

V. 8, n. 3, p. 01-06, abr - jun, 2012.

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande.  
Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de  
Patos – PB. [www.cstr.ufcg.edu.br](http://www.cstr.ufcg.edu.br)

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

**Wagner C. de Farias<sup>1\*</sup>**  
**Líssia L. de P. Oliveira<sup>1</sup>**  
**Thiago A. de Oliveira<sup>1</sup>**  
**Lydio L. de G. R. Dantas<sup>1</sup>**  
**Thiago A. G. Silva<sup>1</sup>**

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/01/2012. Aprovado em 30/06/2012.

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido (DACT/UFERSA) Caixa Postal 137, CEP 59628-680, Mossoró, RN, Brasil. [cesareaj@yahoo.com.br](mailto:cesareaj@yahoo.com.br), [leticia\\_lissia@hotmail.com](mailto:leticia_lissia@hotmail.com), [thiagoagrotec@hotmail.com](mailto:thiagoagrotec@hotmail.com), [lydio\\_dantas@hotmail.com](mailto:lydio_dantas@hotmail.com), [thiagoaugustogomes@msn.com](mailto:thiagoaugustogomes@msn.com).



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO – ISSN 1808-6845  
*Artigo Científico*

## Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas

### RESUMO

O atual trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físicas dos substratos oriundos de indústria de polpas de fruta. Foram utilizados substratos provenientes da indústria de polpa, Puro Fruit, situada no município de Mossoró – RN. Em sequência os substratos foram homogeneizados separadamente e fragmentados em uma máquina forrageira e depois triturada em um triturador no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na sequência secada em estufa a 105°C, para serem submetidas às análises densidade global ( $\rho$ ), densidade de partículas ( $\rho_s$ ), porosidade total ( $\alpha$ ), tamanho das partículas e capacidade de recipiente (CR), pH e CE. Os substratos alternativos para a produção de mudas apresentaram uma grande variabilidade para as características físicas, podendo ser utilizado o substrato de fibra de caju na forma isolada ou combinado com fibra de coco, os demais substratos analisados demonstraram características indesejáveis para porosidade total, pH e CE.

**Palavras chave:** propriedades físicas, capacidade de recipiente, fibra.

## Physical characteristics of alternative substrates for seedling production

### ABSTRACT

The current study aimed to characterize the physical properties of substrates derived from fruit pulp industry. The used Substrates were the pulp industry, Puro Fruit, located in the municipality of Mossoró - RN. In sequence the substrates were homogenized separately fragmented into a forage machine and then crushed in a crusher at the Laboratory of Soil Physics of Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), in sequence dried at 105 °C, and submitted to analysis overall density ( $\rho$ ), particle density ( $\rho_s$ ), total porosity ( $\alpha$ ), particle size and capacity container (CR), pH and CE. The alternative substrates for the production of seedlings showed a high variability for the physical characteristics and can be used fiber cashew substrate in isolated form or combined with coconut fiber, other substrates demonstrated analyzed undesirable characteristics for total porosity, pH and CE.

**Keywords:** physical properties, container capacity, fiber.

## INTRODUÇÃO

O substrato é todo e qualquer material que é usado com o objetivo de servir de suporte para o desenvolvimento de uma planta até a sua transferência para o viveiro ou para a área de produção, podendo ser compreendido não apenas como base física, mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação (PASQUAL *et al.*, 2001).

Entre os principais atributos de um substrato envolvidos com o potencial de germinação das sementes, pode-se mencionar a porosidade, retenção da umidade do substrato, densidade e disponibilidade de nutrientes para a planta (MEEROW, 1995).

O substrato deve garantir por meio de sua fase sólida a manutenção mecânica do sistema radicular, garantindo um balanço correto de água-ar estabelecendo na fase líquida o suprimento de água e nutrientes e na fase gasosa o fornecimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo. Necessita ainda estar isento de elementos minerais ou qualquer outra substância em concentração fitotóxica, assim como de fitopatógenos, pragas e plantas indesejáveis (VAVRINA *et al.*, 2002).

