ELISABETE DOMINGUES SALVADOR

EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SAMAMBAIA MATOGROSSENSE (*Polypodium aureum*).

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Mestre".

Orientador:
Prof. MOACIR PASQUAL

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

ELISABETE DOMINGUES SALVADOR

EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SAMAMBAIA MATOGROSSENSE (*Polypodium aureum*).

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Mestre".

Orientador:
Prof. MOACIR PASQUAL

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

(Orientador)

ELISABETE DOMINGUES SALVADOR

EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE SAMAMBAIA MATOGROSSENSE (*Polypodium aureum*).

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "Mestre".

APROVADA em 31 de agosto de 1995

Prof. Denise Garcia de Santana

Prof. Mozart Martins Ferreira

Prof. Dr. Moacir Pasqual
(Orientador)

Aos meus pais,
Ramiro e Maria Emília
A minha irmã,
Ketrine

OFEREÇO

À todos que lutam
pela preservação
do meio ambiente

DEDICO

BIOGRAFIA DO AUTOR

ELISABETE DOMINGUES SALVADOR, filha de Ramiro Domingues Salvador e Maria Emilia Clemente Salvador, nascida em Mauá, São Paulo, a 22 de fevereiro de 1968.

Concluiu o curso de Engenharia Agronômica, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras/ESAL, em 04 de abril de 1992.

De março de 1992 a março de 1993 estagiou na área de Floricultura e Paisagismo no Departamento de Agricultura da ESAL.

Em 1993, iniciou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração Paisagismo, a nível de Mestrado, na Universidade Federal de Lavras/UFLA.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Moacir Pasqual , pela amizade, confiança e estimulo constantes durante todo o curso.

A Prof. Denise Garcia de Santana, da Universidade Federal de Uberlândia, pela coordenação, amizade e apoio.

Ao casal Silvio Tulio Spera e Maria Roseli Nicoli Spera pelo auxílio prestado na elaboração das análises físicas dos substratos, pelo grande carinho e amizade.

Aos funcionários do viveiro de espécies ornamentais Afonso do Carmo Guimarães e Gersé Francisco de Paula, que me auxiliaram na montagem e condução do experimento.

Aos laboratoristas Vantuil Antônio Rodrigues e Evaldo de Souza Arantes, do Laboratório de Cultura de Tecidos/UFLA.

Ao amigo de todas as horas Delacir da Silva Brandão Júnior.

A Carlos Boa Viagem Rabello, Anna Lygia R. Maciel, Alessandra Paszternak e Ketrine Domingues Salvador, que me auxiliaram nas coletas de dados do experimento.

A todos os amigos que partilharam comigo a realização desse trabalho, o meu

MUITO OBRIGADO.

SUMÁRIO

PÁGINA

LISTA DE TABELAS vii

LISTA DE FIGURAS ix

RESUMO x

SUMARY xii

1 INTRODUÇÃO 01

2 REVISÃO DE LITERATURA 03

2.1 Características das Pteridófitas 03

2.1.1 ***Polypodium aureum*** 03

2.1.2 ***Dicksonia sellowiana*** (Presl.)..... 04

2.2 Substratos 06

2.2.1 Caracterização dos substratos 09

2.2.1.1 Características físicas 13

.Porosidade Total 13

.Densidade 16

.Capacidade de Retenção de Água..... 17

.Espaço de Aeração 19

2.2.1.2 Características químicas 20

.Capacidade de Troca de Cátions..... 20

.Valor de pH 21

2.2.1.3 Componentes dos substratos 22

.Pó-de-xaxim 23

.Esfagno 24

.Casca de Arroz 25

.Vermiculita 27

.Composto Orgânico 28

.Plantmax 28

3 MATERIAIS E MÉTODOS 30

3.1 Local 30

3.2 Mudas 30

3.3 Instalação e condução do experimento 31

3.4 Caracterização física e química dos substratos... 33

3.4.1 Métodos empregados na determinação das características físicas 33

3.4.2 Métodos empregados na determinação das características químicas 34

3.5 Avaliação do material vegetal 34

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 36

5 CONCLUSÕES 52

6 BIBLIOGRAFIA 54

7 ANEXOS 61

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

TABELA 01 Características de um substrato ideal 12

TABELA 02 Avaliação do desenvolvimento de mudas de samambaia matogrossense (*Polipodium aureum*) aos 120 dias após o plantio 37

TABELA 03 Características físicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 39

TABELA 04 Características químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 40

TABELA 05 Teor de nutrientes dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 49

TABELA 06 Umidade volumétrica dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) em diferentes pontos de tensão 50

TABELA 07 Notas dadas pelos avaliadores aos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 51

TABELA 08 Coeficiente de correlação entre Peso da Matéria Fresca da Parte Aérea (PV) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 61

TABELA 09. Coeficiente de correlação entre Peso da Matéria Seca da Parte Aérea (PS) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*) 62

TABELA 10. Coeficiente de correlação entre Número de Folhas (NF) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*)..... 63

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 01 Curva de retenção de água contendo as relações entre água e ar 15

FIGURA 02 Curva de retenção de água 18

RESUMO

SALVADOR, Elisabete Domingues. **Efeito de diferentes subtratos no crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense (Polypodium aureum)**. Lavras: UFLA, 1995. 63P. (Dissertação Mestrado em Fitotecnia).*

Foram avaliados 10 diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense (***Polypodium aureum***), e constatou-se que Casca de Arroz e Húmus apresentaram os melhores resultados em características fitotécnicas como peso da matéria seca da parte aérea, 6,18g, peso da matéria fresca da parte aérea, 37,76g, e número de folhas por plantas, 16,12 folhas.

Os substratos Vermiculita e Composto Orgânico, Esfagno e Composto Orgânico e Vermiculita e Húmus também se mostraram aptos a produção de samambaia matogrossense, apresentando resultados como 5,08, 4,85 e 4,40 g de peso da matéria seca da parte aérea, 31,57, 34,36 e 29,13 g de peso da matéria fresca da parte aérea, 11,86, 12,88 e 12,87 folhas por planta e em comprimento de

---

* Orientador: Moacir Pasqual. Membros da banca: Denise Garcia de Santana e Mozart Martins Ferrira.

folhas 23,16, 20,62 e 20,07 cm, respectivamente. Os substratos Esfagno e Húmus e a Casca de Arroz e Composto Orgânico apresentaram resultados intermediários. Os substratos Esfagno e Plantmax, Vermiculita e Plantmax, Pó-de-xaxim e Solo e Casca de Arroz e Plantmax produziram plantas de qualidade inferior.

SUMMARY

EFFECT OF DIFFERENTS HORTICULTURAL SUBSTRATES USED ON MATOGROSSENSE FERNS GROWTH (Polypodium aureum).

Ten diferents substrates were used to cultivate matogrossense ferns (***Polypodium aureum***). It was observeted that the growing medium with Rice Rools and Organic Humus had he best results in agronomic caracteristics how leaves dry weight, 6,18g, leaves fresh weight, 37,76g, and number of leaves, 16,12 leaves in which plant.

Substrates with mistures of Vermiculite and Organic Composted, Sphagnum and e Organic Composted, Vermiculite e Organic Humus can be used, too, as substrate for a growing matogrossense ferns, too. Sphanum Rice Rools and e Organic Humus, Rice Rools and Organic Composted demonstrated intermediated results. Sphagnum and Plantmax, Vermiculite and Plantmax, Pó-de-xaxim and Soil, Rice Rools and Plantmax it isn't recomendated to growing medium matogrossense ferns.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o interesse pela floricultura e plantas ornamentais começou a ter destaque no início dos anos 70 apresentando imensas possibilidades, principalmente como cultura comercial. Sendo uma atividade altamente rentável e que requer mão-de-obra intensiva, pode contribuir com a diminuição do desemprego no país e a fixação do homem ao campo.

Samambaias, de um modo geral, são cultivadas no sul e sudeste do Brasil, sendo muito apreciadas nas grandes cidades.

Conjuntamente a questão comercial, é de se considerar o aspecto relacionado a preservação ambiental. A constante e crescente devastação de várias espécies vegetais ocorre, principalmente, através do extrativismo sendo que sua devida reposição não é realizada, acelerando, assim, seu processo de extinção.

Atualmente o que vem ocorrendo e uma exploração intensiva e indiscriminada de pteridófitas, como um todo. Muito difundido tem sido o uso de estirpe de samambaias como substrato para crescimento e cultivo de plantas. O popular xaxim e utilizado sob forma de pó, pedaços, placas, vasos ou hastes e um ótimo substrato para o cultivo de pteridófitas e orquídeas, representando um passo a mais na devastação que o homem vem

impondo a natureza, destruindo fabulosas matas de Cyataceas, que levaram alguns séculos para se formarem.

Este fato preocupa os técnicos ligados ao setor levando-os ao desenvolvimento de pesquisas utilizando-se de materiais alternativos.

O incremento da floricultura apresentou, como decorrência, uma grande demanda na produção de mudas e, desta forma, exigiu estudos e pesquisas envolvendo as várias etapas de propagação, desde o desenvolvimento de vasos e recipientes, substratos, técnicas de propagação sexuada e assexuada.

A escolha e o correto manejo do substrato é um dos principais problemas técnicos enfrentados pelos viveiristas. A utilização de substratos é especialmente importante em viveiros de mudas onde os cultivos não são feitos no solo "in situ" e sim em recipientes. Neste caso as raízes dispõem de um volume restrito de meio a explorar, tornando as propriedades físicas e químicas do meio de crescimento características de grande importância. Substratos com características indesejáveis podem comprometer a qualidade das plantas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense (***Polypodium aureum***) levando, como decorrência, a substituição do pó de xaxim no cultivo de samambaias, visando a preservação de samambaiaçus (***Dicksonia sellowiana***).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DAS PTERIDÓFITAS

Pertencentes ao grupo das Pteridófitas, as samambaias surgiram há mais de 350 milhões de anos. Da família Polypodiaceae reconhecem-se mais de duzentos gêneros e cerca de cinco mil espécies que vivem nas regiões tropicais e subtropicais (Kawakami, 1992).

