

Misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada no enraizamento de *Dendranthema morifolium* Tzevelev ‘Golden Polaris’ sob método de transpiração

CIRILO GRUSZYNSKI¹; I. ANGHINONI²; E. J. MEURER² e ATELENE NORMAN KÄMPF³

RESUMO

Árvore nativa da China, o tungue (*Aleurites fordii* Hemsl) é cultivado em minifúndios do Rio Grande do Sul desde o início do século XX. A casca de tungue (CT) é um resíduo do processo industrial de extração do óleo do seu fruto, matéria-prima para fabricação de tintas e vernizes. O elevado conteúdo de fibras desse material sugere sua utilização como componente para substratos. A CT apresenta alta retenção de água em microporos e a mistura com casca de arroz carbonizada (CAC) é uma alternativa para melhorar suas propriedades físicas. Estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar misturas CT e CAC no enraizamento de estacas de crisântemo sob filme de polietileno, método denominado “transpiração”. Utilizaram-se as seguintes proporções (v:v): 1CT, 3CT:1CAC, 1CT:1CAC, 1CT:3CAC e 1CAC, tendo a mistura CACV (CAC:vermiculita superfina 6:1 v:v) como substrato referencial. A caracterização das misturas baseou-se nos valores de pH, de salinidade, de densidade e em curvas de retenção de água. CACV comportou-se de forma similar à CAC, sendo ambos excelentes como substrato para enraizamento de crisântemos. A presença de CT nas misturas aumentou o número de raízes, que, no entanto, eram mais curtas e escurecidas, indicando a presença de compostos que interferem na sua gênese. Entre os tratamentos com CT, o de melhor desempenho foi 1CT:3CAC, seguido por 1CT, diferença relacionada com o maior volume de água disponível dessas misturas.

Palavras-chave: substratos, resíduos, crisântemo, fenóis, propagação.

ABSTRACT

Tung husk and carbonized rice husk mixes as substrates for *Dendranthema morifolium* Tzevelev ‘golden polaris’ rooting under plastic coverage

The Chinese tung tree (*Aleurites fordii* Hemsl) is cultivated on small farms in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, for the tung oil industry. Tung oil, also known as wood oil, is used mainly as an ingredient for paints and varnishes. Tung husk (CT) are by-products of this industrial process. The high content of long-lasting fibers suggests that CT could be appropriate to be mixed in substrates for potted plants. CT shows high water retention in micropores and, to correct this characteristic, should be mixed to materials with good drainage. The present study was conducted to evaluate CT and carbonized rice husk (CAC) mixes as substrates for chrysanthemum rooting under plastic coverage. Five blends were evaluated: 1CT, 3CT:1CAC, 1CT:1CAC, 1CT:3CAC and 1CAC, plus CACV (CAC: superfine vermiculite 6:1 v:v) as a reference material. To characterize these mixes, salinity, pH, bulk density and water retention curves were measured. Both CAC and CACV showed similar efficiency as a rooting media, with excellent results for this species. Chrysanthemums rooted in the presence of CT showed a different morphological development, with more numerous and darker roots but shorter in length, indicating the presence of composts that interfered on the rizogenesis.

¹ EMATER/RS – Rua Senador Salgado Filho, 323 - 95670.000 Gramado (RS). E-mail: cirilo@cultivodeflores.com.br, site: www.cultivodeflores.com.br

² Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia - UFRGS.

³ Bolsista CNPq. E-mail: nkampf@cpovo.net

These differences cannot be considered as negative. Within the blends containing tung husks, 1CT:3CAC, followed by 1CT showed the best results. This was related to their higher easy available water content.

Key words: substrates, residues, chrysanthemum, phenols, propagation.

