UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

12100011190

Caracterização Física e Química de Diferentes Substratos: Influência na Produção de Mudas de Cróton (Codiaeum variegatum Blume) e Acalifa (Acalypha wilkesiana M. Arg.)

Aluna: Cristiane Santos da Silva Souza
Orientadora: Marlene Cristina Alves

Te.1190

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

CRISTIANE SANTOS DA SILVA SOUZA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP- Campus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA - Área de Concentração em Sistemas de Produção.

Proc. 040/2001 - NRD 065/01

1210001190

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"
SERVIÇO TÉC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
02.07.01	30.07.01
Ailza	Te. 1190
AQUISIÇÃO: Doação autor R$ 10,00	CLASSIFICAÇÃO: S729c

5D10301 Manejo e tratos

Ilha Solteira - SP
Março de 2001

"Caracterização Física e Química de Diferentes Substratos: Influência na Produção de Mudas de Cróton Codiaeum variegatum Blume e Acalifa Acalypha wilkesiana M.Arg."

Cristiane Santos da Silva Souza

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profª Drª Marlene Cristina Alves
Orientador

Profª Drª Kátia Christina Zuffelato Ribas

Prof. Dr. Vinício Martins do Nascimento

Ilha Solteira – SP
março de 2001

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

Cristiane Santos da Silva Souza

Orientadora: Profª. Drª Marlene Cristina Alves
Co-Orientadora: Profª. Drª Regina Maria Monteiro de Castilho

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP- Campus de Ilha Solteira, como sendo parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA - Área de Concentração em Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA - SP
Março de 2001

unesp

Ao meu esposo
Júlio Borges de Souza,
pelo amor, carinho, amizade,
dedicação, incentivo e compreensão,
que sempre me dispensou

DEDICO

Aos meus pais, irmão,
irmãs e sobrinhos

OFEREÇO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À DEUS, pela vida.

Às professoras Marlene Cristina Alves e Regina Maria Monteiro de Castilho pela orientação, paciência, dedicação, incentivo durante estes anos e principalmente pela amizade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão da bolsa de Mestrado, para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Ao Viveiro de Mudas da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira pela doação das estacas de Cróton (Codiaeum variegatum Blume).

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) pela doação das estacas de Acalifa (Acalypha wilkesiana M. Arg.).

À Destilaria Pioneiros S/A situada na cidade de Sud Menuccii pela doação do bagaço de cana-de-açúcar.

À Profª Drª Maria Aparecida Anselmo Tarcitano pela orientação e o auxílio na análise econômica.

Aos funcionários Sr. Otaciano Noguera dos Santos e Sr. Valdivino dos Santos que muito colaboraram para o desenvolvimento do experimento.

Ao Sr. João Josué Barbosa pela colaboração nas referências bibliográficas.

Às amigas Patrícia Alves Moreira, Rita de Cássia Brunhara Ferreira e ao amigo Hemerson Fernandes Calgaro que mesmo de longe deram-me o apoio que muitas vezes precisei.

Às amigas Keila Cristiane Alves do Amaral e Elza Regina Avanso Urzulin pela amizade, carinho e compreensão para comigo durante os períodos mais difíceis.

Ao meu esposo em especial, que muito me auxiliou, dando-me toda a força e incentivo.

À todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

unesp

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS ix

LISTA DE FIGURAS xvi

RESUMO xxi

SUMMARY xxiii

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

2.1. Botânica 4
2.2. Conceitos e funções dos substratos 7
2.3. Fatores físicos e químicos que influenciam o enraizamento de estacas 9
2.4. Conceito sobre compostagem 16
2.5. Escolha adequada dos resíduos 21
2.6. Fatores que influem na compostagem 22
2.7. Controle da decomposição 25
2.8. Tempo de decomposição 26
2.9. Uso agronômico dos compostos orgânicos 27

3. MATERIAL E MÉTODOS 29

3.1. Local de execução da pesquisa 29
3.2. Material botânico 29
3.3. Preparação dos substratos 30
3.4. Delineamento experimental 34
3.5. Análises físicas e químicas 36
3.6. Produção de Mudas 38

unesp

3.7. Características das plantas avaliadas 39
3.8. Análise estatística 41
3.9. Análise econômica 41

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43

4.1. Temperatura dos materiais vegetais 43
4.2. Análises físicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem, e dos substratos na proporção 2:1 44
4.3. Análises químicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem 51
4.4. Condutividade elétrica e pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 54
4.5. Análises químicas dos substratos 59
4.6. Determinação de carboidratos estruturais presentes nas estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.). 65
4.7. Características fenológicas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) 66
4.8. Características fenológicas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) 76
4.9. Número de estacas enraizadas, altura das plantas e número de folhas das espécies cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). 89
4.10. Custo de produção e avaliação econômica 92

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 100
6. CONCLUSÕES 102
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104
8. ANEXOS 112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Valores de fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) do solo utilizado e dos substratos na proporção 2:1 33

QUADRO 2 - Teores totais de micronutrientes presente no solo utilizado na composição dos substratos 33

QUADRO 3 - Análise granulométrica do solo utilizado para a mistura com os materiais vegetais 37

QUADRO 4 - Temperatura média dos materiais vegetais na profundidade de 15 cm, durante o período de outubro/99 a fevereiro/00 43

QUADRO 5 – Médias e tesde de Tukey para porosidade e densidade dos materiais vegetais antes e após o processo de compostagem 45

QUADRO 6 - Médias e tesde de Tukey para espaço de ar na capacidade de campo (EArCc), da água retida na capacidade de campo (ARCc), do espaço poroso total (EPT) e da densidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 47

QUADRO 7 - Médias e tesde de Tukey para porosidade e densidade dos substratos na proporção 2:1 (solo + material vegetal) 49

QUADRO 8 - Teor de água dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 50

QUADRO 9 - Macronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

QUADRO 10 - Micronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

QUADRO 11 - Médias e teste de Tukey para a condutividade elétrica (CE) dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 54

QUADRO 12 - Médias e teste de Tukey para pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 55

QUADRO 13 - Valores de fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) dos substratos na proporção 2:1 60

QUADRO 14 - Valores de análises químicas para solo + fibra de coco (2:1). 61

QUADRO 15 - Valores de análises químicas para solo + bagaço de cana-de-açúcar (2:1). 62

QUADRO 16 - Valores de análises químicas para solo + acículas de *Pinus* (2:1). 63

QUADRO 17 - Valores de análises químicas para solo + casca de arroz carbonizada. 64

QUADRO 18 - Valores da matéria seca (MS%) a 105°C, hemicelulose (%), lignina (%) e celulose (%) das estacas das espécies ornamentais Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.). 65

QUADRO 19 – Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 66

QUADRO 20 – Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para Peso fresco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 67

QUADRO 21 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 68

QUADRO 22 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 70

QUADRO 23 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 71

QUADRO 24 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 72

QUADRO 25 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 73

QUADRO 26 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 74



QUADRO 27 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 75

QUADRO 28 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 76

QUADRO 29 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 77

QUADRO 30 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 79

QUADRO 31 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 80

QUADRO 32 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 82

QUADRO 33 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 83

QUADRO 34 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 84

QUADRO 35 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 85

QUADRO 36 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 86

QUADRO 37 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 87

QUADRO 38 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 89

QUADRO 39 – Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de estacas enraizadas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos por um período de 120 dias. 90

QUADRO 40 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para altura das mudas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos..... 91

QUADRO 41 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de folhas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos. 92

QUADRO 42 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por fibra de coco, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 94

QUADRO 43 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 95

QUADRO 44 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por acículas de *Pinus*, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 96

QUADRO 45 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por casca de arroz carbonizada, em Ilha Solteira-SP, janeiro 2001.....97

QUADRO 46 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.....98

QUADRO 47 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.....99

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Aspecto geral da espécie ornamental *Acalypha wilkesiana* M. Arg. (acalifa, crista-de-peru, rabo-de-macaco). 5

FIGURA 2 - Aspecto geral da espécie ornamental *Codiaeum variegatum* Blume (cróton, louro-variegado, folha-imperial). 6

FIGURA 3 - Aspecto geral do material vegetal fibra de coco..... 30

FIGURA 4 - Aspecto geral do material vegetal bagaço de cana-de-açúcar. 31

FIGURA 5 - Aspecto geral do material vegetal acículas de *Pinus*..... 31

FIGURA 6 - Aspecto geral do material vegetal casca de arroz carbonizada. 32

FIGURA 7 - Aspecto geral do substrato composto por solo + fibra de coco na proporção 2:1. 33

FIGURA 8 - Aspecto geral do substrato composto por solo + bagaço de cana-de-açúcar na proporção 2:1. 34

FIGURA 9 - Aspecto geral do substrato composto por solo + acículas de *Pinus* na proporção 2:1. 34

FIGURA 10 - Aspecto geral do substrato composto por solo + casca de arroz carbonizada na proporção 2:1. 35

FIGURA 11 - Aspecto geral das estacas ornamentais logo após a implantação do experimento. 39

unesp

FIGURA 12 - Umidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

FIGURA 13 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais antes da compostagem. 58

FIGURA 14 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais após a compostagem. 59

FIGURA 15 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais antes da compostagem. 59

FIGURA 16 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais após a compostagem. 60

FIGURA 17 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 113

FIGURA 18 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 113

FIGURA 19 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 114

FIGURA 20 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 114

FIGURA 21 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de fibra de coco. 115

FIGURA 22 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar. 115

FIGURA 23 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de acículas de *Pinus*..... 116

FIGURA 24 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 116

FIGURA 25 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco..... 117

FIGURA 26 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 118

FIGURA 27 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 119

FIGURA 28 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 120

FIGURA 29 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 121

FIGURA 30 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 122

FIGURA 31 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*..... 122

FIGURA 32 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 123

FIGURA 33 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 124

FIGURA 34 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 124

FIGURA 35 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 125

FIGURA 36 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 125

FIGURA 37 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 126

FIGURA 38 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 127

FIGURA 39 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus* 128

FIGURA 40 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 129

FIGURA 41 - Aspecto geral das mudas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias de cultivo. 130

FIGURA 42 - Aspecto geral das mudas de acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias de cultivo. 131

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

AUTORA: Cristiane Santos da Silva Souza
ORIENTADORA: Profª Drª Marlene Cristina Alves
CO-ORIENTADORA: Profª Drª Regina M. M. de Castilho

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo a avaliação das características físicas e químicas de diferentes substratos, bem como a sua influência na produção de mudas de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). O experimento foi conduzido na área aonde estão localizados os Departamentos de Ensino da Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira – SP, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Foram utilizadas estacas de *Codiaeum variegatum* Blume e de *Acalypha wilkesiana* M. Arg. A produção de mudas foi conduzida em casa de vegetação sob condições ambientais controladas. Utilizou-se, de cada espécie, um total de 600 estacas, com 15 cm de comprimento, sendo que as mesmas foram colocadas para enraizar em quatro substratos (solo + acículas de *Pinus*; solo + bagaço de cana-de-açúcar; solo + casca de arroz carbonizada e solo + fibra de coco), contendo as mesmas proporções (2:1). As estacas foram plantadas em saquinhos plásticos próprios para mudas com capacidade de 1 litro. A umidade foi mantida a 80% da capacidade de campo de cada substrato. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições. Realizaram-se análises físicas e químicas dos substratos antes e após a implantação das culturas, bem como a determinação de carboidratos estruturais das estacas. Coletaram-se dados referentes ao número de brotos, peso fresco e peso seco das brotações, comprimento das raízes, número de raízes, peso fresco e peso seco das raízes, peso fresco e peso seco das estacas e ainda, a relação peso da matéria seca da raiz / peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) aos 30, 60 e 120 dias. Aos 120 dias

unesp

coletaram-se informações referentes a altura das plantas e número de folhas e número de estacas enraizadas. Os resultados foram analisados através de análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Realizou-se também o cálculo do custo operacional. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que: quanto às características físicas os substratos estudados possuem comportamentos semelhantes; com relação às características químicas, ficou evidente que o substrato à base de acículas de *Pinus* apresenta valores que estão mais próximos do ideal para um substrato de cultivo, considerando-se as propriedades avaliadas; quanto à porcentagem de enraizamento para a espécie cróton, o substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz carbonizada, propiciaram uma maior taxa de enraizamento (82,00%, 75,33%, respectivamente); com relação a porcentagem de enraizamento para a espécie acalifa, o substrato à base de fibra de coco e acículas de *Pinus,* propiciaram uma maior e igual taxa de enraizamento (100,00%). Quanto ao custo operacional, este variou de R$ 84,82 (casca de arroz carbonizada) a R$ 117,82 (bagaço de cana-de-açúcar) para ambas as espécies avaliadas.

Palavras-chave: *Acalypha wilkesiana* M. Arg, *Codiaeum variegatum* Blume, estacas, enraizamento, substrato, custo operacional de produção.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF DIFFERENT MEDIA: INFLUENCE ON THE CUTTINGS PRODUCTION OF CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) AND ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

AUTHOR: Cristiane Santos da Silva Souza
SUPERVISOR: Profª Drª Marlene Cristina Alves
CO-SUPERVISOR: Profª Drª Regina M. M. de Castilho

SUMMARY

This work had as main objective the evaluation of physical and chemical characteristics of different media, as well as its influence on the cuttings production of Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) and Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). The cuttings production was carried out in a green house under controlled environmental conditions. A total of 600 cuttings, with 15 cm of length, of each species were used. These cuttings were rootings in four medias (soil + acículas of Pinus, soil + sugarcane trash, soil + carbonized peel of rice and soil + coconut fiber) with the same proportion (2:1). The cuttings were driven in plastic sacks with 1 liter of capacity. The humidity was maintained at 80% of the field capacity of each medium. The used experimental delineation was the entirely casual, composed of five repetitions. Physical and chemical analysis were carried out before and after the cultures implantation as well as the determination of structural carbohydrates of the cuttings. Data was collected referring to the number of sprouts, fresh weight and dry weight of the sprouts, root length, number of roots, fresh weight and dry weight of the roots, fresh weight and dry weight of the cuttings, and the relation between the weight of the dry matter of the root and the weight of the dry matter of the aerial part (R/PA) to the 30, 60 and 120 days. After 120 days information about the height of the plants and the number of leaves and rooted cuttings was collected. The results were analyzed through variance analysis and test of Tukey at the level of 5% of probability for comparison of the averages. The operational cost was also carried out. Through the results it could be concluded that: with relation to the physical characteristics the studied media presented similar behavior; with regard to the

unesp

chemical characteristics it was evident that the acículas of Pinus presented values closer to the ideal for a cultivation media; concerning to the rooting percentage for Cróton species, the sugarcane trash and the carbonized peel of rice media, propitiated a bigger rooting rate (82.00% and 75.33% respectively); concerning to the rooting percentage for Acalifa species, the coconut fiber and acículas of Pinus media provided a bigger rooting rate (100.00% for both of them). The operational cost varied from R$ 84.82 (carbonized peel of rice) to R$ 117.82 (sugarcane trash) for both evaluated species.

Keywords: *Acalypha wilkesiana* M. Arg, *Codiaeum variegatum* Blume, cuttings, rooting, medium, operacional cost of production.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

CRISTIANE SANTOS DA SILVA SOUZA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP- Campus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA - Área de Concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira - SP
Março de 2001

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

CRISTIANE SANTOS DA SILVA SOUZA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profª. Drª Marlene Cristina Alves
Orientadora

Prof. Dr. Vinício Martins do Nascimento

Profª. Drª Kátia Christina Zuffellato-Ribas

Ilha Solteira - SP
Março de 2001

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

Cristiane Santos da Silva Souza

Orientadora: Profª. Drª Marlene Cristina Alves
Co-Orientadora: Profª. Drª Regina Maria Monteiro de Castilho

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP- Campus de Ilha Solteira, como sendo parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA - Área de Concentração em Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA - SP
Março de 2001



Ao meu esposo
Júlio Borges de Souza,
pelo amor, carinho, amizade,
dedicação, incentivo e compreensão,
que sempre me dispensou

DEDICO

Aos meus pais, irmão,
irmãs e sobrinhos

OFEREÇO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À DEUS, pela vida.

Às professoras Marlene Cristina Alves e Regina Maria Monteiro de Castilho pela orientação, paciência, dedicação, incentivo durante estes anos e principalmente pela amizade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão da bolsa de Mestrado, para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Ao Viveiro de Mudas da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira pela doação das estacas de Cróton (Codiaeum variegatum Blume).

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS) pela doação das estacas de Acalifa (Acalypha wilkesiana M. Arg.).

À Destilaria Pioneiros S/A situada na cidade de Sud Menuccii pela doação do bagaço de cana-de-açúcar.

À Profª Drª Maria Aparecida Anselmo Tarcitano pela orientação e o auxílio na análise econômica.

Aos funcionários Sr. Otaciano Noguera dos Santos e Sr. Valdivino dos Santos que muito colaboraram para o desenvolvimento do experimento.

Ao Sr. João Josué Barbosa pela colaboração nas referências bibliográficas.

Às amigas Patrícia Alves Moreira, Rita de Cássia Brunhara Ferreira e ao amigo Hemerson Fernandes Calgaro que mesmo de longe deram-me o apoio que muitas vezes precisei.

Às amigas Keila Cristiane Alves do Amaral e Elza Regina Avanso Urzulin pela amizade, carinho e compreensão para comigo durante os períodos mais difíceis.

Ao meu esposo em especial, que muito me auxiliou, dando-me toda a força e incentivo.

À todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

unesp

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS ix

LISTA DE FIGURAS xvi

RESUMO xxi

SUMMARY xxiii

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

2.1. Botânica 4
2.2. Conceitos e funções dos substratos 7
2.3. Fatores físicos e químicos que influenciam o enraizamento de estacas 9
2.4. Conceito sobre compostagem 16
2.5. Escolha adequada dos resíduos 21
2.6. Fatores que influem na compostagem 22
2.7. Controle da decomposição 25
2.8. Tempo de decomposição 26
2.9. Uso agronômico dos compostos orgânicos 27

3. MATERIAL E MÉTODOS 29

3.1. Local de execução da pesquisa 29
3.2. Material botânico 29
3.3. Preparação dos substratos 30
3.4. Delineamento experimental 34
3.5. Análises físicas e químicas 36
3.6. Produção de Mudas 38

unesp

3.7. Características das plantas avaliadas 39
3.8. Análise estatística 41
3.9. Análise econômica 41

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43

4.1. Temperatura dos materiais vegetais 43
4.2. Análises físicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem, e dos substratos na proporção 2:1 44
4.3. Análises químicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem 51
4.4. Condutividade elétrica e pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 54
4.5. Análises químicas dos substratos 59
4.6. Determinação de carboidratos estruturais presentes nas estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.). 65
4.7. Características fenológicas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) 66
4.8. Características fenológicas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) 76
4.9. Número de estacas enraizadas, altura das plantas e número de folhas das espécies cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). 89
4.10. Custo de produção e avaliação econômica 92

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 100
6. CONCLUSÕES 102
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104
8. ANEXOS 112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Valores de fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) do solo utilizado e dos substratos na proporção 2:1 33

QUADRO 2 - Teores totais de micronutrientes presente no solo utilizado na composição dos substratos. 33

QUADRO 3 - Análise granulométrica do solo utilizado para a mistura com os materiais vegetais 37

QUADRO 4 - Temperatura média dos materiais vegetais na profundidade de 15 cm, durante o período de outubro/99 a fevereiro/00 43

QUADRO 5 – Médias e tesde de Tukey para porosidade e densidade dos materiais vegetais antes e após o processo de compostagem 45

QUADRO 6 - Médias e tesde de Tukey para espaço de ar na capacidade de campo (EArCc), da água retida na capacidade de campo (ARCc), do espaço poroso total (EPT) e da densidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 47

QUADRO 7 - Médias e tesde de Tukey para porosidade e densidade dos substratos na proporção 2:1 (solo + material vegetal) 49

QUADRO 8 - Teor de água dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 50

QUADRO 9 - Macronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

QUADRO 10 - Micronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

QUADRO 11 - Médias e teste de Tukey para a condutividade elétrica (CE) dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 54

QUADRO 12 - Médias e teste de Tukey para pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem. 55

QUADRO 13 - Valores de fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) dos substratos na proporção 2:1 60

QUADRO 14 - Valores de análises químicas para solo + fibra de coco (2:1). 61

QUADRO 15 - Valores de análises químicas para solo + bagaço de cana-de-açúcar (2:1) 62

QUADRO 16 - Valores de análises químicas para solo + acículas de *Pinus* (2:1). 63

QUADRO 17 - Valores de análises químicas para solo + casca de arroz carbonizada. 64

QUADRO 18 - Valores da matéria seca (MS%) a 105°C, hemicelulose (%), lignina (%) e celulose (%) das estacas das espécies ornamentais Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.). 65

QUADRO 19 – Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 66

QUADRO 20 – Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para Peso fresco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 67

QUADRO 21 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 68

QUADRO 22 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 70

QUADRO 23 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 71

QUADRO 24 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 72

QUADRO 25 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 73

QUADRO 26 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos. 74



QUADRO 27 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 75

QUADRO 28 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos..... 76

QUADRO 29 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 77

QUADRO 30 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 79

QUADRO 31 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 80

QUADRO 32 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 82

QUADRO 33 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 83

QUADRO 34 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 84

QUADRO 35 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 85

QUADRO 36 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 86

QUADRO 37 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos. 87

QUADRO 38 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos..... 89

unesp

QUADRO 39 – Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de estacas enraizadas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos por um período de 120 dias. 90

QUADRO 40 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para altura das mudas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos..... 91

QUADRO 41 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de folhas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos. 92

QUADRO 42 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por fibra de coco, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 94

QUADRO 43 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 95

QUADRO 44 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por acículas de *Pinus*, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001..... 96

QUADRO 45 - Estimativa de custo de produção de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) utilizando o substrato composto por casca de arroz carbonizada, em Ilha Solteira-SP, janeiro 2001.....97

QUADRO 46 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.....98

QUADRO 47 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.....99

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Aspecto geral da espécie ornamental *Acalypha wilkesiana* M. Arg. (acalifa, crista-de-peru, rabo-de-macaco). 5

FIGURA 2 - Aspecto geral da espécie ornamental *Codiaeum variegatum* Blume (cróton, louro-variegado, folha-imperial). 6

FIGURA 3 - Aspecto geral do material vegetal fibra de coco. 30

FIGURA 4 - Aspecto geral do material vegetal bagaço de cana-de-açúcar. 31

FIGURA 5 - Aspecto geral do material vegetal acículas de *Pinus*. 31

FIGURA 6 - Aspecto geral do material vegetal casca de arroz carbonizada. 32

FIGURA 7 - Aspecto geral do substrato composto por solo + fibra de coco na proporção 2:1. 33

FIGURA 8 - Aspecto geral do substrato composto por solo + bagaço de cana-de-açúcar na proporção 2:1. 34

FIGURA 9 - Aspecto geral do substrato composto por solo + acículas de *Pinus* na proporção 2:1. 34

FIGURA 10 - Aspecto geral do substrato composto por solo + casca de arroz carbonizada na proporção 2:1. 35

FIGURA 11 - Aspecto geral das estacas ornamentais logo após a implantação do experimento. 39

unesp

FIGURA 12 - Umidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem. 52

FIGURA 13 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais antes da compostagem. 58

FIGURA 14 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais após a compostagem. 59

FIGURA 15 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais antes da compostagem. 59

FIGURA 16 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais após a compostagem. 60

FIGURA 17 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 113

FIGURA 18 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 113

FIGURA 19 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 114

FIGURA 20 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 114

FIGURA 21 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de fibra de coco. 115

FIGURA 22 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar. 115

FIGURA 23 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato à base de acículas de *Pinus*..... 116

FIGURA 24 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 116

FIGURA 25 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco..... 117

FIGURA 26 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 118

FIGURA 27 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 119

FIGURA 28 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 120

FIGURA 29 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 121

unesp

FIGURA 30 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 122

FIGURA 31 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*..... 122

FIGURA 32 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 123

FIGURA 33 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 124

FIGURA 34 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 124

FIGURA 35 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*. 125

FIGURA 36 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 125

FIGURA 37 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco. 126

FIGURA 38 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana-de-açúcar. 127

FIGURA 39 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus* 128

FIGURA 40 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada. 129

FIGURA 41 - Aspecto geral das mudas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias de cultivo. 130

FIGURA 42 - Aspecto geral das mudas de acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias de cultivo. 131

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE DIFERENTES SUBSTRATOS: INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) E ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

AUTORA: Cristiane Santos da Silva Souza
ORIENTADORA: Profª Drª Marlene Cristina Alves
CO-ORIENTADORA: Profª Drª Regina M. M. de Castilho

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo a avaliação das características físicas e químicas de diferentes substratos, bem como a sua influência na produção de mudas de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). O experimento foi conduzido na área aonde estão localizados os Departamentos de Ensino da Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira – SP, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Foram utilizadas estacas de *Codiaeum variegatum* Blume e de *Acalypha wilkesiana* M. Arg. A produção de mudas foi conduzida em casa de vegetação sob condições ambientais controladas. Utilizou-se, de cada espécie, um total de 600 estacas, com 15 cm de comprimento, sendo que as mesmas foram colocadas para enraizar em quatro substratos (solo + acículas de *Pinus*; solo + bagaço de cana-de-açúcar; solo + casca de arroz carbonizada e solo + fibra de coco), contendo as mesmas proporções (2:1). As estacas foram plantadas em saquinhos plásticos próprios para mudas com capacidade de 1 litro. A umidade foi mantida a 80% da capacidade de campo de cada substrato. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições. Realizaram-se análises físicas e químicas dos substratos antes e após a implantação das culturas, bem como a determinação de carboidratos estruturais das estacas. Coletaram-se dados referentes ao número de brotos, peso fresco e peso seco das brotações, comprimento das raízes, número de raízes, peso fresco e peso seco das raízes, peso fresco e peso seco das estacas e ainda, a relação peso da matéria seca da raiz / peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) aos 30, 60 e 120 dias. Aos 120 dias

coletaram-se informações referentes a altura das plantas e número de folhas e número de estacas enraizadas. Os resultados foram analisados através de análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Realizou-se também o cálculo do custo operacional. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que: quanto às características físicas os substratos estudados possuem comportamentos semelhantes; com relação às características químicas, ficou evidente que o substrato à base de acículas de *Pinus* apresenta valores que estão mais próximos do ideal para um substrato de cultivo, considerando-se as propriedades avaliadas; quanto à porcentagem de enraizamento para a espécie cróton, o substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz carbonizada, propiciaram uma maior taxa de enraizamento (82,00%, 75,33%, respectivamente); com relação a porcentagem de enraizamento para a espécie acalifa, o substrato à base de fibra de coco e acículas de *Pinus,* propiciaram uma maior e igual taxa de enraizamento (100,00%). Quanto ao custo operacional, este variou de R$ 84,82 (casca de arroz carbonizada) a R$ 117,82 (bagaço de cana-de-açúcar) para ambas as espécies avaliadas.

Palavras-chave: *Acalypha wilkesiana* M. Arg, *Codiaeum variegatum* Blume, estacas, enraizamento, substrato, custo operacional de produção.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF DIFFERENT MEDIA: INFLUENCE ON THE CUTTINGS PRODUCTION OF CRÓTON (*Codiaeum variegatum* Blume) AND ACALIFA (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.)

AUTHOR: Cristiane Santos da Silva Souza
SUPERVISOR: Profª Drª Marlene Cristina Alves
CO-SUPERVISOR: Profª Drª Regina M. M. de Castilho

SUMMARY

This work had as main objective the evaluation of physical and chemical characteristics of different media, as well as its influence on the cuttings production of Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) and Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.). The cuttings production was carried out in a green house under controlled environmental conditions. A total of 600 cuttings, with 15 cm of length, of each species were used. These cuttings were rootings in four medias (soil + acículas of Pinus, soil + sugarcane trash, soil + carbonized peel of rice and soil + coconut fiber) with the same proportion (2:1). The cuttings were driven in plastic sacks with 1 liter of capacity. The humidity was maintained at 80% of the field capacity of each medium. The used experimental delineation was the entirely casual, composed of five repetitions. Physical and chemical analysis were carried out before and after the cultures implantation as well as the determination of structural carbohydrates of the cuttings. Data was collected referring to the number of sprouts, fresh weight and dry weight of the sprouts, root length, number of roots, fresh weight and dry weight of the roots, fresh weight and dry weight of the cuttings, and the relation between the weight of the dry matter of the root and the weight of the dry matter of the aerial part (R/PA) to the 30, 60 and 120 days. After 120 days information about the height of the plants and the number of leaves and rooted cuttings was collected. The results were analyzed through variance analysis and test of Tukey at the level of 5% of probability for comparison of the averages. The operational cost was also carried out. Through the results it could be concluded that: with relation to the physical characteristics the studied media presented similar behavior; with regard to the

unesp

chemical characteristics it was evident that the acículas of Pinus presented values closer to the ideal for a cultivation media; concerning to the rooting percentage for Cróton species, the sugarcane trash and the carbonized peel of rice media, propitiated a bigger rooting rate (82.00% and 75.33% respectively); concerning to the rooting percentage for Acalifa species, the coconut fiber and acículas of Pinus media provided a bigger rooting rate (100.00% for both of them). The operational cost varied from R$ 84.82 (carbonized peel of rice) to R$ 117.82 (sugarcane trash) for both evaluated species.

Keywords: *Acalypha wilkesiana* M. Arg, *Codiaeum variegatum* Blume, cuttings, rooting, medium, operacional cost of production.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

1. INTRODUÇÃO

A floricultura no seu sentido mais amplo visa o cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins, que vai desde a cultura de flores para o corte à produção de mudas arbóreas de porte elevado.

Estados como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Ceará, Alagoas, Bahia, Pernambuco e Amazonas, apresentam-se com este tipo de atividade já consolidada, a qual vem sendo possuidora de grande importância econômica no mercado de flores brasileiro.

Uma das suas principais características é ser praticada em pequenas propriedades, onde o uso da mão-de-obra familiar é marcante. As taxas de crescimento da floricultura no Brasil foram da ordem de 15 a 20% no período de 1990 a 1997, o que é preocupante para um setor que não possui uma política definida (Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLOR, s/d).

No Brasil, são representativos os três estados da Região Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Pernambuco e Ceará. O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional de plantas ornamentais, com cerca de 60% a 70%

unesp

do total negociado no país. As cidades paulistanas que mais se destacam são Holambra, Atibaia, Campinas e Indaiatuba (Pimentel, 2000).

Pimentel (2000) cita que a floricultura no Brasil emprega de 10 a 15 pessoas por hectare plantado, e que anualmente movimenta-se R$ 1,5 bilhão, considerado pouco ante o potencial que as plantas tropicais têm a ser explorado. O autor considera ainda que a média anual do consumo está entre US$ 4 e US$ 5 por brasileiro; isso levando em conta os momentos de pico de demanda das datas comemorativas. É comum a média ultrapassar US$ 150 per capita/ano; nos países europeus. Na Argentina, cada habitante consome cerca de US$ 25 de flores por ano.

Pode-se mencionar que o motivo dessa situação brasileira é a sazonalidade do consumo, ou seja, a flor ainda é vista no Brasil como um presente, ou usada apenas para decoração de festas, não sendo vista como um produto de consumo próprio.

Castro (1998) relata que o Brasil possui vantagens para especializar-se na produção de flores, pois basta citar os microclimas privilegiados, disponibilidade de terra, água, energia e mão de obra disponível.

Assim, para que todo o processo de formação de qualidade dos produtos se complete com sucesso, uma série de fatores são necessários como: a escolha adequada de espécies e variedades, material de propagação de excelente qualidade, estrutura de produção própria, bem como conhecimento das técnicas de produção e pós-colheita e um sistema eficiente de comercialização (Motos, 2000).

No entanto, faz-se necessário testar os materiais vegetais que são considerados materiais de fácil aquisição, com exceção da fibra de coco, com espécies ornamentais consideradas de fácil enraizamento. No caso a propagação das espécies escolhidas se dá facilmente por estacas. Com relação aos materiais vegetais estudados, deve-se ressaltar que necessitam

unesp

serem avaliados criteriosamente quanto às características físicas e químicas, a fim de serem utilizados como meio de propagação visando um baixo custo de produção.

Portanto, o trabalho desenvolvido teve como principal objetivo a avaliação das características físicas e químicas de diferentes substratos, bem como a sua influência na produção de mudas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

unesp

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Botânica

A espécie ornamental *Acalypha wilkesiana* M. Arg. (acalifa, crista-de-peru, rabo-de-macaco), originária das Ilhas do Pacífico e pertencente à família Euphorbiaceae, possui folhas de importância ornamental por ser de variadas cores e formatos, sendo assim, muito utilizada em paisagismo.

Lorenzi & Souza (1995), descrevem a *Acalypha wilkesiana* M. Arg. como sendo um arbusto semi-lenhoso, perene, de 1,5-3,0 metros de altura, de folhagem vistosa, sendo cultivadas muitas variedades que apresentam colorido e forma variáveis nas folhas, destacando-se: *A. hoffmanii* Hort., com folhas retorcidas verdes e margens brancas, *A. marginata* Hort., com folhas vermelhas e margem rósea, *A. moorea* Hort., com folhas bronzeadas muito escuras, *A. macrophylla* Hort., com folhas grandes e manchas vermelho-escuras, *A. macafeana* Hort., com folhas retorcidas, recurvadas com manchas vermelho-bronzeadas, entre outras. Tais variedades são cultivadas a pleno sol, isoladamente, em grupos ou renques sendo

necessário que o solo seja fértil. A propagação se dá facilmente através de estacas.

Krebs (1983) descreve que a acalifa compreende aproximadamente umas 200 espécies, mas somente a *Acalypha hispida* e *Acalypha wilkesiana* são cultivadas como plantas de vaso. Na Dinamarca, plantas de *Acalypha wilkesiana* com folhagem em mosaico são cultivadas sob o nome de *Acalypha musaica* e incluem as cultivares multicoloridas Batik, Harlekin e Kankan. As híbridas *Acalypha hispida* e *Acalypha wilkesiana* são propagadas por estacas, as quais enraizam em 4 semanas a uma temperatura do solo de 22°C, estando prontas para o mercado em 6 meses. A *Acalypha hispida* é podada somente uma vez, a fim de produzir plantas grandes, enquanto as híbridas *Acalypha wilkesiana* (Figura 1) devem ser podadas pelo menos duas vezes para produzirem plantas baixas e compactas não necessitando de tratamento com CCC (chlormequat).



FIGURA 1 - Aspecto geral da espécie ornamental *Acalypha wilkesiana* M. Arg. (acalifa, crista-de-peru, rabo-de-macaco).

A espécie ornamental *Codiaeum variegatum* Blume (cróton, louro-variegado, folha-imperial) (Figura 2) é descrita por Lorenzi & Souza (1995), como sendo uma espécie da família Euphorbiaceae, originária da Índia, Malaia e Ilhas do Pacífico. Os autores descrevem que esta espécie possui de 2 a 3 metros de altura, de folhas pequenas ou grandes, espessas, coriáceas, inteiras, com recortes ou retorcidas, muito vistosas pelo variado colorido e formatos. As inflorescências são alongadas, porém não vistosas. São plantas clássicas de climas tropicais, pouco resistente ao frio, excelentes para renques ou conjuntos que não devem ser podados. Exigem solos ricos e de boa drenagem, podendo ser propagadas através de estacas ou alporques.



FIGURA 2 - Aspecto geral da espécie ornamental *Codiaeum variegatum* Blume (cróton, louro-variegado, folha-imperial).

unesp

Tillmann et al. (1994), compararam diversos substratos no enraizamento de estacas de cróton. Estacas apicais de *Codiaeum variegatum*, medindo em média 16 cm de comprimento, foram plantadas em substratos de areia, vermiculita de classe média, areia:vermiculita (75%:25%, 50%:50%, ou 25%:75%), espuma ou solo fenólico e mantidas em câmara úmida com uma umidade estável de março a junho de 1992. Depois de 50 dias, a avaliação do percentual de enraizamento, percentual de formação de botões, número de raízes/estaca, comprimento das raízes mais compridas e peso fresco das raízes mostraram que a vermiculita foi o meio mais apropriado para propagação, fornecendo uma porcentagem de enraizamento de 95%. Somente solo e areia foram totalmente insatisfatórios.

Estacas enraizadas de *Codiaeum variegatum* cv. Petra e *Acalypha podophyllum*, com haste de 16 folhas e 7cm e hastes com 9 folhas e 20cm, respectivamente, foram transplantadas em 21 meios de crescimento contendo várias proporções de argila expandida (de 3 tamanhos de partículas), turfas italianas e alemãs e folhas de faia trituradas. O melhor crescimento de *C. variegatum* (em termos de altura de plantas, número de folhas, número de raízes e peso seco dos brotos foi obtido com meio contendo 25% de argila com partículas de diâmetro de 2-3 mm + 45% de turfa de Verona ou Alemanha + 30% de folhas de faia (Pasini et al., 1984).

2.2. Conceitos e funções dos substratos

O termo substrato se aplica, em horticultura, a todo material sólido distinto do solo *in situ*, seja ele natural, em decomposição ou residual, mineral ou orgânico, que colocado em um recipiente, em forma pura ou em mistura, permite um adequado desenvolvimento do sistema radicular,

unesp

desempenhando portanto, um papel de suporte para a planta. Também pode interferir no complexo processo da nutrição mineral da planta (Abad, 1991, Abad et al., 1996 citados por Abad Berjon & Noguera Murray (1998)).

Uma das mais recentes definições sobre substrato é mencionada por Kämpf (2000), a qual define o substrato para plantas como sendo o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo. A autora cita que além de servir como suporte para as plantas, os substratos, podem ainda, regular a disponibilidade de nutrientes para as raízes.

Sturion (1981), cita que a principal função de um substrato é de sustentar a planta e fornecer-lhe nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento. Este é composto de partículas sólidas (partículas minerais e orgânicas) que contém poros ocupados por água e ar.