2.1.1 ***Polypodium aureum***

A classificação das samambaias é assunto bastante discutido, uma vez que existem várias linhas de estudo. Variando-se o grau de detalhe a que se desce na descrição dos caracteres estudados, estabelecem-se semelhanças ou diferenças que, anteriormente, não eram consideradas. A classificação que é apresentada resulta na fusão de opiniões de vários autores consultados por Lopes (1993).

A samambaia matogrossense pertence a Divisão Pteridophyta, Classe Filicinae, Ordem Filicales, Família Davaliaceae, Gênero Polypodium, Espécie ***Polypodium aureum.***

Quando novas, as frondes apresentam-se com o limbo pouco expandido e a raque enrolada, lembrando a posição do feto animal,

razão pela qual se cognomina as samambaias de fetos. A medida que as frondes crescem, a raque desenrola-se, lembrando a forma de um cajado (Lopes e Barbosa, 1990). Apresentam raízes delgadas e ramificadas, o caule tipicamente rizomatoso, possuindo gemas capazes de brotar e produzir a porção aérea, cresce na superfície do substrato ou mesmo dentro dele.

2.1.3 ***Dicksonia sellowiana*** (Presl.) Hook

Estirpe ereto, arborescente, com até 5 metros de altura e 0,5 metros de diâmetro, com base dos pecíolos ou cicatrizes de folhas antigas (Santos, 1992). Grandes frondes compostas e muito subdivididas ao longo de um grande pecíolo (Silva, Castro e Yano, 1981). As folhas chegam a ter 2 metros de comprimento.

A ***Dicksonia sellowiana*** (Presl.) Hook se encontra em franco processo de extinção, pois é a principal produtora de xaxim, sendo por seu intermédio que se obtém o xaxim verdadeiro, intensamente utilizado como substrato para outras espécies ornamentais como orquídeas, bromélias e outras pteridófitas. Atualmente é realizada a extração do xaxim das espécies ***Cyathea schanchin*** Mart. (Borelli et al, 1990) e ***Alsophila atrovirens*** Langsd. e Fisch. (Bicalho, 1969) em substituição à ***Dicksonia sellowiana*** (Presl.) Hook.

Segundo Tryton (1979), citado por Santos (1992), os fetos arborescentes, ou samambaiaçus, tinham ocorrência em toda a região Neotrópica, porém, atualmente são encontrados somente no sudeste do Brasil e oeste da América do Sul. No Brasil são vistas na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira. Em Minas Gerais, são vistas na Serra do Caparaó e em Ouro Preto.

No princípio do século até aproximadamente 1950, era encontrada com freqüência em parques estaduais e nacionais. Atualmente não existem providencias para evitar a depredação que está sofrendo por coletores, inclusive dentro dos parques (Santos, 1992).

O déficit entre a retirada das plantas dos seus habitats e sua reposição pode ser amenizado, se forem dirigidos estudos com o intuito de produzi-las em níveis quantitativos e qualitativos adequados ao suprimento da demanda (Borelli et al, 1990).

Santos (1992) propõem como medidas conservacionistas a conscientização da comunidade, visando o abandono do uso de vasos de xaxim, criação de áreas que protejam os samambaiaçus, principalmente onde elas ocorrem em maior incidência natural, e sugere, ainda, que a indústria faça seu próprio cultivo do samambaiaçu, a fim de obter sua matéria prima sem depredar o meio ambiente.

2.2 SUBSTRATOS

Entre os fatores que influenciam o cultivo de plantas ornamentais destaca-se o substrato, por sua atuação sobre a qualidade do produto final e nos custos de produção (Grolli, 1991).

O hábito de se cultivar plantas em recipientes tornou-se uma atividade econômica explorada no mundo todo, o que gerou a necessidade de buscar outros meios de crescimento, além do solo mineral (Grolli, 1991). Em muitos países da Europa, como na Bélgica, Franca, Holanda e Alemanha, onde a produção hortícola possui forte expressão econômica, substratos vem cada vez mais substituindo o uso do solo mineral com meio de cultivo (De Boodt, 1974).

Considerando que a maioria das plantas ornamentais são cultivadas em recipientes pelo menos em uma fase de produção, a qualidade do material usado como meio de cultura pode definir o lucro ou o prejuízo do produtor (Kämpf, 1992). De Boodt (1974) cita que substratos adequados representam 3 % do custo total de uma produção, e proporcionam aumentos de 10 a 30 % no valor final de comercialização, devido ao acréscimo de produção e melhoria na qualidade das mudas.

O meio onde se desenvolvem as raízes, denominado substrato, pode ser formado por materiais puros, misturas a base de solo

mineral ou misturas sem solo. Embora, exercendo funções semelhantes com relação as plantas, substrato e solo se diferenciam em aspectos básicos. O solo tem gênese e perfil peculiares, com processos de formação envolvendo milênios, estando intimamente relacionado com a paisagem e condições ambientais circundantes. Por sua vez o substrato não apresenta tais características, sendo resultado da manipulação de materiais com um determinado objetivo (Kämpf, 1992).

Para Atkins e Waller (1982), a busca de substratos de boa qualidade é uma atitude positiva que deve ser adotada por todos os interessados na produção de meios de cultivo. Segundo esses autores, essa qualidade diz respeito a habilidade do substrato em sustentar um bom e saudável crescimento das plantas. Sua importância é destacada também pela influência que este apresenta sobre as perdas e ganhos dos viveiristas comerciais, uma vez que problemas referentes a qualidade final das plantas dificilmente podem ser resolvidos após o plantio das mudas no meio.

A utilização de substratos padronizados permite a automatização de programas de irrigação e fertilização, a eliminação de doenças de solo, além de reduzir o período de cultivo (Bellé, 1990).

Bordas, Backes e Kämpf (1988), avaliando sete diferentes materiais, denominados de compostos orgânicos ou terra vegetal, utilizados para uso doméstico ou para a produção de plantas em viveiros, vendidos no comercio especializado da cidade de Porto

Alegre, concluíram que estes materiais apresentavam em sua maioria uma série de problemas com relação a pH, CTC, aeração e alguns deles não podendo ser considerados nem como substrato e sim como condicionadores físicos e químicos. Os autores relatam como medidas necessárias análises rigorosas por laboratórios oficiais a fim de dar melhor especificação de cada produto, bem como, ter um controle de qualidade dos mesmos. Verificou também, a necessidade de uma fiscalização por parte de órgãos competentes, da qualidade de tais produtos, a fim de proteger o consumidor.

Stradiotto, D'Oliveira e Grazziano (1982), avaliando o efeito de 5 diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de samambaia-de-metro (***Polypodium subauriculatum*** Blume), observaram que, após 250 dias de cultivo das mudas, os tratamentos compostos de 1 terra : 1 esterco, 1 terra : 2 esterco : 1 areia, 1 terra : 2 esterco : 1 xaxim, 1 terra : 1 esterco : 1 terra vegetal : 1 xaxim e 1 xaxim : 1 esterco propiciaram um desenvolvimento semelhante para todas as plantas.

Para se conseguir um substrato ideal e necessário que, na hora da escolha dos materiais, leve-se em conta as características químicas e físicas dos substratos, e o preço dos componentes do substrato (Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt, 1981).

2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS

Segundo Rac (1985), o crescimento de raízes de plantas em vasos é condicionado a um volume limitado de substrato, portanto este deve se aproximar das condições ótimas de desenvolvimento de cada espécie. A seleção do substrato é considerada como um dos aspectos mais relevantes na produção de plantas ornamentais (Fitzpatrick e Carter, 1983).

Diversos autores apresentam opiniões variadas, preconizando inúmeras características que um substrato ideal deve apresentar. Segundo Kämpf (1992) a variedade de opiniões pode ser interpretada como resultado das diversas necessidades geradas por ambientes e culturas diferentes.

Ausência de patógenos, bem como propágulos de ervas daninhas, propriedades conhecidas e constantes, baixo custo e que seja adequado ao cultivo de várias espécies, na visão de Kämpf (1992), são condições exigidas em qualquer material que seja usado como substrato.

O substrato ideal, segundo Coutinho e Carvalho, citados por Mello (1989), deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, ter uma composição química e física uniformes, elevada CTC, boa capacidade de retenção de água, aeração, drenagem e ser um meio preferencialmente estéril.

Gonçalves (1992) comenta que, dentre as características que se espera de um substrato, pode-se citar ser disponível em grande

quantidade e a baixíssimo custo, ter boa capacidade de retenção de água e simultaneamente boa capacidade de drenagem, ser isento de microorganismos nocivos e propágulos de plantas, não possuir substâncias tóxicas, ter valores de pH próximo da neutralidade, não alterar propriedades físicas e químicas quando submetidos a esterilização, ser um material leve porém firme e consistente, ser inodoro e apresentar estabilidade físico-química, não se alterando se submetido a armazenamento prolongado.

É difícil encontrar um material que, sozinho, atenda a todas essas exigências, além daquelas determinadas pela planta a ser cultivada (Grolli, 1991; Kämpf, 1992), assim como é difícil encontrar um solo que possua as qualidades para o cultivo de todos os tipos de plantas. Isto leva a formulação de misturas onde, com a adição de vários substratos, tenta se obter o maior número possível de características positivas (Gonçalves, 1992).

Waters, Lewellyn e Nesmith (1970) recomendam especial atenção as propriedades físicas e químicas, pois exercem grande influência na qualidade da planta produzida. As propriedades físicas e químicas são inerentes a cada substrato em particular, sendo que diferentes substratos apresentam propriedades diferentes. Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt (1981) relatam que as características físicas e químicas de cada substrato são muito diferentes, sendo necessário conhecer suas propriedades, para que se possa seqüenciar os ajustes que devem ser feitos às diferentes circunstâncias de uso.

Comparando o cultivo em recipientes com o processo a campo, observa-se que a limitação do espaço para o crescimento das raízes traz consigo alterações importantes a serem consideradas com o aumento da densidade de raízes por volume de substrato, como conseqüência este deverá apresentar suficiente porosidade, capaz de suprir rapidamente as trocas gasosas necessárias no meio; a pequena altura do recipiente dificulta a livre drenagem, exigindo que o material usado apresente boa permeabilidade; não havendo contato com o lençol freático, interrompe-se o fornecimento natural de água, que passa a ser dependente da irrigação, tendo o material que apresentar capacidade de retenção de água , liberando-a conforme a demanda da planta; as constantes irrigações tendem a promover o deslocamento dos nutrientes do meio, que deve apresentar um certo poder tampão para evitar esta lixiviação. Portanto, porosidade, permeabilidade, retenção de água e capacidade de troca de cátions são algumas características importantes, que definem a qualidade de um material a ser usado como substrato (Kämpf, 1992).