A produção de mudas estar sujeito da utilização de substratos, sendo restringida pelo seu alto custo. A utilização dos resíduos orgânicos no arranjo dos substratos significa uma alternativa para a reciclagem de resíduos agroindustriais, bem como para aquisição de misturas ideais que sirvam de suporte para o desenvolvimento das plantas (PRAGANA, 1998).

Para garantir substratos com propriedades adequadas ao desenvolvimento das plantas, é essencial a caracterização física, química e biológica desses materiais (ABREU *et al.*, 2002). Verdonck (1983) afirma que, as características físicas são as mais importantes, devido às relações ar-água não poderem sofrer alterações durante o cultivo. Entre essas, Kämpf (2000a) e Ferraz *et al.*, (2005) citam que a densidade do substrato, a porosidade, a disponibilidade de água e de ar e, entre as características químicas, os valores de pH e CE são de extrema importância.

É indispensável que seja realizada a escolha apropriada do substrato, de acordo com a necessidade da planta. As qualidades físicas de um substrato são relativamente mais importantes que as químicas, logo a sua composição não pode ser facilmente demudada no viveiro, os atributos físicos de maior importância para determinar o manejo dos substratos são os seguintes: tamanho das partículas, porosidade, densidade global, densidade de partículas, capacidade de recipiente (MILNER, 2001).

A necessidade de avaliar substratos localizados nas diferentes regiões do país e torná-los disponível como base agrícola é fundamental, pois, além de ser uma alternativa para reduzir os custos de produção, daria destino ao resíduo acumulado (ANDRIOLO, 1999). Assim, o trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades físicas dos componentes nos substratos oriundos de indústria de polpas de fruta localizada em Mossoró - RN, em diferentes combinações.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Física do Solo, no complexo do Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido (LASAP/DCAT/UFERSA), localizado em Mossoró o qual se encontra a 18 m de altitude, distante 5° 11' de latitude Sul e 37° 20' de longitude Oeste.

Utilizaram-se os seguintes substratos: fibra de coco, fibra de caju, fibra de acerola, fibra de abacaxi e formando as combinações: (S1 = fibra de coco), (S2 = fibra de acerola), (S3 = fibra de caju), (S4 = fibra de abacaxi), (S5 = fibra de coco + fibra de caju), (S6 = fibra de coco + fibra de acerola), (S7 = fibra de coco + fibra de abacaxi), (S8 = fibra de caju + fibra de abacaxi), (S9 = fibra de caju + fibra de acerola) e (S10 = fibra de abacaxi + fibra de acerola). Os mesmos foram provenientes da indústria de processamento de polpa Puro Fruit, situada no município de Mossoró - RN.

Os substratos foram homogeneizados separadamente e fragmentados em uma máquina forrageira e depois triturada em um triturador no laboratório da referida instituição, na sequência secada em estufa a 105°C, para na sequência serem submetidas às análises físicas de densidade global ( $\rho$ ), densidade de partículas ( $\rho_s$ ), porosidade total ( $\alpha$ ), tamanho das partículas e capacidade de recipiente (CR). Analisou-se também o pH e CE. Para determinações físicas da densidade global ( $\rho$ ) foram colocadas às fibras e suas respectivas combinações em anéis metálicos volumétricos, guardados em estufa a 105 °C, por um período de 24 h conforme metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997). A Densidade ( $D_g$ ) foi obtida pela divisão do peso do substrato secado em estufa (PSS) pelo volume total do recipiente.

A densidade das partículas ( $\rho$ ) seguiu a metodologia da Embrapa (1997). Os cálculos foram obtidos através da fórmula:

$$D_p = a/100-b \quad \text{equação (1)}$$

Em que: a = peso da amostra seca a 105°C; b = volume de álcool gasto.

A capacidade de recipiente na base de massa foi obtida pela fórmula:

$$\theta_m(\text{CR}) = [((\text{PSU}-\text{PSS})/\text{PSS})(100)] \quad \text{equação (2)}$$

Sendo:  $\theta_m$  = umidade na base de massa; PSU = peso do substrato úmido depois de cessada a drenagem; PSS = peso do substrato secado em estufa.

