

# PROPRIEDADES QUÍMICAS DE MATERIAIS VEGETAIS USADOS EM COMPOSTAGEM E DE DIFERENTES SUBSTRATOS

SOUZA, Cristiane Santos da Silva<sup>1</sup>; ALVES, Marlene Cristina <sup>2\*</sup>; CASTILHO, Regina Maria Monteiro de <sup>3</sup>; SILVA, Maria Luiza de Souza <sup>4</sup>; FERNANDES, Francisco Maximino <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Parte do trabalho de Dissertação do primeiro autor com apoio financeiro da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo).

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma MS em Agronomia pela FEIS/UNESP/Campus de Ilha Solteira - SP.

<sup>2\*</sup> Docentes do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da FEIS/UNESP. Avenida Brasil, 56 - Centro, 15.385-000 Ilha Solteira - SP. (\*autora para correspondência).

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da FEIS/UNESP/Ilha Solteira - SP.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma MS em Agronomia pela FEISIUNESP/Campus de Ilha Solteira - SP.

**RESUMO:** O trabalho teve por objetivo investigar as alterações químicas de diferentes materiais vegetais e de substratos, visando condições ideais para o uso agrícola. Utilizou-se quatro tipos de materiais vegetais: casca de arroz carbonizada, bagaço de cana, fibra de coco e acícula de *Pinus*. Estes materiais foram submetidos ao processo de compostagem por 110 dias. Para a formação dos substratos utilizou-se a mistura de solo + material vegetal. Realizou-se análises químicas dos materiais vegetais e dos substratos, sendo os materiais vegetais analisados antes e após a compostagem, obtendo-se valores referentes a macronutrientes e micronutrientes, além de valores da condutividade elétrica e da acidez. Com base nos resultados, pode se concluir que a compostagem propiciou uma melhoria na qualidade desses materiais vegetais e que a acícula de *Pinus* foi quem apresentou valores mais próximos do ideal para substrato.

**Palavras-chave:** macronutrientes, micronutrientes, condutividade elétrica, análise química, substrato.

## Chemical properties of vegetable materials used in compound and of different media

**ABSTRACT:** Its work had as objective to investigate the chemical alterations of different vegetable materials and of media, seeking ideal conditions for the agricultural use. Charred peel of rice, sugarcane trash, coconut fiber and acícula of *Pinus* were used as vegetable materials. It took 110 days to prepare the composto. It was used a mixture of soil + vegetable material to prepare the media. Chemical analysis of the vegetable materials and of the media were carried out. The vegetable materials were analyzed before and after the compost be prepared. The data collected refers to macronutrients, micronutrients, electric conductivity and acidity. Based on the results, it can be concluded that the compost process provided an improvement in the quality of those materials and that the acícula of *Pinus* was the one that presented values closer to the ideal for media.

**Key Words:** macronutrients, micronutrients, electric conductivity, chemical analysis, media

## INTRODUÇÃO

Atualmente diversos materiais vegetais vem sendo utilizados como um meio alternativo para o crescimento e desenvolvimento de plantas em viveiros. Entre as técnicas empregadas no manejo

de um viveiro destaca-se a seleção do substrato, tendo em vista sua fundamental importância no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Segundo KÄMPF (2000) define-se como substrato

para plantas o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo.

O meio de cultivo vem evoluindo desde os primeiros substratos baseados em solo mineral até as atuais misturas, com maiores proporções de componentes orgânicos como a turfa, cascas de *Pinus* e similares. Estes novos substratos tem proporcionado resultados superiores aos baseados em solo, desde que se conheça suas características (ANSORENA MINER, 1994).

Entre as propriedades químicas de interesse para utilização de substratos, KÄMPF (2000), cita valores de pH, salinidade e capacidade de troca catiônica (CTC). Esta citação é concordante com ANSORENA MINER (1994), que faz menção quanto às características químicas citando o pH, a salinidade e a CTC como sendo importantes quando pretende-se colocar espécies vegetais para enraizar.