Devido as condições restritas para o desenvolvimento das plantas em recipientes, as características físicas e químicas são fatores determinantes na escolha de um correto substrato. Diversos pesquisadores tem procurado estabelecer as propriedades ideais de um substrato. Na Tabela 01 (página 12) é apresentada uma síntese de indicações.

TABELA 01 . Características de um substrato ideal

Autor	Densidade seca (g/cm^3)	Porosidade total (% volume)	Espaço de aeração (% volume)	Capacidade retenção de água (% volume)	pH	CTC ml/dl
Rac (1985)	–	85	20 - 30	26-40	–	–
Conover (1967)	0,35 - 0,50	–	10 - 20	–	5,5 - 6,5	20 - 60
De Boodt e Verdonck (1972)	–	85	20 - 30	–	–	–
Bunt (1973)	0,40 - 0,50	–	10 - 15	–	–	–
Goh e Haynes (1977)	–	85	20 - 30	–	–	–
Verdonck et al (1981)	–	–	30 - 40	40 - 50	5,0 - 5,8	–
Penningsfeld (1983)	–	–	30 - 40	40 - 50	5,5 - 6,5	12
Verdonck (1983)	–	–	> 10	10 - 15	4,0 - 6,5	–
Boertje (1984)	–	85	20	55 - 80	–	–
Verdonck e Gabriels (1988)	0,17 - 0,19	85	20 - 30	–	4,5 - 6,0	–
Riviere (1980)		75				

2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Verdonck (1983) afirma que as características físicas são as mais importantes em um substrato, porque as relações entre água e ar não podem ser mudadas durante o cultivo. Rac (1985) relata que a utilização de mistura de substratos proporciona maior aeração, menor déficit hídrico, além de estabilizar a estrutura do solo. Entretanto, para assegurar uma mistura adequada, recomenda-se a análise física do substrato para cada cultura.

As características físicas do substrato incluem porosidade total, densidade seca, espaço de aeração e capacidade de retenção de água. Dentre estas, as relações entre os volumes de água e ar presentes no substrato são especialmente importantes.

POROSIDADE TOTAL

O aspecto físico mais importante de um substrato, segundo Boggie (1970), é a presença de estrutura porosa com capacidade de estocar e suprir água para as raízes das plantas e, ao mesmo tempo, proporcionar aeração adequada.

Para Rac (1985), a porosidade total é o espaço livre deixado entre as partículas do substrato, e se divide em macro e microporos. Macroporos são os poros maiores, responsáveis pela

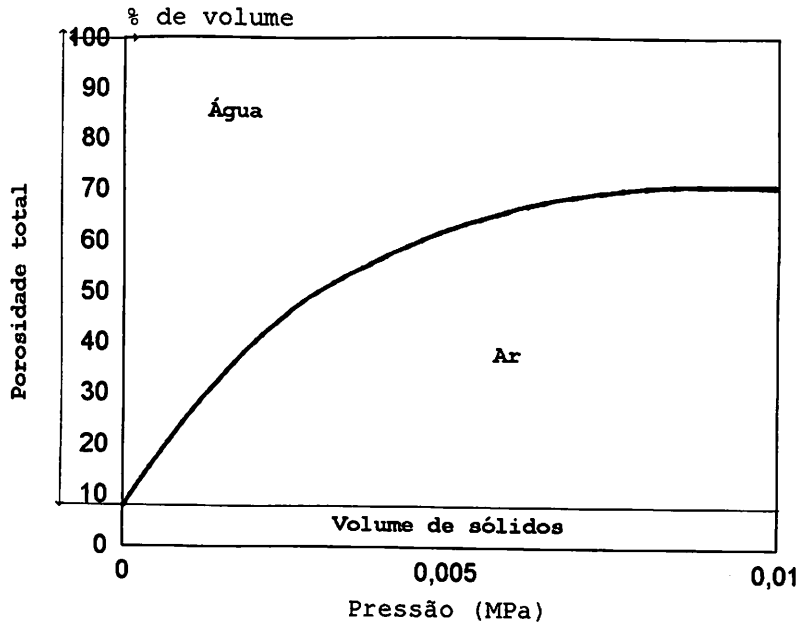
circulação de água e ar, e microporos correspondem aos poros menores, que armazenam água (Hénin, Gras e Monnier, 1976).

A porosidade total dos substratos é superior a do solo, que é de 40 a 50% do volume total (Gras e Agius, 1983), sendo que a porosidade dos substratos alcança valores de 70 a 95% do volume total (Bix, 1973). O valor de porosidade ideal, indicado por Riviere (1980), é de 75% do volume total. Já De Boodt e Verdonck (1972), Goh e Haynes (1977), Boertje (1983), Rac (1985) e Verdonck e Gabriels (1988), ressaltam a necessidade de predomínio do volume de poros sobre o volume de sólidos, cerca de 85% de porosidade, em situação de saturação hídrica, e proporção igual entre volume de água e ar (relação 1:1).

Se a porosidade de um substrato não for a ideal, muitos dos poros estarão cheios de água, diminuindo, desta forma, o espaço de aeração, tendo como efeito, um mal desenvolvimento das plantas (Verdonck, 1983).

Segundo Verdonck (1981) a porosidade total, em substratos, pode ser determinada pela curva de retenção de água, e corresponde a umidade volumétrica em 0,0 MPa de pressão, ou seja, quando se encontra no ponto de saturação (Figura 01, pág.15).

FIGURA 01. Curva de retenção de água contendo as relações entre água e ar (Verdonck, De Vleeschauwer e De Boodt, 1981).



DENSIDADE

A densidade do substrato é a relação entre a massa e o volume de substrato (Bellé, 1990), sendo, atualmente, expressa em gramas por centímetro cúbico.

A densidade que o substrato apresenta dá uma idéia prévia de características como porosidade total, água disponível e espaço de aeração (Boelter, 1969). Valores extremos de densidade são considerados inadequados (Bellé, 1990). Kämpf (1992) relata que, apesar da heterogeneidade de informações, busca-se uma baixa densidade de volume, com valores em torno de 0,5 gramas por cm^3 para densidade seca e 1,0 grama por cm^3 para densidade úmida. Densidades muito elevadas (maiores que 1,0 g/cm^3), indicam baixa porosidade, pois conforme Beardsell (1979), a densidade seca é inversamente proporcional a porosidade do substrato. Fontend, Cassel e Larson (1981), observaram a correlação entre altas densidades nos substratos com a diminuição da porosidade total e da água facilmente disponível. Já Prasad (1979), notou que substratos que apresentam baixas densidades fornecem pouca estabilidade às plantas.

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

Veihmeyer e Hendrickson (1931) definem a capacidade de um substrato em reter água como a quantidade de água que este retém depois que o excesso for drenado e a taxa de movimento descente decresce. É uma característica importante, pois um substrato deve ter capacidade de reter o suficiente de água para que a planta a absorva sem gastar muita energia e também não reter em demasia para não encharcar (Bordas, Backes e Kämpf, 1988). Segundo Sancho (1988) é o fator de maior influência sobre a produtividade. Diferentes substratos tem diferentes capacidades de disponibilidade de água, sendo esta propriedade muito importante em programas de irrigação (Verdonck, 1981).

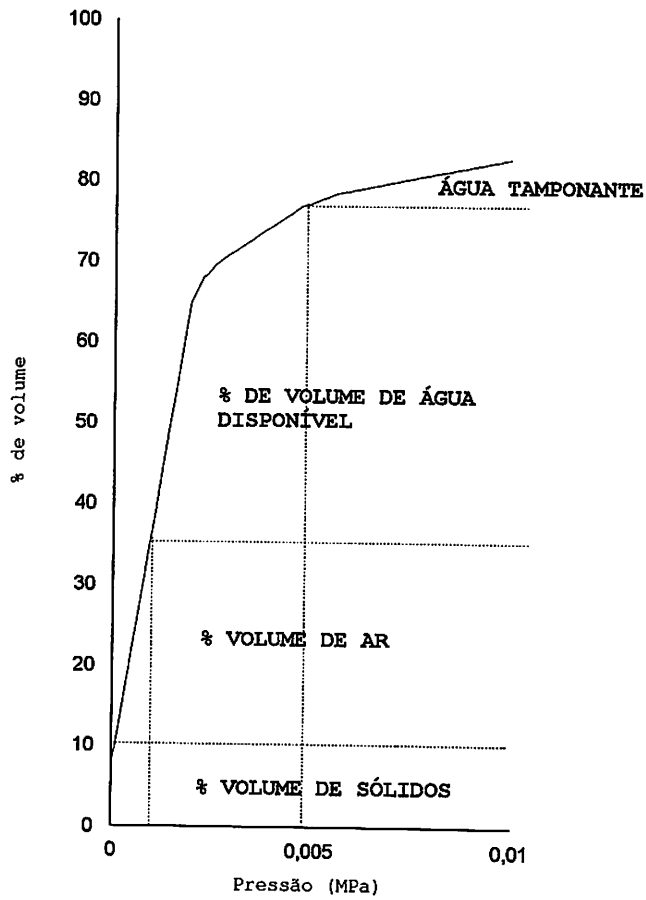
Não existe uma definição exata de valor de retenção de água para um substrato, pois as exigências são bastante variadas entre as espécies (Bordas et al, 1988). Segundo Conover (1967), o percentual de água que deve ficar retido no substrato e ao redor de 50% do volume do substrato.

A distribuição de água pode ser determinada pela curva de retenção de água (Figura 02, pág.18).

A capacidade do substrato em reter água é utilizada para substratos em comparação ao termo capacidade de campo, que é utilizado para solos, e indica o limite superior de água disponível às plantas (White e Mastakerz, 1966). Devido ao uso de vários tamanhos de recipientes, o valor de capacidade de vaso

muda de acordo com diâmetro, altura, forma e volume do recipiente utilizado (Spomer, 1974).

FIGURA 02. Curva de retenção de água (Verdonck, Pennink e De Boodt, 1983).