1. INTRODUÇÃO

O óleo de tungue, extraído de *Aleurites fordii* Hemsl, é utilizado particularmente como matéria-prima na indústria de tintas e vernizes. No Brasil, sua produção se concentra em minifúndios do Rio Grande do Sul, onde a cultura está presente desde o início do século XX. A casca de tungue (CT), um dos resíduos da indústria, é composta por partes do fruto (pericarpo, mesocarpo, endocarpo e testa das sementes), retiradas antes da extração do óleo. Esse resíduo semidecomposto já vem sendo utilizado em Floricultura, como condicionador de solo, no cultivo de rosas e de crisântemos em condições de campo. Seu elevado teor de fibras (50,6%, segundo GENGLING, 2001), e sua lenta decomposição sugerem seu potencial como componente para substratos. A disponibilidade anual média desse resíduo, no Rio Grande do Sul, é de 3.000 m³. Por ser oriundo de um processo de produção isento de defensivos agrícolas, esse material tem potencial como componente de substratos para cultivos de mudas dentro de um modelo de agricultura sustentável.

A avaliação preliminar da CT, peneirada com malha 9 mm, indica características físicas adequadas ao cultivo em recipientes, como uma baixa densidade (<200 kgm⁻³), elevada porosidade (> 85%) e elevado espaço de aeração (>30%). A CT apresenta, porém, baixo volume de água disponível (<20%) e elevada água remanescente a 100 hPa (38%), denominada por HAYNES & GOH (1978) como água de microporos. Do ponto de vista químico, a CT apresenta valor de pH próximo à neutralidade, elevado para o desenvolvimento da maior parte das plantas (KÄMPF, 2000) e uma salinidade equivalente a 0,43 gL⁻¹ de substrato como KCl. PENNINGSFELD (1983) sugere valores inferiores a 1,0 gL⁻¹ para a produção de mudas.

O método, denominado por produtores de “transpiração”, consiste na condução do período de enraizamento sob filme de polietileno e/ou manta de fibras de polipropileno conhecida como “tecido não tecido” ou TNT, colocado diretamente sobre as fo-

lhas do crisântemo (contínuo até o fechamento das laterais). A cobertura é posicionada após as operações de colocação das estacas e irrigação do substrato, sendo normalmente mantida por 15 a 20 dias. Esse método é utilizado em produções de pequeno e médio porte, sobretudo no período de temperaturas mais amenas, em substituição ao tradicional uso de irrigação por nebulização. Sua eficiência baseia-se na formação de um microambiente úmido, próximo à saturação, junto às mudas, o que evita a desidratação destas. A condensação junto à parte superior da cobertura, com formação de gotas, permite um retorno de parte da água evapotranspirada ao substrato, o que reduz a necessidade de irrigação. No método de “transpiração”, porém, o substrato não é mantido permanentemente em capacidade de recipiente, sendo indicada a utilização de misturas com maior retenção de água em relação ao método tradicional de enraizamento. A boa disponibilidade de umidade no substrato é importante, visto que o principal acesso à água pela planta está na absorção realizada pela base da estaca, que está imersa no meio de propagação (HARTMANN et al, 1997).

Para buscar a melhoria das características físicas da CT, associando grande espaço de aeração, elevado teor de água disponível e menor retenção de água em microporos, realizaram-se misturas desse material com casca de arroz carbonizada (CAC). A CAC é um material de boa disponibilidade e baixo custo, possuindo grande espaço de aeração, porém baixo volume de água remanescente a 100 hPa (PUCHALSKI & KÄMPF, 2000).

Este trabalho tem por objetivo avaliar misturas de casca de tungue (CT) e casca de arroz carbonizada (CAC) no enraizamento de estacas de crisântemo sob transpiração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado neste experimento tem origem na Cooperativa de Plantadores de Tungue Paulo Monteiro Barros Ltda.⁴. A amostra utilizada foi depositada a céu aberto sem revolvimento por aproximadamente seis meses.

⁴ Cooperativa de Plantadores de Tungue “Paulo Monteiro Barros” Ltda. Rua Moreira César, 454 - Caxias do Sul (RS) - fone 54 224 1755). Distribuidores de CT: Gilberto Zanchin (Rua dos Manacás, 651 - Caxias do Sul, RS - Fones 54 225 2913 e 54 9997 2229) e Márcio Zanchin Fones 54 225 4358 e 54 9969 1321.