O termo pH refere-se à reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, em escala de 1 a 14. Sua importância, segundo KÄMPF (2000) está relacionada com a sua influência na disponibilidade de nutrientes bem como no efeito sobre os processos fisiológicos da planta.

ASORENA MINER (1994) e KÄMPF (2000) citam que as plantas podem viver sem restrições, em uma faixa ampla de pH (4 a 8), sempre que as concentrações de nutrientes disponíveis se mantiverem em níveis suficientes.

Em substratos orgânicos, a faixa ótima de pH para o crescimento das plantas está compreendida entre 5,0 a 5,5, aonde ocorre maior assimilação de N, P, Fe, B, Zn e Cu. No entanto, isto não exclui que, dependendo da espécie, essa possa viver satisfatoriamente fora deste intervalo (ASORENA MINER, 1994).

Para KÄMPF (2000), a faixa ideal de pH em um solo orgânico vai de 5,0 a 5,8. Quando o substrato for à base de solo mineral, esta faixa é de 6,0 a 6,5. Em meios com pH abaixo de 5,0 podem ocorrer sintomas de deficiências de N, K, Ca, Mg e B. Problemas com a disponibilidade de P e micronutrientes são esperados em pH acima de 6,5. Folhas cloróticas podem ser sintomas de deficiências de Fe em meios alcalinos.

ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY (1998) citam que as plantas podem sobreviver a um amplo intervalo de pH em substratos, sem sofrerem desordens fisiológicas aparentes, sempre que os nutrientes se mostrarem de forma

assimilável. O pH exerce seus efeitos principais sobre a assimilabilidade de nutrientes, a capacidade de troca catiônica e atividades biológicas.

Com pH de 5,0 a 6,5, a maioria dos nutrientes mantém seu máximo nível de assimilação; Ph abaixo de 5,0 pode ocasionar deficiências de N, K, Ca, Mg e B e pH acima de 6,5, pode diminuir a assimilação de P, Fe, Mn, B, Zn e Cu (ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY 1998).

A salinidade ou Teor Total de Sais Solúveis (TTSS) ou ainda condutividade elétrica (CE) é outra característica química que deve ser mencionada. No entanto, deve-se esclarecer que o termo "sais solúveis" refere-se aos constituintes inorgânicos do meio, capazes de se dissolverem em água.

Nessa avaliação, levam-se em conta todos os íons, nutrientes e não nutrientes. Tal característica tem como objetivo conhecer a concentração salina do meio onde irão crescer as raízes da planta. A sensibilidade a esta concentração varia conforme a espécie e a idade da planta; quanto mais jovem, mais sensível (KÄMPF, 2000).

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS - ASCE (1990) citada por ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY (1998), menciona que a resposta das plantas à salinidade depende da idade das mesmas, das condições ambientais, das práticas de manejo de cultivo e das características da espécie. As fases de germinação e crescimento inicial são mais sensíveis aos sais que as fases de crescimento e desenvolvimento posterior. As plantas cultivadas em condições ambientais frescas e úmidas, ou durante a época mais amena do ano, são mais tolerantes à salinidade do que aquelas cultivadas durante os períodos mais quentes, ou com baixa umidade relativa, temperatura e radiação elevada.

O valor da salinidade de um meio de cultivo é obtido com base na condutividade elétrica de seus íons dissolvidos. Especialmente na utilização de materiais alternativos, em misturas não industrializadas, é importante conhecer o nível de salinidade do substrato, a fim de evitar perdas na produção (KÄMPF, 2000).

Segundo BUNT (1988), mencionado por ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY (1998), o nível ótimo da salinidade para o cultivo de ornamentais deve estar na faixa de 0,74 a 1,99 dS/m. Se a salinidade apresentar valores entre 2,00 a 3,49 dS/m, pode ser considerada satisfatória para a maio

ria das plantas, porém pode ocorrer redução de crescimento em algumas espécies sensíveis. Valores superiores a estes são considerados inviáveis para o cultivo.