ESPAÇO DE AERAÇÃO

Não somente a água é necessária para as plantas, mas também o ar é muito importante no crescimento radicular. Uma boa distribuição do espaço poroso é importante em um substrato (Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt, 1981).

O substrato deve ter sempre um espaço de aeração que seja suficiente para permitir o desenvolvimento das raízes e o crescimento da planta. O ideal é que seja próximo de 10 a 20% do volume de substrato (De Boodt e Verdonck, 1972 e Bix, 1973).

A aeração em substratos para vaso é imprescindível à vida e ao desenvolvimento das plantas, principalmente pelo oxigênio que contém (Tibau, 1978). A aeração é a percentagem do volume de poros ocupados pelo ar em um meio, após ter sido saturado com água e deixado drenar (Bugbee e Frink, 1986). É representa pela diferença obtida entre os pontos 0,0 e 0,001 MPa, na curva de retenção de água.

Verdonck, Penninck e De Booft (1983) relatam que, para se ter condições ideais de crescimento, é necessário que o substrato apresente, ao mesmo tempo, 20 % de volume de ar e 20 a 30 % de volume em água facilmente disponível (Figura 02, pág.18)

2.2.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Entre as características químicas, as análises mais comumente realizadas são valor de pH e capacidade de troca de cátions.

A análise de teor de nutrientes pode ser dispensável, uma vez que, em produções comerciais de plantas ornamentais, adubos químicos são largamente utilizados, sendo adicionados conforme a necessidade da cultura (Verdonck, 1983).

A quantidade de nutrientes presentes na maioria dos materiais usados em substratos é geralmente baixa ou nula. Bunt (1983) afirma que as dosagens de fertilizantes usadas em substratos variam quanto aos constituintes da mistura e quanto ao crescimento da planta.

CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)

É senso comum que o substrato deve apresentar alta capacidade de troca de cátions (Kämpf, 1992), por ter importante função na reserva de nutrientes disponíveis para as plantas (Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt, 1981). Quanto maior ela for melhor, pois, com uma CTC alta, a perda de nutrientes por lixiviação é reduzida, diminuindo assim a necessidade de adubação (Bordas, Backes e Kämpf, 1988 e Backes, Kämpf e Bordas, 1988).

Penningsfeld (1983) recomenda que tenha valores maiores que 12 ml/dl.

Backes, Kämpf e Bordas (1988), relatam que a casca de arroz e o pó-de-xaxim apresentam baixa CTC, 5,5 ml/dl e 5,9 ml/dl, respectivamente, provavelmente por não possuírem substâncias húmicas em sua composição, apesar de serem materiais de origem orgânica. Já materiais como o composto de lixo urbano e a turfa por serem materiais com alto teor de matéria orgânica humificada, possuem CTC acima de 12 ml/dl, sendo 58,0 ml/dl e 22,5 ml/dl, respectivamente.

VALOR DE pH

Verdonck (1983) e Waller e Wilson (1983) consideram que a característica química mais importante é o pH, pois pode modificar o suprimento de fertilizantes. A importância do valor de pH no crescimento das plantas é devida ao efeito deste sobre a disponibilidade dos nutrientes, especialmente a disponibilidade de Nitrogênio, Enxofre e Fósforo e, particularmente dos micronutrientes (Waller e Wilson, 1983 e Appleton, 1974).

Toda planta tem um pH ideal para o seu crescimento, sendo este um fator importante no seu desenvolvimento (Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt 1981). Penningsfeld e Kurzmann (1975)

observaram que samambaias necessitam de pH em torno de 4,5 a 5,0.

A reação dos substratos, medida pelo valor de seu pH, deve ficar entre 5,5 e 6,0, em misturas com alta percentagem de matéria orgânica, e mais elevado quando houver mais material mineral (Kämpf, 1992).

2.2.1.1.3 COMPONENTES DOS SUBSTRATOS

A escolha do material a ser utilizado depende não só do objetivo a ser alcançado, mas também da disponibilidade no local, do custo de aquisição e da experiência do viveirista (Kämpf, 1992).

Vários tipos de matéria orgânica e mineral são incorporados ao solo, a variados níveis. Cada material tem suas características físicas e químicas próprias e seu uso está em função de sua efetividade, disponibilidade e custo (Bunt, 1971).

A matéria orgânica consiste em diversos componentes que diferem na taxa de decomposição ou no efeito de fertilização, especialmente na transformação de nitrogênio (Kanamori e Yasuda, 1977).

Várias são as substâncias utilizadas como substratos no mundo todo. Entre nós as mais empregadas são a vermiculita, o

xaxim, o esfagno, a casca de arroz carbonizada, o composto orgânico e o húmus (Gonçalves, 1992).

MATERIAIS EMPREGADOS NA ELABORAÇÃO DE SUBSTRATOS

PÓ-DE-XAXIM

Material tradicionalmente utilizado no Brasil é a fibra de xaxim (Gonçalves, 1992), que é o resíduo proveniente da indústria de fabricação de vasos de xaxim (Backes, Kämpf e Bordas, 1988) e é empregado para o cultivo em vaso de plantas epífitas (Backes, 1988). É um material puramente orgânico e pelo elevado custo de obtenção é um material de emprego limitado.

O xaxim é a fibra esponjosa que envolve o tronco da samambaia arbórea , cientificamente conhecida como ***Dicksonia sellowiana***. Essa fibra cresce sobre os exemplares que já atingiram um certo tamanho e quando este é colhido, a fibra é removida do tronco e depois moída de modo a separar-se em fragmentos que possam ser manipulados para o enchimento de vasos. Como se trata de uma espécie de crescimento muito lento, essa planta deve ser protegida e o seu uso desestimulado. O que a torna tão procurada são as possíveis vantagens que o seu uso oferece e que permite que seja usada como substrato único, sem

misturas, seja para cultivo, seja para enraizamento (Gonçalves, 1992).

Suas principais características são a disponibilidade relativamente grande, boa capacidade de retenção de água, boa capacidade de drenagem, pH ácido, razoável quantidade de nutrientes disponíveis as plantas, fácil manuseio e ser um excelente material para semeaduras, estaquias e alporquias (Gonçalves, 1992).

Borelli et al (1990), pesquisando a propagação de esporos de pteridófitas "in vivo", observaram que o substrato de maior eficiência foi o pó-de-xaxim, quando comparado com o esfagno e o pó de tijolo.

ESFAGNO

Outro material utilizado é o esfagno. Trata-se da estrutura seca de plantas pertencentes ao gênero ***Sphagnum*** (Gonçalves, 1992), tais como ***Sphagnum papillosum, Sphagnum capillaceung*** e ***Sphagnum palustre*** (Bonetti, 1992). Sua renovação na natureza é relativamente rápida e é um excelente material para espécies que exigem elevado teor de umidade no substrato (Gonçalves, 1992).

São plantas de pequeno porte, 10 a 20 centímetros, que se desenvolvem em solos orgânicos, geralmente em baixadas onde há o acúmulo de água, formando pequena lâmina. O material é coletado e cortado em tiras, manual ou mecanicamente, e posto a secar, antes

de ser usado como substrato. É encontrado no mercado em fardos retangulares, secos e com peso de 5 a 10 kg (Gonçalves, 1992).

Suas principais características são ter capacidade de retenção de água muito alta, podendo absorver 10 a 20 vezes seu peso em água, ser leve, conter baixas quantidades de nutrientes, pH ácido, em torno de 3,5 (Bonetti, 1992), baixa capacidade de drenagem, disponibilidade razoável, fácil manuseio e ser extéril em relação a microorganismos (Gonçalves, 1992).

Mattei e Stohr (1980), estudando diferentes combinações de materiais em seus substratos, para a produção de mudas de ***Pinus ellioti***, verificaram que os substratos compostos de 70% de terra + 20% de vermiculita + 10% de esfagno ou compostos de 50% de terra + 30% de turfa + 20% de esfagno, proporcionaram melhores condições de manuseio e desenvolvimento de mudas produzidas em bandejas de isopor.

CASCA DE ARROZ

Verdonck, Penninck e De Boodt (1983) classificaram os compostos de cascas de diferentes origens como sendo bons substitutos dos substratos normais usados em horticultura. Os compostos de cascas com alta relação C:N (casca de arroz, bagaço de cana), quando não são carbonizados, necessitam de uma suplementação de adubos químicos nitrogenados, com a finalidade de acelerar sua decomposição, sem concorrer com a planta

(Instiruto Brasileiro do Café, 1985). É um material utilizado para o desenvolvimento de plantas, pelo fornecimento de nutrientes, pela ativação microbiana do solo e pelo melhoramento da natureza física e química do meio de crescimento da cultura. O conteúdo de elementos nutritivos varia de acordo com as condições ambientais, dentro das quais as plantas cresceram (Tanaka, 1973). Por ser um material pouco ativo quimicamente que, pelas suas propriedades físicas semelhantes à fibra de xaxim, pode substituir este último em determinados cultivos (Backes, Kämpf e Bordas, 1988).

Dentre suas principais características podemos citar ser extremamente leve, de fácil manuseio, grande capacidade de drenagem, pH ligeiramente alcalino, rico em minerais principalmente cálcio e potássio, ser um material estéril e ter baixa capacidade de retenção de umidade (Gonçalves, 1992).

Takeyoshi et al (1984), trabalhando com estacas de ***Chrysanthemum morifolium***cv 'Polaris', obtiveram 99 % de enraizamento quando utilizaram como substrato a casca de arroz carbonizada. Jung e Kämpf (1986), observaram que melhores índices de crescimento de amor-perfeito, cravo-de-defunto e flor-de-mel eram encontrados neste material, quando comparado ao uso de areia.

VERMICULITA

A vermiculita é um substrato de origem mineral originado pela alteração de uma rocha denominada mica. O Brasil possui grandes jazidas desse mineral.

A vermiculita quando exposta a um choque térmico expande-se formando flocos levíssimos, com grande volume de vazios, o que faz com que ela possa absorver de 4 a 5 vezes o seu próprio peso em água (Gonçalves, 1992). De reação neutra, possui propriedades tamponantes, e insolúvel em água, tem uma CTC relativamente alta e possui nutrientes, como o magnésio e o potássio.

