

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

RESÍDUO AGRO-INDUSTRIAL “CASCA DE TUNGUE”
COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PLANTAS

Cirilo Gruszynski
Engenheiro Agrônomo / UFRGS

Dissertação apresentada como um dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Janeiro de 2002

AGRADECIMENTOS

Sinergia é a associação simultânea de vários fatores que contribuem para uma ação coordenada, é a potencialização do serviço individual, quando o todo é maior do que as partes. Uma relação de sinergia bem define o trabalho de equipe do qual surgiram as idéias e as ações geradoras deste trabalho.

Agradeço à grande equipe de apoio, minha esposa Maristela e meu filho Pedro Augusto pelo incentivo e compreensão. A meus pais Alexandre e Cecy e irmãos André e Ana Cláudia e suas famílias, que novamente me acolheram em Porto Alegre.

Agradeço à minha equipe de trabalho, grande equipe, múltipla em suas habilidades e pontos de vista, os quais busquei ouvir, discutir e interiorizar. À Professora Atelene, orientadora, questionadora, lógica e ao mesmo tempo sensível, às vezes distante, mas sempre com seu espírito presente. Seu exemplo e sua bondade nos impregnam e nos guiam. Aos colegas Maria Helena Fermino e Rafael Henrique Schüür Daudt, sempre abertos à discussão e troca de opiniões, co-orientadores do dia-a-dia, atentos quando ficamos cegos e receptivos quando surgem malucas idéias. Ao laboratorista Idenir José de Conto, disponível, responsável e profissional, indispensável. Aos estagiários e funcionários do LAFLOR César, Liliam, Claudimar, exemplos de dedicação, responsabilidade e amizade. Ao Biólogo Valter Fraga Nunes, grande professor na produção de orquídeas, referência para a floricultura. Aos funcionários Antônio e José,

'engenheiros' da criatividade e do aproveitamento de materiais, auxiliares de avaliações e preparos de materiais, superando-se dia após dia.

Aos colegas de início de curso, Christiane Molinos da Silva, Raquel Paz da Silva, Fernanda Schneider, Luciane Oliveira, pelo material didático e importantes conselhos.

À Gilsane Lino Von Poser, da Faculdade de Farmácia da UFRGS, pelo apoio na fase inicial do trabalho.

À EMATER/RS pela disponibilização dos recursos financeiros para a realização desse trabalho.

RESÍDUO AGRO-INDUSTRIAL “CASCA DE TUNGUE” COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PLANTAS ¹

Autor: Cirilo Gruszynski

Orientadora: Atelene Normann Kämpf

RESUMO

Casca de tungue (CT) é resíduo da indústria de óleo de tungue, composto pela casca do fruto e testa de sementes. Seu elevado teor de fibra e sua lenta decomposição sugerem seu potencial como componente para substratos. Estudos foram conduzidos com objetivo de descrever a performance da CT na produção de plantas em recipientes. Em uma primeira etapa, a CT com seis meses de compostagem foi dividida em cinco frações granulométricas. A CT apresentou características físicas e químicas distintas de acordo com o tamanho da partícula, com maior retenção de água e salinidade verificada na presença de partículas menores. Em uma segunda etapa, misturas de CT e casca de arroz carbonizada (CAC) foram avaliadas no enraizamento de estacas de crisântemos. A CAC foi um condicionador de drenagem adequado para CT. Mudanças enraizadas nas misturas contendo CT apresentaram, no entanto, formação de raízes curtas, numerosas e escurecidas, evidenciando a presença de compostos fenólicos, confirmados em teste qualitativo com FeCl_3 , KOH e gelatina. Estudos posteriores com tratamentos da CT com sulfato de ferro III (1 gL^{-1}) e mistura com vermiculita (14% v:v) mostraram ser possível reduzir o efeito dos compostos fenólicos, aumentando o comprimento de raízes de estacas de crisântemo. Na produção de mudas de alface, no entanto, somente a vermiculita apresentou efeito positivo no aumento da biomassa das plantas. Com base nestes resultados, cultivos de mudas de alface e de crisântemos em vaso foram realizados com misturas de CT e CAC+vermiculita (6:1 v:v), obtendo-se resultados superiores na proporção 1:3 (v:v).

