

# MISTURAS DE CASCA DE TUNGUE E CASCA DE ARROZ CARBONIZADA NO ENRAIZAMENTO DE CRISÂNTEMO ‘GOLDEN POLARIS’ SOB MÉTODO DE TRANSPIRAÇÃO.

Gruszynski, C.<sup>1</sup>; Anghinoni, I.<sup>2</sup>; Meurer, E. J.<sup>2</sup>; Kämpf, A.N.<sup>3</sup>

1. EMATER/RS - C.P. 444 - 95670.000 - Gramado, RS - e-mail: cirilogru@via-rs.net

2. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia - UFRGS

3. Departamento de Horticultura, Faculdade de Agronomia - UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - C.P. 776 - 90001.970 - Porto Alegre, RS

**Palavras Chave Adicionais:** substrato, resíduos, *dendranthema*, fenóis, propagação.

## 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 fruto do tungue, matéria-prima para fabricação de tintas e vernizes. O elevado conteúdo de fibras deste 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 objetivo de avaliar misturas CT e CAC no enraizamento de estacas de crisântemo sob filme de polietileno, método denominado "transpiração". Foram utilizadas 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 referencial. A caracterização das misturas baseou-se nos valores de pH, de salinidade, de densidade seca, e em curvas de retenção de água. CACV comportou-se de forma similar a 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. Dentro os tratamentos com CT, o de melhor desempenho foi 1CT:3CACV seguido por 1CT, diferença relacionada com o maior volume de água disponível destas misturas.

## ABSTRACT

**Tung husks and carbonized rice husks mixes as substrates for chrysanthemum ‘golden polaris’ rooting under plastic coverage.**

**Additional key words:** substrate, residues, *dendranthema*, phenols, propagation.

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. Tungs husks (CT) are a 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 micro pores and, to correct this characteristic, should be mixed to materials with good drainage. The present study was conducted to evaluate CT and carbonized rice husks (CAC) mixes as substrates for chrysanthemum rooting under plastic coverage. Five blends were evaluated: 1CT, 3CT:1CAC, 1CT:1CAC, 1CT:3CAC and 1CAC (v:v), plus CACV (CAC: superfine vermiculite 6:1 v:v) as a reference material. To characterize this mixes, the salinity, the pH, the 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. 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.

## 1. INTRODUÇÃO

O óleo de tungue, extraído de *Aleurites fordii* Hemsl, é utilizado principalmente 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. Este resíduo semi-decomposto já vem sendo utilizado em Floricultura, como condicionador de solo, no cultivo de rosas e de crisântemos a 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 deste resíduo, no Rio Grande do Sul, é de 3.000 m<sup>3</sup>. Por ser oriundo de um processo de produção isento de defensivos agrícolas, este 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 seca (<200 kg m<sup>-3</sup>), 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 e 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 g L<sup>-1</sup> de substrato como KCl. Penningsfeld (1983) sugere valores inferiores a 1,0 g L<sup>-1</sup> 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 não tecido (novotex), colocado diretamente sobre as folhas 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. Este método é utilizado em produções de pequeno e médio porte, principalmente no período de temperaturas mais amenas, em substituição ao tradicional uso de irrigação por nebulização. A sua eficiência baseia-se na formação de um micro-ambiente úmido, próximo à saturação, junto às estacas, 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 indicado 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, pois 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 elevado espaço de aeração e água disponível e menor retenção de água em microporos, foram realizadas misturas deste material com casca de arroz carbonizada (CAC). A CAC é um material de boa disponibilidade e baixo custo, possuindo elevado 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. MATERIAIS E MÉTODOS

### *Enraizamento*

O material utilizado neste experimento foi obtido na Cooperativa de Plantadores de Tungue Paulo Monteiro Barros Ltda.<sup>1</sup>. A amostra utilizada foi depositada a céu aberto sem revolvimento por aproximadamente seis meses.