A eficiência das misturas de CT e CAC como substratos para enraizamento de estacas de crisântemo foi avaliada por meio de experimento em casa de vegetação. A CT semidecomposta, peneirada em malha 9 mm, foi utilizada em misturas com CAC nas seguintes proporções 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 (v:v). O substrato composto de casca de arroz carbonizada e vermiculita superfina 6:1 (v:v) (CACV) foi usado como referencial. CAC e CT foram corrigidas, antes de realizar as misturas, com ácido sulfúrico (0,1 N), com o objetivo de reduzir a amplitude do pH inicial.

Estacas de crisântemo ‘Golden Polaris’ foram dispostas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) de 200 células, com 6,2 cm de altura e volume de 19 cm³. Utilizou-se uma estaca por célula, sendo 20 células por parcela e 16 plantas úteis, em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, avaliado segundo o modelo $y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$. O experimento foi conduzido em novembro de 2000 por 19 dias, sendo a cobertura plástica retirada ao final do 15.º dia. O material vegetativo, proveniente da empresa Ball Van Zanten⁵, havia sido tratado com auxina em talco (AIB a 2.000 mg L⁻¹) na base, como é usual para essa espécie. As estacas ficaram sob regime de dias longos, com iluminação artificial noturna das 22h às 2h, com períodos de 15 minutos com luz e 30 minutos sem luz.

A massa fresca total das estacas por unidade experimental foi avaliada antes do plantio. Após a estaquia, as plantas foram irrigadas com regador e cobertas, no dia seguinte, com o filme de polietileno e sobre este, uma manta de fibras de polipropileno não tecido (Novotex Agro 50N, Fitesa, Porto Alegre, RS), visando a reduzir a incidência direta dos raios solares e a elevação da temperatura. Novas irrigações foram realizadas à medida que se fez necessário. Nos períodos mais quentes, a manta de polipropileno era aspergida com água para que houvesse redução da temperatura sob o plástico.

Com o objetivo de caracterizar as misturas, avaliou-se o valor de pH, salinidade e densidade segundo métodos propostos por RÖBER & SCHALLER (1985). Curvas de liberação de água (DE BOODT & VERDONCK, 1972), em funil de tensão, foram realizadas para avaliação de porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente. Densidade de empacotamento no *plug* e espaço de

aeração foram calculados, respectivamente, pela razão [(massa de substrato)/(volume do recipiente)] e pela diferença [(massa do material saturado) – (massa após livre drenagem)].

Como parâmetros de avaliação da formação de biomassa, foram mensurados nas plantas de crisântemo: qualidade do sistema de raízes por escala de notas (Figura 3), comprimento máximo do sistema de raízes e da parte aérea, número e distribuição de raízes conforme comprimento. O comprimento máximo foi determinado pela mensuração da distância entre a primeira inserção de raízes e a ponta final da raiz de maior comprimento. O número e a distribuição de raízes conforme o comprimento, foram avaliados destacando-se as raízes da muda, sendo estas contadas e agrupadas em classes de comprimento com intervalos de 5 mm. Pela determinação do número e distribuição de raízes, conforme comprimento, foi estimado o comprimento total de raízes pela fórmula: $\Sigma(\text{comprimento médio da classe}) \times (\text{número de raízes da classe})$.

Em um segundo estudo, visando avaliar o desempenho de estacas enraizadas em 1CT e 1CAC, plantas desenvolvidas nesses materiais tiveram suas raízes lavadas para retirada dos resíduos de substrato e foram cultivadas em vasos com 11 cm de diâmetro superior, 7 cm de altura, preenchidos com 360 mL de argila expandida rígida (Cinasita) < 4,75 mm, fertilizadas com 2 gL⁻¹ do adubo de liberação lenta “Osmocote” (15% N; 4,4% P; 8,3% K; 3,5% Ca; 1,5% Mg; 3,0% S; 0,02% Bo; 0,05% Cu; 0,5% Fe; 0,1% Mn; 0,004% Mo; 0,05% Zn – 5 a 6 meses de liberação a 21°C – Fabricante: Scotts) e irrigadas com solução nutritiva 30-2,2-25 (N-P-K) a 240 mg L⁻¹ de N (mantida em lâmina de água constante com 1-2 cm), em delineamento de blocos ao acaso com oito blocos e uma planta por vaso (parcela). Ao final de três semanas, as plantas foram colhidas, avaliando-se estes parâmetros: comprimento máximo do sistema de raízes, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca e seca das raízes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Enraizamento

