

## USO DO SOLO BOM JESUS COM CONDICIONADORES ORGÂNICOS COMO ALTERNATIVA DE SUBSTRATO PARA PLANTAS

MARIA HELENA FERMINO<sup>1</sup> e ATELENE NORMANN KÄMPF<sup>2</sup>

**RESUMO** - Considerando a crescente demanda por substratos para plantas e o fato de muitos produtores ainda utilizarem solo em suas composições, foi realizado estudo da viabilidade de uso do solo da Unidade Bom Jesus, cujas características incluem alta porosidade total, alto teor de matéria orgânica e baixa aptidão agrícola, em misturas com condicionadores orgânicos. O estudo baseou-se em misturas, na proporção volumétrica de 1:1, com aguapé [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms], bagaço de cana, serragem de pinus e casca de arroz carbonizada, submetidas à caracterização física (densidade úmida e seca, porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água) e química (valor de pH e teor total de sais solúveis). À exceção da composição com serragem, as misturas melhoraram as características físicas, proporcionando menor densidade, maior espaço de aeração e maior disponibilidade de água. À exceção do aguapé, as demais misturas elevaram o valor de pH e todas aumentaram o teor total de sais solúveis.

**Palavras-chave:** caracterização física, caracterização química, aguapé, casca de arroz, serragem de pinus, bagaço de cana.

## USE OF THE BOM JESUS SOIL WITH ORGANIC CONDITIONERS AS HORTICULTURAL SUBSTRATES FOR PLANTS

**ABSTRACT** - Considering the increasing application of horticultural substrates and the fact that soil is still used by producers in their mixes, it was conducted an experiment aiming to verify the viability of a Haplumbrept soil as a component of horticultural substrate mixes, along with organic conditioners. The soil was chosen due to their high total porosity, high level of organic matter and low capacity to agricultural use. In the experiment, the soil was mixed, in volumetric proportion 1:1, with water hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms], rest of sugar cane, sawdust of *Pinus* sp and carbonized rice hulls. The mixes were submitted to physical (bulk density, total porosity, water availability and aeration) and chemical characterization (pH and total soluble salt concentration). Except to the mix with sawdust, all mixes improved physical characteristics, providing lower bulk density, higher porosity and more water availability. All conditioners, but water hyacinth, increased the mixes pH, and all of them increased soluble salts contents.

**Key words:** physical characteristics, chemical characteristics, water hyacinth, rest of sugar cane, sawdust, carbonized rice hulls.

<sup>1</sup> Eng. Agr., Dra., Pesquisadora da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias/570, Porto Alegre/RS, CEP 90130-060, maria-fermino@fepagro.rs.gov.br, 51-3288.8087.

<sup>2</sup> Bióloga, Dra., Bolsista CNPq no Jardim Botânico / Fundação Zoobotânica, nkampf@cpovo.net. Recebido para publicação em 08-08-2003

## INTRODUÇÃO

A utilização de substratos para o cultivo de plantas hortícolas é uma técnica antiga. O mercado europeu sofreu um primeiro impulso na comercialização de substratos hortícolas entre as duas guerras mundiais. Na Alemanha, por exemplo, a partir da Segunda Guerra, misturas de substratos foram preparadas e ofertadas pela indústria química, além de adubos especiais para a horticultura (HARGITAI, 1975).

BOERTJE e BIK (1975) afirmam que a primeira mistura comercial foi ofertada em 1942. Os produtores de hortaliças começaram a usá-la por volta de 1945, e os produtores de ornamentais 15 anos mais tarde. Até esta data, os floricultores usavam exclusivamente misturas produzidas na propriedade, com base em turfa, areia e esterco. SCHMILEWSKI (1991) cita também como componentes básicos, originalmente utilizados, solo de jardim, solo de floresta e folhas.