Gonçalves (1992) relata que a vermiculita utilizada para fins agrícolas possui características como a granulometria em torno de 2,0 a 3,0 mm, diâmetro médio do grão de 1,7 a 3,0 mm, densidade aparente de 90 kg/m^3, 75% de porcentagem mínima granulometrica em volume, ponto de fusão de 1300 graus Celcius, pH 6,4, é insolúvel em água e solventes orgânicos, não abrasiva, inodora, não se decompõe, não se deteriora, nem apodrece, não é tóxica, é incombustível, tem grande capacidade de aeração e grande capacidade de retenção de umidade.

Ruggiero (1980), cita que, no Havai, a vermiculita é bastante utilizada na composição de substratos, pois mantém a umidade, proporciona uma boa aeração e facilita a remoção de mudas de mamoeiro sem causar danos as raízes.

COMPOSTO ORGÂNICO

O termo composto orgânico é utilizado para designar a mistura preparada pelo amontoamento de restos animais e vegetais, e tem por finalidade sujeitá-los a um processo de decomposição microbiana, ao estado de total humificação. É o processo que transforma a matéria orgânica crua em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem (Kiehl, 1985).

O processo de transformação que se passa no composto é semelhante ao que se passa com a mata florestal, somente que aqui se procura dar ao meio condições favoráveis para acelerar a decomposição. É a técnica para se obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilidade da matéria orgânica (Kiehl, 1985).

Segundo Bonetti (1992), o composto orgânico tem valor limitado de nutrientes às plantas, podendo ser adicionado ao solo para aumentar o seu teor de matéria orgânica.

PLANTMAX

Segundo a empresa que coloca este produto no mercado, o PLANTMAX é um substrato à base de matéria orgânica e vermiculita expandida, possuindo nutrientes suficientes para o arranque

inicial das mudas. Substitui o solo, é livre de plantas daninhas e já vem pronto para a semeadura. Possui umidade de 40 a 50%. pH ($CaCl_2$) de 5,5 a 6,5, e capacidade de retenção de água de 200 a 300% e Mea de 402 a 418 kg/m^3.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi instalado em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada no município de Lavras, estado de Minas Gerais, Brasil, à uma altitude de 900 metros, 21°14'06" de Latitude Sul e 45° de Longitude W.

3.2 Mudas

Foram utilizadas mudas de samambaia Matogrossense (***Polypodium aureum***), doadas pela Empresa Kawakami, situada no município de Ibiúna, estado de São Paulo. As mudas haviam sido obtidas através de propagação por esporos e estavam acondicionadas em bandejas de plástico, com o substrato pó-de-xaxim. Todas possuíam a mesma idade e, em média, 6 folhas de 8,0 cm de comprimento.

3.3 Instalação e condução do experimento

O experimento avaliou dez diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento de ***Polypodium aureum.***

Os substratos eram constituídos de sete materiais diferentes. As misturas diferenciavam-se quanto às proporções volumétricas de seus componentes, com o objetivo de se obter substratos de densidade seca em estufa igual de 0,50 g/cm^3 conforme recomendam CONOVER (1967) e BUNT (1973) e densidade úmida de 1,0 g/cm^3.

Os substratos constituíram-se de:

- Casca de arroz + Composto orgânico (CC)
- Casca de arroz + Húmus (CH)
- Casca de arroz + Plantmax (CP)
- Esfagno + Composto orgânico (EC)
- Esfagno + Húmus (EH)
- Esfagno + Plantmax (EP)
- Vermiculita + Composto orgânico (EC)
- Vermiculita + Húmus (EH)
- Vermiculita + Plantmax (EP)

Fez-se necessário o tratamento do composto orgânico e do húmus com Brometo de Metila, seguindo a metodologia usualmente recomendada.

Foram selecionadas mudas com média de 6 folhas e 8,0 cm de comprimento. As mudas foram plantadas em vasos de 3,5 litros, já contendo os substratos em estudo.

Os vasos foram instalados em casa de vegetação, sob sombrite 70%. no delineamento inteiramente casualizado com dez tratamentos, oito plantas por parcela e três repetições, perfazendo um total de vinte e quatro plantas por tratamento, e duzentos e quarenta plantas no total.

Sob os vasos foram colocados pratos plásticos com 0,4 metros de diâmetro, com a finalidade de manter a umidade nos substratos.

Inicialmente, a irrigação era feita pesando-se os vasos e observando-se sua capacidade de campo. Após essa observação, a quantidade de água fornecida diariamente foi estabelecida.

Não se fez adubação de plantio. A adubação começou quinze dias após o plantio, sendo repetida quinzenalmente. Utilizou-se adubo de formulação 20-05-20.

3.4 Caracterização física e química dos substratos

3.4.1 Métodos empregados na determinação das características físicas

Todas as análises fisicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físicas de Solos, do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, que segue o Manual de Métodos de Análise do Solo da EMBRAPA (1979).

Foram avaliadas características como porosidade total, espaço de aeração, água disponível, densidade seca e permeabilidade do substrato.

Para as três primeiras características utilizou-se método de avaliação próprio para substratos, citado por Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt (1981) e consta da elaboração da curva de retenção de água, de onde se obteve:

. Porosidade total - corresponde a umidade volumétrica das amostras quando submetida a uma tensão de 0,00 MPa.

. Espaço de aceração - é representada pela diferença obtida entre as tensões 0,00 e 0,001 MPa.

. Água facilmente disponível - é o volume de água encontrado entre os pontos 0,001 e 0,005 MPa.

. Água disponível - corresponde ao volume de água liberado entre os pontos 0,001 e 0,01 MPa.

. Água tamponante - é o volume liberado entre 0,005 e 0,01 MPa.

A densidade seca foi análisada pelo método do anel volúmetrico

3.4.2 Métodos empregados na determinação das características químicas.

As análises químicas foram feitas no Laboratório de Fertilidade de Solos, do Departamento de Ciências do Solo da UFLA, seguindo metodologia da EMBRAPA, descrita no Manual de Métodos de Análise do Solo da EMBRAPA (1979).

Foram avaliadas as características capacidade de troca de cátions, pH e teor de nutrientes do substrato.

3.5 Avaliação do material vegetal

Ao final de 4 meses, as mudas foram retiradas dos vasos e avaliadas as seguintes características:

. Número de folhas por planta.

. Comprimento das folhas.

. Peso da matéria seca da parte aérea.

. Peso da matéria fresca da parte aérea.

. Qualidade comercial.

Utilizou-se o parâmetro qualidade comercial para avaliar a aceitabilidade do público, em relação ao desenvolvimento das mudas. Um total de 50 pessoas, selecionadas ao acaso, avaliaram a qualidade das mudas utilizando-se de notas, assim definidas:

. Nota 1- seria dada aos tratamentos em que os vasos estivessem no ponto ideal para serem comercializados.

. Nota 2- seria dada aos tratamentos que levariam algum tempo ainda para chegarem ao ponto de comercialização, não merecendo ser descartados.

. Nota 3- seria dada aos tratamentos que apresentassem plantas sem nenhum valor comercial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito do substrato sobre a produção de samambaia matogrossense

Quando se avaliou o desempenho de nove diferentes substratos em comparação ao substrato Pó-de-xaxim mais Solo, comumente utilizado pelos produtores, pôde-se observar que o substrato Casca de arroz e Húmus apresentou-se estatisticamente superior aos demais, dando os melhores resultados em características fitotécnicas como peso da matéria seca da parte aérea (6,18g), peso da matéria fresca da parte aérea (37,76g) e número de folhas por plantas (16,12). Tal desempenho deve estar relacionado ao substrato possuir as características ideais para crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense.

Verificou-se que este substrato apresenta uma porosidade total de 77,78% , estando bem próxima a porosidade recomendada por Riviere (1980), que é de 75% e por De Boodt e Verdonck (1972), Goh e Haynes (1977), Boertje (1984), Rac (1985) e Verdonck e Gabriels (1988), que citam que um substrato ideal deve possuir 85% de volume em poros.

TABELA 02. Avaliação do desenvolvimento de mudas de samambaia matogrossense (*Polipodium aureum*) aos 120 dias após o plantio.

Substrato	Peso da Matéria Seca da Parte Aérea (g)	Peso da Matéria Fresca da Parte Aérea (g)	Número de Folhas por Planta	Comprimento de folhas (cm)
CH	6,18 a	37,76 a	16,12 a	21,19 ab
VC	5,08 ab	31,57 ab	11,86 abc	23,16 a
EC	4,85 ab	34,36 ab	12,88 ab	20,62 abc
VH	4,40 abc	29,13 ab	12,87 ab	20,07 abc
EH	3,76 bcd	23,34 bc	11,75 abc	18,37 abcd
CC	3,65 bcde	23,48 bc	9,67 bc	21,18 ab
CP	2,55 cdef	15,91 cd	10,62 abc	18,33 abcd
PX	2,15 def	10,77 d	10,25 bc	15,75 bcd
EP	1,66 ef	8,87 d	9,92 bc	13,87 d
VP	0,99 f	5,33 d	6,79 c	14,77 cd

Teste de Tukey para as médias de substrato.

Médias seguidas por letras minúsculas e maiúsculas e distintas diferem, entre si, ao nível de 5%.

Apresentou um pH de 5,7, estando próximo ao pH que Penningsfeld e Kurzmann (1975) indicam como ideal para pteridófitas, que é 4,5 a 5,0. Também se encaixa dentro da faixa de pH de um substrato ideal, como podemos observar nas recomendações feitas por Conover (1967), Verdonck, Vleeschauwer e De Boodt (1981), Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988), Verdonck (1983) e Verdonck e Gabriels (1988), que são, respectivamente, 5,5 a 6,5 , 5,0 a 5,8 9, 5,5 a 6,5 , 4,0 a a 6,5 e 4,5 a 6,0.

Mas em características como capacidade de retenção de água, capacidade de troca de cátions e espaço de aeração, pôde-se observar que, tal substrato, não se encaixa na faixa indicada como ideal pelos autores consultados (Vide Tabela 01, pág.12). Tal constatação pode significar duas coisas, que a espécie ***Polypodium aureum*** se desenvolve muito bem em condições de baixa capacidade de retenção de água e baixa capacidade de troca de cátions, e que não se podem generalizar recomendações dadas as características físicas e quimicas de substratos para todas as espécies de plantas, pois cada uma tem suas próprias necessidades.