Assim, este trabalho teve por objetivo investigar as características químicas de diferentes materiais vegetais antes e após a compostagem e de substratos, visando condições ideais para o uso agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área onde estão localizados os Departamentos de Ensino da Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - SP, da Universidade Estadual Paulista - UNESP. A referida área está localizada à margem esquerda do Rio Paraná, com coordenadas 21°22' latitude Sul e 51°22' longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude de 335 metros. A pesquisa foi realizada durante o período de outubro de 1999 a janeiro de 2001.

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (Centurion, 1982).

Utilizou-se quatro tipos de materiais vegetais: casca de arroz carbonizada (CAC), bagaço de cana (BC), fibra de coco (FC) e acícula de *Pinus* (AP). A fibra de coco e a acícula de *Pinus* foram trituradas com a finalidade de facilitar o manuseio. Estes materiais foram submetidos ao processo de compostagem por 110 dias.

Todos os materiais vegetais submetidos ao processo de compostagem foram dispostos em leiras com 1,30 x 1,80 x 0,30 m (largura x comprimento x altura), e recobertos com lona plástica. Considerando que esses materiais são de difícil decomposição, os mesmos foram mantidos por 110 dias em processo de decomposição, a fim de investigar quais as possíveis alterações químicas que ocorreram durante este período.

Para a formação do substrato utilizou-se a mistura de solo + material vegetal na proporção de 2:1. O solo utilizado foi um Argissolo coletado na profundidade de 0,20 m. A análise química foi realizada utilizando-se o método da resina, citado por RAIJ et al. (1987). Determinou-se P-resina, matéria orgânica, índice de acidez, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por bases.

Nos Quadros 1 e 2 constam a caracterização química do solo utilizado nos substratos.

**Quadro 1.** Caracterização química do solo utilizado na composição dos substratos.

P resina (mg dm <sup>-3</sup> )	M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	6H Ca Cl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC	V (%)
		(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )								
3	22	4,7	1,3	18	2	25	1	21,8	46,8	47

**Quadro 2.** Teores totais de micronutrientes presente no solo utilizado na composição dos substratos.

B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg dm <sup>-3</sup>				
0,24	0,60	17,00	10,60	0,80

A análise química dos materiais vegetais foi realizada segundo o Método de KJELDAHL, citado por MALA VOLTA et al. (1989) onde determinou-se N, P, K, Ca, Mg e S, considerando-se os teores totais. Para isso, os materiais foram analisados como se fossem adubos orgânicos, sendo assim, submetidos a digestão. Também foi realizada a análise de micronutrientes de acordo com

o método de MALA VOLTA et al. (1997). A condutividade elétrica e o pH foram avaliados segundo o método citado por TEDESCO et al. (1995).

No Quadro 3 está apresentada a granulometria do solo utilizado no preparo dos substratos, determinada pelo método do densímetro citado por CLAESSEN et al. (1997).

Os resultados foram analisados através do

programa ESTAT - Sistema para Análises Estatísticas. Obteve-se a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

**Quadro 3.** Granulometria do solo utilizado no substrato.

FRAÇÃO TEXTURAL	(g kg <sup>-1</sup> )
AREIA	552,4
SILTE	384,4
ARGILA	64,0

Os resultados foram analisados através do programa ESTAT - Sistema para Análises Estatísticas. Obteve-se a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos Quadros 4 e 5, pode-se verificar os resultados correspondentes a macronutrientes e micronutrientes dos materiais vegetais antes e após a compostagem.