O desenvolvimento e a eficiência do sistema radicular são muito influenciados pela aeração do solo, que depende da quantidade e do tamanho das partículas que definem sua textura. Assim, quando da escolha de um meio de crescimento, devem-se considerar suas características físico-químicas, o comportamento da espécie a ser propagada e os aspectos econômicos do processo (Campinhos JR. & Ikemori, 1983). Os mesmos autores citam que o substrato considerado ideal para a produção de mudas, seja de espécies florestais bem como espécies ornamentais, é aquele que apresenta uniformidade em sua composição, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem e isenção de pragas, organismos patogênicos e ervas daninhas.

unesp

2.3. Fatores físicos e químicos que influenciam o enraizamento de estacas

Entre as técnicas utilizadas no manejo de viveiros, destaca-se a seleção do substrato, uma vez que suas propriedades físicas e químicas são de fundamental importância no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Assim, para preparar um substrato, é preciso verificar a qualidade dos seus componentes, a partir da análise de suas propriedades físicas e químicas.

Entre as propriedades físicas, Kämpf (2000), cita a porosidade, a densidade, a disponibilidade de água e de ar. Quanto às propriedades químicas, incluem-se valores de pH, salinidade e capacidade de troca catiônica (CTC).

Esta citação é concordante com Ansorena Miner (1994), aonde o autor cita a porosidade, a densidade e a capacidade de retenção de água como sendo as características físicas mais importantes quando se trabalha com substratos. O autor 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.

Um outro aspecto a ser abordado é quanto ao tipo dos substratos, ou seja, a composição física e sua importância quanto ao enraizamento e desenvolvimento de espécies ornamentais.

Segundo Kämpf (1992), a maioria das plantas ornamentais em alguma fase do seu desenvolvimento, são cultivadas em recipientes quer seja em sementeiras, vasos, sacos plásticos ou latas. A qualidade do material que irá ser utilizado como meio de cultura pode definir o lucro ou o prejuízo do produtor.

O crescimento e a eficiência do sistema radicular são muito influenciados pela aeração do solo, isto porque o crescimento é um

unesp

processo que requer muita energia obtida das células das raízes que, por meio da respiração, retiram o oxigênio do ar nos interstícios das partículas sólidas do substrato (Paiva & Gomes, 1996).

Conforme Fonseca (1988), a deficiência do oxigênio no substrato causa, muitas vezes, a paralisação do crescimento radicular, com injúrias ou morte deste. Essa deficiência pode ser induzida por inundação, baixa drenagem ou compactação do substrato.

Dentre as características que espera-se de um determinado substrato, quer seja para enraizamento ou para o cultivo de plantas ornamentais, pode-se considerar o seguinte: que ele seja disponível em grande quantidade e a baixo custo de aquisição; deve ter boa capacidade de retenção de água e boa capacidade de drenagem; ser livre de patógenos e propágulos de plantas daninhas; não possuir substância tóxica; ter valores de pH próximos da neutralidade; não alterar as propriedades físicas e químicas quando submetido a tratamentos próprios para esterilização; ser um material leve; firme; consistente; inodoro; apresentar boa estabilidade físico-química, não se alterando quando armazenado (Fonseca, 1988).

Kämpf (2000) e Asorena Miner (1994) citam que os materiais vegetais usados como componentes de substratos variam em densidade seca (a 105°C), entre 100 kg m^{-3} (turfas, espumas fenólicas) até 1500 kg m^{-3} (areia). Os autores mencionam que quanto mais alto for o valor da densidade, mais difícil será o cultivo em recipientes, quer por limitação no crescimento das plantas ou pela dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas.

Com relação à porosidade, vale lembrar que o pequeno volume do vaso leva a uma alta concentração de raízes, exigindo elevado suprimento de oxigênio e rápida remoção de gás carbônico formado. Assim, pode-se mencionar que o substrato deve ser o mais poroso possível, a fim de

unesp

permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para as atividades dos microorganismos do meio (Kämpf, 2000).

De Boodt & Verdonck (1972) e Kämpf (2000) consideram que o substrato ideal deve ter 85% de seu volume em poros. Tal volume pode ser designado por porosidade total, sendo de suma importância na descrição e definição do tipo de substrato a ser utilizado. Os poros podem ser divididos em macro e microporos. O primeiro está relacionado com as condições de aeração, ou seja, nesta condição os macroporos estão preenchidos com ar e o seu volume é caracterizado como Espaço de Aeração. Nas mesmas condições, os poros menores estão preenchidos com água, em volume que corresponde à capacidade de retenção hídrica do substrato.

O pH é outro fator de grande importância para a utilização de um substrato e está ligado às características químicas. 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

unesp

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.

Níveis de referência para o cultivo de ornamentais em recipientes segundo Abad Berjon & Noguera Murray (1998), compreendem a faixa de 5,2 a 6,3.

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

Gonçalves (1992), cita que dentre as substâncias mais utilizadas como substratos estão: a vermiculita, o xaxim, o esfagno, a casca do pinheiro, a serragem, o bagaço de cana, a areia, a turfa, esterco de aves e a casca de arroz carbonizada. Em relação aos tipos de substratos utilizados em floricultura e horticultura como meio de propagação, ou seja, meio no qual as raízes das plantas se desenvolvem, podemos citar: a casca de arroz carbonizada, argila expandida, casca de árvores, palha de amendoim, palha de café, serragem, dentre outros.

unesp

Paiva & Gomes (1996), descrevem que o bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado na produção de mudas florestais na condição de composto orgânico, misturado com outros materiais.

Não obstante, de acordo com a literatura, pouco ou nenhum trabalho tem sido realizado com a utilização do bagaço de cana-de-açúcar na produção de mudas ornamentais; porém, faz-se necessária tal investigação, pois o bagaço de cana é um material facilmente disponível, além de possuir um alto teor de matéria orgânica o que é de muita importância com relação às características físicas necessárias para um bom desenvolvimento das raízes.

A mesma observação pode ser feita para o uso de acículas de *Pinus*. Devido a facilidade de obtenção e o baixo custo, pode-se utilizá-la como meio alternativo de substrato para enraizamento e produção de mudas ornamentais.

A casca de arroz que após o beneficiamento é submetida a uma fonte de calor resultando na chamada casca de arroz carbonizada, nada mais sendo que um material em forma floculada, bastante leve e excelente como substrato, principalmente para o enraizamento de plantas (Gonçalves, 1992). O autor cita que a introdução da casca de arroz carbonizada como substrato deve-se aos japoneses, pois no Japão esta é utilizada há mais de um século. Dentre suas características principais, pode-se dizer que a casca de arroz carbonizada é extremamente leve, de fácil manuseio, possui grande capacidade de drenagem, pH ligeiramente alcalino, rico em minerais, principalmente cálcio e potássio, possui baixa capacidade de retenção de água além de ser um material estéril.

Meerow (1994), relata que outro material que pode ser utilizado como sendo um meio de enraizamento e de produção de mudas para espécies ornamentais é a fibra de coco, nome dado ao material fibroso que constitui o mesocarpo espesso (camada média) do coco.

unesp

A fibra de coco é similar à turfa na aparência, sendo que sua cor varia de marrom claro a marrom escuro e consiste primariamente de lignina e partículas de celulose, variando de 0,2 a 2,0 mm (75% a 90%) em tamanho. Contrariamente à turfa *sphagnum*, ela não contém gravetos ou outra matéria estranha. A fibra de coco é hidrofílica em relação à turfa *sphagnum* e reidrata-se rapidamente. A fibra de coco possui várias qualidades, sendo assim, recomendada como um substituto da turfa: 1) alta capacidade de retenção de água, igual ou superior à turfa *sphagnum*: 2) excelente drenagem, igual à turfa *sphagnum*; 3) ausência de ervas daninhas e patógenos; 4) maior capacidade de recuperação física (resiste à compressão de melhor enfardamento) do que turfa *sphagnum*; 5) fonte renovável, sem desvantagens ecológicas para seu uso; 6) mais lenta decomposição do que turfa *sphagnum*; 7) pH aceitável, capacidade de troca catiônica (CTC) e condutividade elétrica e 8) mais fácil encharcamento do que a turfa (Meerow, 1994).

Propriedades físicas e químicas selecionadas de dois resíduos de fibra de coco (fibra em pó mais fibras curtas) do México e do Sri Lanka foram avaliadas por Noguera et al. (s.d.) como componentes do meio de crescimento para plantas em vaso. Ambos os resíduos de fibra de coco foram avaliados como materiais de peso leve e apresentaram uma porosidade total particularmente alta. Fibras de coco apresentaram um conteúdo de ar muito alto, bem como um total moderadamente baixo e capacidade de retenção de água facilmente disponível. O pH foi ligeiramente ácido e as leituras de salinidade variaram entre moderada e alta. A capacidade de troca catiônica variou de 73 m.e./100g a 117 m.e./100g e a relação C/N teve uma média de 105. A quantidade de nutrientes naturais disponíveis foi baixa, especialmente nitrogênio mineral, cálcio e magnésio.

unesp

Nota-se assim, que a fibra de coco pode, aos poucos, ocupar seu espaço no mercado brasileiro. Porém, ainda falta muita pesquisa e, consequentemente, literaturas referentes a trabalhos realizados no Brasil, que forneçam mais informações sobre este material. A fibra de coco é facilmente encontrada em grandes quantidades, além de possuir baixo custo quando comparada a outros materiais tão divulgados, de difícil disponibilidade e alto custo.

Abad et al. (s.d.) enfatizam que o objetivo de um bom meio de cultivo é de produzir planta de qualidade em um curto período de tempo e com um baixo custo de produção. Adicionalmente, a obtenção e o descarte de um substrato, uma vez que tenha sido utilizado, não deve provocar nenhum importante impacto ao meio ambiente.

Os pesquisadores em seus estudos sobre a evolução agronômica dos substratos de cultivos, citam que os substratos passam por diferentes etapas. Em primeiro lugar, deve-se proceder a caracterização dos materiais, determinando suas propriedades físicas, físico-químicas, químicas e biológicas. A continuação desse tipo de estudo sobre as características dos substratos, deveria ser estudada criticamente, comparando-os com outros substratos considerados ideais.

2.4. Conceito sobre compostagem

A fim de melhorar a disponibilidade de nutrientes contidos nos materiais vegetais puros, pode-se lançar mão do uso da compostagem, que terá a finalidade de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos mesmos.

A compostagem é uma prática bastante antiga, utilizada há longa data pelos agricultores de diversos países e regiões; porém, no Brasil, ela é ainda pouco conhecida, divulgada e principalmente aplicada, embora

unesp

apresente-se como uma das melhores soluções para a utilização de resíduos orgânicos de fontes diferentes (Costa et al., 1994a).

Kiehl (1998) menciona que a técnica da compostagem foi desenvolvida com a finalidade de se obter mais rapidamente e em melhores condições a estabilização da matéria orgânica. Na natureza, essa estabilização ou humificação dos restos orgânicos, que vão ter ao solo, se dá em prazo indeterminado, ocorrendo de acordo com as condições em que eles se encontram. No processo da compostagem, os restos são amontoados, irrigados, revolvidos e se decompõem em menor tempo, produzindo um melhor adubo orgânico.

Conforme Fernandes et al. (1993), a compostagem é uma alternativa biotecnológica de tratamento de resíduos agrícolas, urbanos e industriais com finalidades agronômicas.

Nakagawa (1992), define adubo orgânico como o resultado da fermentação e digestão de resíduos vegetais e animais, obtidos em montes sob ação de microrganismos, segundo processo Indore ou suas modificações que; quando bem preparado apresenta cor escura, rico em húmus e tem de 50 a 70% de matéria orgânica.

Manhães (1993), relata que composto orgânico é o produto da fermentação de resíduos vegetais e animais, enriquecidos com produtos minerais, que contribuem para melhor desenvolvimento dos organismos responsáveis pela degradação dos materiais mais grosseiros.

Costa et al. (1994b), menciona que a matéria orgânica ou adubo orgânico é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial. Deve apresentar elevados teores de componentes orgânicos, compostos de carbono degradáveis. Do ponto de vista da agricultura, este termo é muito amplo, mas geralmente é utilizado para designar estes resíduos, de diferentes naturezas. Esses resíduos quando reciclados, podem ser aproveitados no

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18

enriquecimento do solo, fornecendo além de carbono orgânico, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, etc; que são designados como sendo constituintes básicos da chamada parte orgânica do solo.

Sobre os princípios da compostagem, pode-se dizer que sua metodologia consiste em facilitar a digestão de matéria-prima com balanço da relação C/N favorável aos microrganismos atuantes, controlando a umidade, aeração, temperatura, de acordo com o tipo de fermentação aeróbia ou anaeróbia (Kiehl, 1985).

Kiehl (1998), cita que a compostagem é um processo controlado pelo fato de se poder acompanhar e controlar:

* **microrganismos presentes**: os microrganismos predominantes diferem de acordo com as faixas de temperatura do material no processo de compostagem. No início, há produção de ácidos por meio dos microrganismos mesófilos; na fase termófila, ocorre decomposição de açúcares, amidos, proteínas e compostos orgânicos de fácil digestão por bactérias e decomposição de celulose e materiais mais resistentes por fungos na fase mais adiantada da compostagem;

* **decomposição microbiana**: a transformação da matéria orgânica é realizada por ação de microorganismos. Para que ocorra fermentação, os microrganismos utilizam carbono e nitrogênio presentes nos resíduos. Materiais com relação C/N alta proporcionam aquecimento e fermentação lenta, portanto lenta decomposição; já em materiais com alto teor de nitrogênio e baixo de carbono (baixa C/N) ocorrem perdas de nitrogênio por desprendimento de amônia, caracterizado por forte odor (Costa et al. (1986) citados por Kiehl (1998)). Sendo assim, sabe-se que nenhum processo laboratorial ou industrial conseguiu até hoje produzir húmus artificialmente e que, para se obter uma compostagem rápida e eficiente, o

unesp

ideal é realizar uma mistura adequada de resíduos, de modo que a relação C/N seja uniforme no monte e esteja entre 25 e 35/1;

* **oxidação e oxigenação**: a compostagem é conduzida em ambiente aeróbio (fermentação aeróbia), contendo oxigênio do ar atmosférico caracterizado pelo aumento da temperatura dentro da massa e desprendimento de gases inodoros, sendo esta fase essencial para a humificação da matéria orgânica. Já na fermentação anaeróbia, o processo ocorre em meio saturado ou imerso em água, não havendo aumento de temperatura e nem variações na umidade; ocorre desprendimento de gases e de odores desagradáveis;

* **temperatura**: o primeiro sintoma que se nota, indicando o ínicio da compostagem, é a elevação da temperatura, de 40 a 50°C para 60 a 70°C (fase mesófila para fase termófila) devido a multiplicação dos microrganismos, durante cerca de 15 dias, voltando em seguida para 40 a 50°C, e na fase final de compostagem, a temperatura da pilha cai até próximo da temperatura ambiente (fase criófila). Há contradições entre vários autores com relação a qual fase seria a de maior atividade dos microrganismos em relação a decomposição mais ou menos rápida do composto, inatividade e eliminação dos microrganismos patogênicos e das sementes de plantas daninhas. Entretanto, pode-se dizer que a faixa ideal de temperatura para a compostagem é de 50 a 60°C. Em caso de temperatura muito alta, deve-se revolver e irrigar a pilha, ou ainda reduzir as dimensões da mesma;

unesp

* **produção de calor e desprendimento de dióxido de carbono e vapor d'água**: características relacionadas ao metabolismo exotérmico dos microrganismos, à respiração dos mesmos, e à evaporação da água favorecida pela elevada temperatura, gerada no interior da massa em compostagem;

* **umidade**: os microrganismos que decompõem a matéria orgânica só atuam intensamente na presença de suficiente quantidade de água; assim a umidade da pilha de composto, que varia em função do tamanho, composição e resistência à compactação das partículas, deve estar entre 40 e 60%, isto porque os fungos, actinomicetos e bactérias responsáveis pela decomposição exigem esta faixa de umidade. Para manter o equilíbrio da umidade é necessário que se executem regas periódicas, tendo-se cuidado para que não ocorra excesso de água, que pode levar à expulsão de líquido com perda de nutrientes, formando o chorume, de odor desagradável;

* **aeração**: o revolvimento é o recurso utilizado para a aeração das pilhas de composto, fazendo com que camadas mais externas passem a ocupar a parte interna. O teor de oxigênio pode variar dentro da pilha, 1,8 a 2,6% na camada mais externa e 0,5 a 2,0% na base e centro da pilha. A troca de ar entre a pilha de composto e o ar atmosférico é proporcionada pela aeração da mesma, e a velocidade de troca depende da porosidade do composto (ideal de 30 a 36%) e da altura da pilha (1,5 a 1,8m).

Kiehl (1998) e Fernandes & Koga (1996), citam que a medida que vão ocorrendo estes processos com a matéria-prima, ocorrem também algumas fases de importância para compostagem, que podem ser assim divididas:

unesp

* **fase fitotóxica**: caracterizada pela formação de ácidos orgânicos e toxinas de curta duração, geradas pelo metabolismo dos organismos existentes no substrato orgânico, peculiaridade do material cru ou imaturo;

* **fase de bioestabilização/semicura**: quando o composto deixa de ser danoso às raízes das plantas e sementes, porém não apresenta ainda as características e propriedades ideais;

* **fase de maturação/humificação/cura**: estádio final da degradação da matéria orgânica, quando o composto atinge auge das suas propriedades benéficas ao solo e às plantas;

* **mineralização**: transformação bioquímica importantíssima da matéria orgânica, uma vez que as plantas só subsistem se alimentadas por sais minerais solúveis, que são produzidos nesta fase.

Assim, como resultado da compostagem são gerados dois importantes componentes: **sais minerais** que contém nutrientes para as raízes das plantas, e o **húmus**, como condicionador e melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do composto.

2.5 Escolha adequada dos resíduos

Quanto a escolha adequada dos resíduos, Peixoto (1988), menciona que os resíduos a serem utilizados no preparo do composto podem e devem ser os mais variados possíveis, obtendo-se com isso efeitos favoráveis como:

unesp

* melhoria da compostagem devido a um melhor equilíbrio da relação C/N, um desenvolvimento heterogêneo de organismos promovido pela presença de diferentes frações orgânicas;
* composto mais completo em termos de teores de nutrientes;
* composto com colóides orgânicos de diferentes graus de resistência (durabilidade) no solo, atuando de maneira mais completa nas propriedades químicas, físicas e biológicas, a curto, médio e longo prazo.

Fernandes & Koga (1996), citam que na compostagem artesanal, a montagem da pilha e o revolvimento são manuais e não é realizado o preparo da matéria-prima; já na compostagem em grande escala, a matéria-prima é preparada para adquirir características físicas e químicas adequadas ao processo de decomposição. Entre as correções da matéria-prima, está a adição de materiais ricos em nitrogênio (estercos, camas de animais, tortas vegetais, fertilizantes minerais nitrogenados) quando a mesma apresenta alta relação C/N; e adição de materiais celulósicos à matéria-prima rica em proteínas, como no caso de resíduos de animais (baixa relação C/N).

2.6. Fatores que influem na compostagem

É importante que um acompanhamento da compostagem seja feito com determinações de parâmetros com a ajuda do maior número de equipamentos disponíveis, os quais devem medir a temperatura, índice pH, dióxido de carbono, oxigênio e metano.