A capacidade de recipiente na base de volume foi obtida pela fórmula:

$$\theta_v = (\text{CR}) = \theta_m(\text{CA}).D_g \quad \text{equação (3)}$$

Em que: V= umidade na base de volume;  
 $\theta_m$  = umidade na base de massa;  
 $D_g$  = densidade global.

A Porosidade total (PT) foi determinada pela soma do volume de água que ocupava os macroporos e drenado livremente após a saturação (capacidade de aeração), mais o volume de água retido na capacidade de recipiente dividido pelo volume total da amostra. A porosidade total foi obtida pela fórmula:

$$PT = 1 - (Dg/Dp) \quad \text{equação (4)}$$

Onde: Dg = densidade global;  
Dp = densidade de partícula.

Nos substratos, também foi determinado o diâmetro das partículas, em peneiras com abertura de malha de 0,25 mm; 0,50 mm; 1,00 mm; e 2,00 mm. O material retido em cada peneira foi pesado para obtenção da porcentagem do tamanho das partículas.

Para determinação da Condutividade Elétrica (CE) e do pH dos substratos foi adotada a metodologia da (EMBRAPA, 1997), através do procedimento da diluição volumétrica 2:1. O pH foi mensurado em pHmetro e a condutividade elétrica, com condutímetro, sendo a CE expressa em dS/m.

Os resultados obtidos das características físicas foram submetidos à análise da variância, e as diferenças

entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dez substratos e três repetições cada. Os resultados obtidos das características físicas dos substratos foram submetidos à análise da variância quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se do auxílio do programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas ocorreram diferenças estatísticas entre os substratos analisados. As densidades de partículas (Dp) dos materiais orgânicos variam de 0,13 a 1,42 g cm<sup>-3</sup>. Os materiais orgânicos com maiores Dp's foram dos substratos S2 (1,42g/cm<sup>3</sup>), S8 (1,20 g/cm<sup>3</sup>), S9 (1,19 g/cm<sup>3</sup>) e S3 (1,16 g/cm<sup>3</sup>) diferenciando estatisticamente dos substratos S1 (0,13 g/cm<sup>3</sup>) e S6 (0,54 g/cm<sup>3</sup>) com os menores valores de densidade de partículas (tabela 1). Resultados encontrados por Campanharo et al., (2006) foram superiores aos encontrados nesse trabalho com densidade de partículas de 1,62 a 2,40 g cm<sup>-3</sup> para substratos comerciais.

**Tabela 1.** Densidade das partículas (Dp), densidade global (Dg), porosidade total (PT) e capacidade de recipiente na base de volume  $\theta_v$ (CR) dos substratos alternativos para produção de mudas. UFERSA, Mossoró/RN, 2012.

Substratos	Dp	Dg	PT	$\theta_v$
	g/cm <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	%
S1 - Fibra de coco (Fco)	0,13 e	0,08 h	0,35 b	16,09 j
S2 - Fibra de Acerola (Fac)	1,42 a	0,20 f	0,86 a	49,68 h
S3 - Fibra de cajú (Fca)	1,16 ab	0,46 a	0,61 ab	75,86 a
S4 - Fibra de abacaxi (Fab)	0,95 bc	0,26 d	0,73 ab	66,85 d
S5 - Fco + Fca 1:1	1,10 abc	0,33 c	0,70 ab	66,45 e
S6 - Fco + Fac 1:1	0,54 d	0,13 g	0,57 ab	45,48 i
S7 - Fco + Fab 1:1	0,78 cd	0,21 ef	0,72 ab	71,14 b
S8 - Fca + Fab 1:1	1,20 ab	0,39 b	0,68 ab	68,07 c
S9 - Fca + Fac 1:1	1,19 ab	0,33 c	0,73 ab	54,38 g
S10 - Fab + Fac 1:1	0,97 bc	0,24 de	0,76 ab	57,57 f
CV (%)	12,28	4,53	21,12	0,15

(\*) Médias seguidas na coluna pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A densidade global do substrato é inversamente relacionada com a porosidade, quando a densidade aumenta, ocorre uma restrição ao crescimento das raízes das plantas (Singh; Sinju, 1998). Ocorreu diferença estatística para a densidade global nos substratos que se situaram entre valores de 0,08 a 0,46 g/cm<sup>3</sup> (Tabela 1). Esses baixos valores de densidade dos substratos possivelmente não causam restrição mecânica ao crescimento radicular das plantas.