**Quadro 4.** Macronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem.

MATERIAIS VEGETAIS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
	ANTES					
Fibra de Coco	8,12	0,90	2,40	1,24	1,20	0,63
Bagaço de Cana	6,16	0,72	1,80	0,44	0,46	0,16
Acículas de <i>Pinus</i>	5,46	1,80	1,20	4,92	1,82	0,65
Casca de Arroz Carbonizada	4,34	1,86	2,40	0,92	1,13	0,44
APOS						
Fibra de Coco	11,55	0,03	2,18	3,04	2,06	1,33
Bagaço de Cana	5,25	0,02	2,12	2,88	1,30	0,96
Acículas de <i>Pinus</i>	6,65	2,91	0,99	7,60	1,87	0,78
Casca de Arroz Carbonizada	4,20	0,01	2,60	1,60	1,49	0,41

**Quadro 5.** Micronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem.

MATERIAIS VEGETAIS	MICRONUTRIENTES			
	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>			
ANTES				
Fibra de Coco	7	1840	18	19
Bagaço de Cana	5	1200	41	10
Acículas de <i>Pinus</i>	10	6000	639	19
Casca de Arroz Carbonizada	7	1640	395	43
APOS				
Fibra de Coco	5	2986	37	26
Bagaço de Cana	18	8052	150	35
Acículas de <i>Pinus</i>	11	5145	769	24
Casca de Arroz Carbonizada	10	4083	295	31

Através destes resultados, tem-se um referencial de grande importância para ser associado com fatores como pH, e este, por sua vez, está diretamente ligado com a salinidade. Vale lembrar que tais fatores influenciam diretamente a disponibili-

dade destes nutrientes.

Com relação aos macronutrientes (Quadro 4), houve um incremento, após a compostagem, para os teores no substrato à base de acículas de *Pinus*. Para valores de micronutrientes (Quadro 5),

observa-se uma tendência no aumento de teores para os substratos a base de acículas de *Pinus* e bagaço de cana. Quando compara-se tais valores com os valores citados por RODRIGUES & MEDEIROS (2000), verifica-se que os resultados obtidos foram próximos aos resultados obtidos pelos referidos autores, em estudo sobre a caracterização química de substratos elaborados a partir de casca de eucalipto, casca de Acácia, casca de *Pinus* e casca de arroz carbonizada.

Verifica-se através do Quadro 5 que os substratos apresentaram valores elevados de Fe e Mn, antes e após a compostagem. Porém, de acordo com RODRIGUES & MEDEIROS (2000), tais teores de macronutrientes e micronutrientes podem ser considerados adequados à produção de plantas envasadas.

Nos Quadros 6 e 7 encontram-se as médias e Teste de Tukey da condutividade elétrica e do pH em água.

**Quadro 6.** Médias e teste de Tukey para a condutividade elétrica (CE) para os materiais vegetais, antes e após a compostagem.

MATERIAIS VEGETAIS	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE - dS/m)			
	Antes		Após	
Fibra de Coco	6,37	B a	2,63	C b
Bagaço de Cana	6,42	B a	2,93	B b
Acículas de <i>Pinus</i>	5,66	C a	3,85	A b
Casca de Arroz Carbonizada	6,74	A a	4,03	A b

cv= 1,75%

DMS p/colunas= 0,02

DMS p/linhas= 0,01

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Quadro 7.** Médias e teste de Tukey para pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem.

MATERIAIS VEGETAIS	pH em água			
	Antes		Após	
Fibra de Coco	4,40	A a	4,96	A b
Bagaço de Cana	5,85	B a	5,30	C b
Acículas de <i>Pinus</i>	4,68	C b	5,50	Da
Casca de Arroz Carbonizada	6,46	Db	6,40	B a

cv= 0,56%

DMS p/colunas= 0,07

DMS p/linhas= 0,01

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os resultados de condutividade elétrica dos materiais vegetais (Quadro 6), na coluna, antes da compostagem, pode-se observar que a casca de arroz carbonizada diferiu significativamente dos demais substratos, assim como as acículas de *Pinus*. Após a compostagem, verifica-se uma diferença significativa com relação à fibra de coco e bagaço de cana. Tais valores não são concordes com os valores encontrados por ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY (1998), que citam que os níveis adequados de condutividade elétrica em substratos para cultivo de plantas ornamentais devem estar entre 0,74 a 1,99 dS m<sup>-1</sup>. Se