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (99 f.). Janeiro, 2002.

RESIDUES OF *Aleurites fordii* Hemsl. (EUFORBIACEAE) AS A COMPONENT FOR PLANT SUBSTRATE.¹

Author: Cirilo Gruszynski
Adviser: Atelene Normann Kämpf

ABSTRACT

Tung Husks (TH) is a by-product of the tung oil industry, composed of seed coats and seed walls. The high content of long lasting fibers suggests that TH should be appropriate to be mixed in substrates for potted plants. Some studies were conducted to verify the performance of TH on container plant production. In a first stage, samples of 6-month-aged TH were separated into five granulometric fractions. TH showed different physical and chemical characteristics according to grain size. Higher water retention and salinity were verified in the presence of finer particles. Based on the first results, mixtures of TH and carbonized rice hulls (CRH) were used as a rooting media for chrysanthemums. CRH showed to perform well as a drainage component for TH. Cuttings rooted in mixes containing TH, however, had short, numerous and darker roots, showing the presence of phenols, confirmed in a qualitative test with FeCl_3 , KOH and gelatin. Further studies using TH with Ferric Sulfate (1gL^{-1}) and in mixes with vermiculite (14% v:v) demonstrated the possibility to reduce the phenols effect in plant growth, with an increase in chrysanthemums root length. In lettuce plugs, however, only vermiculite showed positive effects in total plant biomass increase. Based in these results, lettuce plugs and pot mums were produced in TH and CRH+vermiculite (6:1 v:v) mixes, with better results in 1:3 (v:v).

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (99 f.). January, 2002.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1. O tungue	3
2.1.1. Aspectos botânicos e agrônômicos de <i>Aleurites fordii</i> Hemsl (Euphorbiaceae).....	6
2.2. Substratos	9
2.2.1. Características físicas.....	11
2.2.1.1. O substrato como meio poroso.....	11
2.2.1.2. Relação substrato/recipiente e o manejo dos substratos.....	16
2.2.2. Características químicas.....	17
2.2.2.1. Valor de pH	18
2.2.2.2. Capacidade de troca de cátions (CTC).....	20
2.2.2.3. Salinidade	21
2.2.3. Características biológicas	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Preparo das Amostras.....	26
3.1.1. Origem dos resíduos.	26
3.1.2. Amostragem.....	26
3.2. Caracterização da casca de tungue	27
3.2.1. Estudo 1 – caracterização física e química da casca de tungue de acordo com a sua granulometria.....	27
3.2.2. Estudo 2 – resposta vegetal aos substratos com casca de tungue	29
3.2.2.1. Enraizamento de estacas de crisântemo.....	29
3.2.2.2. Cultivo pós-enraizamento	33
3.2.3. Estudo 3 – análise qualitativa para detecção de compostos fenólicos	34
3.3. Resposta vegetal ao tratamento da casca de tungue com sulfato de ferro e mistura com vermiculita	36
3.3.1. Estudo 1 - enraizamento de crisântemos em casca de tungue tratada com sulfato de ferro e misturada com vermiculita	36
3.3.2. Estudo 2 - casca de tungue tratada com sulfato de ferro e misturada com vermiculita na produção de mudas de alface em <i>plugs</i>	40
3.4. Misturas de casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita como substrato para plantas.....	42