Os valores de pH das misturas de CT e CAC situaram-se entre 6,0 e 7,1. O tratamento referencial CACV apresentou um valor 6,8 (Tabela 1). A CT teve maior influência no pH das misturas, o que pode ser explicado pela elevada CTC da casca de tungue (400 a 500 cmol_c L⁻¹ a pH 7,0).

⁵ Ball Van Zanten - Rodovia 107, Caixa Postal 38 – 13830 000 - Santo Antônio de Posse (SP) - fone 19 820 2400 - E-mail vendas@ballvanzanten.com.br

A salinidade, avaliada pelo teor total de sais solúveis equivalente a KCl por litro de substrato, situou-se entre 0,65 e 1,62, sendo os valores inferiores referentes à CAC e os superiores à CT. Tais valores, mais elevados que os normalmente encontrados nesses materiais, são devidos ao corretivo utilizado (ácido sulfúrico 0,05 M; 12,5 mL L⁻¹ em CT e 7,7 mL L⁻¹ em CAC e CACV). O substrato referencial CACV apresentou salinidade de 1,07 g L⁻¹ (Tabela 1).

Foram encontrados valores de densidade entre 142 e 208 kg m⁻³, para CAC e CT respectivamente. Não houve correlação entre a densidade e a porosidade total, como propõem HANNAN et al. (1981) em seu estudo, indicando que o aumento na densidade está relacionado com uma maior densidade de partícula de CT em relação à CAC. O referencial CACV apresentou densidade de 157 kg m⁻³ (Tabela 2).

Tabela 1. Características químicas das misturas de casca de tungue (CT) com casca de arroz carbonizada (CAC) e do referencial CACV (6 CAC:1 vermiculita superfina v:v); referencial não incluído na análise de regressão. [n=2]. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

Substrato	Salinidade (1:10 m:v)			
	%CT	como g KCl L ⁻¹ de substrato	condutividade elétrica dS m ⁻¹ (25°C)	pH H ₂ O (1:2,5)
CT	100	1,62	0,562	6,0
3 CT:1CAC	75	1,34	0,483	6,1
1 CT:1CAC	50	1,12	0,453	6,3
1 CT:3CAC	25	1,01	0,421	6,5
CAC	0	0,65	0,335	7,3
R ²	-	0,98	0,96	0,97
p > F	-	0,0001	0,0002	0,0002
Resposta	-	Linear	Linear	Quadr.
CACV (referencial)	0	1,07	0,361	6,8

Tabela 2. Densidade (D), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA); água disponível (AD) e água remanescente (AR₁₀₀) das misturas de casca de tungue (CT) com casca de arroz carbonizada (CAC) e do referencial CACV (6 CAC:1 vermiculita superfina v:v). Referencial não incluído na análise de regressão. [n = 2]. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

Substrato	% de CT	D	PT	EA	AD*	AR ₁₀₀
		kg m ⁻³				
CT	100	208	0,93	0,35	0,18	0,39
3 CT:1CAC	75	194	0,92	0,45	0,15	0,32
1 CT:1CAC	50	178	0,87	0,44	0,16	0,27
1 CT:3CAC	25	164	0,89	0,47	0,21	0,21
CAC	0	142	0,91	0,58	0,17	0,16
R ²	-	0,99	0,64	0,85	-	0,99
p > F	-	0,0001	0,01	0,0003	>0,5	0,0001
Resposta	-	Linear	Quadr.	Linear	-	Linear
CACV (referencial)	0	157	0,85	0,51	0,17	0,17

* Análise de regressão para AD somente com as misturas contendo CT; R² = 0,99; p < 5%, quadrática.

Todos os valores são baixos e adequados para o cultivo em recipientes de volume e altura reduzida (KÄMPF, 2000).