a condutividade elétrica apresentar valores entre 2,00 a 3,49 dS m<sup>-1</sup>, pode ser considerada satisfatória para a maioria das plantas, porém pode ocorrer redução de crescimento em algumas espécies sensíveis. Valores superiores a estes são considerados inviáveis para o cultivo. Portanto, a acícula de *Pinus* e a casca de arroz carbonizada, apesar de apresentarem valores superiores ao considerado ideais, podem ser utilizadas como substrato de cultivo uma vez que se empregue métodos eficientes, como a compostagem, para se baixar a salinidade. Tal observação pode ser verificada comparando-se os resultados dos

substratos, antes e após a compostagem nas linhas. Verifica-se que dentro de um mesmo substrato houve uma diferença significativa, e que apesar dos materiais apresentarem um alto teor de salinidade antes da compostagem, após este processo houve uma redução nos valores deste parâmetro.

Analisando os resultados para acidez (Quadro 7), nas colunas, verifica-se que antes e após a compostagem, ocorreu uma diferença significativa entre os substratos. Comparando-se os resultados dos substratos, antes e após a compostagem, nas linhas, verifica-se que todos os substratos diferiram significativamente.

Os valores de pH ideais para o cultivo de plantas ornamentais em recipientes citados por ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY (1998), compreendem a faixa de 5,2 a 6,3. Assim, com base nos valores encontrados para os substratos estudados, pode-se inferir que somente o substrato a base de acículas de *Pinus* e, possivelmente, o substrato à base de bagaço de cana, nas condições do experimento, possuem valores de pH adequados para o cultivo de espécies ornamentais. O pH abaixo de 5,0 pode favorecer sintomas de deficiências de N, P, Ca, Mg e B. Em caso de pH acima de 6,5, podem acontecer problemas com a disponibilidade de P e micronutrientes, como Cu, Mn, Zn e Fe.

A assimilação dos elementos nutritivos é afetada de modo marcante pelo pH. Com pH de 5,0 a 6,5, a maioria dos nutrientes mantém seu máximo nível de assimilação. O pH abaixo de 5,0 pode ocasionar deficiências de N, K, Ca, Mg e B e pH acima de 6,5, pode diminuir a assimilação de P, Fe, Mn, B, Zn e Cu (ABAD BERJON & NOGUERA MURRAY 1998).

Para KÄMPF (2000) a faixa ideal de pH em um solo orgânico vai de 5,0 a 5,8. Quando o substrato for a base de solo mineral, esta faixa é de 6,0 a 6,5. Em meios com pH abaixo de 5,0, podem ocorrer sintomas de deficiências de N, K, Ca, Mg e B. Problemas com a disponibilidade de P e micronutrientes são esperados em pH acima de 6,5. Folhas cloróticas podem ser sintomas de deficiência de Fe em meios alcalinos.

Através das Figuras 1 e 2 pode-se verificar que existe uma correlação entre a condutividade elétrica e a umidade dos materiais vegetais, tanto antes como após a compostagem.

Observa-se que após o processo de compostagem, houve um aumento no teor de água e, conseqüentemente, uma redução da condutividade elétrica em todos os materiais vegetais, concordando com os resultados encontrados por ABAD BERJON & NOGUERA MORRAY (1998).

Nas Figuras 3 e 4 verifica-se, de maneira geral, que a condutividade elétrica e a acidez (pH), possuem o mesmo comportamento em relação aos materiais vegetais analisados antes e após a compostagem.

No Quadro 8, pode-se verificar os valores correspondentes à análise química dos substratos utilizados como meio de enraizamento e cultivo das espécies ornamentais estudadas.

Verifica-se que os substratos, em se tratando de alumínio tóxico, apresentam teores mínimos ou nulos, fato este que deve ser considerado quando da escolha de um substrato de cultivo. Quanto à CTC, pode-se verificar que os substratos apresentam valores inferiores aos considerados adequados, cuja faixa varia de 100 a 300  $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$  (MARTINEZ & BARBOSA, 1999).