	Página
3.4.1. Estudo 1 - casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita na produção de mudas de alface em <i>plugs</i>	43
3.4.2. Estudo 2 - casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita na produção comercial de crisântemos em vaso.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Caracterização da casca de tungue	50
4.1.1. Estudo 1 – propriedades físicas e químicas da casca de tungue de acordo com a granulometria das partículas.....	50
4.1.2. Estudo 2 – resposta vegetal aos substratos com casca de tungue	57
4.1.2.1. Enraizamento de estacas de crisântemo.....	57
4.1.2.2. Cultivo pós-enraizamento	62
4.2.3. Estudo 3 – análise qualitativa para detecção de compostos fenólicos	63
4.2. Resposta vegetal ao tratamento da casca de tungue com sulfato de ferro e mistura com vermiculita	66
4.2.1. Estudo 1 - enraizamento de crisântemos em casca de tungue tratada com sulfato de ferro e misturada com vermiculita	66
4.2.2. Estudo 2 - casca de tungue tratada com sulfato de ferro e misturada com vermiculita na produção de mudas de alface em <i>plugs</i>	73
4.3. Misturas de casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita como substrato para plantas.....	79
4.3.1. Estudo 1 - casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita na produção de mudas de alface em <i>plugs</i>	79
4.3.2. Estudo 2 - casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita na produção comercial de crisântemos em vaso.	85
4.4. Resultados e recomendações técnicas.....	91
5. CONCLUSÕES	92
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Valores recomendados de pH (em água) de acordo com o cultivo.....	19
2. Classificação da sensibilidade das culturas a diferentes níveis de concentração salina no substrato (Röber & Schaller <i>apud</i> Kämpf, 2000a).....	22
3. Interpretação de valores de condutividade elétrica (em dS m^{-1} a 25°C) para vários métodos de extração (Cavins <i>et al.</i> , 2000).....	23
4. Solução nutritiva utilizada na adubação complementar de mudas de alface ‘Elisa’ em <i>plugs</i>	41
5. Escala de notas para estabilidade de torrão de <i>plugs</i> de alface produzidos em CACV e substrato VIDA e em CT corrigida ou não com Sulfato Férrico e/ou condicionada com vermiculita.....	41
6. Casca de tungue com e sem tratamento com sulfato de ferro III (1gL^{-1}) em misturas com casca de arroz carbonizada com vermiculita (6:1 v:v), utilizados na produção de mudas de alface ‘Elisa’ em <i>plugs</i> . O substrato comercial VIDA foi utilizado como referencial.....	43
7. Misturas de casca de tungue (<5 mm) e casca com arroz carbonizada com vermiculita utilizadas na produção de crisântemo em vaso. O substrato Rendmax Crisântemo foi utilizado como referencial.....	45
8. Escala de notas para avaliação da qualidade das plantas de crisântemo produzidas em vasos com misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada com vermiculita (6:1 v:v) e no substrato Rendmax Crisântemo.....	49
9. Distribuição gravimétrica das partículas da casca de tungue.....	50
10. Salinidade, valor de pH e capacidade de troca de cátions (CTC) das frações granulométricas da casca de tungue.....	52
11. Umidade, cinzas e teores totais de nutrientes na casca de tungue (<30mm) após seis meses de decomposição a céu aberto.....	54
12. Valores de densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR_{100}) nas frações granulométricas da casca de tungue.....	54
13. Efeito do tamanho da partícula da casca de tungue na impedância mecânica, avaliada em vasos de 10 cm altura (470 mL), com 5 cm de penetração (sonda cônica de 6 mm de diâmetro, <i>Chatillon Digital Force Gauge</i> , modo “peak C”).....	56
14. 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).....	58