Dentre os principais fatores que influenciam na compostagem Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998), mencionam os seguintes itens:

unesp

* Microorganismos

As bactérias, fungos e actinomicetos são os principais responsáveis pela transformação da matéria orgânica crua em húmus. Participam também da degradação da matéria orgânica outros organismos como: algas, protozoários, nematóides, vermes, insetos e suas larvas. Contribuem para a degradação da matéria orgânica agentes bioquímicos tais como: enzimas, hormônios e vírus. A natureza da comunidade microbiana, o número, as espécies e a intensidade da atividade da decomposição dependem das condições favoráveis reinantes. Os microrganismos são considerados plantas inferiores não clorofiladas. Necessitam para a sua alimentação, assim como as plantas superiores, de macronutrientes ou nutrientes assimilados em maior quantidade, e de micronutrientes, aqueles que são absorvidos em menor proporção. Os macronutrientes carbono e nitrogênio são consumidos em maior quantidade. O carbono, fonte de energia, é oxidado na forma de CO_2 ou entra na composição de óleos, graxas e carboidratos; o nitrogênio, é o principal componente das proteínas a serem elaboradas. Amostras de matéria-prima a serem compostadas devem primeiramente ser levadas para um laboratório de análises para se conhecer os teores de N, P, K, Ca e Mg, que irão garantir a alimentação dos microorganismos (Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998)).

* Umidade

A presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não vivem na sua ausência. A umidade deve estar sempre acima de 40% e abaixo de 60%, sendo o valor ótimo 55% (Kiehl, 1998).

unesp

* Aeração

Fator mais importante a ser considerado no processo de decomposição da matéria orgânica. Pode ser realizada por diversos mecanismos. O revolvimento tem por finalidade remover o excesso de gás carbônico da leira, introduzindo ar atmosférico rico em oxigênio; homogeneizar a massa em compostagem, para uniformizar a umidade e a comunidade de microorganismos; efetuar o controle sanitário da leira, uma vez que a fina camada de cobertura da leira, a mais externa, na espessura de uns 10 cm é ressecada, não se aquece, portanto não elimina os organismos patogênicos. Para que isso aconteça, é necessário que essa camada de cobertura, seja incorporada à massa aquecida por ocasião do revolvimento da leira (Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998)).

* Temperatura

Os microorganismos possuem metabolismo exotérmico, isto é, realizam a decomposição da matéria orgânica gerando calor e elevando a temperatura da leira, graças às propriedades isolantes da massa de compostagem. As leiras de compostos apresentam diferentes temperaturas nas suas diversas regiões. Como regra, recomenda-se medir a temperatura das leiras, na profundidade de 40 a 60 cm, fazendo-a em diferentes posições e a meia altura da pilha para se ter valores médios representativos (Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998)).

unesp

* Relação C/N

A relação C/N inicial mais favorável para compostagem é de 30/1. Considera-se na prática, os valores entre 26/1 e 35/1 como os iniciais mais favoráveis para uma compostagem rápida e eficiente, assim o tempo de compostagem está condicionado, entre outros fatores, à relação C/N. Quanto mais elevada a relação, maior será o tempo necessário para se atingir a humificação da matéria orgânica (Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998)).

No entanto, Abad Berjon & Noguera Murray (1998) menciona que a relação C/N entre 20 e 40 é considerada ótima para o cultivo em substrato, sendo um índice de material orgânico maduro e estável.

* Granulometria

O tamanho e proporções relativas das partículas (textura) tem grande importância no processo de compostagem. A granulometria pode ser definida como a proporção relativa dos diferentes grupos de tamanho de partículas existentes e separáveis por peneiramento. A granulometria de um material a ser compostado influi nos seguintes parâmetros: aeração, controle da umidade, compactação, temperatura e microorganismos (Fernandes & Koga (1996) e Kiehl (1998)).

2.7. Controle da decomposição

No que diz respeito ao controle da decomposição, é sabido que o grau de decomposição do produto depende do material a ser compostado e pode ser verificado por testes físicos e químicos realizados no campo.

unesp

A alteração de características do produto dá idéia do grau de maturação do composto. Ao final do processo de decomposição, observa-se redução de até 1/3 do volume inicial da pilha cuja coloração tende a ficar mais escura com o decorrer do processo. Há mudança no odor, típico para cada tipo de composto, e redução na umidade, que pode ser verificada apertando-se a massa nas mãos, a qual deve apresentar-se seca no final do processo. A temperatura do composto na última fase da compostagem entra em equilíbrio com a temperatura ambiente, indicando que o composto está humificado (Peixoto, 1988; Kiehl, 1998).

Segundo Nakagawa (1992), os parâmetros físicos são de difícil determinação no campo, uma vez que a cor e odor apresentam-se diferentes em função da matéria-prima e o equilíbrio entre a temperatura da pilha e a temperatura ambiente não significam necessariamente o final da decomposição. Assim, pode-se lançar mão de outros testes físicos rápidos como o teste da vara de madeira e/ou o teste da mão.

Em se tratando de testes químicos, pode-se identificar o final da decomposição através do pH do chorume, determinação do teor de húmus, teste do sulfeto, determinação do desprendimento de CO_2, teste de nitrato, teste do amido pelo iodo, teste para amido (Kiehl, 1998).

Quanto aos métodos biológicos, o grau de maturação do composto pode ser determinado por contagem microbiana e teste de germinação (Nakagawa, 1992).

2.8. Tempo de decomposição

Depende da relação C/N, teor de nitrogênio da matéria-prima, dimensões das partículas e das pilhas, aeração das pilhas, número e freqüência de revolvimentos. É fato, que para obtenção de produto

unesp

bioestabilizado (C/N = 17/1) são necessários no mínimo 30 a 60 dias e 90 a 120 dias para produto humificado (C/N = 10/1) (Kiehl, 1998).

2.9. Uso agronômico dos compostos orgânicos

Os compostos são produzidos em função da sua finalidade, que pode ser melhoria das propriedades físicas e/ou químicas do solo e melhoria da vida no solo.

Para melhoria das propriedades físicas do solo, a matéria-prima utilizada para produção de composto deve ser rica em celulose, nutrientes e microrganismos, não havendo preocupação com o valor do fertilizante, mas sim na quantidade a ser produzida, uma vez que há necessidade de grandes volumes.

Quando o objetivo é melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, o composto deve ser rico em nutrientes, os quais devem ser adicionados à matéria-prima em função da necessidade da cultura de interesse.

No caso de melhoria da biologia do solo, compostos orgânicos ricos em microrganismos e com teor médio de nutrientes auxiliam na recuperação da microflora e fauna do solo.

Assim, segundo Fernandes & Koga (1996) pode-se verificar que a compostagem quando bem preparada e manuseada, propicia ao solo e as culturas, benefícios que vão desde a melhoria da vida microbiana no solo até aumento de produtividade, além de apresentar dois importantes aspectos: utilização/reciclagem de resíduos que são normalmente desprezados e diminuição da dependência de fertilizantes químicos.

Porém, o agricultor que lançar mão desta ferramenta, deve estar consciente que os efeitos benéficos devido ao uso do composto, nas

unesp

propriedades físicas, químicas e biológicas do solo são cumulativos e não imediatos, obtendo-se respostas crescentes ao longo do tempo.

É importante ressaltar que, devido este ser ainda um assunto pouco pesquisado, nota-se a escassez de trabalhos científicos, chamando a responsabilidade de pesquisar o assunto, pois deve-se existir a conscientização da necessidade de aprender a utilizar tal recurso, tão fácil e cuja a matéria-prima é tão abundante na natureza.

Ainda não se sabe com certeza qual a participação de cada constituinte da matéria orgânica sobre as propriedades físicas e químicas dos solos mas, sua importância para o perfeito crescimento e desenvolvimento das diferentes espécies de plantas, sejam agrícolas, florestais ou ornamentais, já é conhecida desde as mais remotas eras.

Em se tratando das propriedades físicas e químicas dos substratos, é sabido que há uma escassez de informações devido ao fato dos estudos com os mesmos serem recentes.

Pesquisadores procuram desenvolver metodologias que se aplicam somente a determinações físicas e químicas de substratos, porém ainda, devido a escassez de informações, utilizam-se de técnicas de determinações físico-químicas utilizadas em solos. Se é correto fazer tal comparação, ainda não se sabe, sendo isto o fator que motiva trabalhos neste sentido.

unesp

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de execução da pesquisa

O experimento foi conduzido na área aonde estão localizados os Departamentos de Ensino da Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - SP, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - 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 Köppen, 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).

3.2 Material botânico

Utilizaram-se estacas lenhosas de *Codiaeum variegatum* Blume (crotón, louro-variegado, folha-imperial), obtidas no Viveiro de Mudas da Prefeitura

unesp

Municipal / Ilha Solteira - SP, cuja planta-mãe possui em torno de 8 anos de idade, e estacas lenhosas de *Acalypha wilkesiana* M. Arg. (acalifa, crista-de-peru, rabo-de-macaco), obtidas na área aonde estão localizados os Departamentos de Ensino da Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - SP, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, provindas da planta-mãe com 10 anos de idade.

3.3. Preparação dos substratos

Dos materiais vegetais utilizados para a compostagem, a fibra de coco (Figura 3), foi obtida através da compra da Empresa Coquim Ouro Fértil, da cidade de Mairiporã - SP. O bagaço de cana-de-açúcar (Figura 4), foi obtido através da doação da Destilaria Pioneiros S/A situada na cidade de Sud Menucci – SP. As acículas de *Pinus* (Figura 5) e a casca de arroz carbonizada (Figura 6) foram obtidas na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira da UNESP.



FIGURA 3 - Aspecto geral do material vegetal fibra de coco.

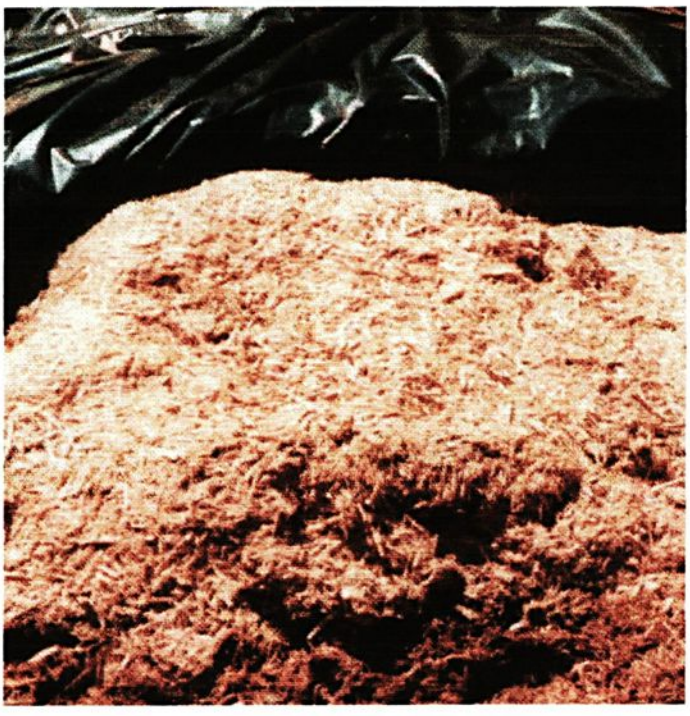


FIGURA 4 - Aspecto geral do material vegetal bagaço de cana-de-açúcar.



FIGURA 5 - Aspecto geral do material vegetal acículas de *Pinus*.



FIGURA 6 - Aspecto geral do material vegetal casca de arroz carbonizada.

A fibra de coco e as acículas de *Pinus* foram trituradas a fim de tornarem-se mais manuseáveis.

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 investigarmos quais as possíveis alterações físicas e químicas que ocorreram durante este período.

Mediu-se a temperatura do composto 2 vezes por semana, utilizando-se um termômetro SOLOTERM 1200 com sonda de penetração de 3mm de diâmetro e haste de 150mm de profundidade.

Para a formação do substrato utilizou-se a mistura de solo + material vegetal na proporção de 2:1. O solo utilizado foi um Podzólico Vermelho-Escuro coletado na profundidade de 20cm, cuja análise química foi realizada utilizando-se o método citado por Raij et al. (1987) (Quadros 1 e 2).

unesp

QUADRO 1 - Valores do fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, Acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) do solo utilizado na composição dos substratos.

Amostra	P resina ($mg\ dm^{-3}$)	M.O. ($g\ dm^{-3}$)	pH $CaCl_2$	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)
			($mmol_c\ dm^{-3}$)								
Podzólico Vermelho-Escuro	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.

SOLO	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	($mg\ dm^{-3}$)				
Podzólico Vermelho-Escuro	0,24	0,60	17,00	10,60	0,80

3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto de quatro tratamentos (Figuras 7 a 10) e cinco repetições, utilizando-se dez estacas por repetição e três épocas de avaliação (30, 60 e 120 dias).

Os tratamentos estudados foram:

⇒ **TRATAMENTO 1**:

solo + fibra de coco (2:1)



FIGURA 7 - Aspecto geral do substrato composto por solo + fibra de coco na proporção 2:1.

unesp

⇒ **TRATAMENTO 2**:

solo + bagaço de cana (2:1)



FIGURA 8 - Aspecto geral do substrato composto por solo + bagaço de cana-de-açúcar na proporção 2:1.

⇒ **TRATAMENTO 3**:

solo + acículas de *Pinus* (2:1)

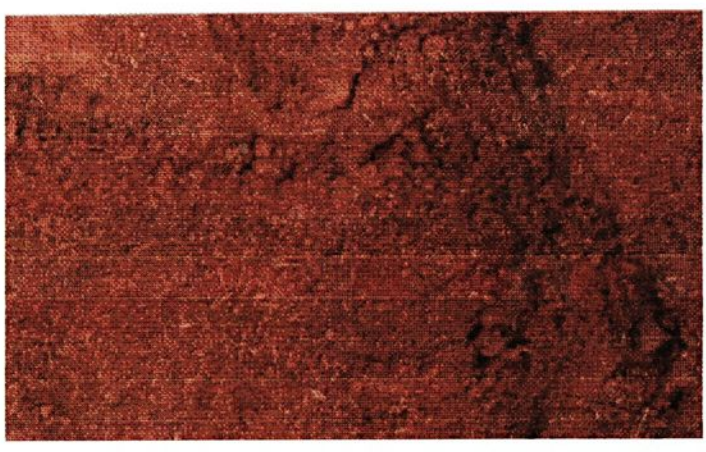


FIGURA 9 - Aspecto geral do substrato composto por solo + acículas de *Pinus* na proporção 2:1.

⇒ **TRATAMENTO 4**:

solo + casca de arroz carbonizada (2:1)



FIGURA 10 - Aspecto geral do substrato composto por solo + casca de arroz carbonizada na proporção 2:1.

3.5. Análises físicas e químicas

Foram realizadas as seguintes análises físicas e químicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem e dos substratos na proporção 2:1 (solo + material vegetal):

* **Análise física**: segundo o método da mesa de tensão citado por Kiehl (1979), analisou-se porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade.

Determinou-se a água retida na capacidade de campo, espaço aéreo na capacidade de campo, espaço poroso total e densidade, utilizando-se o método citado por Fretz et al. (1979). Realizou-se também o acompanhamento da temperatura duas vezes por semana, utilizando-se de termômetro SOLOTERM 1200 com sonda de penetração de 3mm de diâmetro e haste de 150mm de profundidade.

unesp

***Análise química dos materiais vegetais:** segundo Método de KJELDAHL, citado por Malavolta et al. (1989) 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 Malavolta et al. (1997).

* **Análise química do solo e dos substratos:** segundo 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.

* **Condutividade elétrica e pH:** foram avaliados segundo o método citado por Tedesco et al. (1995).

No Quadro 3 são apresentados os valores da areia, silte e argila para o solo utilizado no preparo dos substratos na proporção 2:1 pelo método do densímetro citado por Claessen et al. (1997).

QUADRO 3 – Análise granulométrica do solo utilizado para a mistura com os materiais vegetais.

FRAÇÃO TEXTURAL	(g kg^{-1})
AREIA	552,4
SILTE	384,4
ARGILA	64,0

unesp

3.6. Produção de Mudas

Conduziu-se a produção de mudas em casa de vegetação, modelo Poly Venlo (duas águas), numa área climatizada de 139,52 m^2, com estrutura metálica, coberta em placas de policarbonato alveolar transparente, de espessura de 10,00 mm, com tratamento contra raios ultravioleta, fixadas com perfis de alumínio, com sistema automático de resfriamento, ventilação/exaustão e nebulização.

Foram mantidas as seguintes condições climáticas:

- Temperatura = 25°C
- Umidade Relativa do Ar = 70%
- Intensidade de luz = 30.000 lux

Utilizou-se um total de 150 estacas com 15 cm de comprimento de cada espécie/tratamento, sem folhas, sendo as mesmas colocadas para enraizar em quatro substratos (solo + acículas de *Pinus*, solo + bagaço de cana-de-açúcar, solo + casca de arroz carbonizada e solo + fibra de coco) contendo as mesmas proporções (2:1).

As estacas foram plantadas em saquinhos plásticos próprios para mudas, com capacidade de 1 litro, resultando num total de 600 saquinhos por espécies ornamental a ser enraizada (Figura 11).

Manteve-se a umidade no material de cada saquinho, a 80% da capacidade de campo de cada substrato.

unesp

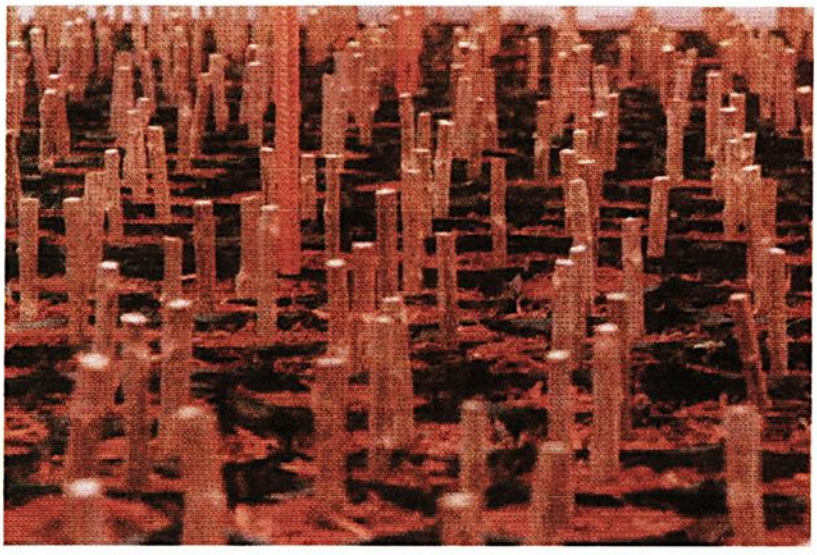


FIGURA 11 - Aspecto geral das estacas ornamentais logo após a implantação do experimento.

3.7. Características das plantas avaliadas

*** determinação de carboidratos estruturais:** por ocasião da coleta das estacas para a instalação do experimento, foram tomadas 20 estacas a mais, as quais foram empregadas na determinação de carboidratos estruturais de acordo com o método de Van Soest citado por Silva (1981).

*** número de brotações:** foram coletados dados referentes a estas características, aos 30, 60 e 120 dias após as estacas terem sido colocadas para enraizar.

*** peso fresco das brotações e peso seco das brotações:** aos 30, 60 e 120 dias, as brotações foram contadas, pesadas e colocadas em estufa a 60°C por 48 horas, e em seguida, novamente pesadas em balança analítica obtendo-se assim a massa seca das brotações. Esta avaliação possibilitou inferir qual substrato

unesp

propiciou melhores condições físicas e químicas para o desenvolvimento das raízes (Ono et al., 1992 e 1993).