Os dados referentes à resposta de liberação de água (Tabela 2) revelam relações diretas entre o aumento do teor de CT e o aumento da água retida em microporos e com a redução no espaço de aeração.

A densidade e o espaço de aeração (EA) avaliados na bandeja (dados não apresentados) tiveram correlação com a determinação em laboratório ($r^2 = 0,94$; $p < 1\%$ para densidade e $r^2 = 0,78$ para EA; $p < 1\%$ para EA). Os valores de densidade nos *plugs* foram, em média, 30,5% inferiores, o que, provavelmente, esteja relacionado à maior dificuldade de acomodação do substrato, o que se deve ao efeito das paredes do recipiente, em forma de pirâmide invertida. O espaço de aeração, avaliado no *plug*, foi menor com o aumento do teor de CT na mistura, com valores entre 21 e 35%, para 1CT e 1CAC respectivamente ($R^2 = 0,91$; $p < 1\%$). PAUL & LEE (1976), em seu estudo relacionado ao desenvolvimento de crisântemos em substratos com diferentes EA, concluíram que um valor entre 10 e 15% em volume já propicia con-

dições adequadas para o desenvolvimento dessa espécie.

O percentual de estacas com emissão de raízes e com condições de transplante foi de 100%, indicando que o método de “transpiração” é eficiente. Não houve correlação ($|r^2| < 0,05$) entre os parâmetros de formação de biomassa avaliados e a massa inicial das unidades experimentais, indicando que a classificação das estacas para formação dos blocos foi adequada e que o tempo de cultivo foi suficiente para que as diferenças se tornassem sem significância.

Plantas enraizadas no substrato referencial apresentaram desempenho similar a 1CAC ($p < 5\%$, ANOVA – teste de contrastes ortogonais).

A morfologia das raízes nos substratos que continham CT foi diferente da apresentada na mistura referencial e em 1CAC. Na CT as raízes desenvolveram-se em maior número, mas foram mais curtas e mais escuras (Figuras 1 e 4), não preenchendo totalmente o torrão. Houve também maior propensão à oxidação (escurecimento) dos tecidos da raiz após um período fora da água nos tratamentos com CT (fator não quantificado).