É difícil encontrar um substrato que atenda a todas essas exigências, além daquelas determinadas pela planta a ser cultivada assim como é difícil encontrar-se um que possua as qualidades para o cultivo de todos os tipos de plantas.

TABELA 03. Características físicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*).

Substrato	Densidade Seca (g/cm^3)	Porosidade Total (% volume)	Espaço Aeração (% volume)	Água Disponível (% volume)	Permeabilidade (cm/hora)
CH	0,500	77,78	55,68	1,60	166,72
VC	0,500	91,74	40,98	20,79	33,35
EC	0,500	84,74	56,66	4,17	63,19
VH	0,500	86,92	47,71	10,19	28,28
EH	0,500	90,89	51,85	10,32	268,61
CC	0,500	68,83	40,31	11,50	202,29
CP	0,500	78,05	50,43	3,09	35,68
PX	0,500	69,76	41,16	11,55	27,17
EP	0,500	92,39	45,09	17,22	360,78
VP	0,500	87,87	31,15	24,31	187,38

TABELA 04 . Características químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polypodium aureum*).

Substrato	pH (água)	CTC (ml/dl)
CH	5,7	10,0
VC	5,8	10,4
EC	5,8	9,9
VH	5,6	11,5
EH	4,5	4,2
CC	5,1	5,4
CP	5,3	7,2
PX	5,8	11,7
EP	5,6	9,0
VP	5,0	3,8

Possuia espaço de aeração de 55,68%, estando acima do valor máximo indicado por Verdonck, Vleeschawer e De Boodt (1981) e Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988), que é de 40% de volume total do substrato ocupado por ar. Apresentou capacidade de retenção de água de 1,60% , enquanto que o mímino recomendado por Verdonck (1983) é 10%, por RAC (1985) é 26%, por Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988) é 40% e por Boertje (1983) é de 55%. Sua permeabilidade também mostrou-se um pouco elevada, sendo de 166,72 cm/hora. Tais características são inerentes a casca de arroz carbonizada, pois, como cita Gonçalves (1992), possui baixa capacidade de retenção de umidade e grande capacidade de drenagem.

Sua Capacidade de Troca de Cátions (CTC) é de 10,0 ml/dl, estando abaixo dos 12,0 ml/dl indicados por Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988), e dos 20,0 a 60,0 ml/dl indicados por Conover (1967). A baixa CTC se deve, provavelmente, a casca de arroz carbonizada que, segundo Backes, Bordas e Kämpf (1988), apresenta uma CTC de 5,5 ml/dl.

Os substratos Vermiculita e Composto Orgânico, Esfagno e Composto Orgânico e Vermiculita e Húmus também se mostraram aptos a produção de samambaia matogrossense, apresentando os resultados médios nas características fitotécnicas peso da matéria fresca da parte aérea 31,57, 34,36 e 29,13 g, respectivamente, e peso da matéria seca da parte aérea 5,08, 4,85 e 4,40 g. O substrato Vermiculita e Composto Orgânico apresentou

os melhores resultados em comprimento de folhas, em média 23,16 cm. Os substratos Esfagno e Composto Orgânico e Vermiculita e Húmus também apresentaram bom desempenho nas características comprimento de folhas, 20,62 e 20,07 cm, respectivamente, e número de folhas por planta, 12,88 e 12,87.

Quanto ao substrato Vermiculita e Composto Orgânico pode-se observar que o seu volume total de poros (91,74%) está acima dos níveis indicados por todos os autores consultados (vide Tabela 01, pág.12), que citam como uma porosidade ideal de 75 a 85%. O espaço de aeração, que é de 40,98%, está bem próximo aos valores indicados por Verdonck, Vleeschawer e De Boodt (1981) e Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988), que relatam 30 a 40% volume de um substrato deve estar preenchido com ar. Sua capacidade em reter água de 20,79% está bem próxima aos 26 a 40%, em volume, indicados por Rac (1985), e acima dos 10 a 15% indicados por Verdonck (1983). Possui uma permeabilidade de 33,35%. Tais características mostram que este substrato garantiu um bom desenvolvimento das plantas por permitir a aeração do solo, mantendo sempre uma boa reserva de água, não deixando esta drenar rapidamente. Quanto a suas características químicas, apresentou um pH de 5,8 e uma baixa capacidade de troca de cátions, 10,4 ml/dl.

O substrato Esfagno e Composto Orgânico apresentou uma ótima porosidade, 84,74%, pois, De Boodt e Verdonck (1972), Goh e Haynes (1977), Boertje (1984), Rac (1985) e Verdonck e Gabriels

(1988), citam que um substrato deve ter 85% de seu volume ocupado por poros. Possuía espaço de aeração de 56,66%, estando acima do indicado pelos autores consultados, uma baixa capacidade em reter água, 4,17%, e uma permeabilidade de 63,19%. Quanto às características químicas, seu pH de 5,8 está próximo ao indicado por Penningsfeld e Kurzmann (1975), e sua capacidade de troca de cátions, de 9,9 ml/dl, está abaixo dos 12 ml/dl indicados por Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988).

A Vermiculita e o Húmus apresentaram excelentes características físicas e químicas, estando de acordo com as recomendações dos autores consultados, e citados na Tabela 01, pág.12. Possuía uma porosidade de 86,92%, espaço de aeração de 47,71%, capacidade de retenção de água de 10,19%, permeabilidade de 28,28 cm/hora, pH de 5,6 e capacidade de troca de cátions de 11,5 ml/dl. Todos estes dados se encaixam ou estão bem próximos as recomendações que um substrato deve possuir para o perfeito crescimento e desenvolvimento das plantas. Pensando dessa forma o substrato Vermiculita e Húmus deveria ter dado os melhores resultados, já que tem características desejadas para um substrato, mas nota-se que isso não ocorreu. Tal fato pode ser devido a que as recomendações dos autores consultados foram feitas de forma genérica, sem levar em conta as necessidades da espécie que se pretende cultivar.

Encontra-se ainda um grupo de substratos que apresentaram resultados intermediários. São a Esfagno e Húmus e a Casca de Arroz e Composto Orgânico.

Tais substratos poderiam ter mostrado um maior desempenho se o tempo do experimento tivesse sido prolongado. A nível de produção comercial, o produtor deve pesar o custo de aquisição dos materiais empregados nos substratos em contrapartida ao tempo de permanência da planta no viveiro ou casa de vegetação. Deve avaliar se é mais viável economicamente a produção de um determinado substrato, o qual um de seus componentes seja de mais alto custo, ou se é preferível produzir suas samambaias em um período maior de tempo.

O substrato Esfagno e Húmus apresentou uma boa capacidade de retenção de água, 10,32% e pH de 4,5. Quando observou-se as características porosidade, espaço de aeração, permeabilidade e capacidade de troca de cátions, verificou-se que seus resultados não se encaixavam as recomendações. Apresentou uma alta porosidade, 90,89% em volume, alta permeabilidade, 268,61 cm/hora, espaço de aeração elevado, 51,85% e uma baixa capacidade de troca de cátions, 4,2 ml/dl.

A Casca de Arroz e Composto Orgânico apresentaram um volume de ar de 40,31%, pH de 5,1 e capacidade em reter água de 11,50%. Algumas características negativas foram obsevadas como baixa porosidade, 68,83%, alta permeabilidade, 202,29 ml/dl e baixa capacidade de troca de cátions, 5,4 ml/dl.

Características como alta porosidade, alta permeabilidade e baixa capacidade de troca de cátions, apresentadas pelos dois substratos, permitiram que a água fornecida, via irrigação, fosse drenada rapidamente aumentando, dessa forma, a lixiviação dos nutrientes presentes nos substratos.

Os substratos Esfagno e Plantmax, Vermiculita e Plantmax, Pó-de-xaxim e Solo e Casca de Arroz e Plantmax produziram plantas de qualidade inferior.

Esfagno e Plantmax apresentaram elevada porosidade (92,39%), espaço de aeração (45,09%) e permeabilidade (360,78 cm/hora) e baixa capacidade de troca de cátions (9,0 ml/dl). Apresentou ainda uma boa capacidade de retenção de água (17,22%) e pH (5,6).

Casca de Arroz e Plantmax apresentaram porosidade de 78,05%, permeabilidade de 35,68 cm/hor e pH DE 5,3. Apresentou ainda um elevado espaço de aeração, 50,43, e baixa capacidade de retenção de água, 3,09% e capacidade de troca de cátions, 7,2 ml/dl.

Vermiculita e Plantmax apresentaram uma porosidade total de 87,87%, um espaço de aeração de 31,15%, água disponível de 24,31%, permeabilidade de 187,38 cm/hora, pH de 5,0 e capacidade de troca de cátions de 3,8 ml/dl.

Com relação ao substrato Pó-de-xaxim e Solo observa-se que, dos nove substratos comparados, seis deles apresentaram características mais adequadas ao crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense. Os substratos Esfagno e Plantmax,

Vermiculita e Plantmax apresentaram-se inferiores nas características fitotécnicas Peso da Matéria Seca da Parte Aérea, Peso da Matéria Fresca da Parte Aérea e Comprimento de Folhas, e o substrato Vermiculita e Plantmax, na característica Número de Folhas por Planta.

O Pó-de-xaxim e Solo apresentam porosidade total de 69,76% , estando abaixo da porosidade recomendada por Riviere (1980), que é de 75% e por De Boodt e Verdonck (1972), Goh e Haynes (1977), Boertje (1984), Rac (1985) e Verdonck e Gabriels (1988), que é de 85%. Possui espaço de aeração de 41,16%, estando bem próximo ao que indicam Verdonck, Vleeschawer e De Boodt (1981) e Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988), que relatam que um substrato deve ter um espaço de aeração de 30 a 40% , em volume. Sua capacidade de retenção de água, que é de 11,55%, vai de acordo as observações de Verdonck (1983), que afirma que um substrato deve reter, no mínimo, 10% do seu volume em água. Sua permeabilidade é de 27,17 cm/hora. Seu pH de 5,8 está de acordo com o que recomendam Penningsfeld e Kurzmann (1975) estando sua Capacidade de Troca de Cátions, que é de 1,17 ml/dl, bem baixo dos 12,0 ml/dl indicados por Penningsfeld (1983) citado por Backes (1988).