A densidade do substrato é a relação entre massa e volume, devendo ser suficiente para dar sustentação às plantas e pode variar de 0,1 a 0,8 g cm<sup>-3</sup> (FERMINO, 2002), estando os valores de densidade global dos substratos do referente trabalho nesse intervalo, exceto o substrato S1 (fibra de coco) com um valor inferior de 0,08 g cm<sup>-3</sup> mesmo resultado encontrado por Campanharo et al., (2006).

Segundo os autores Bellé (1990) e Ballester-Olmos (1992) o intervalo ideal da densidade global de

substratos para a maioria das plantas de vasos é de 0,3 e 0,4 g cm<sup>-3</sup>, estando nessa faixa nesse trabalho os substratos S5, S8 e S9. Já o autor Bunt (1973) relata que o intervalo da densidade global para o cultivo de plantas hortícolas está entre 0,4 e 0,5 g cm<sup>-3</sup>, nessa condição apenas o substrato S3 (fibra de cajú) apresentou-se nesse intervalo. Ferraz et al., (2005) avaliaram substratos comerciais comercializados no país encontraram valores de densidade global de 0,18 a 0,32 g cm<sup>-3</sup>.

Para característica porosidade total apenas ocorreu diferença estatística entre os substrato S1 (fibra de coco) que obteve o menor resultado 0,35 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> devido principalmente a porcentagem do número de partículas menores (tabela 2) do substrato S2 (fibra de acerola) que apresentou o maior valor 0,86 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, também explicado pelo número de partículas maiores. Os demais substratos não diferenciaram estatisticamente apresentando variação de 0,61 a 0,76 m<sup>3</sup>/m<sup>-3</sup>.

Para substratos, buscaram-se valores de porosidade total entre 0,75 - 0,90 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, para melhor aeração, infiltração de água e drenagem (LEMAIRE, 1995; KÄMPF, 2000b). Esses valores são maiores para substratos, comparado a solos, por causa do maior conteúdo de água utilizado no cultivo de plantas em substratos. Com base nesses valores recomendados para substratos, verifica-se que a porosidade total de S2 de 0,86 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> e S10 de 0,76 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> (tabela 1) encontra-se entre os valores recomendados. Já os demais se mostraram inferior ao recomendado possivelmente devido ao diâmetro das partículas (tabela 2) serem menores. Diversos autores realizarão estudo sobre as propriedades físicas de substratos sendo encontrado na literatura nacional valores de porosidade total no intervalo de 0,50 a 0,84 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> (CAMPANHARO et al., 2006; FERRAZ et al., 2005; ZANETTI et al., 2003).

Ocorreu diferença estatística a 5% de probabilidade para variável capacidade de recipiente em base de volume, onde todos os substratos se diferenciaram, apresentando uma variação de 16,09 a 75,86%. O substrato com o maior

valor de  $\theta_v$  (CR) foi o S3 (fibra de caju) 75,86% e o menor valor encontrado foi o substrato S1 (fibra de coco). Valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho foram observados por Larceda et al., (2007) que, encontraram uma  $\theta_v$  (CR) de 56,10 e 61,85% nos substratos pó de coco e resíduo de sisal.

O substrato S1 (fibra de coco) apresentou a maior porcentagem de partículas menores 39,16%, enquanto o substrato S4 (fibra de abacaxi) 5,18% (tabela 2). Já para o diâmetro de partículas maiores observou-se o oposto o substrato S1 com menor porcentagem 14,6% e o substrato S4 apresentou diâmetro de partículas maiores, com a porcentagem de 61,65%. Foi observado que os demais substratos demonstraram uma homogeneidade na distribuição do tamanho das partículas. A mistura do substrato S1 e S4 aumentaram ou diminuíram a homogeneidade dos demais substratos analisados.

As características químicas analisadas, pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos estão apresentados na tabela 3.

**Tabela 2.** Distribuição das partículas dos substratos em tamanho de diâmetro dos substratos alternativos para produção de mudas. UFERSA, Mossoró/RN, 2012.