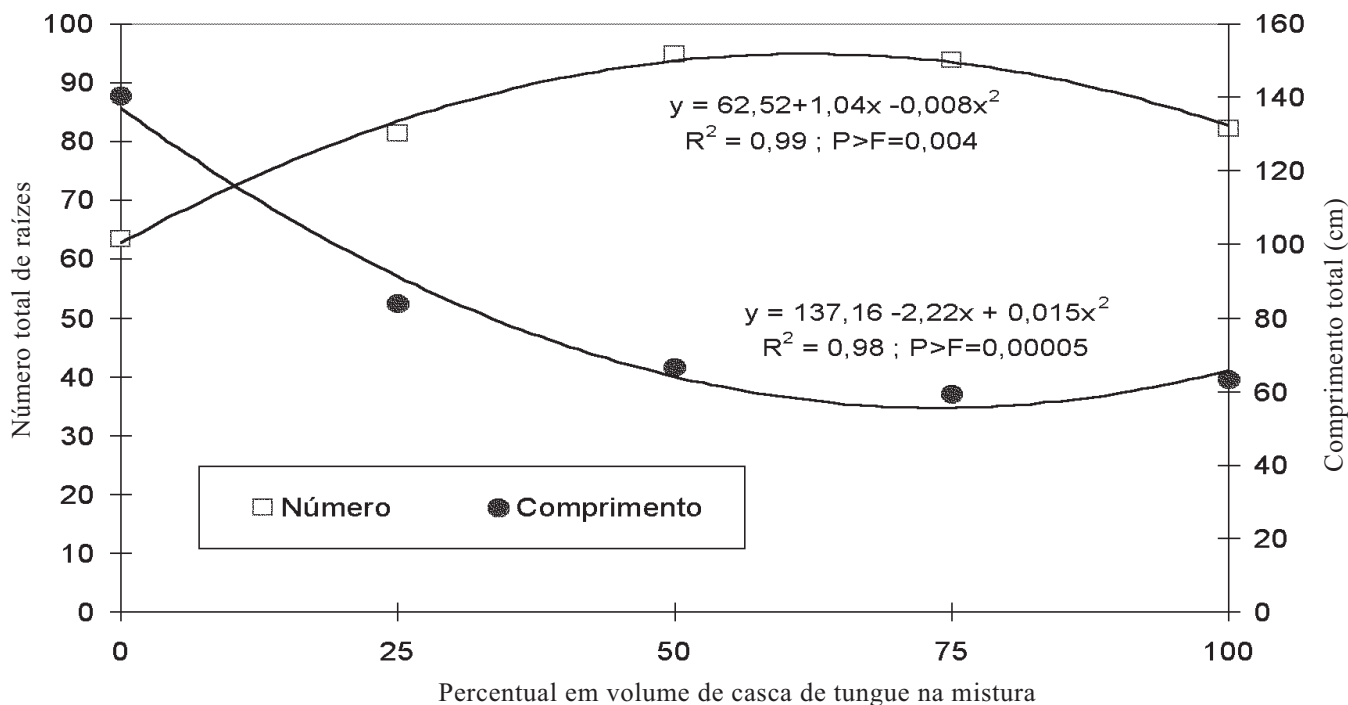


Figura 1. Número e comprimento total estimado de raízes nas estacas enraizadas em misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada [n = 40]. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

Isso indica a presença de compostos que interferem no desenvolvimento do sistema de raízes. Em uma análise qualitativa com FeCl_3 , KOH e solução de gelatina realizada em CT antes da compostagem, detectou-se a presença de substâncias fenólicas, entre elas, tanino. YATES & ROGERS (1981) e ORTEGA et al. (1996), analisando a utilização de casca de árvores como componente para substratos, constataram a interferência desse tipo de compostos no desenvolvimento de crisântemos e outras espécies vegetais.

A escala de notas (Figura 4) baseou-se em especial no critério comprimento máximo de raízes. As estacas enraizadas em presença de CT foram avaliadas com pontuações 1 e 3 e as estacas enraizadas em 1 CAC e no referencial CACV, com pontuação 5, 7 e 9. O critério de notas, no entanto, não foi eficiente em estabelecer um parâmetro de superioridade ou inferioridade entre as diferenças morfológicas, visto que um sistema de raízes mais denso e compacto, como o desenvolvido na presença da CT, pode facilitar a operação de transplante e ser favorável ao cultivo. A correlação entre qualidade do sistema de raízes por escala de notas e o comprimento máximo do sistema de raízes foi elevada ($r^2 = 0,98$; $p < 1\%$), e o comprimento máximo do sistema de raízes foi inversamente relacionado com o número de raízes ($r^2 = -0,63$; $p < 1\%$).

Entre as misturas contendo CT (1CT, 3CT:1CAC, 1CAC:1CT e 1CT:3CAC), o tratamento

com 25% de CT, seguido por 100% de CT, apresentou desempenho superior tendo em vista o comprimento máximo do sistema de raízes, o comprimento total de raízes e a avaliação por escala de notas. O comprimento da parte aérea, dentro dos tratamentos com CT, não teve variação significativa ($p > 10\%$).

Os comportamentos do valor de pH, da salinidade, da densidade, da porosidade total, do espaço de aeração e da água retida em microporos não foram suficientes ($|r^2| < 0,5$) para explicar, por sua ação isolada, as diferenças encontradas na formação de biomassa de raízes das estacas de crisântemo.