A eficiência das misturas de CT e CAC como substratos para enraizamento de estacas de crisântemo foi avaliada através de experimento em casa de vegetação. A CT semi-decomposta, 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 utilizado como referencial do processo de produção. A CAC e CT foram corrigidas, antes de realizar as misturas, com ácido sulfúrico (0,05 M) com 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 19 cm<sup>3</sup> de volume. Utilizou-se uma estaca por célula, sendo 20 células por parcela e 16 plantas úteis, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, avaliado segundo o modelo  $y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$ . O experimento foi conduzido pelo período de 19 dias, em novembro de 2000, sendo a cobertura plástica retirada ao final do 15º dia. O material vegetativo, proveniente da empresa Schoenmaker Van Zanten<sup>2</sup>, possuía tratamento de auxina em talco

---

<sup>1</sup> Cooperativa de Plantadores de Tungue “Paulo Monteiro Barros” Ltda. - Rua Moreira César, 454 - Caxias do Sul, RS - fone 54 224 1755). Distribuidor da CT: Gilberto Zanchin (Rua dos Manacás, 651 - Caxias do Sul, RS – Fones 54 225 2913 e 54 9997 2229)

<sup>2</sup> Schoenmaker Van Zanten do Brasil - Rodovia 107, C.P. 38 – CEP 13830 000 – Santo Antônio de Posse, SP - fone 19 820 2400 - E-mail svzsap@dglnet.com.br

(AIB a 2.000 ppm) na base, como é prática usual nessa espécie. As estacas ficaram sob regime de dias longos, com iluminação artificial das 10 h às 22 h.

A massa fresca total das estacas por unidade experimental foi avaliada antes do plantio. Após a estaquia, o substrato foi irrigado com regador e a cobertura realizada, no dia seguinte, com o filme de polietileno e sobre este uma manta de fibras de polipropileno não-tecido (Novotex Agro 50N, Fitesa), visando reduzir a incidência direta dos raios solares e a elevação excessiva da temperatura (monitorada por sensor colocado junto às estacas). Novas irrigações foram realizadas à medida que se fez necessário. Nos períodos mais quentes o não tecido era aspergido com água para que houvesse uma redução da temperatura sob o filme plástico.

Com objetivo de caracterizar as misturas, avaliou-se o valor de pH, salinidade e densidade seca segundo métodos propostos por Röber & Schaller (1985). Curvas de liberação de água (De Boodt & Verdonck, 1972) foram realizadas para avaliação da porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente. Densidade de empacotamento no *plug* e espaço de aeração foram calculados, respectivamente, pela razão [(peso do substrato)/(volume do recipiente)] e pela diferença [(peso do material saturado) – (peso após livre drenagem)].

Como parâmetros de avaliação da formação de biomassa foram mensurados: comprimento do sistema de raízes e da parte aérea, número e distribuição de raízes conforme comprimento. Pela determinação do número e distribuição de raízes conforme comprimento foi estimado o comprimento total de raízes pela fórmula:  $\Sigma[(\text{comprimento médio da classe}) \times (\text{número de raízes da classe})]$ .

#### *Cultivo pós-enraizamento*

Em um segundo experimento, com objetivo de avaliar o desenvolvimento das estacas enraizadas em 1CT e 1CAC, plantas tiveram as raízes lavadas e foram cultivadas em vasos de 11 cm de diâmetro superior com 360ml de cinasita < 5 mm, fertilizada com 2 gL<sup>-1</sup> 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 irrigado por capilaridade com solução nutritiva 30-2,2-25 (N-P-K) a 240 ppm de N (mantida em lâmina constante de 1-2 cm) em um delineamento de blocos ao acaso com oito blocos e uma planta por vaso (parcela). Ao final de três semanas, as plantas foram colhidas e a formação de biomassa mensurada conforme os parâmetros: comprimento do sistema de raízes e parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *Enraizamento:*

Os valores de pH das misturas de CT e CAC situaram-se entre 7,1 e 6,0. O referencial CACV apresentou um valor de pH de 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  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  a pH 7,0) em comparação com CAC. Fermino *et al.* (2000) encontraram CTC de 2,48  $\text{cmol}_c \text{L}^{-1}$  para CAC (pH 6,6).