Quando avaliou-se a característica qualidade comercial das mudas produzidas, observou-se que os resultados obtidos foram os mesmos encontrados na análise de características fitotécnicas,

mostrando que o público consumidor conseguiu diferenciar os melhores resultados (vide Tabela 07, Página 51).

O substrato Esfagno e Húmus teve 88,32% de aceitabilidade e 0,67% de rejeição. Os substratos Esfagno e Composto Orgânico e Vermiculita e Húmus também tiveram uma boa aceitação, 80,88% e 74,27%. Os Substratos Casca de Arroz e Composto Orgânico, Vermiculita e Composto Orgânico, Casca de Arroz e Húmus , Casca de Arroz e Plantmax e Pó-de-xaxim e Solo, apresentaram aceitaçao mediana.

Os substratos Esfagno e Plantmax e Vermiculita e Plantmax tiveram uma rejeição de 53,36% e 73,71% do público e uma aceitação de 1,3% e 0,0%, respectivamente. Tal fato se deve as plantas produzidas nestes substratos terem um porte inferior, folhas menores, em menor número, de aspecto rústico e coloração mais clara.

Apesar desse tipo de avaliação, estatisticamente não se conseguir detectar pequenas diferenças devido a falta de treinamento dos analistas e baixa capacidade de observação, constatou-se que, mesmo assim o público conseguiu diferenciar os melhores e piores tratamentos.

Quando foram correlacionadas as características fitotécnicas com características físicas e químicas dos substratos, não foram encontradas grandes diferenças. Apesar disso algumas indicações foram encontradas como o aumento do número de folhas a medida que se aumentou o espaço de aeração. Isso, provavelmente, ocorreu por

esse tipo de análise estatística não ser suficientemente sensível para detectar variações biológicas. Foram encontrados resultados como a medida que o espaço de aeraçao dos sustratos aumentava, o número de folhas da planta também aumentava numa ordem de 0,69 e o peso da matéria verde da parte aérea aumentava numa ordem de 0,64.

Os resultados deste experimento confirmam que, apesar do substrato pó-de-xaxim mais solo mineral ser o mais comumente utilizado pelos produtores comerciais, existem diversos substratos que proporcionam melhores resutados no crescimento e desenvolvimento de samambaias matogrossenses, proporcionando maior produtividade, diminuição do período de cultivo e permite a preservação de espécies em extinção, como a ***Dicksonia sellowiana***.

TABELA 05. Teor de nutrientes dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polipodium aureum*).

Substrato	Nutrientes			
	P (mg/dm^3)	K (mmol/kg)	Ca (mmol/kg)	Mg (mmol/kg)
CC	8,0	3,92	34,0	6,0
CH	3,0	2,28	84,0	13,0
CP	3,0	7,13	52,0	12,0
EC	2,0	4,46	60,0	34,0
EH	3,0	3,08	24,0	7,0
EP	3,0	2,56	70,0	16,0
PX	8,0	2,51	79,0	34,0
VC	8,0	2,69	60,0	40,0
VH	11,0	4,26	74,0	36,0
VP	2,0	3,28	20,0	7,0

TABELA 06 . Umidade volumétrica dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polipodium aureum*) em diferentes pontos de tensão.

Substrato	Umidade Volumétrica			
	0,0 MPa	0,001 MPa	0,005 MPa	0,01 MPa
CC	68,83	28,52	19,22	17,02
CH	77,78	22,10	20,78	20,53
CP	78,05	27,62	25,45	24,53
EC	84,74	28,08	25,15	23,91
EH	90,89	39,04	29,85	28,72
EP	92,39	47,30	32,34	30,08
PX	69,76	28,60	18,78	17,05
VC	91,74	50,76	34,29	29,97
VH	86,92	39,21	30,13	29,02
VP	87,87	56,12	41,36	31,81

TABELA 07. Notas dadas pelos avaliadores aos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense (*Polipodium aureum*), aos 120 dias aós o cultivo.

Substrato	Nota 01	Nota 02	Nota 03
CH	88,32 a	10,14 a	0,67 d
EC	80,88 a	16,96 a	1,67 cd
VH	74,27 a	24,44 a	0,89 d
CC	53,03 ab	44,54 a	1,30 cd
VC	51,58 ab	43,86 a	3,82 cd
EH	27,47 ab	64,83 a	7,11 cd
CP	25,77 ab	60,75 a	3,75 cd
PX	13,95 ab	56,71 a	23,95 bc
EP	1,30 b	44,58 a	53,36 ab
VP	0,00 b	26,28 a	73,71 a

Teste de Tukey para as médias de substrato.

Médias, na vertical, seguidas por letras minúsculas e maiúsculas e distintas diferem, entre si, ao nível de 5%.

D.M.S.= 42,10676

5 CONCLUSÕES

O estudo de dez diferentes substratos, no cultivo de samambaia matogrossense (***Polypodium aureum***), mostrou a viabilidade de uso outros materiais em substituição ao tradicional pó-de-xaxim.

Constatou-se que o substrato Casca de arroz e Húmus destacou-se, em relação aos demais, como um excelente substrato, dando melhores resultados em características fitotécnicas como peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria fresca da parte aérea e número de folhas por plantas.

Os substratos Vermiculita e Composto Orgânico, Esfagno e Composto Orgânico e Vermiculita e Húmus também se mostraram aptos a produção de samambaia matogrossense, apresentando bons resultados.

Tais substratos podem ser utilizados, se mostrarem, de alguma forma, economicamente mais viáveis. As mudas nestes cultivadas levam um período maior de tempo para chegar ao ponto de comercialização, além de que materiais como normalmente são adquiridos no comércio, podendo, desta forma, encaresser o custo total de produção dos substratos. A nível de produção comercial, o produtor deve pesar o custo de aquisição dos materiais empregados nos substratos em contrapartida ao tempo de permanência da planta no viveiro e optar pelo que lhe convier.

empregados nos substratos em contrapartida ao tempo de permanência da planta no viveiro e optar pelo que lhe convier.

Encontra-se ainda um grupo de substratos que apresentaram resultados intermediários, que são o Esfagno e Húmus e a Casca de Arroz e Composto Orgânico. A utilização de destes substratos, implicaria em aumento do período de utilização das instalações e dos custos de produção, pois, tais substratos apresentaram problemas de lixiviação de nutrientes e de drenagem, sendo que os produtores que se utilizassem destes, teriam maoires gastos com irrigação e adubações.

Os substratos Esfagno e Plantmax, Vermiculita e Plantmax, Pö-de-xaxim e Solo e Casca de Arroz e Plantmax produziram plantas de qualidade inferior.

Quando compara-se o substrato pó-de-xaxim e solo aos demais substratos, nota-se que seis deles apresentaram características mais adequadas ao crescimento e desenvolvimento de samambaia matogrossense.

Tal observação leva a crer que o pó-de-xaxim e solo não é o substrato ideal para a produção de samambaia matorossense, sendo o Esfagno e Húmus, Vermiculita e Composto Orgânico, Esfagno e Composto Orgânico, Vermiculita e Húmus, Casca de Arroz e Húmus e Casca de Arroz e Composto Orgânico substratos mais adequados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

. ATKINS, P.S.; WALLER, P.L. Quality control aspects of soilles root media. **HortScience**, st. Joseph, v.5, n.17, p.03-05, 1982.

. APPLETON, E. Soil problems and diagnostic aspects of mineral nutrition. **Plant Mineral Nutrition**. London: The English Universities Press, 1974. p.105-144.

. BACKES, M. A. **Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 80p. (Tese Mestrado).

. BACKES, M.A. ; KAMPF, A.N. ; BORDAS, J.M. Substratos para produção de plantas em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, Nova Prata, 1988. **Anais** ... Nova Prata: Secretaria da Agricultura do RS, 1988. p.665-676.

. BEARDSELL, D.V.; NICHOLS, D.G.; JONES, D.L. Physical properties of nursery potting-mixtures. **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, v.1, n.11, p.1-8, 1979.

. BELLE, S. **Uso da turfa "Lagoa dos Patos" (Viamão/RS) como substrato hortícola**. Porto Alegre: UFRGS, 1990. 143p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia)

. BELLÉ, S. ; KÄMPF, A. N. Estudo comparativo de turfas do município de Viamâo/RS para uso como substrato em viveiros. In: In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, Nova Prata, 1988. **Anais** ... Nova Prata: Secretaria da Agricultura do RS, 1988. p.493-511.

. BICALHO, H.D. **Subsídeos a orquidocultura paulista.** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1969. 121p.

. BIX, R. Some thoughts on the physical properties of substrates with special reference to aeration. **Acta Horticulturae**, Wageningen, p.149-160, 1973.

. BOELTER, D.H. Physical properties of peats as related to degree of decomposition. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, n.33, p.606-609, 1969.

. BOERTJE, G.A. Physical laboratory analyses of potting composts. **Acta Horticulturae**, Wageningem, n.150, p.47-49, 1983.

. BOGGIE, R. Moisture characteristics of some peat-sand mixtures. **Scientia Horticulturae**, Amsterdan, n.22, p.87-91, 1970.

. BONETTI, E.J. **Alguns substratos utilizados na propagação de espécies ornamentais - estacas e sementes.** Lavras: ESAL, 1992. 9p. (Apostila graduação).

. BORDAS, J.M.C. ; BACKES, M.A. ; KAMPF, A.N. Caracteristicas físicas e químicas de substratos comerciais. In: In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6, Nova Prata, 1988. **Anais** ... Nova Prata: Secretaria da Agricultura do RS, p.427-435, 1988.

. BORELLI, F.P. ; de CASTRO, C.E.F. ; MATTHES, L.A.F. ; TOMBOLATO, A.F.C. ; NAGAI, V. Propagação de pteridófitas in vitro e in vivo através esporos. **Bragantia**, Campinas, v.49, n.2, p.205-219, 1990.

. BUGBEE, G. J. ; FRINK, C. R. Aeration of potting media and plant growth. **Soil Science**, Maryland, v.6, n.141, p.438-441, 1986.

. BUNT, A.C. Factors contributing to the delay in the flowering of pot chrysanthemums grown in peat-sand substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningem, n.31, p.163-174, 1973a.

. BUNT, A. C. Peat-sand composts: Their value in raising and growing ornamental plants. I. General principles. **Journal of the Royal Horticultural Society**, n.96, p.29-33, 1971.