*** comprimento das raízes formadas:** foram coletados os dados referente a esta característica aos 30, 60 e 120 dias, utilizando-se régua milimetrada, com o objetivo de avaliar o crescimento destas. Esta avaliação possibilitou inferir qual substrato propiciou melhores condições físicas e químicas para o desenvolvimento das raízes (Ono et al., 1992 e 1993).

*** número de raízes:** contou-se a quantidade de raízes produzidas aos 30, 60 e 120 dias após enraizamento.

*** peso fresco das raízes e peso seco das raízes:** aos 30, 60 e 120 dias as raízes foram contadas, pesadas e colocadas em estufa a 60°C, por 48 horas, e em seguida pesadas em balança analítica, obtendo-se assim a massa seca das raízes, o que permitiu inferir a translocação orgânica (Benincasa, 1986).

*** peso fresco das estacas e peso seco das estacas:** aos 30, 60 e 120 dias as estacas foram pesadas e em seguida colocadas em estufa a 60°C, por 48 horas. Após este período foram submetidas a nova pesagem, obtendo-se o peso seco das mesmas.

*** relação peso da matéria seca de raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA):** foi calculada aos 30, 60 e 120 dias com o objetivo de indicar a fração do material seco da parte aérea que foi utilizado para o crescimento das raízes (Graziano, 1981).

unesp

Aos 120 dias, além de terem sido realizadas as avaliações acima citadas, avaliou-se também a altura da planta e o número de folhas formadas, além do número de estacas enraizadas.

* **número de estacas enraizadas**: contou-se ao final de 120 dias o número de estacas enraizadas, considerando o total de 150 estacas.

* **altura da planta**: utilizou-se régua milimetrada, medindo-se a altura da planta desde o colo até o término da haste principal.

* **número de folhas**: coletou-se dados referentes a quantidade de folhas expandidas.

3.8. Análise estatística

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.

3.9. Análise econômica

A metodologia empregada para a estimativa do cálculo do custo operacional foi a comumente utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA (Matsunaga, 1979). Mais especificamente, na estrutura de custo de produção do presente trabalho, foram considerados os seguintes itens: despesas com substratos, estacas, mão-de-obra, estufa e irrigação.

Os valores com as despesas referentes a aquisição dos materiais vegetais foram calculados considerando-se o transporte por fretamento. Considerou-se a distância percorrida até o local de aquisição do material vegetal vezes 70% do preço do óleo diesel. Considerou-se ainda o tempo necessário para a realização do trabalho de um ajudante para carregar e descarregar o material vegetal.

unesp

Com relação à estufa de cultivo, o valor apresentado foi considerando-se um valor estimado, já inclusa a depreciação, para uma estufa com 30 m^2, espaço suficiente para produzir 1200 estacas de espécies ornamentais.

Nas operações que refletem o sistema de cultivo, foram computados o tempo e a mão-de-obra necessários para a realização de cada operação, definindo nestes dois casos, a especificação em termos de hora/homem (HH). Os preços médios foram coletados na região em Real (R$).

Os indicadores de lucratividade utilizados no trabalho são os mesmos considerados por Martin et al.(1997).

⇨ RECEITA BRUTA (RB) - foi obtida multiplicando-se a produção pelo preço médio pago aos produtores, onde se tem:

$$RB = R \times Pu$$

R - rendimento da atividade/unidade de área

Pu - preço unitário do produto

⇨ LUCRO OPERACIONAL (LO) - é a diferença entre a receita bruta e os custos totais, ao qual este indicador mede a lucratividade da atividade a curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade, expresso por:

$$LO = RB \times COT$$

COT - custo total

⇨ ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL) - mostra a proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis, após a cobertura do custo total, através da expressão:

$$IL = LO/COT \times 100$$

unesp

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Temperatura dos materiais vegetais

Através dos resultados apresentados no Quadro 4, pode-se verificar os valores correspondentes à temperatura dos materiais vegetais, durante o processo de compostagem (110 dias).

QUADRO 4 - Temperatura média dos materiais vegetais na profundidade de 15cm, durante o período de outubro/99 a fevereiro/00.

MATERIAIS VEGETAIS	TEMPERATURA (^{O}C)				
	Out./99	Nov./99	Dez./00	Jan./00	Fev./00
Fibra de Coco	36,2	39,6	36,7	38,4	38,7
Bagaço de Cana	44,5	50,2	41,9	44,1	39,8
Acículas de *Pinus*	37,7	43,6	37,0	40,9	42,2
CAC *	31,0	35,2	34,9	37,5	35,8

* CAC = casca de arroz carbonizada

unesp

Kiehl (1998), menciona a temperatura como sendo um dos fatores que influenciam na compostagem, porém esta pode ser acompanhada e devidamente controlada.

Com base no Quadro 4, verifica-se que durante os meses avaliados, o bagaço de cana foi o que apresentou os maiores valores de temperatura.

Apesar das várias contradições existentes quanto a temperatura ideal de decomposição, pode-se observar que a temperatura dos materiais vegetais não ultrapassou a 55°C, o que vem concordar com Kiehl (1998), que sugere que a faixa ideal para a compostagem situa-se entre 50°C a 60°C, e que em casos de temperatura elevada (valores maiores que 60°C), deve-se proceder o revolvimento e umidecimento da pilha, ou ainda, reduzir a dimensão da mesma.

4.2. Análises físicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem, e dos substratos na proporção 2:1 (solo + material vegetal).

No Quadro 5, estão apresentadas as médias e o teste de Tukey para a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade dos materiais vegetais antes e após o processo de compostagem quando utilizado o método descrito por Kiehl (1979).

Quando compara-se os substratos antes e após a compostagem, verifica-se que houve diferença significativa para a macro e microporosidade. Já para a porosidade total, pode-se verificar que apenas para o substrato acículas de *Pinus* esta diferença não foi significativa.

Quanto a porosidade, nota-se que a casca de arroz carbonizada encontra-se dentro da faixa considerada ideal (85% ou 0,85 m^3 m^{-3}) ao crescimento e desenvolvimento de plantas de acordo com De Boodt & Verdonck (1972).

unesp

QUADRO 5 – Médias e teste de Tukey para porosidade e densidade dos materiais vegetais antes e após o processo de compostagem.

Materiais vegetais	Época de compostagem	Porosidade ($m^3\ m^{-3}$)			Densidade ($kg\ m^{-3}$)
		Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	
Fibra de coco	Antes	0,25 A d	0,63 B a	0,88 A a	150 A b
Bagaço de cana		0,50 A b	0,25 B b	0,76 A b	800 A c
Acículas de *Pinus*		0,38 B c	0,26 B b	0,64 B c	170 A a
Casca de arroz carbonizada		0,76 A a	0,11 B c	0,87 A a	170 B a
Fibra de coco	Após	0,15 B b	0,75 A a	0,91 A a	900 B c
Bagaço de cana		0,42 B a	0,33 A c	0,75 A b	730 B c
Acículas de *Pinus*		0,46 A a	0,37 A b	0,83 A a b	130 B b
Casca de arroz carbonizada		0,48 B a	0,37 A b	0,85 A a b	200 A a
CV (%)		10,46	3,42	5,53	6,06

Médias do mesmo material vegetal seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, antes e após a compostagem.

Médias de materiais vegetais seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, antes e após a compostagem.

De acordo com o mesmo autor a fibra de coco (91% ou 0,91 m^3m^{-3}), a acícula de *Pinus* (83% ou 0,83 m^3 m^{-3}) e o bagaço de cana (75% ou 0,75 m^3 m^{-3}) possuem porosidade acima ou abaixo das condições ideais, respectivamente.

Com relação a densidade Kämpf (2000), menciona que o substrato ideal deve apresentar valores de densidade variando de 100 kg m^{-3} até 1500 kg m^{-3} . Assim, através dos valores apresentados, verifica-se que todos os materiais vegetais estudados possuem valores considerados ideais para o cultivo de espécies ornamentais.

No Quadro 6, estão relacionadas as médias e o teste de Tukey para a água retida na capacidade de campo (ARCc), espaço de ar na capacidade de campo (EArCc), espaço poroso total (EPT) e densidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem, segundo o método de Fretz et al. (1979).

Com base no Quadro 6, pode-se observar que os resultados para o EArCc não foram significativos para todos os substratos, antes e após a compostagem. Para a ARCc, verifica-se que houve diferença apenas para o substrato acículas de *Pinus*. Já com relação a EPT, não houve diferença significativa entre os resultados antes e após a compostagem.

Quando compara-se os valores obtidos para os substratos antes da compostagem, pode-se verificar que para o EArCc não houve diferença significativa, porém para a ARCc, a casca de arroz carbonizada diferiu das acículas de *Pinus* e do bagaço de cana, entretanto não diferiu da fibra de coco. Para o EPT, nota-se que houve diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco. Para os valores de densidade observa-se que a casca de arroz carbonizada e o bagaço de cana diferiram dos demais substratos.

unesp

QUADRO 6 - Médias e teste de Tukey para espaço de ar na capacidade de campo (EArCc), da água retida na capacidade de campo (ARCc), do espaço poroso total (EPT) e da densidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem.

Materiais vegetais	Época de compostagem	Porosidade (m^3 m^{-3})			Densidade (kg m^{-3})
		EArCc	ARCc	EPT	
Fibra de coco	Antes	0,19 ns	0,28 A a b	0,47 ns b	170 B b
Bagaço de cana		0,41 ns	0,21 A b	0,62 ns a b	900 B c
Acículas de *Pinus*		0,31 ns	0,19 B b	0,50 ns a b	200 B b
Casca de arroz carbonizada		0,35 ns	0,39 A a	0,74 ns a	250 B a
Fibra de coco	Após	0,20 ns	0,30 A b	0,50 ns b	510 A a
Bagaço de cana		0,26 ns	0,32 A b	0,58 ns a b	470 A b
Acículas de *Pinus*		0,19 ns	0,43 A a b	0,62 ns a b	340 A c
Casca de arroz carbonizada		0,24 ns	0,49 A a	0,73 ns a	290 A d
CV (%)		23,77	10,06	22,17	6,58

Médias do mesmo material vegetal seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, antes e após a compostagem.

Médias de materiais vegetais seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, antes e após a compostagem.

unesp

Para os valores após a compostagem, observa-se que não houve diferença significativa para o EArCc e que para ARCc houve diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada, o bagaço de cana e a fibra de coco. Com relação ao EPT, verifica-se que houve diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco. Observa-se que os materiais vegetais apresentaram valores abaixo do considerado ideal para um substrato de cultivo, segundo o valor citado por De Boodt & Verdonck (1972), que mencionam que o valor ideal é de 85% ou 0,85 $m^3 m^{-3}$.

Para os valores de densidade, verifica-se que houve diferença significativa entre todos os quatros substratos estudados. Tais substratos apresentaram valores de densidade considerados ideais (100 kg m^{-3} até 1500 kg m^{-3}) segundo Kämpf (2000).

No Quadro 7 estão apresentadas as médias e o teste de Tukey para a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade dos substratos na proporção de 2:1, quando utilizado o método descrito por Kiehl (1979).

Através dos resultados apresentados no Quadro 7 pode-se observar que para os valores da macroporosidade, houve diferença significativa entre o substrato à base de fibra de coco e bagaço de cana. Entretanto ambos diferiram da do substrato à base de acículas de *Pinus* e casca de arroz carbonizada. Para os valores de microporosidade, verifica-se o mesmo comportamento. Quanto à porosidade total, nota-se que os substratos não diferiram entre si, apresentando valores próximos. Pode-se inferir que tais substratos possuem porosidade total abaixo da considerada ideal para um substrato (85% ou 0,85 $m^3 m^{-3}$) segundo o valor mencionado por De Boodt & Verdonck (1972) e Kämpf (2000).

Com relação à densidade, todos os substratos apresentaram valores considerados ideais para o cultivo das espécies ornamentais estudadas, 100 a 1500 kg m^{-3}, segundo os valores citados por Kämpf(2000).

unesp

QUADRO 7 - Médias e teste de Tukey para porosidade e densidade dos substratos na proporção 2:1 (solo + material vegetal).

Substratos	Porosidade (m^3 m^{-3})			Densidade (kg m^{-3})
	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total	
Solo + Fibra de coco	0,27 A	0,27 A	0,54 A	1160 A
Solo + Bagaço de cana	0,27 B	0,26 B	0,53 A	1200 A
Solo + Acículas de *Pinus*	0,33 C	0,21 C	0,55 A	1060 A
Solo + CAC *	0,29 C	0,23 C	0,53 A	1190 B
DMS	0,018	0,016	0,022	0,0004
CV (%)	2,38	2,51	1,59	1,44

Médias dos substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
* CAC - Casca de arroz carbonizada

Através do Quadro 8 e da Figura 12, verificam-se os valores correspondentes ao teor de água dos materiais vegetais antes e após a compostagem, obtidos através do método citado por Tedesco et al. (1995).

QUADRO 8 - Teor de água dos materiais vegetais antes e após a compostagem.

Materiais Vegetais	Antes	Após
	(m^3 m^{-3})	
Fibra de coco	0,0525	0,792
Bagaço de cana	0,0212	0,7261
Acícula de *Pinus*	0,0243	0,5365
Casca de arroz carbonizada	0,0087	0,341

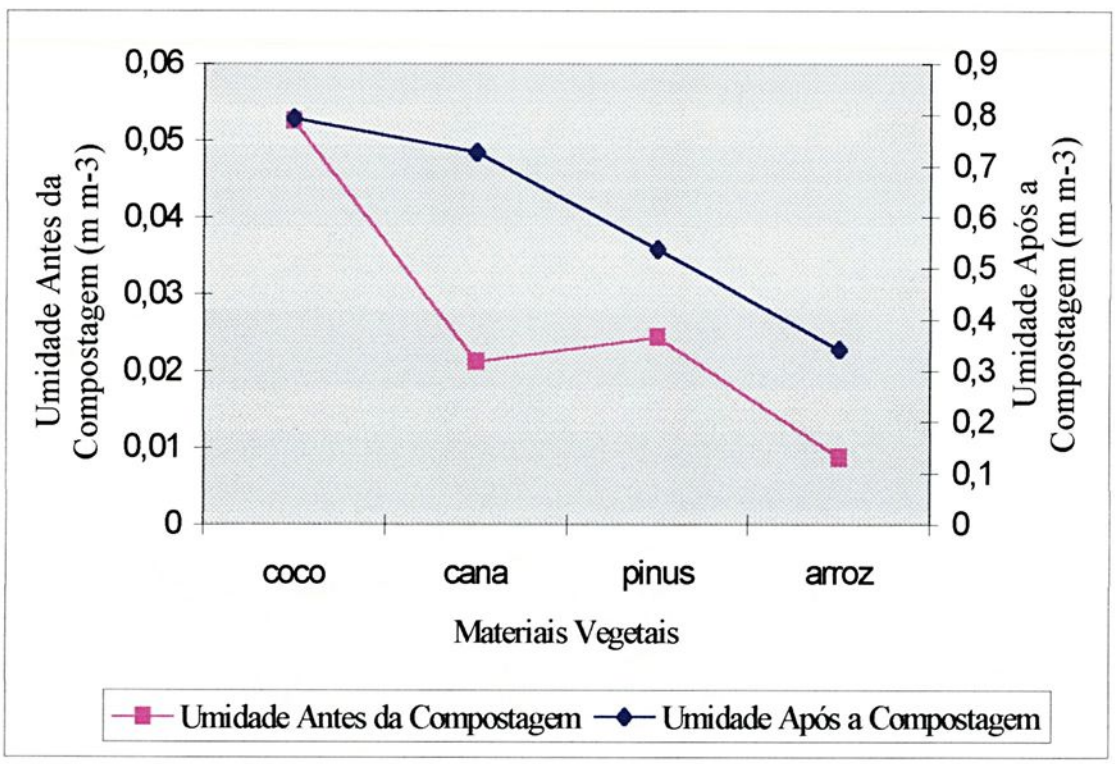


FIGURA 12 - Umidade dos materiais vegetais antes e após a compostagem.

Verifica-se através dos resultados da umidade que os valores antes da compostagem apresentaram-se muito abaixo do valor considerado ideal para o início de compostagem segundo Kiehl (1998), que é de 40%. Neste caso, pode-se inferir que, inicialmente os materiais vegetais que foram compostados sofreram uma decomposição tipo aeróbia, lenta e com predominância de fungos, uma vez que neste tipo de decomposição, as bactérias estão pouco ativas.

Com o processo de decomposição ocorreu uma elevação da temperatura, sendo necessária a irrigação e revolvimento da pilha.

Percebe-se que após a compostagem, os materiais vegetais apresentaram valores acima e abaixo de 60% de umidade, que é o valor considerado limite para uma boa decomposição. Assim, entre os substratos estudados, as acículas de *Pinus* apresentaram valores de umidade próximos ao ideal (55%), de acordo com Kiehl (1998).

4.3. Análises químicas dos materiais vegetais antes e após a compostagem

Através dos Quadros 9 e 10, pode-se verificar os resultados correspondentes a macronutrientes e micronutrientes obtidos através do método citado por Malavolta et al. (1989), antes e após a compostagem.

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 disponibilidade destes nutrientes.

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

unesp

QUADRO 9 - Macronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem.

MATERIAIS VEGETAIS	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg^{-1}					
	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 *Pinus*	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
	APÓS					
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 *Pinus*	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 10 - Micronutrientes presentes nos materiais vegetais antes e após a compostagem.

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

unesp

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.

Com relação aos macronutrientes (Quadro 9), houve um incremento, após a compostagem, para os teores no substrato à base de acículas de *Pinus*. Para valores de micronutrientes (Quadro 10), 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 10 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.

unesp

4.4. Condutividade elétrica e pH em água dos materiais vegetais, antes e após a compostagem

Nos Quadros 11 e 12 encontram-se as médias e Teste de Tukey da condutividade elétrica e do pH em água.

QUADRO 11 – 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 *Pinus*	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.

Para os resultados de condutividade elétrica dos materiais vegetais (Quadro 11), nas colunas, 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 concordantes 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. Se a condutividade elétrica apresentar valores entre 2,00 a 3,49 dS/m, pode ser considerada satisfatória para a maioria das plantas, porém pode ocorrer redução de

unesp

crescimento em algumas espécies sensíveis. Valores superiores a estes são considerados inviáveis para o cultivo.

Comparando-se os resultados dos substratos, antes e após a compostagem, nas linhas, verifica-se que todos os substratos diferiram significativamente, e apresentaram valores acima do intervalo de limite para um bom crescimento das espécies, com exceção das acículas de *Pinus* e da casca de arroz carbonizada.

Analisando os resultados para acidez (Quadro 12), nas colunas, verifica-se que antes e após a compostagem, ocorreu uma diferem significativamente entre si.

QUADRO 12 – 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 *Pinus*	4,68 C b	5,50 D a
Casca de Arroz Carbonizada	6,46 D b	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.

Comparando-se os resultados dos substratos, antes e após a compostagem, nas linhas, verifica-se que todos os substratos diferiram significativamente.

Através das Figuras 13 e 14 pode-se verificar que existe uma correlação entre a condutividade elétrica (CE) e a umidade (U), tanto antes como após a compostagem. Observa-se que após o processo de compostagem, houve um aumento no teor de água e, consequentemente, uma redução da condutividade elétrica em todos os materiais vegetais,

unesp

concordando com os resultados encontrados por Abad Berjon & Noguera Murray (1998). Nas Figuras 15 e 16 verifica-se, de maneira geral, que a condutividade elétrica e a acidez (pH), possuem a mesma tendência em relação aos materiais vegetais analisados antes e após a compostagem.