A salinidade, avaliada pelo teor total de sais solúveis (TTSS) em  $\text{g L}^{-1}$ , como KCl, situou-se entre 0,65 e 1,62, sendo os valores inferiores referentes à CAC e os superiores à CT. Estes valores, mais elevados que os normalmente encontrados nestes materiais, são devidos ao corretivo utilizado (ácido sulfúrico 0,05M; 12,5  $\text{mL L}^{-1}$  de CT e 7,7  $\text{mL L}^{-1}$  de CAC e CACV). A CAC e CT, antes da correção, apresentavam 0,90 e 0,48  $\text{g L}^{-1}$  como KCl, respectivamente. A testemunha CACV apresentou TTSS de 1,07  $\text{g L}^{-1}$ . Comportamento similar foi verificado na avaliação da salinidade através da condutividade elétrica, com valores entre 0,33  $\text{dS m}^{-1}$ , para 1CAC e 0,56  $\text{dS m}^{-1}$  para 1CT (TABELA 1).

Foram encontrados valores de densidade seca entre 142 e 208  $\text{kg m}^{-3}$ , 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. A testemunha CACV apresentou densidade de 157  $\text{kg m}^{-3}$  (TABELA 2). Todos os valores são baixos e adequados para o cultivo em recipientes de volume e altura reduzida (Kämpf, 2000).

Os dados referentes à curva 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 redução no espaço de aeração.

A densidade de empacotamento das misturas no *plug* (dados não apresentados) teve correlação com a determinação em laboratório ( $r^2 = 0,94$ ;  $p < 1\%$ ) demonstrando a validade do método em estimar a variação desse parâmetro. Os valores foram em média 30,5% inferiores nos *plugs*, o que provavelmente está relacionado à maior dificuldade de acomodação do substrato devido ao efeito das paredes do recipiente, em forma de pirâmide invertida.

Os valores de espaço de aeração, avaliados no *plug*, variaram entre 0,21  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$  em 1CAC e 0,35  $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$  em 1CT. A determinação no *plug* foi correlacionada com a avaliação em laboratório ( $r^2 = 0,78$ ;  $p < 1\%$ ). Os valores encontrados

são adequados ao cultivo de crisântemos. Paul e 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 condições adequadas para o desenvolvimento desta 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 relação, entre os parâmetros de desenvolvimento avaliados e a massa inicial das unidades experimentais, indicando que a classificação das estacas para a formação de blocos foi adequada e que o tempo de cultivo foi suficiente para que diferenças se tornassem sem significância.

Plantas enraizadas no substrato testemunha apresentaram desempenho similar a 1CAC ( $p < 5\%$ , ANOVA).

A morfologia das raízes nos substratos que continham CT foi diferente da apresentada na testemunha e em 1CAC. As raízes desenvolveram-se em maior número mas, foram mais curtas e mais escuras (FIGURAS 1 e 2), não preenchendo totalmente o torrão. Houve também uma maior propensão à oxidação (escurecimento) dos tecidos da raiz após um período fora da água nos tratamentos com CT (fator não quantificado). Isto indica a presença de compostos que interferem no desenvolvimento do sistema de raízes. Em uma análise qualitativa com  $\text{FeCl}_3$ , KOH e solução de gelatina realizada em CT antes da compostagem, detectou-se a presença de substâncias fenólicas, entre elas tanino. Yates e Rogers (1981) e Ortega *et al.* (1996), analisando a utilização de casca de árvores como componente para substratos, constataram a interferência deste tipo de compostos no desenvolvimento de crisântemos e outras espécies vegetais.

Entre as misturas contendo CT (1CT, 3CT:1CAC, 1CAC:1CT e 1CT:3CAC), o tratamento com 25% de CT, seguido por 100% CT, apresentou desempenho superior considerando o comprimento do sistema de raízes e o comprimento total de raízes. Este resultado, porém, não teve efeito significativo na formação da parte aérea.