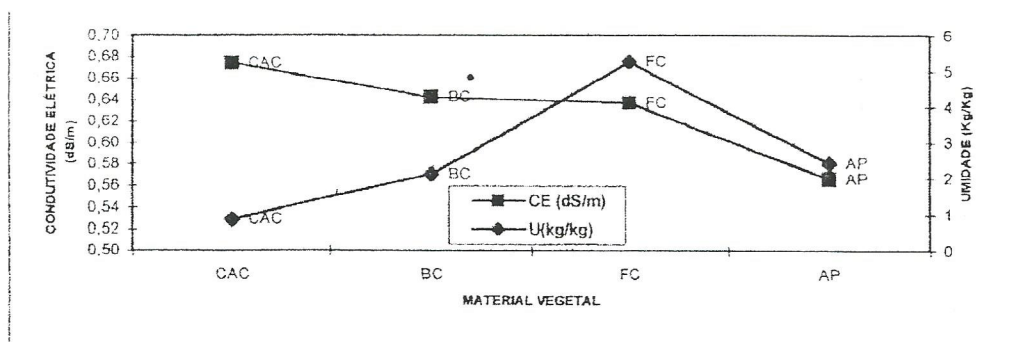


Figura 1. Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais antes da compostagem.

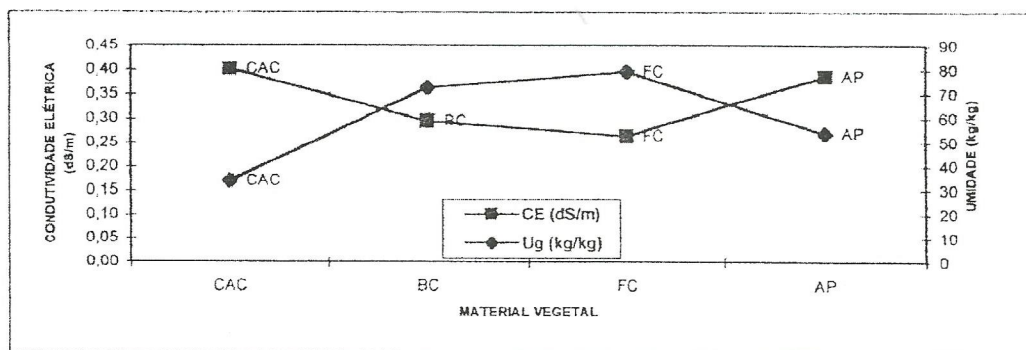


Figura 2. Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais após a compostagem.

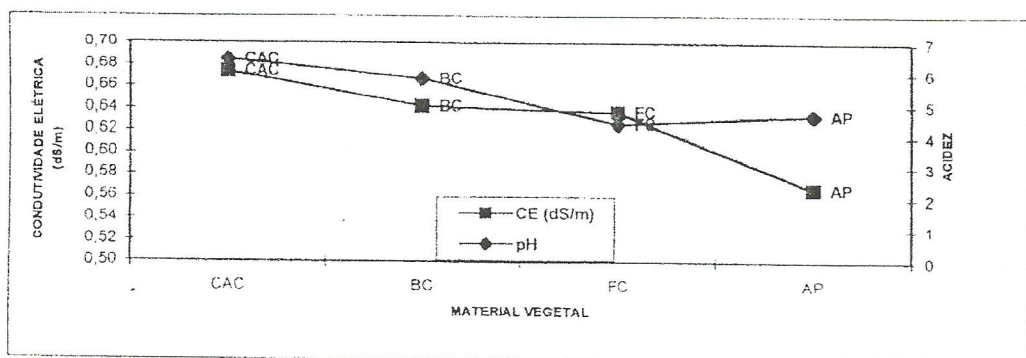


Figura 3. Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais antes da compostagem.