Devido às características da turfa, esta tornou-se o principal componente para elaboração de substratos hortícolas, sendo utilizada como padrão de comparação no estudo de novos materiais. Mesmo países que não possuem reservas naturais de turfa passaram a utilizar substratos a base deste material, incrementando a demanda internacional e elevando o seu preço (SCHMILEWSKI, 1983).

No entanto, a partir da década de 70, observa-se a busca de materiais substitutos para a turfa. Isto se deve à preocupação dos países exportadores com a exaustão de suas fontes, já que a turfa é um recurso natural não renovável (COLE e NEWELL, 1996). Situações como estas foram vistas em países como o Canadá (MAAS e ADAMSON, 1975), Itália (LAMANNA et al., 1991) e Austrália (WORRAL, 1978; HANDRECK e BLACK, 1999) onde se verificou um incremento na utilização de resíduos de madeira, como serragem e casca.

BURÉS (1997) afirma que tem aumentado na Espanha a introdução de subprodutos de processos agroindustriais (fibra de coco e casca de pinus), procedentes de outros países, embora o país possua produtos autóctones que, seguindo processos de tratamento para adequação, podem ser utilizados como substratos.

A Alemanha supre suas necessidades de substratos à base de turfa e mantém um grande

volume de exportação, explorando suas reservas naturais, ao mesmo tempo em que precisa protegê-las da exaustão. Por outro lado, sendo um país densamente povoado e altamente industrializado, precisa manejar adequadamente grandes quantidades de resíduos industriais e urbanos e a escassez de locais para depósito. Estas variáveis têm despertado o interesse por novos materiais substitutos da turfa além de reduzirem o acúmulo de resíduos no ambiente (SCHMILEWSKI, 1991).

A busca de alternativas, em países em desenvolvimento, também se deve ao interesse por materiais de baixo custo, disponíveis em grandes volumes e próximos dos centros produtores, que lhes possibilitem viabilizar a expansão da atividade hortícola em suas comunidades. RAJA HARUN et al. (1991) expõem a situação da Malásia, onde processos mais modernos como o cultivo fechado, técnicas de solução nutriente circulante e de filme nutriente (NFT) são difíceis de serem aplicadas em larga escala devido ao alto investimento de capital requerido e à falta de conhecimento técnico. Ali prevalecem os sistemas abertos e a busca de substratos alternativos mais baratos e/ou disponíveis no local necessita ser considerada.

Para MINER (1994), o crescente aumento da demanda por substratos tem levado ao esgotamento de recursos não renováveis e conseqüentemente ao deterioramento do ambiente. Isto favorece o aproveitamento de materiais muito diversos que até recentemente eram considerados como resíduos não desejáveis. No entanto, é necessário um bom conhecimento de suas propriedades para, a partir destas, saber o tipo de elaboração que requer, suas aplicações e estabelecer as técnicas de manejo pertinentes (MARTÍNEZ, 2002).

Para PENNINGSFELD (1978) bons substratos são elaborados tendo-se como base conhecimentos científicos de solos e de fisiologia de plantas, de forma a combinar as propriedades necessárias para um ótimo desenvolvimento da planta.

Embora exercendo funções semelhantes com relação às 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 as condições ambientais circundantes (KÄMPF, 1992). Geralmente, o solo apresenta elevado custo de esterilização, maior densidade de volume, menor espaço poroso e por

conseqüência drenagem dificultada (WILSON, 1984).

Por sua vez, o substrato é resultante da manipulação de materiais com um determinado objetivo (KÄMPF, 1992); possibilita a repetição da mistura, com a mesma composição; deve estar livre de ervas daninhas e de doenças; e apresentar baixa densidade (WILSON, 1984).

A utilização de substratos mais específicos, com características mais adequadas a determinada cultura, promove melhorias no desenvolvimento da planta, redução do tempo de cultivo e do custo final do produto, favorecendo um melhor aproveitamento de outros fatores de produção, tais como água, luz, temperatura, fertilizantes, defensivos e mão-de-obra.