. BUNT, A. C. Recent developments in soilles media. **Span**, London, v.1, n.26, p.12-14, 1983.

. BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, The Hague, v.4, n.38, p.1954-1965, 1973.

. CARVALHO, D. G. **Utilizaçào da cultura de tecidos vegetais na micropropagaçào e manutençào de *Helicona* spp.** Lavras, ESAL, 1993. 40p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).

. CONOVER, C.A. Soil amendment for pot and field grow flowers. **Florida Flowers Grower**, Gainesville, v.4, n.4, p.1-4, 1967.

. De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in Horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningem, n.26, p.37-44, 1972.

. De BOODT, M. The floricultural centre of Ghent as modelled by its substrata. **Acta Horticulturae**, Wageningem, n.37, p.1909-1917, 1974.

. FITZPATRICK, G.; CARTER, N. Assesment of sewage sludge compost mixtures as container growing media. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, Florida, n.96, p.257-259, 1983.

. FONTEND, W.C.; CASSEL, D.K.; LARSON, R.A. Physical properties of three container and their effect on *Poinsettia* growth. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.6, n.106, p.736-741, 1981.

. GOH, K.M.; HAYNES, R.J. Evaluation of potting media for comercial nursery production of container grow plants: 1- Physical and chemical characteristics of soil and soiless media and their constituents. **New Zeland Journal of Agricultural Research**, Wellington, n.20, p.363-370, 1977.

. GONCALVES, A.L. Características de substratos. **Manual de Floricultura**. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, Maringá, 1992. p.44-52.

. GRAS, R. ; AGIUS, I. Quelques propriétes physiques des substrats horticoles. s.n.t. Separata de **Revue Horticole**, Paris, n.230, p.232-234, oct/dec 1982.

. GROLLI, P.R. **Composto de lixo domiciliar como condicionador de substratos para plantas arbóreas.** Porto Alegre: UFRGS, 1991. 125p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).

. HÉNIN, S. ; GRAS, R. ; MONNIER, G. **Os solos agrícolas.** São Paulo: EDUSP, 1976. 327p.

. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura de café no Brasil;** Manual de recomendaçÆes. 5. ed. Rio de Janeiro, 1985. 312p.

. JUNG, M.; KAMPF, A.N. **Aproveitamento horticola de turfas no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 1986. 35p.

. KAMPF, A.N. Substratos para floricultura. **Manual de Floricultura.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, Maringá, 1992. p.36-43.

. KANAMORI, T. ; YASUDA, T. The behavior of nitrogen applied to the uplant soil together with several organic matters. I. The transformation of nitrogen in fertilizer and fresh organic matters during the decomposition of rice straw and peat moss applied to the soil (Sumary). **Bulletim of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station**, série A, n.3, p.94-95, Mar. 1988.

. KAWAKAMI, J. Samambaias e avencas. **Manual de Floricultura.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, Maringá, 1992. p.238-239.

. KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

. LOPES, L. C. ; BARBOSA, J. G. **Cultivo de avencas e samambaias** - Boletim de extensão. Viçosa: UFV, 1990 n.61, 25p.

. LOPES, E. A. **Pteridófitas.** São Paulo: Instituto de Botânica, 1993. (Apostila xerox).

. MATTEI, V. ; STOHR, G.W.D. Mudas em moldes de isopor - uma técnica racional de mudas de pinus. **Brasil Madeira,** Curitiba, v.4, n.46, p.06-16, 1980.

. MELLO, A.C.G. **Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake.** Piracicaba, ESALQ, 1989. 80p. (Tese-Mestrado em Ciências Florestais).

. NAMIOKA, H. Kuntan as a substrate for soiless culture. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILESS CULTURE, 4., Las Palmas, 1976. **Proceedings** ... Wageningen: IWOSC, 1977. p.289-302.

. PENNINGSFELD, F. ; KURZMANN, P. **Cultivos hidroponicos y en turba.** Madrid: Mundi-Prensa, 1975. 205p.

. PRASAD, M. Physical properties of media for container-grown crops; I. New Zealand peats and wood wastes. **Scientia Horticulturae,** Amsterdam, n.10, p.317-323, 1979.

. RAC, D. P. Disponibité en eau des substrats horticoles. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture et Horticulture, Lausanne,** v.3, n.17, p.177-178, mai/juin, 1985.

. RIVIERE, L. M. Importance des caractéristiques physiques dans le choix des substrats pour les cultures hors sol. **P.H.M. Revue Horticole,** n.209, p.23-27, sept. 1980.

. RUGGIERO, C. Propagação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1, Jaboticabal, 1980. **Cultura do mamoeiro.** Piracicaba: Livroceres, 1980. p.79-87.

. SANCHO, J.F.A. The present status of the substrate as an ecosystem component and its function and importance in crop productivy. **Acta Horticulturae,** Wageningen, n.221, p.53-74, 1988.

. SANTOS, A. A. *Dicksonia sellowiana.* **Centuria Plantarum Brasilium Extintionis Minitata,** Brasília: SBB, p.47-48, 1992.

. SILVA, A. T. ; de CASTRO, C. E. F. ; YANO, O. **Samambaias e plantas afins.** São Paulo: Instituto de Botânica, n.13, 1981. 37p.

. SPOMER, L.A. Two classroom exercises demonstrating the pattern of container soil water distribuition. **Hort Science,** Alexandria, v.2, n.9, p.152-153, 1974.

. STRADIOTTO, M.F.; D'OLIVEIRA, C.E.M.; GRAZZIANO, T.T. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de samambaia-de-metro (***Polypodium subauriculatum*** Blume). **Proceedings of the Tropical Region of American Society for Horticultural Science,** Florida, 1982. n.25, p.81-87.

. TANAKA, A. Methods handling the rice straw in various countries. **Newsletter**, v.2, n.22, p.01-20, jun 1973.

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

. TIBAU, O. A. **Matéria orgânica e fertilidade do solo.** São Paulo: Nobel, 1978. 220p.

. VEIHMEYER, F. J. ; HENDRICKSON, A. H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. **Soil Science**, Maryland, v.8, n.32, p.181-193, 1931.

. VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new material used as substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.150, p.467-473, 1983.

. VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.221, p.19-23, 1988.

. VERDONCK, O.; PENNINCK, A.; De BOODT, M. The physical properties of different horticultural substrates. **Acta Horticulturae**. Wageningen, n.150, p.155-160, 1983.

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

. VERDONCK, O. ; VLEESCHAUWER, D. ; PENNINCK, R. Barckcompost a new accepted growing medium for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.133, p.221-227, 1983.

. WALLER, P.L.; WILSON, F.N. Evaluation of growing media for consume use. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.150, p.51-58, 1983.

. WATERS, W.E.; LEWELLYN, W.; NESMITH, J. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty seven soil media. **Proceedings of Florida State Horticulturae Society**, Florida, n.83, p.482-488, 1970.

. WHITE, J. W.; MASTALERZ, J. W. Soil moisture as related to "Container capacity". **Procedings American Society for Horticultural Science**, New York, n.89, p.759-765, 1966.

TABELA 08. Coeficiente de correlação entre Peso da Matéria Fresca da Parte Aérea (PV) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense ***Polypodium aureum.***

TIPO DE VARIÁVEL	CORRELAÇÃO VARIÁVEL	COEFICIENTE (r)	SIGNIFICÂNCIA
PV	CTC	0,43	0,01
PV	PT	-0,01	0,48
PV	EA	0,64	0,01
PV	CR	-0,54	0,01
PV	PE	-0,34	0,03
PV	pH	0,27	0,07
PV	P	0,14	0,23
PV	K	0,07	0,35
PV	Ca	-0,30	0,06
PV	Mg	0,30	0,06
PV	Al	-0,26	0,09
PV	H+Al	-0,26	0,07

* CTC - Capacidade de Troca de Cátions
PT - Porsidade Total
EA - Espaç de Aeração
CR - Capacidade de Retenção de Água
PE - Permeabilidade
H+Al - Hidrogênio + Alumínio

P - Fósforo
K - Potássio
Ca - Cálcio
Mg - Magnésio
Al - Alumínio

TABELA 09. Coeficiente de correlação entre Peso da Matéria Seca da Parte Aérea (PS) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense ***Polypodium aureum.***

TIPO DE VARIÁVEL	CORRELAÇÃO VARIÁVEL	COEFICIENTE (r)	SIGNIFICÂNCIA
PS	CTC	0,17	0,17
PS	PT	0,20	0,15
PS	EA	-0,13	0,26
PS	CR	0,24	0,10
PS	PE	-0,17	0,18
PS	pH	0,17	0,18
PS	P	0,17	0,18
PS	K	-0,13	0,25
PS	Ca	-0,06	0,38
PS	Mg	0,28	0,07
PS	Al	-0,12	0,26
PS	H+Al	-0,12	0,26

TABELA 10. Coeficiente de correlação entre Número de Folhas (NF) e características físicas e químicas dos substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense ***Polypodium aureum.***

TIPO DE VARIÁVEL	CORRELAÇÃO VARIÁVEL	COEFICIENTE (r)	SIGNIFICÂNCIA
NF	CTC	0,40	0,01
NF	PT	-0,01	0,47
NF	EA	0,69	0,01
NF	CR	-0,58	0,01
NF	PE	-0,19	0,16
NF	pH	0,33	0,01
NF	P	0,06	0,37
NF	K	-0,09	0,32
NF	Ca	-0,06	0,37
NF	Mg	0,26	0,08
NF	Al	-0,42	0,01
NF	H+Al	-0,36	0,02

TABELA 11. Coeficiente de correlação entre Comprimento das Folhas (CO) e características físicas e química substratos utilizados no cultivo de samambaia matogrossense ***Polypodium aureum.***

TIPO DE VARIÁVEL	CORRELAÇÃO VARIÁVEL	COEFICIENTE (r)	SIGNIFICÂNCIA
CO	CTC	0,35	0,01
CO	PT	-0,09	0,31
CO	EA	0,33	0,04
CO	CR	-0,30	0,05
CO	PE	-0,39	0,02
CO	pH	0,18	0,17
CO	P	0,31	0,05
CO	K	0,09	0,31
CO	Ca	-0,27	0,08
CO	Mg	0,27	0,07
CO	Al	-0,07	0,36
CO	H+Al	-0,15	0,21