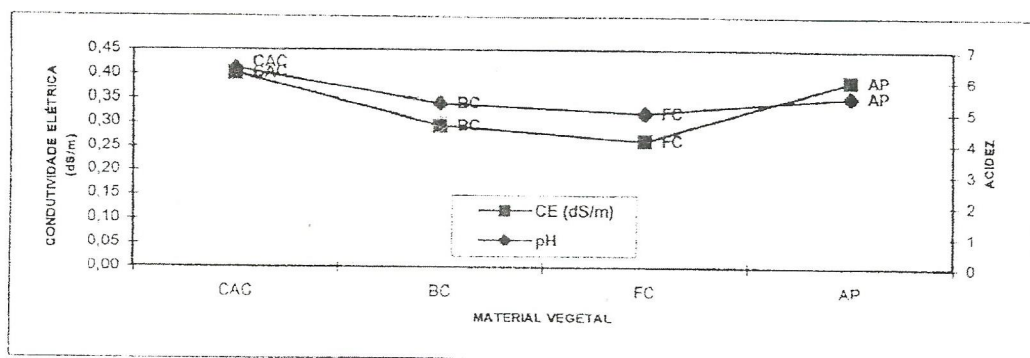


Figura 4. Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais após a compostagem.

Quadro 8. Caracterização química dos substratos estudados.

Substratos	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )	M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	pHCa	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)
			Cl <sub>2</sub>								
(mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )											
Solo + Fibra de coco	13	66	4,6	3,2	24	4	28	2	31,3	59,3	53
Solo + Bagaço de cana	19	43	5,1	3,5	24	3	20	0	30,2	50,2	60
Solo + Acícula de <i>Pinus</i>	56	43	5,2	2,6	38	8	22	0	48,7	70,7	69
Solo + CAC*	12	25	4,8	3,8	16	2	25	1	21,6	46,6	46

\*CAC: Casca de arroz carbonizada

Com relação à saturação por bases, o mesmo autor menciona que um solo é considerado como sendo fértil quando apresenta valor de V% superior a 50. Os valores de V% dos substratos em questão, se comparados ao valor de um solo, apresentam-se superiores, exceção do substrato à base de casca de arroz carbonizada.

Assim, pode-se inferir que na obtenção de substratos alternativos, a compostagem proporcionou uma melhoria na qualidade desses materiais vegetais, e que após a compostagem, os materiais vegetais estudados apresentaram características adequadas para um substrato de cultivo.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados, conclui-se que:

1. na obtenção de substratos alternativos, a compostagem proporcionou uma melhoria na qualidade desses materiais vegetais;
2. após a compostagem, os materiais vegetais estudados, apresentaram características adequadas para um substrato de cultivo;
3. o substrato mais apropriado foi o que utilizou a acícula de *Pinus*, apresentando valores mais próximos do ideal, seguido da mistura com casca de arroz carbonizada, do bagaço de cana e da fibra de coco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD BERJON, M.; NOGUEIRA MURRAY, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA LOPEZ, C. Fertirrigación: Cultivos horticolas y ornamentales. Espanã: Mundi-Prensa, 1998. p. 291-342.

ANSORENA MINER, J. Evolución de los medios de cultivo. In \_\_\_\_\_. Sustratos: Propiedades y caracterización. Espana: Mundi-Prensa, 1994. p.11-8.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. Científica, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA - CNPS. Documentos, 1).

KÄMPF, A. N. Substratos. IN: \_\_\_\_\_. Produção Comercial de Plantas Ornamentais. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 45-71.

LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998, 177 p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., DE OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1989. 210p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., DE OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 2ª edição, 1997. 317p.

MARTINEZ, H. E. P., BARBOSA, J. G. Substratos para hidroponia. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n. 200/201, p. 81-9, 1999.

RAIJ, B. V. et al. Análise química do solo para fins de fertilidade. Fundação Cargill. Campinas, 1987, 170p.

RODRIGUES, L. T., MEDEIROS, C. A. B. Caracterização química de substratos elaborados a partir de casca de eucalipto, casca de acácia, casca de *Pinus* e casca de arroz carbonizada. II Encontro nacional sobre substratos para plantas, Florianópolis, p.54, 2000.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. In: \_\_\_\_\_. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.87. (Boletim técnico, 5).