Substratos	Diâmetro das Partículas (mm)			
	< 0,50	1,00 - 0,50	2,00 - 1,00	> 2,00
	-----%-----			
S1 - Fibra de coco (Fco)	39,16	28,32	17,92	14,6
S2 - Fibra de Acerola (Fac)	28,73	23,22	23,19	24,86
S3 - Fibra de cajú (Fca)	12,25	32,23	33,79	21,73
S4 - Fibra de abacaxi (Fab)	5,18	12,85	20,32	61,65
S5 - Fco + Fca 1:1	15,48	28,41	32,46	23,65
S6 - Fco + Fac 1:1	23,85	25,22	23,76	27,17
S7 - Fco + Fab 1:1	17,73	15,79	18,05	48,43
S8 - Fca + Fab 1:1	10,15	30	28,34	30,51
S9 - Fca + Fac 1:1	3,18	17,21	32,29	47,32
S10 - Fab + Fac 1:1	12,4	16,33	20,35	50,92

**Tabela 3.** Atributos químicos dos substratos estudados dos substratos alternativos para produção de mudas. UFERSA, Mossoró/RN, 2012

Substratos	pH	CE (dS/m)
S1 - Fibra de coco (Fco)	5,97 a	0,60 d
S2 - Fibra de Acerola (Fac)	4,67 f	1,96 cd
S3 - Fibra de cajú (Fca)	5,15 cd	2,39 cd
S4 - Fibra de abacaxi (Fab)	5,27 bc	5,57 a
S5 - Fco + Fca 1:1	5,22 cd	3,55 bc
S6 - Fco + Fac 1:1	4,91 e	1,79 cd
S7 - Fco + Fab 1:1	5,43 b	3,28 bc
S8 - Fca + Fab 1:1	5,11 cd	5,10 ab
S9 - Fca + Fac 1:1	5,13 cd	3,00 c
S10 - Fab + Fac 1:1	5,06 de	3,28 bc
CV (%)	1,16	21,43

(<sup>e</sup>) Médias seguidas na coluna pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável pH ocorreu diferença estatística a 5% de probabilidade, sendo observado que o substrato S1 (fibra de coco) o maior valor dessa variável (5,97), esse valor de pH pode ser explicado pelo tratamento realizado

para sua correção, que naturalmente é ácida, para sua posterior comercialização, enquanto o substrato alternativo S2 (fibra de acerola) obteve o menor pH (4.67), esse resultado está relacionada com as

propriedades químicas da fibra da polpa. Os demais substratos demonstraram pH superiores a 5,0 exceto o substrato S6 (fibra de coco + fibra de acerola) que foi misturado com o substrato que obteve o menor valor de pH.

Para disponibilidade adequada de nutrientes os valores de pH dos substratos devem se encontrar na faixa de 6,0 a 7,0 (KAMPF, 2000b; SCHMITZ et al., 2002). Para substratos orgânicos, esse valor varia de 5,2 a 5,5, sendo ideal a faixa de pH de 5,5 a 6,5 em substratos (WALDEMAR, 2000).

Os substratos devem apresentar valores adequados de pH e Condutividade elétrica (CE), uma vez que o pH, além de influenciar a disponibilidade de nutrientes, está relacionado a desequilíbrios fisiológicos da planta, enquanto alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes, sendo resultante das condições inerentes do próprio substrato ou do excesso de adubação (BACKES et al., 1991; CARNEIRO, 1995).

Nos substratos avaliados houve diferença estatística a 5% de probabilidade para a condutividade elétrica (CE), com uma grande variação entre os mesmos, tendo o substrato S1 (fibra de coco) apresentado o menor valor  $0,60 \text{ dS m}^{-1}$  e não diferenciando dos substratos S2; S3 e a mistura dos substrato de fibra de coco com fibra de acerola. Já o substrato S4 (fibra de abacaxi) obteve o maior resultado  $5,57 \text{ s m}^{-1}$ , a mistura desse substrato elevou a condutividade elétrica das demais combinações, e na mistura do substrato S1 e S3 ocorreu uma reação sinérgica com o aumento da condutividade dessa mistura.