A qualidade de um substrato é resultante de suas propriedades físicas e químicas. Dificilmente, encontra-se um material que, sozinho, atenda a todas as exigências consideradas para um substrato ideal. Desta forma, para melhorar as características físicas e/ou químicas dos substratos adicionam-se materiais melhoradores denominados condicionadores (KÄMPF, 2000).

Atualmente, no Brasil, verifica-se um incremento no cultivo em recipientes usando substratos devido à praticidade de manejo, economia de biocidas, melhoria da qualidade e padronização das plantas produzidas. Quando industrializado, verifica-se que as matérias-primas mais utilizadas na composição de substratos são compostos orgânicos, turfas, cascas, resíduos da agroindústria, fibra de coco, vermiculita, perlita e cinasita (KÄMPF, 2002).

No entanto, ainda é grande o número de produtores que produzem seu próprio substrato utilizando em suas misturas solo mineral como componente principal, embora o volume requerido para atender a demanda seja cada vez maior e incalculável o prejuízo à paisagem. Verificam-se assim, muitas vezes, a retirada do local *in situ* de solos com aptidão agrícola, gerando perdas para a agricultura.

Considerando este fato, realizou-se este estudo com o objetivo de verificar a adequação do solo da unidade Bom Jesus, presente nos Campos de Cima da Serra (Rio Grande do Sul - Brasil), cujas principais características são a alta porosidade, alto teor de matéria orgânica e, principalmente, baixa aptidão agrícola, como componente de substratos em misturas com condicionadores orgânicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram efetuadas no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas do Dep. de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia, UFRGS, em Porto Alegre-RS.

As misturas, na proporção volumétrica 1:1, tiveram como material básico o solo mineral Bom Jesus (SBJ). Os condicionadores selecionados, a partir dos trabalhos de FERMINO et al., 2000a e FERMINO et al., 2000b, foram: aguapé (Ag), bagaço de cana (Bag), casca de arroz carbonizada (CAC) e serragem de pínus (Se).

a) Solo Mineral Bom Jesus: Solo da unidade de mapeamento Bom Jesus, coletado no município de São Francisco de Paula-RS. A amostra foi peneirada em malha de 0,4 cm. Este solo é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico (EMBRAPA, 1999), profundo, moderadamente drenado, com textura argilosa, de cores bruno escura a bruno avermelhada, friável e desenvolvido a partir de rochas eruptivas ácidas (riolito-dacito). É um solo fortemente ácido, com baixa saturação e soma de bases e altos teores de alumínio trocável e de matéria orgânica. Apresenta baixa aptidão agrícola (BRASIL, 1973; IBGE, 1986).

Aguapé: Plantas da espécie *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms foram coletadas nos lagos do Parque Saint Hilaire, na cidade de Viamão-RS. A amostra, composta de plantas inteiras, foi triturada ainda verde, e posta a secar ao ar livre. Após, foi peneirada em malha de 0,4 cm. A caracterização foi realizada sobre a amostra de partículas maiores do que 0,4 cm.

Bagaço de cana: Material obtido em engenho de açúcar, de propriedade particular, localizado no município de Três Forquilhas-RS. O material resultante da compostagem por um período de dois anos (depositado ao ar livre), foi peneirado em malha de 1 cm para eliminação de partículas mais grosseiras.

Casca de Arroz Carbonizada: Resíduo do beneficiamento do arroz. Considera-se como carbonização o processo de queima onde a casca mantém sua estrutura intacta, com pequeno percentual de cinzas, diferentemente daquela obtida por combustão.

e) Serragem: Amostra de serragem de pínus "in natura" (sem decomposição) coletada na Serraria

Maquiné, localizada no município de Maquiné-RS.