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 para explicar, por sua ação isolada, as diferenças encontradas no desenvolvimento das estacas de crisântemo.

A variação das médias do comprimento máximo do sistema de raízes teve correlação positiva ( $r^2=0,99$ ;  $p < 1\%$ ) com a 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 no substrato (FIGURA 3). Isso indica a forte

atuação desse fator no desenvolvimento das raízes e concorda com Hartmann *et al* (1997), que ressaltam 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 os compostos presentes no tungue. Desta forma haveria um aumento da concentração na rizosfera à medida que ocorresse a absorção de água pelas estacas. Nas misturas com menor água disponível, a água seria mais lentamente suprida pelas zonas de maior umidade, o que poderia elevar a concentração destas substâncias.

#### *Cultivo pós-enraizamento*

Estacas de crisântemo provenientes dos tratamentos 1CT e 1CAC, apesar das diferenças morfológicas iniciais apresentadas no sistema de raízes, não diferiram quanto ao comprimento total, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca da parte aérea e das raízes (TABELA 3). As estacas enraizadas em 1CT foram mais fáceis de ser transplantadas e suas raízes, mais numerosas, distribuíram-se melhor no substrato (não quantificado). As raízes das estacas enraizadas em CAC, mais longas no momento do transplante, tenderam a ficar agrupadas do centro do vaso, o que pode ter gerado uma maior competição por nutrientes entre raízes da mesma planta.

#### **4. CONCLUSÕES**

A CAC melhora as condições físicas para drenagem da CT. Compostos fenólicos presentes na CT semi-decomposta provocam oxidação (escurecimento) das raízes e alteram a morfologia do sistema de raízes, aumentando o número de unidades com redução no seu comprimento. Esta morfologia não altera o desenvolvimento final das plantas. Para uso em método de ‘transpiração’, a proporção recomendada é 1CT:3CAC (v:v).

## 5. BIBLIOGRAFIA

De BOODT, M; VERDONCK, O. The Physical Properties of the Substrates in Horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 1972. v. 26, p.37-44.

FERMINO, M.H.; TRENTIN, A.L.; KÄMPF, A.N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 241-248.

GENGLING, L. **World fertilizer use manual**. Chinese Academy of Horticultural Sciences, Beijing, 2001. Internet: [www.fertilizer.org/PUBLISH/PUBMAN/tung.htm](http://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. (ed.). **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.

## 6. FIGURAS E TABELAS

**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].

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

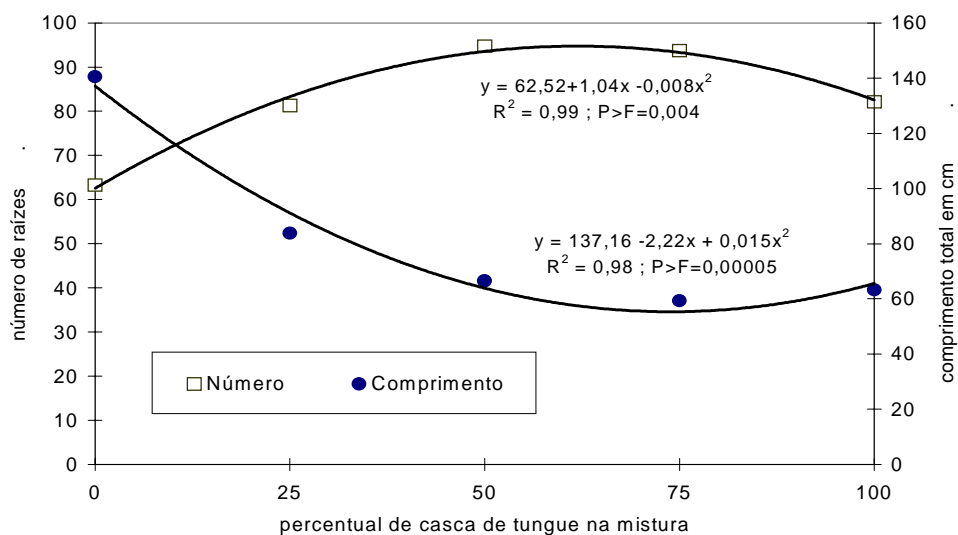
**TABELA 2-** Densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA); água disponível (AD) e água remanescente (AR<sub>100</sub>) das misturas de casca de tungue (CT) com casca de arroz carbonizada (CAC) e do referencial CACV (6 CAC:1 vermiculita superfina v:v). Referencial não incluído na análise de regressão. [n=2].