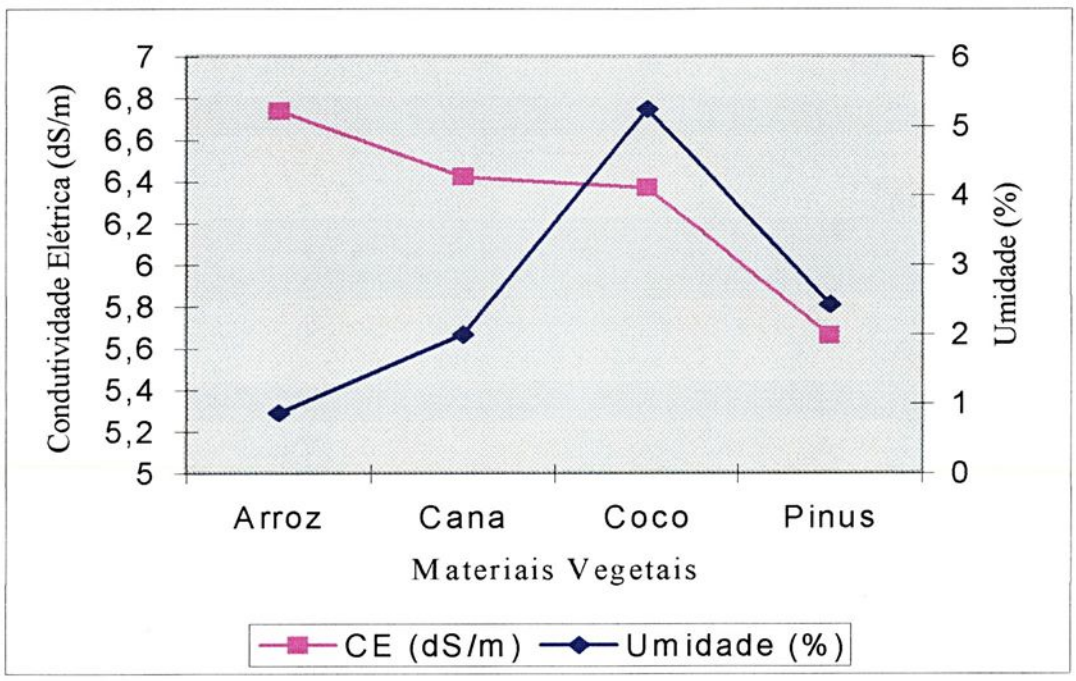


FIGURA 13 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais antes da compostagem.

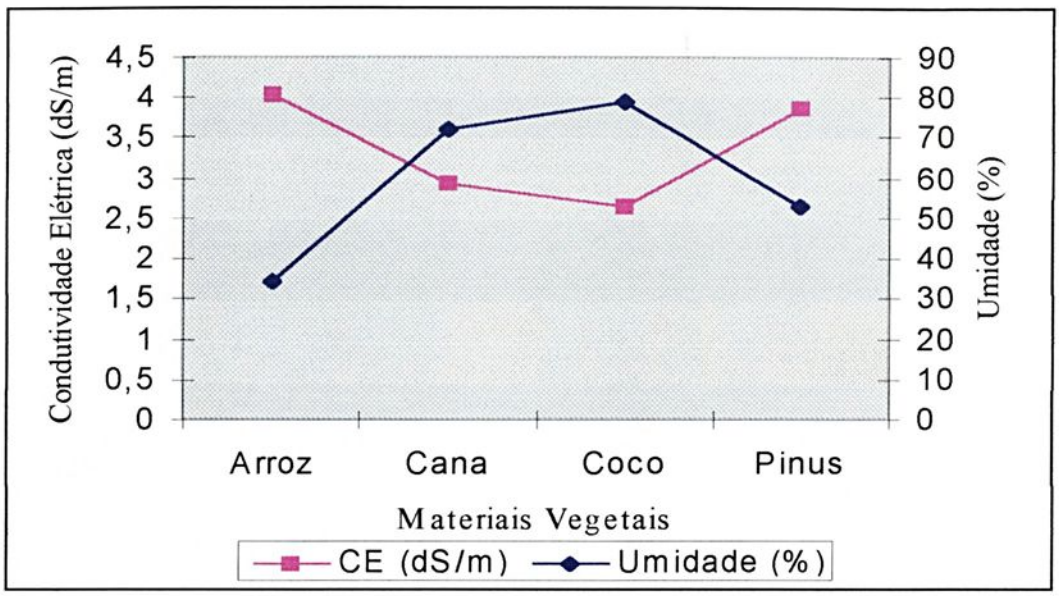


FIGURA 14 - Condutividade elétrica e umidade dos materiais vegetais após a compostagem.

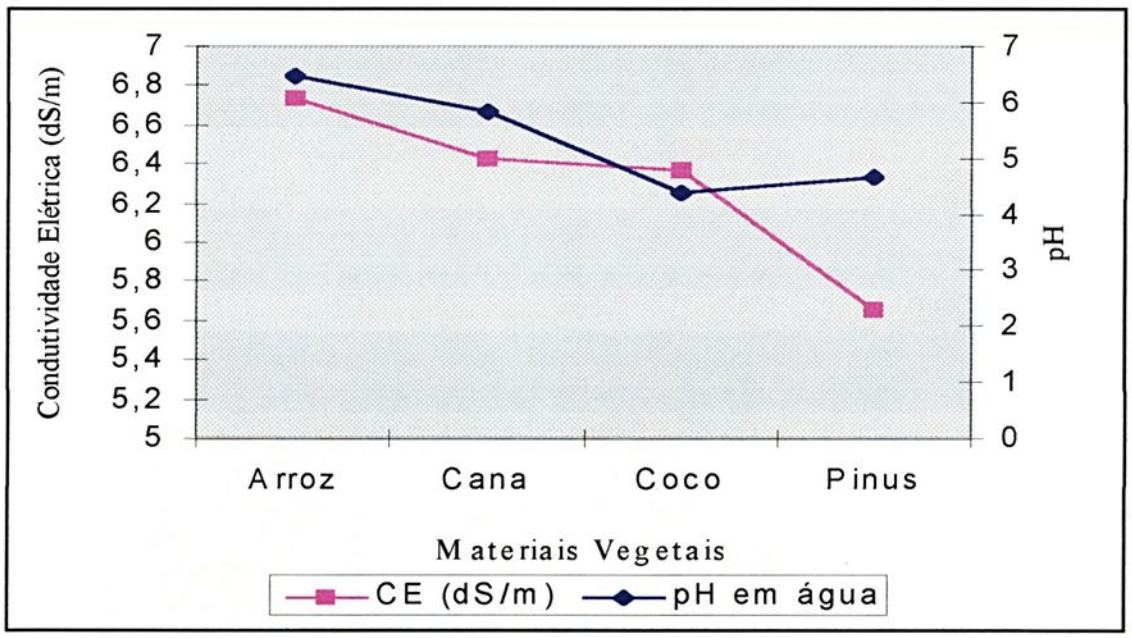


FIGURA 15 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais antes da compostagem.

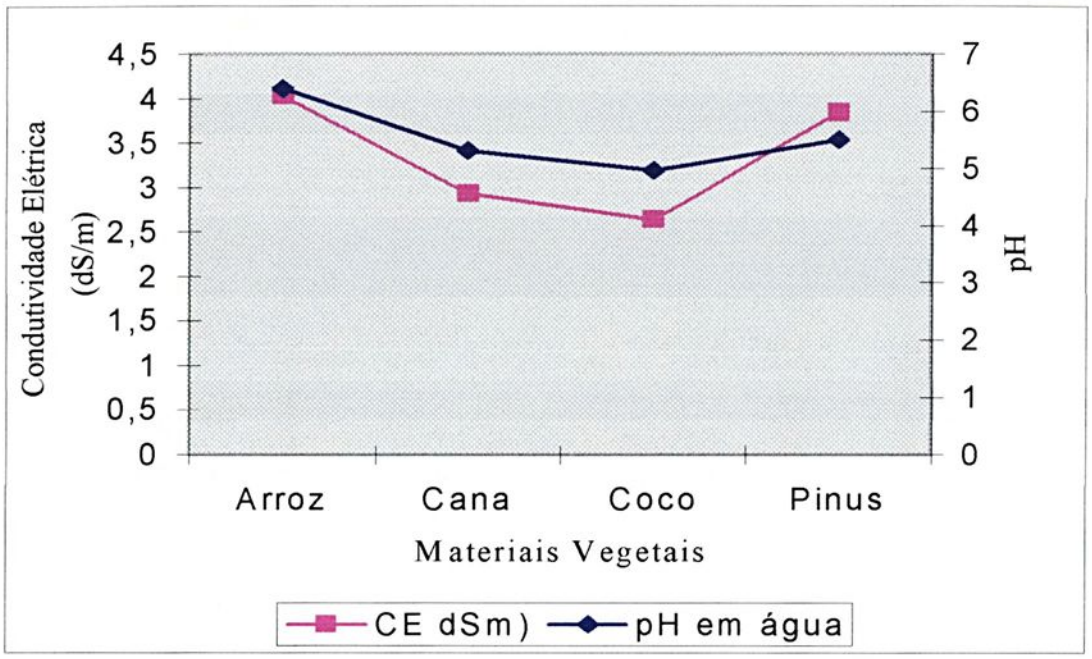


FIGURA 16 - Condutividade elétrica e pH dos materiais vegetais após a compostagem.

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, sendo o mais apropriado formado por acículas de *Pinus*, seguido de casca de arroz carbonizada, bagaço de cana e fibra de coco.

4.5. Análises químicas dos substratos

No Quadro 13, pode-se verificar os valores correspondentes à análise química dos substratos utilizados como meio de enraizamento e cultivo das espécies ornamentais estudadas.

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 ocontecer problemas com a disponibilidade de P e micronutrientes, como Cu, Mn, Zn e Fe. 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 $mmol_c\ dm^{-3}$ (Martinez & Barbosa, 1999).

Para os valores de matéria orgânica Lopes (1998), menciona que o valor mínimo para um composto é de 40% ou 400 $g\ dm^{-3}$. Como os valores encontrados para os substratos estudados variam de 25 a 66 $g\ dm^{-3}$, pode-se inferir que tais substratos possuem níveis de matéria orgânica superiores ao mínimo recomendado. 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.

unesp

QUADRO 13 - Valores de fósforo (P-resina), matéria orgânica (M.O.), índice de acidez ($pHCaCl_2$), potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) dos substratos na proporção 2:1.

Amostra	P resina ($mg\ dm^{-3}$)	M.O. ($g\ dm^{-3}$)	pH $CaCl_2$	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V (%)
			($mmol_c\ dm^{-3}$)								
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 *Pinus*	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

QUADRO 14 - Valores de análises químicas para fibra de coco + solo (2:1).

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em $CaCl_2$ 0,01M	4,9	—
Umidade perdida a 60-65 °C	1,22 %	—
Umidade perdida entre 65 e 110 °C	0,26%	—
Umidade total	1,48 %	00,00 %
Inertes	0,00 %	0,00 %
Matéria orgânica total (combustão)	6,68 %	6,78%
Matéria orgânica compostável	1,07 %	1,09 %
Matéria orgânica resistente à compostagem	5,61 %	5,69 %
Carbono orgânico total (orgânico e mineral)	3,71 %	3,77 %
Carbono orgânico	0,59 %	0,60 %
Resíduo mineral total	91,84 %	93,22 %
Resíduo mineral insolúvel	79,95 %	81,15 %
Resíduo mineral solúvel	11,89 %	12,07 %
Nitrogênio total	0,05 %	0,05 %
Fósforo (P_2O_5) total	0,01 %	0,01 %
Potássio (K_2O) total	0,06 %	0,06 %
Cálcio (Ca) total	0,14 %	0,14 %
Magnésio (Mg) total	0,03 %	0,03 %
Enxofre (S) total	0,03 %	0,03 %
Relação C/N (C total e N total)	74/1	74/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	12/1	12/1
Cobre (Cu) total	27 mg/kg	27 mg/kg
Manganês (Mn) total	198 mg/kg	201 mg/kg
Zinco (Zn) total	22 mg/kg	22 mg/kg
Ferro (Fe) total	24200 mg/kg	24564 mg/kg
Sódio (Na) total	170 mg/kg	173 mg/kg

unesp

QUADRO 15 - Valores de análises químicas para bagaço de cana-de-açúcar + solo (2:1).

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em $CaCl_2$ 0,01M	5,4	—
Umidade perdida a 60-65 °C	2,17 %	—
Umidade perdida entre 65 e 110 °C	0,56 %	—
Umidade total	2,73 %	00,00 %
Inertes	0,00 %	0,00 %
Matéria orgânica total (combustão)	7,21 %	7,41 %
Matéria orgânica compostável	2,64 %	2,71 %
Matéria orgânica resistente à compostagem	4,57 %	4,70 %
Carbono orgânico total (orgânico e mineral)	4,00 %	4,11 %
Carbono orgânico	1,47 %	1,51 %
Resíduo mineral total	90,06 %	92,59 %
Resíduo mineral insolúvel	77,46 %	79,63 %
Resíduo mineral solúvel	12,60 %	12,95 %
Nitrogênio total	0,11 %	0,11 %
Fósforo (P_2O_5) total	0,01 %	0,01 %
Potássio (K_2O) total	0,06 %	0,06 %
Cálcio (Ca) total	0,19 %	0,20 %
Magnésio (Mg) total	0,04 %	0,04 %
Enxofre (S) total	0,04 %	0,04 %
Relação C/N (C total e N total)	37/1	37/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	13/1	13/1
Cobre (Cu) total	32 mg/kg	33 mg/kg
Manganês (Mn) total	350 mg/kg	360 mg/kg
Zinco (Zn) total	27 mg/kg	28 mg/kg
Ferro (Fe) total	23182 mg/kg	23833 mg/kg
Sódio (Na) total	169 mg/kg	174 mg/kg

unesp

QUADOR 16 - Valores de análises químicas para acículas de *Pinus* + solo (2:1).

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em $CaCl_2$ 0,01M	5,5	—
Umidade perdida a 60-65 °C	1,11 %	—
Umidade perdida entre 65 e 110 °C	0,44%	—
Umidade total	1,55 %	00,00 %
Inertes	0,00 %	0,00 %
Matéria orgânica total (combustão)	5,47 %	5,56 %
Matéria orgânica compostável	1,60 %	1,63 %
Matéria orgânica resistente à compostagem	3,87 %	3,93 %
Carbono orgânico total (orgânico e mineral)	3,04 %	3,09 %
Carbono orgânico	0,89 %	0,90 %
Resíduo mineral total	92,98 %	94,44 %
Resíduo mineral insolúvel	81,51 %	82,79 %
Resíduo mineral solúvel	11,47 %	11,65 %
Nitrogênio total	0,06 %	0,06 %
Fósforo (P_2O_5) total	0,01 %	0,01 %
Potássio (K_2O) total	0,04 %	0,04 %
Cálcio (Ca) total	0,19 %	0,19 %
Magnésio (Mg) total	0,04 %	0,04 %
Enxofre (S) total	0,05 %	0,05 %
Relação C/N (C total e N total)	55/1	55/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	16/1	16/1
Cobre (Cu) total	17 mg/kg	17 mg/kg
Manganês (Mn) total	222 mg/kg	225 mg/kg
Zinco (Zn) total	25 mg/kg	25 mg/kg
Ferro (Fe) total	23979 mg/kg	24357 mg/kg
Sódio (Na) total	171 mg/kg	174 mg/kg

unesp

QUADRO 17 - Valores de análises químicas para casca de arroz carbonizada + solo (2:1).

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em $CaCl_2$ 0,01M	5,1	—
Umidade perdida a 60-65 °C	2,96 %	—
Umidade perdida entre 65 e 110 °C	0,57%	—
Umidade total	3,53 %	00,00 %
Inertes	0,00 %	0,00 %
Matéria orgânica total (combustão)	8,22 %	8,52 %
Matéria orgânica compostável	1,57 %	1,63 %
Matéria orgânica resistente à compostagem	6,65 %	6,89 %
Carbono orgânico total (orgânico e mineral)	4,57 %	4,74 %
Carbono orgânico	0,87 %	0,90 %
Resíduo mineral total	88,25 %	91,48 %
Resíduo mineral insolúvel	75,64 %	78,41 %
Resíduo mineral solúvel	12,61 %	13,07 %
Nitrogênio total	0,11 %	0,11 %
Fósforo (P_2O_5) total	0,01 %	0,01 %
Potássio (K_2O) total	0,05 %	0,05 %
Cálcio (Ca) total	0,21 %	0,22 %
Magnésio (Mg) total	0,03 %	0,03 %
Enxofre (S) total	0,04 %	0,04 %
Relação C/N (C total e N total)	42/1	42/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	8/1	8/1
Cobre (Cu) total	27 mg/kg	28 mg/kg
Manganês (Mn) total	192 mg/kg	199 mg/kg
Zinco (Zn) total	19 mg/kg	20 mg/kg
Ferro (Fe) total	20277 mg/kg	21019 mg/kg
Sódio (Na) total	167 mg/kg	173 mg/kg



4.6. Determinação de carboidratos estruturais presentes nas estacas de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.).

No Quadro 18 estão relacionados os valores médios para os carboidratos estruturais das espécies ornamentais estudadas.

QUADRO 18 - Valores da matéria seca (MS%) a 105°C, hemicelulose (%), lignina (%) e celulose (%) de estacas das espécies ornamentais Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalipha wilkesiana* M. Arg.).

ESPÉCIES	MS	HEM	LIG	CEL
	%			
CRÓTON	45,98	16,26	19,85	47,16
ACALIFA	35,71	14,27	21,72	42,90

Observa-se que a espécie acalifa apresenta menor percentagem de MS (35,71%), o que permite inferir que a quantidade de água de reserva desta espécie é igual a 64,29%, consequentemente, a emissão de raízes para esta espécie foi mais rápida quando comparada com a espécie cróton que possui cerca de 54,02% de água.

A avaliação dos carboidratos estruturais possui a finalidade de analisar os teores de lignina e celulose que as estacas contêm. Assim, posteriormente, poder-se-á através dos resultados apresentados, realizar uma correlação com a taxa (alta ou baixa) de enraizamento, já que as estacas lenhosas com tecidos já lignificados (apresentando apenas meristema secundário - felogênio e câmbio) têm reduzida a sua capacidade de regeneração de tecidos, calejamento, e consequentemente, enraizamento

unesp

(Lopes & Barbosa, 1994). Apesar de não terem sido encontrados trabalhos que mencionem valores ideais de lignina e celulose para enraizamento, os valores de lignina e celulose encontrados nas espécies estudadas não interferiram no enraizamento das estacas das mesmas.

4.7. Características fenológicas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume).

Dos Quadros 19 ao 28, pode-se verificar os resultados correspondentes às características da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos, no intervalo de 0 a 120 dias de cultivo.

QUADRO 19 – Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

Causas de Variação	Teste F
Época (30, 60 e 120 dias) - A	12,10 *
Substratos - B	6,11 *
A x B	0,59 **ns**
CV (%)	34,62

DMS p/época = 0,59 DMS p/substratos = 0,75
* - Resultado significativo ao nível de 5% de significância para o Teste F.
ns - Resultado não significativo ao nível de 5% de significância.