Métodos para a caracterização física

a) Densidade de Volume:

O método utilizado no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas do DHS/UFRGS consiste em preencher uma proveta plástica transparente e graduada, de 300 ml, com o substrato. Após, esta proveta é deixada cair sob a ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm por dez vezes consecutivas. Com auxílio de uma espátula nivela-se a superfície levemente, e lê-se o volume (em ml) obtido. Em seguida pesa-se o material úmido (em g) e leva-se à estufa para secagem a 105°C (material mineral) ou 65°C (material orgânico), até peso constante.

Os valores das densidades são obtidos aplicando-se as seguintes fórmulas:

$D. \text{ úmida} = (\text{kg m}^{-3}) = 1000 (\text{Peso úmido em g} / \text{Volume em ml})$

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

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

b) Porosidade Total, Espaço de Aeração e Disponibilidade de Água:

A determinação destas características foi realizada através de curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10 e 50 cm de altura de coluna, correspondendo às pressões de 0, 10 e 50 hPa. Os valores de retenção de água foram determinados pelo método da mesa de tensão, através dos seguintes procedimentos: 1) vedação do fundo dos anéis com tecido de nylon preso por um atilho de borracha e pesagem destes anéis; 2) 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; 3) colocação dos anéis em bandejas plásticas com água até 1/3 de sua altura, para saturação, por 24 horas; 4) retirada dos anéis da água e pesagem. O volume de água contida na amostra neste momento corresponde ao ponto zero de tensão (0 hPa), correspondendo à porosidade total; 5) trans-

ferência dos anéis para a mesa de tensão, previamente ajustada para tensão de 10 cm de coluna de água (10 hPa); 6) permanência na mesa até atingir equilíbrio (cerca de 48 horas); 7) pesagem; 8) retorno dos anéis à mesa de tensão ajustada para tensão de 50 cm (50 hPa); 9) aguardar equilíbrio; pesagem; 10) secagem das amostras em estufa a 105°C ou 65°C, até peso constante, para determinação dos teores de umidade e peso da matéria seca.

De posse destes dados, foram obtidas as seguintes características: b.1) Porosidade Total (PT): corresponde à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (tensão 0); b.2) Espaço de Aeração (EA): representado pela diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 cm (10 hPa); b.3) Água Facilmente Disponível (AFD): volume de água encontrado entre os pontos 10 e 50 cm de tensão (entre 10 e 50 hPa); b.4) Água Remanescente a 50 cm (50 hPa)(AR-50): refere-se à umidade que permanece no substrato após ter sido submetido à pressão de sucção de 50 cm (50 hPa).

Métodos para a caracterização química

a) Teor Total de Sais Solúveis (TTSS):

A condutividade do extrato, expressa como teor de KCl, determina o Teor Total de Sais Solúveis de uma suspensão de substrato:água deionizada, na proporção 1:10 (peso:volume), através dos seguintes passos: 1) colocar em frasco “snap-cap”, 20 g de substrato e 200 ml de água deionizada; 2) agitar por 3 horas em agitador mecânico; 3) deixar em repouso até decantação das partículas; 4) havendo necessidade, proceder a filtração das suspensões com papel de filtro ou centrifugação; 5) fazer leitura da condutividade elétrica do material filtrado averiguando-se ao mesmo tempo a temperatura do extrato com uso de termômetro com 0,1°C de precisão; 6) realizar uma prova em branco para ajustes devido ao uso do papel filtro para a filtragem; 7) expressar os resultados, através dos seguintes cálculos:

$$\text{TTSS (g L}^{-1}\text{)} = \frac{X \times C \times 56,312 \times D.\text{úmida (kg m}^{-3}\text{)}}{100.000}$$

sendo:

X = leitura do condutivímetro em Siemens  $\times 10^{-4}$

C = constante da célula do condutivímetro = 1 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  $\text{kg m}^{-3}$  (=  $\text{g L}^{-1}$ )

b) Valor de pH:

As leituras foram feitas em suspensões de substrato:água deionizada na proporção de 1:2,5 (v:v), através de potenciômetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização física

a) Densidade de volume

Todos os materiais adicionados ao solo provocaram, de maneira significativa, a redução da densidade úmida (DU) e seca (DS) do solo Bom Jesus ( $807$  e  $539 \text{ kg m}^{-3}$ , respectivamente) (Tabela 1). A mistura com bagaço de cana ( $333 \text{ kg m}^{-3}$ ) reduziu a densidade seca em 38 % e a serragem ( $342 \text{ kg m}^{-3}$ ) em 36 %. Estas duas misturas apresentaram os menores valores de densidade, inclu-

sive inferiores à mistura com casca de arroz carbonizada ( $384 \text{ kg m}^{-3}$ ), que reduziu a densidade seca do Solo Bom Jesus em 29 %. O agupapé puro que apresentou o menor valor de densidade é o que menos influência teve sobre a redução da densidade do solo ( $483 \text{ kg m}^{-3}$ ), tornando-a apenas 10 % menor. Todos os valores de densidade seca das misturas ficaram dentro ou abaixo da faixa limite recomendada por BUNT (1973),  $400 - 500 \text{ kg m}^{-3}$ . Estes substratos são recomendados para uso em recipientes de 20 a 30 cm de altura, segundo Kämpf (2000).

**Tabela 1.** Densidade úmida (DU) e seca (DS) dos materiais puros e das misturas com solo Bom Jesus ( $n = 3$ ).

Materiais e misturas	DU ( $\text{kg m}^{-3}$ )		DS ( $\text{kg m}^{-3}$ )	
Ag	101		64	
Bag	476		108	
CAC	230		148	
Se	343		154	
SBJ	807	a	539	a
SBJ:Ag	720	b	483	b
SBJ:Bag	634	c	333	e
SBJ:CAC	594	d	384	c
SBJ:Se	522	e	342	d

Ag = Agupapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pínus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

b) Porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água

A caracterização de cada uma das misturas quanto à porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) está na Tabela 2 e, a relação destes parâmetros (EA, AFD e AR-50) com o volume de sólidos encontra-se na Figura 1.

O valor da porosidade do solo mineral Bom Jesus ( $0,85 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) é aquele recomendado internacionalmente para substratos hortícolas (DE BOODT e VERDONCK, 1972; GOH e HAYNES, 1977; BOERTJE, 1984; VERDONCK e GABRIELS, 1988). No presente estudo, a casca de arroz carbonizada ( $0,81 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), o bagaço de cana ( $0,76 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e o agupapé ( $0,76 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) não modificaram significativamente a PT do solo Bom Jesus ( $0,85 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).

A serragem ( $0,43 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) causou uma drástica redução da PT da mistura. Isto é decorrente da dificuldade de manipulação quando da aplicação do método. A adição da serragem, com partículas grandes, ao solo mineral aumentou a macroporosidade. Quando da retirada das amostras da saturação para a pesagem (a porosidade é determinada em base gravimétrica), geralmente, ocorre perda de água, o que em última análise vai se refletir em um menor valor de porosidade.

As misturas com bagaço de cana ( $0,14 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), agupapé ( $0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), e casca de arroz carbonizada ( $0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), aumentaram significativamente o espaço de aeração do Solo Bom Jesus, ainda que tenha ficado em níveis inferiores àqueles desejados para um bom substrato ( $0,25 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) segundo DE BOODT e VERDONCK (1972) e GOH e HAYNES (1977). A adição da serragem

(0,09 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) não modificou o EA, sendo que este valor está abaixo dos menores valores sugeridos na literatura internacional (0,10 - 0,15 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) segundo BUNT (1973) e VERDONCK e GABRIELS (1988).

As misturas com casca de arroz carbonizada (0,21 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) e bagaço de cana (0,2 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) elevaram significativamente o teor de água facilmente disponível do solo Bom Jesus (0,08 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) para valores próximos à referência sugerida por DE BOODT e VERDONCK (1972) (0,25 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>). A mistura com aguapé (0,14 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) também aumentou significativamente o valor da AFD porém em quantidade muito abaixo do desejável e, a adição da serragem (0,07 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) reduziu ainda mais o teor de AFD do solo.

