **Hort Science**. v. 34, n.1, p. 88-90. 1999.

KOSIR, P., SKOF, S., LUTHAR, Z. Direct shoot regeneration from nodes of *Phalaenopsis* orchids. **Acta agriculturae slovenica**. Slovenia, v.83, n.2, p.233-242, nov. 2004.

KRAMER, J. **Orquídeas**. Rio de Janeiro: Salamandra. 1994. 276p.

LACERDA, M.R.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J.J.V., BARRETO, L.P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**. Viçosa: MG, v.30, n.2, p. 163-170. 2006.

LIMA, R.C., HERNADEZ, F.B.T., SANTOS, R.A., FILHO, W.V.V., BERGAMASCHINE, A.F. Influência da época e forma de aplicação de NPK na produção de resíduos de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) destinados a nutrição animal. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE EGENHARIA AGRÍCOLA, 2003. Goiânia. **Anais...**, Goiás: CONBEA. 4p, 2003b.

LIMA, R.L.S., SIQUEIRA, D.L., WEBER, O.B., BUENO, D.M., CECON, P.R., PAIVA, J.R. Substratos alternativos para produção de mudas de acerola em tubetes. In:XLIX Reunião Annual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Fortaleza, **Anais...**, Ceará: ISTH. 2003a.

LORENZI, H., FILHO, L.E.M. **The Tropical Plants of R. Burle Marx**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, p. 369-370. 2001.

LORENZI, H., SOUZA, V.C. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: Plantarum, p. 106-125. 2005.

LORENZI, H., SOUZA, H.M., COSTA, J.T.M., CERQUEIRA, L.S.C., BEHR, N. **Palmeiras no Brasil**. Nova Odessa, SP: Plantarum, p.154-156. 1996.

LORENZI, H., SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum.v.1. p. 34-37. 1996.

LUTHAR, Z. Phalaenopsis: the moth orchid In: Canadian Orchid Congress. **Anais...** 3p. 2003.

MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; CARVALHO, P.R.; YAMAMOTO, N.L. CACCIOLARI, C. Casca de pinus: avaliação da capacidade de retenção de água e da fitotoxicidade. **Colloquim Agrariae**. V.1, n.1, p. 19-24. set., 2005.

MACIEL, A.L.R.; SILVA, A.B.; PASQUAL, M. Aclimação de plantas de violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl) obtidas *in vitro*: efeitos do substrato. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. V. 24, n. 1, p. 9-12, jan./mar.. 2000.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.C.; MORETTI, C.L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n.1, p.1, jan. 2003.

MEEROW, A.W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **Hort Science**. V. 29, n. 12, p.1486-1486, dec.. 1994.

MENEGUCE, B.; DOMINGUES, R.B.; FARIA, R.T. Propagação vegetativa de *Epidendrum ibaguense* Lindl. (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim. **Semina Ciência Agrária**, UEM, Londrina: PR, v. 25, n. 2, p. 101-106, abr./jun.. 2004.

MENEZES JÚNIOR, F.G.O.; FERNANDES, H.S. Substratos formulados com vermicompostos e comerciais na produção de mudas de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 4, n. 3, p. 191 - 196, set./dez.. 1998.

MINAMI, K. A pesquisa em substratos no Brasil. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 169-170, 2000.

MORAES, L.M.; CAVALCANTE, L.C.D.; FARIA, R.T. Substratos para aclimação de plântulas de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae) propagadas *in vitro*. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1397-1400. 2002.

MORAES, L.M., CAVALCANTE, L.C.D., FARIA, R.T. Substratos para aclimação de plântulas de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae) propagadas *in vitro*. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.24, n.5, p. 1397-1400. 2000.

MORGANDO, I.F., CARNEIRO, J.G.A., LELES, P.S.S., BARROSO, D.G. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.709-712, out/dez. 2000.

OLIVEIRA, L.C.; GEISEL, A.; MARX, A. Aproveitamento de casca de vime como componentes de substratos para cultivo de plantas ornamentais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages: SC, v. 4, n. 2, p. 126-132. 2005.

ORTEGA, M.C.; MORENO, M.T.; ORDOVÁS, J.; AGUADO, M.T. Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. **Scientia Horticulturae**. v. 66, p. 125-132. 1996.

PAULA, C.C., SILVA, H.M.P. **cultivo prático de orquídeas**. Viçosa: UFV. 2004. 106p.

PAULA, C.C.; NASCIMENTO, A.M.; FONTES, L.E.F.; FERNANDES, B.A.; LIMA, F.N.B. Utilização de (*Salvinia auriculata*) como substrato para o cultivo de bromélias. **Vidalia**. v. 1, n. 1, p. 47-56. 2003.

PRASAD, M. Physical, chemical and biological properties of coir dust. **Acta Horticulture**. v. 450, p. 21-29. 1997

PIRE, R.; PEREIRA, A. Propiedades físicas de componentes de substratos de uso común em la horticultura del estado de Lara, Venezuela. **Bioagro**. V. 15, n. 1, p. 55-63. 2003

PREVEDELLO, C.L.; LUIZ, C. **Física do solo**. Curitiba: SAEAFS. 1996. 446p.

PIO et al.. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 604-609, mai./jun.. 2005.