A variação das médias do comprimento máximo do sistema de raízes depende da ($r^2 = 0,99$ $p < 1\%$) disponibilidade de água a tensões entre 10 e 100hPa (água disponível), havendo aumento do comprimento do sistema de raízes à medida que aumentou a água disponível nos substratos contendo CT (Figura 2). Isso indica a forte atuação desse fator no desenvolvimento radicular e concorda com HARTMANN et al (1997), que ressaltaram a importância da disponibilidade de água livre no substrato durante a fase de enraizamento. Pode ser levantada a hipótese de, nas misturas com CT, a solução do substrato estar saturada com compostos presentes no tungue. Dessa forma, haveria um aumento da concentração na rizosfera à medida que ocorresse a absorção de água pelas plantas. Nas misturas com menor água disponível, a água seria mais lentamente suprida pelas regiões do substrato com maior umidade, o que pode-

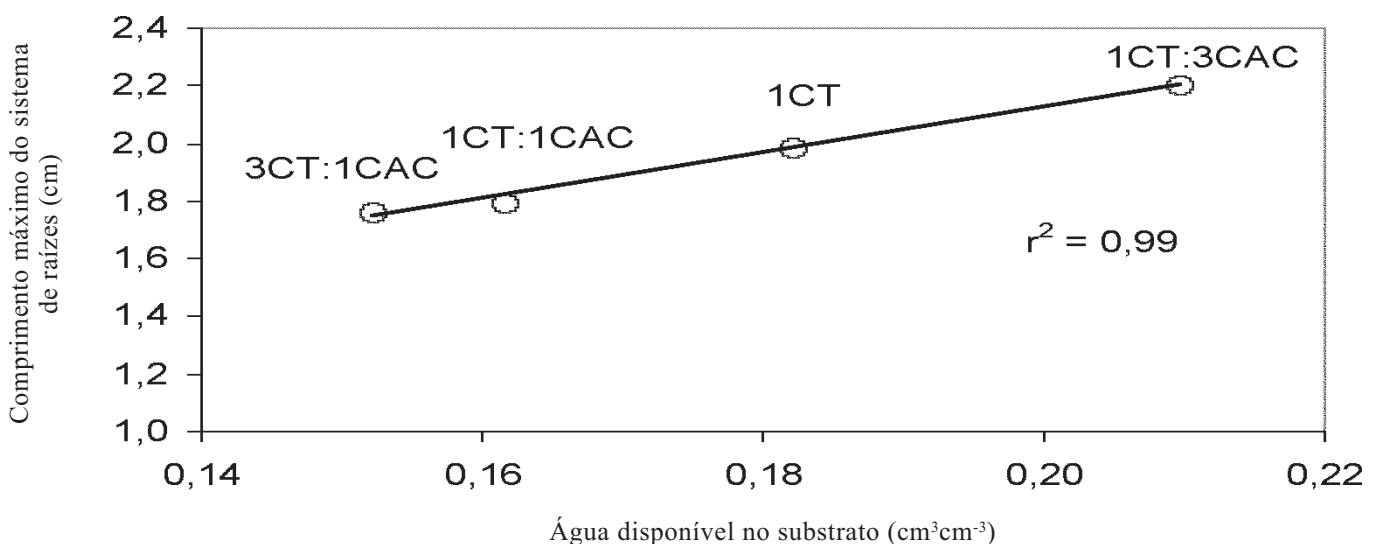


Figura 2. Relação entre comprimento do sistema de raízes e água disponível nos substratos com casca de tungue. [n = 40]. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001



Figura 3. Escala de notas utilizada na avaliação do sistema de raízes das estacas enraizadas em misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

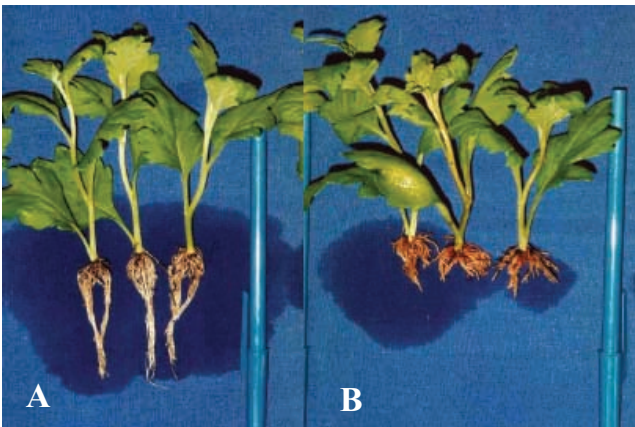


Figura 4. Sistema de raízes desenvolvido em (A) casca de arroz carbonizada e em (B) mistura contendo 25%, em volume, de casca de tungue. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

ria elevar a concentração desses compostos na rizosfera em relação aos materiais com maiores valores de água disponível.