Todas as misturas apresentam significativa redução da água residual em comparação ao valor

original apresentado pelo solo: o aguapé (0,49 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), a casca de arroz carbonizada (0,46 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), e o bagaço de cana (0,43 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>). A mistura com serragem (0,28 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>), apresentou o menor valor.

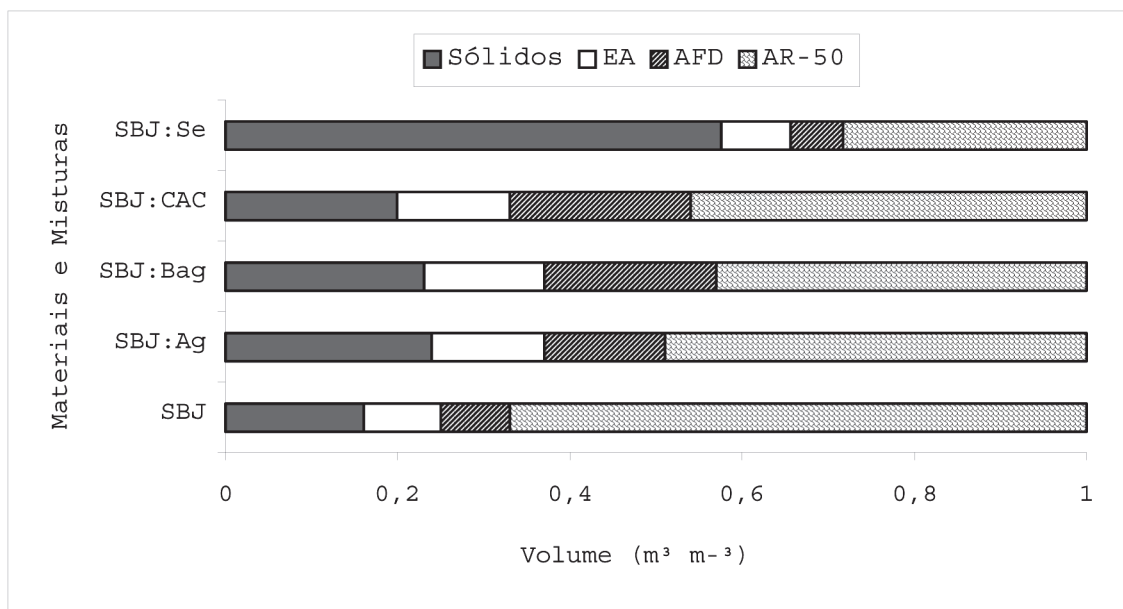
À exceção da serragem, para valores semelhantes de PT, todos os condicionadores aumentaram o EA e a AFD do solo Bom Jesus. Mais importante do que a porosidade total, a relação entre espaço de aeração e água disponível ou facilmente disponível é que determinará a melhor adequação de um substrato ao cultivo de uma espécie sob um manejo específico. Na análise, deve-se considerar, principalmente, a espécie que nele irá ser cultivada, suas características e necessidades, assim como, observar seu comportamento frente ao tipo e frequência de irrigação, temperatura do ambiente, características de altura, formato, cor e material de que é feito o recipiente que o conterà.

**Tabela 2.** Porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) dos materiais puros e das misturas (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) (n=3).

Materiais	PT		EA		AFD		AR-50	
Ag	0,76		0,39		0,06		0,31	
Bag	0,96		0,18		0,14		0,65	
CAC	0,72		0,42		0,10		0,20	
Se	0,92		0,22		0,13		0,57	
SBJ	0,85	a	0,09	bc	0,08	cd	0,67	a
SBJ:Ag	0,76	a	0,13	ab	0,14	bc	0,49	b
SBJ:Bag	0,76	a	0,14	a	0,19	ab	0,43	b
SBJ:CAC	0,81	a	0,13	ab	0,21	a	0,46	b
SBJ:Se	0,43	b	0,09	c	0,07	d	0,28	c

Ag = Aguapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pínus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).