Através do Quadro 19, verifica-se que os resultados do número de brotações para a espécie cróton não foram significativos quando interagiu-se época x substratos. Pode-se inferir quanto a esta característica e espécie ornamental, que os substratos não respondem de maneira

unesp

significativa. Assim, todos os substratos propiciam um bom desempenho quanto ao número de brotações.

Através do Quadro 20, verifica-se a significância dentro das colunas, para peso fresco das brotações. Aos 30 dias, pode-se observar que os substratos não diferiram significativamente entre si. Aos 60 dias observa-se apenas uma diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada e as acículas de *Pinus*. Aos 120 dias percebe-se a mesma tendência de comportamento.

QUADRO 20 – Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso fresco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO FRESCO DAS BROTAÇÕES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,07 A b	0,60 AB b	1,22 B a
Bagaço de Cana	0,16 A b	0,38 AB b	1,38 B a
Acículas de *Pinus*	0,07 A a	0,22 B a	0,49 C a
Casca de Arroz Carbonizada	0,15 A c	0,96 A b	2,24 A a
CV (%)	59,27		

DMS p/coluna = 0,66 DMS p/linha = 0,60

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

Com relação ao comportamento da espécie cróton, dentro de cada substrato, num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, observa-se que não houve diferença significativa apenas com relação à mistura com acículas de *Pinus* e que a mistura com casca de arroz carbonizada apresenta os maiores valores para peso fresco das brotações.

No Quadro 21, observando a significância dentro das colunas para o peso seco das brotações, aos 30 dias, pode-se verificar que os substratos não diferiram entre si. Aos 60 dias, apenas as acículas de *Pinus* e a casca de arroz carbonizada diferiram entre si. Aos 120 dias, verifica-se uma diferença significativa para a casca de arroz carbonizada, que diferiu dos demais substratos, apresentando também um maior valor.

QUADRO 21 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO SECO DAS BROTAÇÕES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,008 A b	0,108 AB ab	0,228 B a
Bagaço de Cana	0,026 A b	0,066 AB b	0,262 B a
Acículas de *Pinus*	0,010 A a	0,036 B a	0,088 C a
Casca de Arroz Carbonizada	0,020 A c	0,192 A b	0,468 A a
CV (%)	62,86		

DMS p/coluna = 0,13 DMS p/linha = 0,12

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

Com relação ao comportamento da espécie cróton dentro de cada substrato num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, observa-se que não houve diferença significativa apenas para as acículas de *Pinus*.

De acordo com Pivetta (1990), quando ocorre uma diminuição nos valores do peso seco das brotações, durante um determinado tempo de amostragem, fica evidente a maior atividade de exportação das folhas para as raízes.

Sendo assim, com relação aos substratos estudados, pode-se observar que houve um aumento nos valores obtidos para o peso seco das brotações, o que permite inferir que estas não tiveram contribuição efetiva na mobilização de material para as raízes.

Através dos resultados no Quadro 22 quando compara-se os substratos, nas colunas, para comprimento da raiz aos 30 dias, observa-se uma diferença significativa entre os substratos. Verifica-se que o bagaço de cana diferiu significativamente da acículas de *Pinus*. Aos 60 dias, observa-se que os substratos não diferiram significativamente entre si. Já aos 120 dias, percebe-se que a casca de arroz carbonizada diferiu significativamente do bagaço de cana e das acículas de *Pinus*.

Com relação aos substratos no intervalo de cultivo de 0 a 120 dias, nas linhas, verifica-se que não houve diferença significativa para o bagaço de cana. Nota-se que a casca de arroz carbonizada propiciou um maior desenvolvimento das raízes, seguida da fibra de coco.

unesp

QUADRO 22 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	COMPRIMENTO DA RAIZ (cm)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	4,68 AB b	5,23 A ab	7,39 AB a
Bagaço de Cana	5,27 A a	5,39 A a	6,35 B a
Acículas de *Pinus*	2,21 B b	3,67 A ab	5,10 B a
Casca de Arroz Carbonizada	3,67AB b	5,21 A b	9,80 A a
CV (%)	29,10		

DMS p/coluna = 2,61 DMS p/linha = 2,37

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No Quadro 23, pode-se verificar nas colunas que, para os valores correspondentes aos números de raízes entre os substratos aos 30 dias, ocorre uma diferença significativa entre a fibra de coco e as acículas de *Pinus*. Aos 60 dias, observa-se o mesmo comportamento. Porém, aos 120 dias, verifica-se que a fibra de coco diferiu significativamente com relação às acículas de *Pinus* e à casca de arroz carbonizada, observando-se ainda uma diferença significativa entre as acículas de *Pinus* e a casca de arroz carbonizada.

Com relação ao comportamento da espécie dentro de cada substrato, nas linhas, no intervalo de cultivo de 0 a 120 dias, observa-se que houve diferença significativa. Entretanto, a fibra de coco propiciou um melhor resultado com relação a esta característica.

unesp

QUADRO 23 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	NÚMEROS DE RAÍZES		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	5,0 A c	8,0 A b	14,0 A a
Bagaço de Cana	4,0 AB c	8,0 A b	12,0 AB a
Acículas de *Pinus*	2,0 B b	4,0 B b	6,0 C a
Casca de Arroz Carbonizada	4,0 AB b	8,0 A a	10,0 B a
CV (%)	22,0		

DMS p/coluna = 2,74 DMS p/linha = 2,49

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 24, observando a significância dentro das colunas para o peso fresco das raízes, verifica-se que não houve diferença significativa entre os substratos aos 30 e 60 dias. Porém, aos 120 dias, a fibra de coco diferiu significativamente das acículas de *Pinus*. Nota-se que a casca de arroz carbonizada, aos 120 dias, proporcionou maior peso fresco de raiz.

Através das observações dos substratos, nas linhas, no intervalo de 0 a 120 dias de produção, verifica-se que não houve diferença significativa apenas para a acículas de *Pinus*.

unesp

QUADRO 24 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO FRESCO DAS RAÍZES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,16 A b	0,24 A b	0,70 AB a
Bagaço de Cana	0,13 A b	0,22 A b	0,66 B a
Acículas de *Pinus*	0,06 A a	0,14 A a	0,32 C a
Casca de Arroz Carbonizada	0,10 A c	0,40 A b	0,95 A a
CV (%)	49,28		

DMS p/coluna = 0,28 DMS p/linha = 0,25
Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 25, verifica-se que os resultados para peso seco das raízes para a espécie cróton não foram significativos quando interagiu-se época x substratos. Assim, pode-se inferir que quanto a esta característica e para esta espécie ornamental, os substratos não respondem, de modo que nenhum deles propicia resultados mais satisfatórios que os outros.

unesp

QUADRO 25 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

Causas de Variação	Teste F
Época (30, 60 e 120 dias) -	38,85 *
Substratos - B	7,81 *
A x B	2,01 **ns**
CV (%)	53,54

DMS p/época = 0,01 DMS p/substrato = 0,02
* - Resultado significativo ao nível de 5% de significância para o Teste F.
ns - Resultado não significativo ao nível de 5% de significância.

Através do Quadro 26, verifica-se que os resultados para peso fresco de estacas para a espécie cróton não foram significativos quando interagiu-se época x substratos. Assim, pode-se inferir que quanto a esta característica e para esta espécie ornamental, os substratos não respondem de modo que nenhum deles propicie resultados mais satisfatórios que os outros.

unesp

QUADRO 26 - Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

Causas de Variação	Teste F
Época (30, 60 e 120 dias) - A	1,66 **ns**
Substratos - B	2,09 **ns**
A x B	0,35 **ns**
CV (%)	11,88

DMS p/época = 0,50 DMS p/substrato = 0,64
ns - Resultado não significativo ao nível de 5% de significância para o Teste F.

Através do Quadro 27, observando a significância dentro das colunas para o peso seco das estacas, verifica-se que não houve diferença significativa entre os substratos aos 30 e 60 dias. Porém, aos 120 dias houve diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada e demais substratos.

Através das observações dos resultados, nas linhas, no intervalo de 0 a 120 dias de produção, verifica-se que houve diferença significativa apenas para a casca de arroz carbonizada. Observa-se que a casca de arroz carbonizada proporcionou melhor resultado com relação a esta característica.

unesp

QUADRO 27 - Médias, teste de Tukey e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO SECO DAS ESTACAS (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	2,60 A a	2,57 A a	2,40 B a
Bagaço de Cana	2,98 A a	2,58 A a	2,63 B a
Acículas de *Pinus*	2,59 A a	2,81 A a	2,56 B a
Casca de Arroz Carbonizada	2,58 A b	2,60 A b	3,76 A a
CV (%)	19,20		

DMS p/coluna = 0,88 DMS p/linha = 0,80

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 28, verifica-se que os resultados para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea para a espécie cróton, não foram significativos quando interagiu-se época x substratos. Assim, pode-se inferir que quanto a esta característica e para esta espécie ornamental, os substratos não respondem de modo que nenhum deles propicie resultados mais satisfatórios que os outros.

unesp

QUADRO 28 – Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro substratos.

Causas de Variação	Teste F
Época (30, 60 e 120 dias) - A	2,82 **ns**
Substratos - B	2,22 **ns**
A x B	1,96 **ns**
CV (%)	88,10

DMS p/época = 0,26 DMS p/substrato = 0,33
ns - Resultado não significativo ao nível de 5% de significância.

4.8. Características fenológicas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

Dos Quadros 29 ao 38, pode-se verificar os resultados correspondentes as características avaliadas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.), cultivada em quatro substratos, no intervalo de 0 a 120 dias.

QUADRO 29 – Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	NÚMERO DE BROTAÇÕES		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	2,0 A a	2,0 AB a	2,0 A a
Bagaço de Cana	1,0 B	1,0 B a	1,0 A a
Acículas de *Pinus*	2,0 A a	2,0 A a	2,0 A a
Casca de Arroz Carbonizada	2,0 A a	2,0 A a	1,0 A b
CV (%)	12,0		

DMS p/coluna = 0,44 DMS p/linha = 0,40

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 29, observando a significância dentro das colunas para o número de brotações, aos 30 dias, pode-se observar que houve uma diferença significativa entre os substratos estudados, com destaque para o bagaço de cana que mostrou os menores resultados quando comparado aos demais substratos. Aos 60 dias verifica-se que a casca de arroz carbonizada e as acículas de *Pinus* diferiram significativamente do bagaço de cana, porém, ambas não diferiram da fibra de coco. Observa-se ainda que não houve diferença significativa entre a fibra de coco e o bagaço de cana. Já aos 120 dias, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os substratos.

unesp

Com relação ao comportamento da espécie acalifa dentro de cada substrato, num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, observa-se que os resultados foram significativos apenas para a casca de arroz carbonizada. Entretanto, independentemente dos substratos de cultivo, a espécie acalifa pode ser colocada no mercado aos 30 ou 60 dias, se cultivada em substrato de cultivo à base de fibra de coco, acículas de *Pinus* e casca de arroz carbonizada, pois os resultados mostram um bom número de brotações, adequado para a formação da muda.

No Quadro 30, observando a significância dentro das colunas, aos 30 dias, para peso fresco das brotações, verifica-se uma diferença significativa entre os substratos. Nota-se que o bagaço de cana diferiu significativamente dos demais substratos, porém, apesar da casca de arroz carbonizada não ter diferenciado significativamente da fibra de coco, a mesma apresentou-se com valores mais elevados aos 30 dias. Aos 60 dias, verifica-se que houve diferença significativa entre os substratos fibra de coco e acículas de *Pinus* e entre a casca de arroz carbonizada e acículas de *Pinus*. Aos 120 dias, observa-se que a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada diferiram significativamente dos demais substratos, entretanto, não diferenciaram entre si.

Com relação ao comportamento da espécie acalifa dentro de cada substrato, num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, pode-se mencionar que houve diferença significativa para todos os substratos avaliados. Fica evidente que, apesar desta diferença, a casca de arroz carbonizada possui mais expressividade no que diz respeito ao peso fresco das brotações.

Percebe-se que houve um incremento nos valores de peso fresco das brotações no período de cultivo, o que permite inferir que não houve uma contribuição efetiva na mobilização de material de reserva para as raízes, sendo este resultado concordante com Pivetta (1990).



QUADRO 30 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATO	PESO FRESCO DAS BROTAÇÕES		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de	4,94 AB a	2,42 A b	3,99 AB a
Bagaço de	1,45 C	1,59 AB	2,82 B a
Acículas de *Pinus*	3,88 B a	1,07 B c	2,68 B b
Casca de Carbonizad	5,26 A a	2,56 A	5,01 A a
CV (%)	24,94		

DMS p/coluna = 1,32 DMS p/linha = 1,19

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 31, observando a significância dentro das colunas aos 30 dias, para peso seco das brotações, pode-se observar que o bagaço de cana diferiu significativamente dos demais substratos. Aos 60 dias, esta significância ocorreu entre a casca de arroz carbonizada e demais substratos, entretanto, a fibra de coco diferiu significativamente do bagaço de cana e das acículas de *Pinus*. Já aos 120 dias, a significância ocorreu para a casca de arroz carbonizada em relação aos outros substratos de

cultivo, ficando evidente que a casca de arroz carbonizada, em relação a esta característica, apresenta melhores resultados.

Para os resultados dentro de cada substrato, dentro das linhas, em um intervalo de cultivo de 0 a 120 dias, verifica-se uma diferença significativa entre os substratos, com destaque para a casca de arroz carbonizada seguida da fibra de coco.

QUADRO 31 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das brotações da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO SECO DAS BROTAÇÕES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,62 A b	0,88 B a	0,74 B ab
Bagaço de Cana	0,21 B b	0,34 C ab	0,46 C a
Acículas de *Pinus*	0,57 A a	0,31 C b	0,50 BC ab
Casca de Arroz Carbonizada	0,64 A b	1,15 A a	1,01 A a
CV (%)	24,05		

DMS p/coluna = 0,25 DMS p/linha = 0,22

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através dos resultados apresentados no Quadro 32, quando comparam-se substratos, nas colunas, para comprimento da raiz aos 30 dias, observa-se uma diferença significativa entre os substratos. Verifica-se que o bagaço de cana e as acículas de *Pinus* diferiram significativamente

unesp

entre si. Aos 60 dias, observa-se que a fibra de coco diferiu significativamente dos outros substratos e que a mesma diferença ocorreu com relação ao bagaço de cana. Já aos 120 dias, percebe-se que todos os substratos diferiram entre si. Assim, nota-se que a fibra de coco propiciou um maior comprimento de raiz aos 30, 60 e 120 dias seguida da acículas de *Pinus*, da casca de arroz carbonizada e do bagaço de cana, respectivamente.

Isto pode estar associado ao fato de que a análise física dos substratos (2:1) mostrou que a fibra de coco e a acículas de *Pinus* apresentam maior porosidade total (ambas com 0,54 m^3 m^{-3}). Este valor, pode ser considerado bom, perto do valor ideal (0,85 m^3 m^{-3}), para o crescimento e desenvolvimento de plantas, de acordo com De Boodt & Verdonck (1972), além de apresentarem valores de densidade considerados ideais (100 a 1.500 kg m^{-3}), segundo Kämpf (2000), para o cultivo das espécies ornamentais estudadas.

Com relação aos substratos, no intervalo de cultivo de 0 a 120 dias, nas linhas, verifica-se que houve diferença significativa para todos os substratos. Nota-se que a fibra de coco, bagaço de cana, acículas de *Pinus* e a casca de arroz carbonizada diferiram significativamente entre 30 e 60 dias.

Assim, pode-se inferir que a espécie ornamental acalifa, neste período de 30 a 60 dias, encontra-se em condições de ser colocada no mercado para posterior transplante definitivo; uma vez que apresenta estrutura radicular bem desenvolvida além de um bom desenvolvimento das brotações, o que lhe oferecerá suporte suficiente para seu crescimento e desenvolvimento como planta arbustiva.

unesp

QUADRO 32 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para comprimento da raiz da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	COMPRIMENTO DA RAIZ (cm)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	15,45 A B b	43,75 A a	47,15 A a
Bagaço de Cana	5,10 C b	15,67 C a	11,59 D ab
Acículas de *Pinus*	19,33 A b	30,56 B a	35,91 B a
Casca de Arroz Carbonizada	10,62 BC b	26,10 B a	24,37 C a
CV (%)	19,94		

DMS p/coluna = 7,99 DMS p/linha = 7,26

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No Quadro 33, pode-se verificar nas colunas que, para os valores correspondentes ao número de raízes entre os substratos, ocorreu uma diferença significativa somente aos 30 dias. Nota-se que o substrato à base de fibra de coco propiciou um maior número de raízes, seguido das acículas de *Pinus* e da casca de arroz carbonizada.

Entretanto, quando se comparam valores obtidos nas linhas para os substratos no período de cultivo, observa-se uma diferença significativa somente para o bagaço de cana. A planta cultivada neste substrato necessita permanecer aí pelo menos até completar 60 dias, para poder ser transplantada, pois a partir desta época, a mesma já se encontra com

unesp

número suficiente de raízes para suportar uma mudança de meio, caso seja necessário.

QUADRO 33 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para números de raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	NÚMEROS DE RAÍZES		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	17,0 A a	14,0 Aa	15,0 Aa
Bagaço de Cana	5,0 C b	12,0 Aa	12,0 Aa
Acículas de *Pinus*	15,0 A a	12,0 Aa	13,0 Aa
Casca de Arroz Carbonizada	10,0 B a	12,0 Aa	14,0 Aa
CV (%)	20,0		

DMS p/coluna = 4,39 DMS p/linha = 3,99
Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 34, observando a significância dentro das colunas para o peso fresco das raízes, aos 30 dias, pode-se verificar que o bagaço de cana diferiu significativamente dos demais substratos avaliados. Aos 60 dias não ocorreu diferença significativa entre a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada. Entretanto, ambas diferiram significativamente do bagaço de cana e da acículas de *Pinus*. Aos 120 dias, a diferença significativa ocorrida foi entre o bagaço de cana e os demais substratos.

unesp

Observa-se ainda que, para esta característica, a fibra de coco apresentou-se com os melhores valores, seguida da casca de arroz carbonizada e bagaço de cana.

Com relação ao comportamento da espécie acalifa dentro de cada substrato, num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, observa-se que os resultados foram significativos. Verifica-se uma maior eficiência do substrato à base de fibra de coco para esta característica, seguida da casca de arroz carbonizada.

QUADRO 34 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO FRESCO DAS RAÍZES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	1,12 A b	2,82 A a	2,72 A a
Bagaço de Cana	0,20 B b	0,83 C a	0,60 B ab
Acículas de *Pinus*	1,13 A b	1,61 B ab	2,06 A a
Casca de Arroz Carbonizada	0,97 A b	2,46 A a	2,06 A a
CV (%)	25,54		

DMS p/coluna = 0,66 DMS p/linha = 0,60

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

No Quadro 35, observando a significância dentro das colunas para o peso seco das raízes, verifica-se que aos 30 dias não houve diferença significativa entre os substratos avaliados. Aos 60 dias observa-se uma diferença significativa entre a fibra de coco e demais substratos. Aos 120 dias, observa-se uma significância da fibra de coco e do bagaço de cana com relação aos demais substratos.

Através das observações dos substratos, nas linhas, no intervalo de 0 a 120 dias, verifica-se que a diferença não foi significativa apenas com relação ao bagaço de cana. Nota-se que a fibra de coco destacou-se com relação a esta característica.