15.	Densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA); água disponível (AD) e água remanescente (AR ₁₀₀) das misturas de casca de tungue (CT) com casca de arroz carbonizada (CAC) e do referencial CACV (6 CAC:1 vermiculita superfina v:v).....	58
16.	Parâmetros de avaliação de formação de biomassa de estacas enraizadas em casca de arroz carbonizada e cultivadas em argila expandida (<5mm) por 21 dias.....	63
17.	Valores de pH e salinidade expressa como a concentração de KCl em gramas por litro de substrato (TTSS) nas misturas de casca de tungue tratado com sulfato de ferro e em mistura com vermiculita, e no referencial CACV (casca de arroz carbonizada + vermiculita, 6:1 v:v).	66
18.	Macronutrientes minerais de casca de tungue avaliados em extrato de pasta saturada.	67
19.	Valores de densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água de microporos (AR ₁₀₀) nas misturas de casca de tungue (CT) com vermiculita (V) e com sulfato de ferro (Fe), e em CACV (mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita; 6:1), utilizada como referencial.....	68
20.	Comprimento do sistema de raízes, qualidade por escala de notas, comprimento da parte aérea, matéria seca de raízes e matéria seca da parte aérea das estacas de crisântemo 'Golden Polaris' enraizadas nas misturas de casca de tungue (CT) com vermiculita (V) e com sulfato de ferro (Fe).....	70
21.	Percentual de germinação, utilizando como referência às plantas com os cotilédones abertos, nas misturas de casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro (Fe) e vermiculita (V), e dos substratos VIDA e CACV (mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita; 6:1, v:v), utilizados como referenciais. Média seguida do desvio padrão.....	75
22.	Indicadores de formação de biomassa das plantas de alface 'Elisa', nas misturas de casca de tungue (CT) com vermiculita (V) e com sulfato de ferro (Fe). Referenciais CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA).....	77
23.	Razão entre massa seca de raízes e massa seca da parte aérea e estabilidade de torrão dos <i>plugs</i> das mudas de alface 'Elisa' por escala de notas produzidos em misturas de casca de tungue (CT) com vermiculita fina (V) e sulfato de ferro III (Fe). Referenciais CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA).....	78
24.	Valores de densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR ₁₀₀) nas misturas de CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro III [Fe ₂ (SO ₄) ₃]. O substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA) foi utilizado como referencial.....	81

25. Valores de pH e salinidade em gramas de sais dissolvidos por litro de substrato, nas misturas de CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro III $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$. O substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA) foi utilizado como referencial..... 82
26. Percentual de germinação de alface ‘Elisa’ nas misturas de CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro III $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$. O substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA) foi utilizado como referencial, utilizando como momento de contagem plantas com os cotilédones abertos. Média seguida do desvio padrão..... 82
27. Indicadores de desenvolvimento e estabilidade de torrão por escala de notas dos *plugs* de alface ‘Elisa’, nas misturas de CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro III $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$. O substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA) foi utilizado como referencial..... 85
28. Valores de pH e salinidade nas misturas de casca de tungue (CT) e CACV (casca de arroz carbonizada: vermiculita fina, 6:1, v:v) e no substrato referencial Rendmax Crisântemo (Eucatex Agro)..... 87
29. Valores de densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR_{100}) em misturas de casca de tungue (CT) e CACV (casca de arroz carbonizada: vermiculita fina, 6:1, v:v) e no substrato referencial Rendmax Crisântemo (Eucatex Agro)..... 88
30. Valores de densidade de empacotamento no cultivo, calculada após o enchimento dos vasos e densidade de empacotamento na análise de laboratório (densidade úmida)..... 89
31. Indicadores de desenvolvimento e aspecto geral por escala de notas dos vasos de crisântemos ‘Champagne Cherry’, nas misturas avaliadas..... 90