**Figura 1.** Caracterização do solo Bom Jesus (SBJ) e das misturas com aguapé (SBJ:Ag), bagaço de cana (SBJ:Bag), casca de arroz carbonizada (SBJ:CAC) e serragem de pínus (SBJ:Se), quanto ao conteúdo de sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente a 50 cm (AR-50) ( $m^3 m^{-3}$ )(n=3).

#### Caracterização química

Os valores das características químicas dos materiais puros e das misturas encontram-se na Tabela 3.

A adição de bagaço de cana (4,6) não modificou o valor de pH original do solo Bom Jesus (4,6). A mistura com bagaço de cana (4,7), serragem (4,8) e casca de arroz (5,1) elevaram significativamente o pH original do solo. No entanto, estes aumentos são pouco expressivos, demonstrando o alto poder tampão do solo. A utilização destes substratos depende de se realizar uma correção e/ou utilizá-los em cultivo de espécies que exijam pH ácido como azaléias, bromélias, samambaias e coníferas (4,5). É necessário ressaltar que a faixa recomendada para substratos à base de solo mineral situa-se entre 6,0 e 6,5 (KÄMPF, 2000; MARTÍNEZ, 2002).

Todas as misturas apresentam baixos valores de salinidade. A adição de bagaço de cana ( $0,09 g L^{-1}$ ) não modificou significativamente o valor da

salinidade do solo Bom Jesus ( $0,04 g L^{-1}$ ). As misturas com serragem ( $0,27 g L^{-1}$ ) e com casca de arroz carbonizada ( $0,37 g L^{-1}$ ), elevaram significativamente o TTSS do meio, porém não de forma limitante, sendo possível sua utilização em cultivos de espécies vegetais com baixa tolerância à salinidade. No entanto, deve-se acompanhar cuidadosamente o desenvolvimento das plantas quando da utilização de aguapé, haja visto que o valor da salinidade da mistura solo:aguapé ( $1,03 g L^{-1}$ ) encontra-se no limite superior da classe 1 de PENNINGSFELD, sendo o seu uso limitante para espécies sensíveis (KÄMPF, 2000).

As características químicas não são consideradas, geralmente, como excludentes na análise de um substrato, haja visto que podem ser facilmente modificadas no preparo e durante o cultivo. No entanto, o excesso de salinidade, quando em cultivo de espécies sensíveis, pode levar a perdas em sementeiras ou produção de mudas.

**Tabela 3.** Características químicas dos materiais puros e das misturas: valor de pH e teor total de sais solúveis (TTSS) (n = 3).

Materiais e misturas	pH		TTSS (g L <sup>-1</sup> )	
Ag	7,7		0,92	
Bag	5,4		0,29	
CAC	6,6		0,25	
Se	5,0		0,10	
SBJ	4,6	c	0,04	c
SBJ:Ag	4,6	c	1,03	a
SBJ:Bag	4,7	b	0,09	c
SBJ:CAC	5,1	a	0,37	b
SBJ:Se	4,8	b	0,27	b

Ag = Aguapé; Bag = Bagaço de cana; CAC = Casca de Arroz Carbonizada; Se = Serragem de pinus; SBJ = Solo unidade de mapeamento Bom Jesus.

Médias seguidas da mesma letra (coluna) não diferem significativamente pelo teste Tukey (p > 0,05).