Bunt (1988) descreve os valores de sais solúveis totais na proporção 1:2 (substrato:água) para a análise química para a maioria das espécies cultivadas:  $<0,15 \text{ dS m}^{-1}$  (muito baixo);  $0,15$  a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  (baixo);  $0,5$  a  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$  (moderado);  $1,8$  a  $2,25 \text{ dS m}^{-1}$  (ligeiramente alto);  $2,26$  a  $3,4 \text{ dS m}^{-1}$  (alto); e  $>3,4 \text{ dS m}^{-1}$  (muito alto).

De acordo com Abad et al. (1992) e Cadahía & Eymar (1992) a CE considerada ideal para substratos está entre  $0,75 \text{ dS m}^{-1}$  e  $3,4 \text{ dS m}^{-1}$ . Resultado semelhantes foram encontrados por Lacerda et al. (2006) para substratos de pó de coco e resíduo de sisal no intervalo de  $0,26$  a  $2,91 \text{ dS m}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

1. Os substratos alternativos para a produção de mudas apresentaram uma grande variabilidade para as características físicas.

2. Os melhores resultados são encontrados com a utilização de fibra de caju na forma isolada ou combinada com fibra de coco.

3. Os demais substratos analisados demonstraram características indesejáveis para porosidade total, pH e CE.

## REFERÊNCIAS

ABREU MF; ABREU CA; BATAGLIA OC. 2002. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: ENCONTRO

- NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, *Anais...*, Campinas: Instituto Agrônomo, p. 17-28, (Documentos IAC, 70).
- ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro sem solo. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.3, p.215-219, 1999.
- BACKES, M.A.; KÄMPF, A.N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p.753-758, 1991.
- BELLÉ, S. **Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/RS) como substrato hortícola**. 1990. 143p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BUNT, A.C. **Media and mix for container-grown plants**. London: Unwin Hyman, 1988.
- 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.
- CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. A. ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, v.19, p.140-145, 2006.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995. 451 p.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa, CNPS. Documentos, 1).
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: *Anais do II Encontro Nacional de Substratos para Plantas*, 2002, Campinas: IAC, p.29-37, 2002.
- FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F. BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 209-214, 2005.
- FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000a.
- KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, 2000b. p.139-145.
- LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Caracterização físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, p.163-170, 2006.
- LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Hort.**, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.

- MEEROW, A.W.; Growth of two tropical foliage plants using coir dust as a container medium amendment. **Hort Technology**, Alexandria, n. 5, p. 237-239, 1995.
- MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. The Netherlands: Schreurs, 2002. 206 p.
- MILNER, L. Water and fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. Proceedings. Ribeirão Preto: ISCN, p.108-111, 2001.
- PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. et al. **Fruticultura Comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.
- PRAGANA, R. B. **Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola**. 1998. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais**. 2000. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- SANTOS, F. R. P. et al. **Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura**. Cult. Agron., Ilha Solteira, v. 11, p. 81-92, 2002.
- SCHMITZ, J.A.K. et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 32, p.937-944, 2002.
- SINGH, B.P.; SINJU, U.M. Soil physical and morphological properties and root growth. **Hort. Sci.**, Alexandria, v. 33, p. 966-971, 1998.
- TAVEIRA, J. A. **Substratos – cuidados na escolha do tipo mais adequado**. 1996, 2 p. (Boletim Ibraflor Informativo, 13).
- VAVRINA, C. S. ARENAS, M.; CORNELL, J. A.; HANLON, E. A.; HOCHMUTH, G. J. Coiras an alternative to peat in media for tomato transplant production. **Hort Science**, Alexandria, v. 37, n. 2, p. 309-312, 2002.
- VERDONCK, O. Barck compost a new accepted growing medium for plants. **Acta Hort.**, Wageningen, v. 133, p. 221-227, 1983.
- WALDEMAR, C.C. A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M. H. (Ed.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 171-176.
- ZANETTI, M., FERNANDES, C.; CAZETTA, J. O.; CORÁ, J. E.; MATTOS JUNIOR, D. Caracterização física de substratos para a produção de mudas e porta-enxertos cítricos sob telado. **Revista Laranja**. Cordeirópolis, v.24, n.2, p.519-530, 2003.