Substrato	% de CT	DS kg m <sup>-3</sup>	PT cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	EA cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	AD* cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>	AR <sub>100</sub> cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
<b>CT</b>	<b>100</b>	<b>208</b>	<b>0,93</b>	<b>0,35</b>	<b>0,18</b>	<b>0,39</b>
<b>3 CT:1CAC</b>	<b>75</b>	<b>194</b>	<b>0,92</b>	<b>0,45</b>	<b>0,15</b>	<b>0,32</b>
<b>1 CT:1CAC</b>	<b>50</b>	<b>178</b>	<b>0,87</b>	<b>0,44</b>	<b>0,16</b>	<b>0,27</b>
<b>1 CT:3CAC</b>	<b>25</b>	<b>164</b>	<b>0,89</b>	<b>0,47</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>
<b>CAC</b>	<b>0</b>	<b>142</b>	<b>0,91</b>	<b>0,58</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>
R <sup>2</sup>	-	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
<b>CACV (referencial)</b>	<b>0</b>	<b>157</b>	<b>0,85</b>	<b>0,51</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>

\* análise de regressão para AD somente com as misturas contendo CT; R<sup>2</sup> = 0,99; p<5%, quadrática.

**TABELA 3 -** Parâmetros de avaliação do desenvolvimento de estacas enraizadas em casca de arroz carbonizada e cultivadas em cinasita (<5mm) por 21 dias.

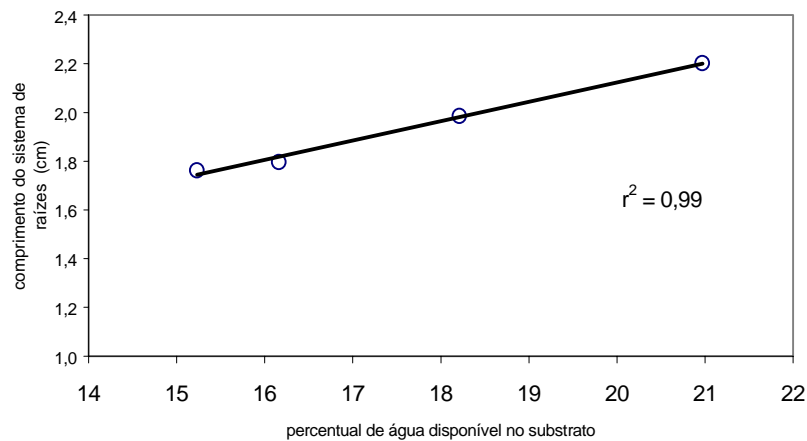
Substrato de Enraizamento	Raiz			Parte Aérea		
	Peso Úmido (g)	Peso Seco (g)	Comprim. Máximo (cm)	Peso Úmido (g)	Peso Seco (g)	Altura (cm)
<b>CT</b>	<b>5,3</b>	<b>0,23</b>	<b>9,2</b>	<b>23,7</b>	<b>1,90</b>	<b>19,8</b>
<b>CAC</b>	<b>4,9</b>	<b>0,22</b>	<b>8,5</b>	<b>24,5</b>	<b>1,91</b>	<b>19,6</b>
P>F	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



**FIGURA 1** - Número e comprimento total de raízes nas estacas enraizadas em misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada.



**FIGURA 2** - Sistemas de raízes desenvolvidos em casca de arroz carbonizada (A) e em casca de tungue (B).



**FIGURA 3** - Relação entre comprimento do sistema de raízes e água disponível nos substratos com casca de tungue.