Cultivo pós-enraizamento

As plantas de crisântemo enraizadas em 1CT e 1CAC, apesar das diferenças morfológicas iniciais apresentadas no sistema de raízes, não diferiram ao final do período de cultivo quanto ao comprimento máximo do sistema de raízes, comprimento da parte aérea, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e massa seca das raízes (Tabela 3). As estacas enraizadas em CT foram mais fáceis de serem transplantadas e suas raízes, mais numerosas, distribuíram-se melhor no substrato (resultado não quantificado). As raízes das estacas enraizadas em CAC, inicialmente mais longas, tenderam a ficar agrupadas no centro do vaso, o que pode ter gerado maior competição por nutrientes entre raízes da mesma planta.

4. CONCLUSÕES

1. As misturas de CT e CAC apresentaram boas condições físicas para a utilização como substratos para enraizamento de crisântemos.

2. Substâncias químicas presentes na CT semi-decomposta provocaram oxidação (escurecimento) das raízes quando expostas ao ar e alteraram a forma

Tabela 3. Parâmetros de avaliação da formação de biomassa de estacas enraizadas em casca de arroz carbonizada e cultivadas em argila expandida (<4,75mm) por 21 dias. [n=8]. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001

Substrato de enraizamento	Raiz			Parte aérea		
	Massa fresca	Massa seca	Comprimento máximo do sistema de raízes	Massa fresca	Massa seca	Altura
	g		cm	g		cm
CT	5,3	0,23	9,2	23,7	1,90	19,8
CAC	4,9	0,22	8,5	24,5	1,91	19,6
p > F	0,44	0,48	0,10	0,65	0,93	0,78
CV (%)	17,3	14,6	8,0	13,8	14,3	7,3

do sistema de raízes, aumentando o número de unidades com redução no seu comprimento. Essa forma é favorável ao transplante e não alterou o desenvolvimento final da plantas, porém prejudicou a conservação das estacas enraizadas no caso de armazenagem.

3. As misturas de CAC com 25% de CT apresentaram desempenho superior entre os substratos contendo CT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De BOODT, M. & VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 1972. v. 26, p.37-44.
- GENGLING, L. **World fertilizer use manual**. Chinese Academy of Horticultural Sciences, Beijing, 2001. Internet: www.fertilizer.org/PUBLISH/PUBMAN/tung.htm.
- HANNAN, J. J.; OLYMPIOS, C. & PITTAS, C. Bulk density, porosity, percolation and salinity control in shallow, freely draining, potting soils. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, 1981. n. 106 v.6, p.772-746.
- HARTMANN H.T. ; KESTER, D. E. & DAVIES, F.T. **Plant Propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770 p.
- HAYNES, R.J. & GOH, K.M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants: IV - Physical properties of a range amendment peat-based media. N.Z. **Journal of Agricultural Research**, Wellington, 1978. v.21, p.449-456.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.
- ORTEGA, M.C.; MORENO, M.T.; ORDOVÁS, J. & AGUADO, M.T. Behavior of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. **Scientia Horticulturae**, Doetinchen, 1996. v.66, p.125-132.
- PAUL, J.L. LEE, C.I. Relation between growth of chrysanthemums and aeration of various container media. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, 1976. v.101, p.500-503.
- PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den Gartenbau besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v.75, p.269-281, 1983.
- PUCHALSKI, L.E.A. & KÄMPF, A.N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. em *plugs*. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Eds.) **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p 209-215.
- RÖBER, R. SCHALLER, K. **Pflanzenernährung im Gartenbau**. Ulmer, Stuttgart, 1985.
- YATES, L. & ROGERS, M.N. Effects of time, temperature, and nitrogen source on the composting of hardwood bark for use as a plant growing medium. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, 1981. v. 106 (5), p. 589-593.