## CONCLUSÕES

Todos os condicionadores orgânicos (aguapé, bagaço de cana, casca de arroz carbonizada e serragem de pinus) adicionados ao solo Bom Jesus reduziram a densidade úmida e seca. A adição do aguapé, bagaço de cana e casca de arroz carbonizada propiciou aumento no valor do espaço de aeração e da água facilmente disponível, para a mesma porosidade total. Inversamente, a adição da serragem de pinus reduziu a porosidade total,

não interferindo, no entanto, no espaço de aeração e na água facilmente disponível. As misturas apresentaram baixo valor de pH e baixa salinidade. O uso do solo Bom Jesus em misturas com os condicionadores orgânicos estudados pode se configurar em uma alternativa de substrato com características físicas e químicas adequadas. Sua utilização pode se constituir em alternativa útil em uma fase de transição para a utilização de substratos totalmente sem solos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOERTJE, G. A.; BIK, R. A. Potting substrates in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.50, p. 135-142, 1975.
- BOERTJE, G. A. Physical laboratory analyses of potting composts. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 150, p. 47-50, 1984.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 413 p. (Boletim Técnico, 30).
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. *Plant and Soil*, The Hague, n. 38, p. 1954-1965, 1973.
- BURÉS, S. **Sustratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341p.
- COLE, J. C.; NEWELL, L. Recycled paper influences container substrate physical properties, leachate mineral content, and growth of rose-of-sharon and Forsythia. *Hort Technology*, Alexandria, v. 1, n. 6, p. 79-83, 1996.
- De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- FERMINO, M. H.; TRENTIN, A. L.; KAMPF, A. N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: KAMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Orgs.). **Substrato para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Editora Gênese, 2000a, v. 1, p. 241-248.
- FERMINO, M. H.; TRENTIN, A. L.; KAMPF, A. N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 2. Aguapé, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. In: KAMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Org.). **Substrato para Plantas - a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Editora Gênese, 2000b, v. 1, p. 249-255.
- GOH, K. M.; HAYNES, R. J. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants: 1 - Physical and chemical characteristics of soil and soilless media and their constituents. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Weelington, n. 20, p. 363-370, 1977.



- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing Media for ornamental plants and turf**. Sydney: Unsw Press, 1999. 448p.
- HARGITAI, L. The preparation of artificial soils based on peat materials for growing under glass and plasties. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.50, p. 143-145, 1975.
- IBGE. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro, 1986. v. 33. 796 p. Folha fh. 22 Porto Alegre, parte das folhas fh.21 Uruguaiana e fl. 22 Lagoa Mirim.
- KAMPF, A.N. Substratos. In: CASTRO, C.E.F. de (Ed.) Manual de floricultura. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLO-RICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., Maringá: s.n., 1992. p.36-52.
- KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 254p.
- KÄMPF, A. N. **O uso do substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 122p. Documentos IAC, 70.
- LAMANNA, D.; CASTELNUOVO, M.; D'ANGELO, G. Compost-based media as alternative to peat on ten pot ornamentals. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 125-129, 1991.
- MAAS, E. F.; ADAMSON, R. M. Peat, bark and sawdust mixtures for nursery substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 147-151, 1975.
- MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 122p. Documentos IAC, 70.
- MINER, A. M. **Substratos: propiedades y caracterización**. Madrid: Ediciones Mundi-Prens. 1994. 172p.
- PENNINGSFELD, F. Substrates for protected cropping. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 13-22, 1978.
- RAJA HARUN, R. M.; HALL, D. A.; SZMIDT, R. A. K.; HITCHON, G. M. Melon cultivation in organic and inorganic substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 105-108, 1991.
- SCHMILEWSKI, G. K. Aspects of the raw material peat: resources and availability. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 601-610, 1983.
- SCHMILEWSKI, G. K. Quality control and use of composted organic wastes as components of growing media in the Federal Republic of Germany. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 294, p. 89-98, 1991.
- VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 221, p. 19-23, 1988.
- WILSON, G. C. S. Substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 19-32, 1984.
- WORRALL, R. J. The use of composted wood waste as a peat substitute. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 82, p. 79-86, 1978.