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Fruto de <i>Aleurites fordii</i> inteiro e aberto, mostrando sementes e partes constituintes do resíduo “casca de tungue”.....	1
2. Fruto inteiro, em corte e semente de <i>Aleurites fordii</i> (Barroso <i>et al.</i> , 1999).....	6
3. Vistas lateral e basal das sementes de <i>A. fordii</i> e corte transversal, mostrando suas partes anatômicas (Vaughan, 1970).....	7
4. Variação da disponibilidade de nutrientes para as plantas em solo e em substratos orgânicos segundo Handreck & Black (1999).....	19
5. Casca de tungue separada em diferentes frações granulométricas.....	28
6. Mudanças de crisântemo cobertas com filme de polietileno, no método de enraizamento denominado de “transpiração”.....	31
7. “Ensaio de raízes divididas”, desenvolvido com o objetivo de comparar a formação de biomassa de raízes de uma mesma planta nos substratos casca de tungue e casca de tungue com sulfato de ferro com detalhe da fixação da estaca pela espuma fenólica e conjunto pares de septos contendo as plantas ao final do período analisado.....	39
8. Escala de notas para estabilidade de torrão de <i>plugs</i> de alface produzidos em CACV (6 casca de arroz carbonizada: 1 vermiculita v:v) em substrato comercial para hortaliças da empresa Vida produtos biológicos e em CT corrigida ou não com Sulfato Férrico e/ou condicionada com vermiculita.....	42
9. Escala de notas para avaliação da estabilidade de torrão de <i>plugs</i> de alface produzidos no substrato VIDA (referencial) e em misturas de casca de tungue com casca de arroz carbonizada e vermiculita na produção de mudas de alface em <i>plugs</i>	44
10. Bancada utilizada para enraizamento dos vasos de crisântemo em vaso sob método de ‘transpiração’.....	46
11. Cultivo de crisântemos em vasos com sub-irrigação e solução nutritiva recirculante.....	47
12. Escala de notas para avaliação da qualidade das plantas de crisântemo produzidas em vasos com misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada com vermiculita (6:1 v:v) e no substrato Rendmax Crisântemo (Eucatex Agro).....	49
13. Curvas de liberação de água conforme as frações granulométricas da casca de tungue.....	55
14. Amplitude de variação da impedância mecânica em kPa de acordo com o tamanho da partícula da casca de tungue, avaliada em vasos de 10 cm altura (470 mL), com 5 cm de penetração (sonda cônica de 6 mm de diâmetro, <i>Chatillon Digital Force Gauge</i> , modo “peak C”).....	56
15. Sistema de raízes desenvolvido em casca de arroz carbonizada e na mistura contendo 25%, em volume, de casca de tungue.....	60

16. Número total e comprimento total estimado de raízes nas estacas enraizadas em misturas de casca de tungue e casca de arroz carbonizada.....	61
17. Relação entre comprimento do sistema de raízes e água disponível nos substratos com casca de tungue.....	62
18. Reação do extrato de casca de tungue na presença de cloreto férrico (FeCl ₃) a 1%, hidróxido de potássio (KOH) a 3% e solução de gelatina a 1%, indicando a presença de compostos fenólicos, inclusive taninos.....	64
19. Escurecimento das nervuras nas folhas de crisântemo desenvolvido em substrato com 100% de casca de tungue.....	65
20. Torrão e sistema de raízes desenvolvido no “ensaio de raízes divididas”. A mesma estaca desenvolveu maior sistema de raízes na casca de tungue com sulfato de ferro (CTFe).....	71
21. Mudanças de crisântemo enraizadas nas misturas de casca de tungue com sulfato de ferro (CTFe), casca de tungue (CT), casca de tungue com sulfato de ferro e vermiculita (CTFeV), casca de tungue com vermiculita (CTV) e na casca de arroz carbonizada com vermiculita (CACV): com substrato e com as raízes lavadas.....	72
22. Curvas de liberação de água das misturas de casca de tungue (CT), com e sem sulfato de ferro e vermiculita, e dos substratos VIDA e CACV (mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita; 6:1, v:v), utilizados como referenciais.....	74
23. Sementes peletizadas de alface no início da germinação, com a emissão da radícula visível, e estabelecidas, com os cotilédones abertos.....	74
24. Sementes germinadas da sementeira até cada data de contagem em percentual do tratamento, considerando plantas com os cotilédones abertos. Cultivo em misturas de CACV (casca de arroz carbonizada:vermiculita 6:1 v:v) e casca de tungue (CT), com e sem Sulfato de Ferro III (Fe). O substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA) foi utilizado como referencial.....	83
25. Mudanças de alface produzidas nas misturas de casca de tungue e CACV (casca de arroz carbonizada : vermiculita, 6:1 v:v) e no substrato para hortaliças da empresa Vida Produtos Biológicos (VIDA).....	84
26. Deposição de sais sobre as folhas inferiores de crisântemo cultivado em substrato comercial Rendmax Crisântemo (Eucatex Agro).....	87
27. Crisântemos produzidos nos substratos Rendmax Crisântemo (Eucatex Agro), casca de tungue (CT), CACV (6 casca de arroz carbonizada: 1vermiculita, v:v) e em CACV com 25% de casca de tungue (3CACV:1CT) e 12,5% de casca de tungue (7CACV:1CT).....	90