RAMOS, M.G., HECK, T.C. **Cultivo da palmeira-real-da-austrália para produção de palmito**. Florianópolis: Epagri, 32p. (Epagri. Boletim didático, 40). 2004.

REGO, L.V.; BERNARDI, A.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Desenvolvimento vegetativo de genótipos de orquídeas brasileiras em substratos alternativos ao xaxim. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas: SP, v. 6, n.1/2, p. 75-79. 2000.

REITZ, P.R, KLEIN, R.M.. **PALMEIRAS**. Itajaí: SC. Herbário Barbosa Rodrigues. p.106-115.1974.

REZENDE, M.E., JASMIM, J., FREITAS, C.B. Avaliação comparativa da fibra de coco verde no cultivo de *Cattleya forbesii* LINDL. In: XLIX Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, Fortaleza, **Anais...**, Ceará: ISTH. 2003.

RODRIGUES, A. **O agronegócio do palmito no Brasil**. Balneário Camburiú: SC. Epagri. P.69. 2003.

ROSA *et al.*. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Documentos. Embrapa, Fortaleza: CE. p. 1677-1915, mai.. 2002.

SANTOS JÚNIOR, N.A.S.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudos da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistemas de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**. V. 10, n. 1, p. 103-117, jan./jun.. 2004.

SANTOS, M.R.A.; TIMBÓ, A.L.O., CARVALHO, A.C.P.P.; MORAIS, J.P.S. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimação de plântulas de *Heliconia psittacorum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: DF, v. 39, n. 10, p. 1049-1051, out. 2004.

SCHWARZ, S.F. [Coluna de Tensão]. Porto Alegre. il. collor. 2006.

SCHMITZ, J.A.K., SOUZA, P.V.D., KAMPF, A.N.. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral ou orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p. 937-944. 2002.

SILVA, W. **O cultivo de Orquídeas no Brasil**. São Paulo: Nobel. 1986. p. 98.

SILVA, L.J.C. Demanda de substratos na floricultura. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 163-165. 2000a.

SILVA, L.; PORTO, M.D.M.; KÄMPF, A.N. Características químicas e físicas de substratos à base de turfa e casca de arroz carbonizada. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 163-165. 2000b.

SILVA, Ê.F.F.; ANTI, G.R.; CARMELLO, Q.A.C.; DUARTE, S.N. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. **Scientia agrícola**, v. 57, n. 4, p.785-789, out./dez.. 2000c.

SILVEIRA, E.B., RODRIGUES, V.J.L.B., GOMES, A.M.A., MARIANO, L.R., MESQUITA, J.C.P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p. 211-216, jun. 2002.

SOUZA, N.A., JASMIM, J. Crescimento de singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo de coco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 39-44, jan-mar. 2004.

SOUZA, F.X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. **Revista Lavoura arrozeira**, v. 46, n. 406, jan./fev. 1993. 11p.

STANCATO, G.C., ABREU, M.F., BERTON, R. KERBAUY, G.B. Cultivo de plantas de *Dendrobium nobile* CV. Giblanc (ORCHIDACEAE) em substratos contendo xaxim ou casca de coníferas. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 197-201. 2000.

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

TEDESCO, M. J., VOLWEIS, S. J., BOHNEN, H. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1985. 188p. (Boletim Técnico, 5).

TERRA, S.B.; STUMPF, E.R.T.; BOSENBECKER, V.K., MEDEIROS, C.A.B.; GOMES, J.C.C.; PEREIRA, A.F. Substratos alternativos para a aclimação de *Cattleya intermédia*: estudos preliminares. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 1, n. 1, p. 489-492. 2006.

TONNI, R.C.G. **Utilização da Bainha Mediana de Palmito (*Euterpe edulis* Mart. – Arecaceae) como Substrato para Cultivo de *Lentinula edodes* (Beck.) Pegler**. 2004. p. 125. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

UPNMOOR, I. **Cultivo de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2003. 61p.

UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A; SPIERING, S.H.; SAES, L.A. Coeficiente de caminamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.136-142, jan./mar. 2004.

UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A; SPIERING, S.H.; SAES, L.A. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Science Agrícola**, v.59, n.3, p.505-511, jul./set. 2002.

VALENZUELA, O.R.; LALLANA, V.H.; TONELLI, B.B.; ROTHMAM, S.M.; LALLANA, M.C. Modificación de las propiedades físicas, pH y conductividad eléctrica de lombricompostos inducida por agredado de arena. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p 191-196. 2000.

VIEIRA, M.A. **Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoitos fibroso.** Dissertação, Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, UFSC, Florianópolis: SC. 2006. 163p.

VLEESCHAUWER, D.D.; VERDONCK, O.; DE BOODT, M. The use of town refuse compost in horticultural substrates. **Acta Horticulturae**. v. 99, p. 149-155. 1980.

YAMAKAMI, J.K.; FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; OLIVEIRA, L.V.R. Cultivo de *Cattleya* Lindley (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá: PR, v.28, n. 4, p. 523-526, oct./dec., 2006.

ZOTZ, G.; VOLLRATH, B. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: experimental approach. **Acta Oecologica**. v. 23, p. 99-102, 2002.

ZOTZ, G. Substrate use of three epiphytic bromeliads. **Ecography**. V. 20, p. 264-270. 1997