QUADRO 35 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO SECO DAS RAÍZES (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,07 A b	0,50 A a	0,48 A a
Bagaço de Cana	0,02 A a	0,12 C a	0,09 C a
Acículas de *Pinus*	0,08 A b	0,23 C a	0,34 B a
Casca de Arroz Carbonizada	0,08 A b	0,35 B a	0,32 B a
CV (%)	31,73		

DMS p/coluna = 0,12 DMS p/linha = 0,11

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

No Quadro 36, observando a significância dentro das colunas, para peso fresco das estacas, verifica-se que aos 30 e 60 dias não houve diferença significativa entre os substratos. Apenas aos 120 dias ocorreu uma diferença significativa entre a casca de arroz carbonizada e os demais substratos avaliados.

Pode-se verificar para a espécie acalifa, nas linhas, para cada substrato, no intervalo de 0 a 120 dias de produção, uma diferença significativa apenas nos substratos bagaço de cana e na casca de arroz carbonizada, e que a mesma apresentou-se com os maiores valores.

QUADRO 36 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso fresco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO FRESCO DAS ESTACAS (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	15,09 A a	15,36 A a	14,98 B a
Bagaço de Cana	16,39 A a	13,65 A b	14,18 B b
Acículas de *Pinus*	15,54 A a	14,26 A a	14,96 B a
Casca de Arroz Carbonizada	17,09 A ab	15,30 A b	18,99 A a
CV (%)	8,50		

DMS p/coluna = 2,22 DMS p/linha = 2,02

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Através do Quadro 37, observando a significância dentro das colunas para o peso seco das estacas, aos 30 dias, pode-se observar que a casca de arroz carbonizada diferiu significativamente dos demais substratos. Aos 60 dias, verifica-se que a casca de arroz carbonizada diferiu significativamente do bagaço de cana e das acículas de *Pinus*. Observa-se ainda um resultado significativo entre a fibra de coco e o bagaço de cana. Com relação aos 120 dias, verifica-se o mesmo comportamento que aos 30 dias.

QUADRO 37 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para peso seco das estacas da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	PESO SECO DAS ESTACAS (g)		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	5,09 B a	5,87 AB a	4,91 B a
Bagaço de Cana	5,66 B a	4,70 C ab	4,51 B b
Acículas de *Pinus*	5,04 B a	4,95 BC a	4,95 B a
Casca de Arroz Carbonizada	6,80 A a	6,06 A a	6,63 A a
CV (%)	12,00		

DMS p/coluna = 1,09 DMS p/linha = 0,99

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

Através das observações dos substratos, nas linhas, no intervalo de 0 a 120 dias de produção, verifica-se uma diferença significativa apenas com relação ao bagaço de cana, sendo que para os demais substratos dentro deste intervalo de produção as respostas não foram significativas. Nota-se que a casca de arroz carbonizada propiciou maiores valores para esta característica.

Através do Quadro 38, observando a significância dentro das colunas, para a relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea, aos 30 dias, pode-se mencionar que os resultados não foram significativos. Aos 60 dias, verifica-se uma significância entre a acículas de *Pinus* e os demais substratos, entretanto o mesmo resultado foi encontrado com relação a fibra de coco. Já aos 120 dias, observa-se a significância para a fibra de coco, bagaço de cana, acículas de *Pinus* e para a casca de arroz carbonizada, quando comparados entre si.

Com relação ao comportamento da espécie acalifa dentro de cada substrato, num intervalo de produção de 0 a 120 dias, nas linhas, observa-se que os resultados não foram significativos para a casca de arroz carbonizada, e que acículas de *Pinus* apresentaram uma maior relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea.

Tal relação indica a fração do material seco que foi utilizado para o crescimento da raiz. Assim, pode-se mencionar que a variação ocorrida no período de cultivo, para a casca de arroz carbonizada, pode indicar um padrão de crescimento da planta controlado por fatores intrínsecos (genéticos). Estes, podem interagir com fatores ambientais, mas não são muito afetados pela quantidade de reservas da planta. No caso, considerando que todas as plantas estavam sob as mesmas condições ambientais, é possível inferir um efeito das características físicas e químicas dos substratos no enraizamento.

unesp

QUADRO 38 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para relação peso da matéria seca da raiz/peso da matéria seca da parte aérea (R/PA) da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro substratos.

SUBSTRATOS	R/PA		
	ÉPOCAS		
	30 DIAS	60 DIAS	120 DIAS
Fibra de Coco	0,19 A b	0,74 B a	0,75 A a
Bagaço de Cana	0,06 A b	0,33 C a	0,14 B ab
Acículas de *Pinus*	0,17 A c	1,09 A a	0,77 A b
Casca de Arroz Carbonizada	0,12 A a	0,26 C a	0,27 B a
CV (%)	34,89		

DMS p/coluna = 0,24 DMS p/linha = 0,22

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias da interação entre épocas e substratos seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.9. Número de estacas enraizadas, altura das plantas e número de folhas das espécies cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

Através dos Quadros 39 ao 41, pode-se observar os resultados referentes ao número de estacas enraizadas, altura da muda e número de folhas.

No Quadro 39, pode-se verificar nas colunas, para a espécie acalifa, que o substrato à base de acículas de *Pinus* diferiu significativamente dos substratos à base de fibra de coco e bagaço de cana,

unesp

porém, não diferiu do substrato à base de casca de arroz carbonizada. Com relação à espécie cróton, não houve diferença significativa entre os substratos avaliados. Tal resultado mostra que o cróton independe do substrato de cultivo, quando avalia-se esta característica.

Observa-se nas linhas, um resultado siginificativo somente para o substrato à base de acículas de *Pinus*, ou seja, quando compara-se as espécies ornamentais, verifica-se que o cróton obteve um maior número de estacas enraizadas quando cultivado neste substrato.

QUADRO 39 – Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de estacas enraizadas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos e por um período de 120 dias.

SUBSTRATOS	NÚMERO DE ESTACAS ENRAIZADAS	
	ACALIFA	CRÓTON
Fibra de Coco	50,00 A a	50,00 A a
Bagaço de Cana	41,00 A a	40,66 A a
Acículas de *Pinus*	24,66 B b	50,00 A a
Casca de Arroz Carbonizada	37,66 AB a	47,66 A a
CV (%)	12,75	

DMS p/coluna = 15,38 DMS p/linha = 10,86

Médias de altura da muda seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias de altura da muda seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

Através do Quadro 40, pode-se verificar nas colunas, para a espécie acalifa, que houve uma diferença significativa entre os substratos avaliados, sendo que a fibra de coco mostrou-se como sendo o melhor substrato de cultivo para esta espécie. Com relação à espécie cróton, não se verificou nenhuma diferença significativa entre os substratos. Tal resultado mostra que o cróton independe do substrato de cultivo, quando avalia-se esta característica.

Verifica-se ainda, nas linhas, uma diferença significativa para a fibra de coco e para o bagaço de cana, ou seja, fica evidenciado que a acalifa obteve um melhor desempenho quando cultivada em fibra de coco; porém, o cróton atingiu um bom desempenho quando cultivado no bagaço de cana. Entretanto, ambas as espécies apresentaram um bom desempenho com relação à acículas de *Pinus* e casca de arroz carbonizada.

QUADRO 40 - Médias, teste de Tukey, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para altura das mudas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos.

SUBSTRATOS	ALTURA DA MUDA (cm)	
	ACALIFA	CRÓTON
Fibra de Coco	15,22 A a	10,55 A b
Bagaço de Cana	9,09 C b	10,96 A a
Acículas de *Pinus*	11,03 B a	10,54 A a
Casca de Arroz Carbonizada	11,27 B a	10,86 A a
CV (%)	6,12	

DMS p/coluna = 1,17 DMS p/linha = 0,88

Médias de altura da muda seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias de altura da muda seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

unesp

Através do Quadro 41, verifica-se que os resultados para número de folhas para as espécies acalifa e cróton não foram significativos quando interagiu-se espécies x substratos. Assim, pode-se inferir que quanto a esta característica e para estas espécies ornamentais, os substratos não respondem, de modo que nenhum deles propicie resultados mais satisfatórios que os outros.

QUADRO 41 – Teste F, coeficiente de variação e diferenças mínimas significativas para número de folhas das espécies ornamentais acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) e cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivadas em quatro substratos.

Causas de	Teste F
Substratos (A)	15,73 *
Espécies Ornamentais	25,59 *
A x B	1,50 **ns**
CV (%)	27,02

DMS p/substrato = 3,18 DMS p/espécies = 1,69
* - Resultado significativo ao nível de 5% de significância para o Teste F.
ns - Resultado não significativo ao nível de 5% de significância.

4.10. Custo de produção e avaliação econômica

Através dos Quadros 42 ao 47, pode-se verificar os resultados da estimativa de custo de produção para as espécies cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivadas em quatro substratos.

unesp

Nos Quadros 46 e 47, estão relacionados os indicadores de produção, preços e rentabilidade dos substratos estudados para as espécies ornamentais cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.).

Pode-se verificar no Quadro 46, que o custo total variou de R$ 117,82 (bagaço de cana) a R$ 84,82 (casca de arroz carbonizada) para ambas espécies avaliadas. Os valores obtidos com a receita bruta estão diretamente relacionados com a produtividade obtida e o preço alcançado pelo produtor. Observa-se que o substrato composto de bagaço de cana, para a espécie cróton (Quadro 46) e o substrato a base de fibra de coco e acículas de *Pinus*, para a acalifa (Quadro 47), resultaram em maior produção (R$ 184,50, R$ 225,00 e R$ 225,00, respectivamente). Da mesma forma, a menor receita líquida ou lucro operacional para a espécie cróton foi para o substrato composto de acículas de *Pinus* (R$ 22,40). Para a espécie acalifa isto ocorreu para o substrato à base de bagaço de cana (R$ 65,18).

Quanto ao índice de lucratividade para a espécie cróton, este foi maior para o substrato à base de casca de arroz carbonizada, com cerca de 99,83% de lucratividade. Para a espécie acalifa os maiores valores ocorreram quando se utilizaram substratos compostos de acículas de *Pinus* (153,95%) e à base de casca de arroz carbonizada (152,89%).

unesp

QUADRO 42 - Estimativa de custo de produção de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) utilizando o substrato composto por Fibra de Coco, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001.

Descrição	Especificação	Quantidade	Valor Unitário (R$)	Valor Total (R$)
A - Material				
Fibra de Coco	kg	300	0,09	27,00
Saquinhos Plásticos	u	150	0,04	6,00
Estacas	u	150	---	---
Estufa	m^2	3,75	0,36	1,35
Subtotal A (R$)				**34,35**
B - Operações Manuais				
Preenchimento dos Saquinhos	HH	2	1,50	3,00
Coleta das Estacas	HH	1	1,50	1,50
Estaqueamento	HH	0,25	1,50	0,37
Irrigação Manual	HH	38,4	1,50	57,60
Catação Manual	HH	4	1,50	6,00
Subtotal B (R$)				**68,47**
Custo Total (R$)				**102,82**

u – unidade
HH – hora homem

QUADRO 43 - Estimativa de custo de produção de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) utilizando o substrato composto por Bagaço de Cana, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001.

Descrição	Especificação	Quantidade	Valor Unitário (R$)	Valor Total (R$)
A - Material				
Bagaço de Cana	kg	300	0,14	42,00
Saquinhos Plásticos	u	150	0,04	6,00
Estacas	u	150	---	---
Estufa	m^2	3,75	0,36	1,35
Subtotal A (R$)				**49,35**
B - Operações Manuais				
Preenchimento dos Saquinhos	HH	2	1,50	3,00
Coleta das Estacas	HH	1	1,50	1,50
Estaqueamento	HH	0,25	1,50	0,37
Irrigação Manual	HH	38,4	1,50	57,60
Catação Manual	HH	4	1,50	6,00
Subtotal B (R$)				**68,47**
Custo Total (R$)				**117,82**

u – unidade
HH – hora homem

QUADRO 44 - Estimativa de custo de produção de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) utilizando o substrato composto por Acículas de *Pinus*, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001.

Descrição	Especificação	Quantidade	Valor Unitário (R$)	Valor Total (R$)
A - Material				
Acículas de *Pinus*	kg	300	0,04	12,78
Saquinhos Plásticos	u	150	0,04	6,00
Estacas	u	150	---	---
Estufa	m^2	3,75	0,36	1,35
Subtotal A (R$)				**20,13**
B - Operações Manuais				
Preenchimento dos Saquinhos	HH	2	1,50	3,00
Coleta das Estacas	HH	1	1,50	1,50
Estaqueamento	HH	0,25	1,50	0,37
Irrigação Manual	HH	38,4	1,50	57,60
Catação Manual	HH	4	1,50	6,00
Subtotal B (R$)				**68,47**
Custo Total (R$)				**88,60**

u – unidade
HH – hora homem

QUADRO 45 - Estimativa de custo de produção de Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) e Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) utilizando o substrato composto por Casca de Arroz Carbonizada, em Ilha Solteira - SP, janeiro 2001.

Descrição	Especificação	Quantidade	Valor Unitário (R$)	Valor Total (R$)
A - Material				
Casca de Arroz Carbonizada	kg	300	0,03	9,00
Saquinhos Plásticos	u	150	0,04	6,00
Estacas	u	150	---	---
Estufa	m^2	3,75	0,36	1,35
Subtotal A (R$)				**16,35**
B - Operações Manuais				
Preenchimento dos Saquinhos	HH	2	1,50	3,00
Coleta das Estacas	HH	1	1,50	1,50
Estaqueamento	HH	0,25	1,50	0,37
Irrigação Manual	HH	38,4	1,50	57,60
Catação Manual	HH	4	1,50	6,00
Subtotal B (R$)				**68,47**
Custo Total (R$)				**84,82**

u – unidade
HH – hora homem

QUADRO 46 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie Cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.

SUBSTRATOS	Produção (Quantidade de mudas produzidas)	Preço das Muda		RB		COT		LO		IL (%)
		(R$)	US$	(R$)	US$	(R$)	US$	(R$)	US$	
FC	92	1,50	0,75	138,00	69,90	102,82	52,08	35,18	17,82	34,22
BC	123	1,50	0,75	184,50	93,46	117,82	59,68	66,68	33,78	56,59
AP	74	1,50	0,75	111,00	56,23	88,60	44,88	22,40	11,34	25,28
CAC	113	1,50	0,75	169,50	85,86	84,82	42,96	84,68	42,89	99,83

RB - receita bruta
COT - custo total
LO - lucro operacional
IL - índice de lucratividade
US$ - cotação em janeiro/2001

Fibra de Coco - FC
Bagaço de Cana - BC
Acículas de *Pinus* - AP
Casca de Arroz Carbonizada - CAC

QUADRO 47 - Indicadores de produção, preços e rentabilidade da espécie Acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) cultivada em quatro tipos de substratos, em Ilha Solteira - SP, em janeiro de 2001.

SUBSTRATOS	Produção (Quantidade de mudas produzidas)	Preço das Muda		RB		COT		LO		IL (%)
		(R$)	US$	(R$)	US$	(R$)	US$	(R$)	US$	
FC	150	1,50	0,75	225,00	13,98	102,82	52,08	122,18	61,89	118,83
BC	122	1,50	0,75	183,00	92,70	117,82	59,68	65,18	33,01	55,32
AP	150	1,50	0,75	225,00	113,98	88,60	44,88	136,40	69,09	153,95
CAC	143	1,50	0,75	214,50	108,66	84,82	42,96	129,68	65,69	152,89

RB - receita bruta
COT - custo total
LO - lucro operacional
IL - índice de lucratividade
US$ - cotação em janeiro/2001

Fibra de Coco - FC
Bagaço de Cana - BC
Acículas de *Pinus* - AP
Casca de Arroz Carbonizada - CAC

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito geral, os substratos estudados ofereceram um bom desempenho quanto ao enraizamento das estacas das espécies ornamentais avaliadas.

Com relação à espécie cróton, pode-se dizer que o substrato à base de bagaço de cana foi o que ofereceu melhores condições de enraizamento (82,00%), ou seja, ao final de 120 dias, houve um total de 123 estacas enraizadas, propiciando uma lucratividade de 56,59%. Tal lucratividade é menor se comparada à casca de arroz carbonizada, porém, isto é devido ao custo de aquisição do material.

Para a mesma espécie, pode-se ainda mencionar que os substratos à base de casca de arroz carbonizada e fibra de coco também apresentaram uma boa taxa de estacas enraizadas, (75,33%, 61,33%, respectivamente), apresentando ainda uma boa lucratividade (99,83%, 34,22,% respectivamente).

Para a espécie acalifa, ficou evidente, pelos resultados apresentados, que o substrato à base de fibra de coco e acículas de *Pinus* foram o que ofereceram melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das

unesp

estacas. Vale lembrar que o índice de lucratividade para estes substratos foram de 118,83% e 153,95%, com uma produção de 150 estacas, ou seja, das 150 estacas postas para enraizar, 100% alcançaram o enraizamento.

O substrato à base de casca de arroz carbonizada e bagaço de cana também ofereceram condições ideais para o enraizamento da espécie acalifa. Obteve-se uma produção final de 95,33% e 81,33% respectivamente de enraizamento, apresentando um índice de lucratividade de 152,89% para a casca de arroz carbonizada e de 55,32% para o bagaço de cana.

Baseando-se nos resultados apresentados, observa-se que este estudo sugere a necessidade de novas pesquisas com o objetivo de se investigar ainda mais sobre a importância e necessidade da substituição dos substratos convencionais por substratos alternativos de cultivo, quer seja para germinação ou enraizamento e posterior desenvolvimento de espécies ornamentais e florestais dentre outras.

unesp

6. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado, com os vários substratos empregados e, em decorrência dos resultados obtidos, analisados e interpretados, são estabelecidas as seguintes conclusões:

1. Quanto às características físicas pode-se inferir que os substratos estudados possuem comportamento semelhantes. Com relação às características químicas, fica evidente que o substrato à base de acículas de *Pinus* apresenta valores que estão mais próximos do ideal para um substrato de cultivo, considerando-se as propriedades avaliadas;

2. Quanto à porcentagem de enraizamento para a espécie cróton, o substrato à base de bagaço de cana e casca de arroz carbonizada, propiciaram uma maior taxa de enraizamento (82,00%, 75,33%, respectivamente);

unesp

3. Quanto à porcentagem de enraizamento para a espécie acalifa, o substrato à base de fibra de coco e acículas de *Pinus,* propiciaram uma maior e igual taxa de enraizamento (100,00%).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABAD, M. et al. **Evaluation agronomica de los substratos de cultivo**. Valência: Universid Politécnica de Valencia - Departamento de Producción Vegetal, s. n. t. (mimeogr.).

ANSORENA MINER, J. **Evolución de los medios de cultivo. In ___.** Sustratos: Propiedades y caracterización. España: Mundi-Prensa, 1994. p. 11-8.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 42p.

unesp

CAMPINHOS JÚNIOR, E., IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, v.23, p.47-52, 1983.

CASTRO, C. E. F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.

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).

COSTA, M. B. A. (Coord.) et al. A compostagem: reciclando perdas para gerar riqueza. In: ___. **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Cone, 1994a. p.49-54.

COSTA, M. B. A.(Coord.) et al. As fontes e a composição da matéria orgânica agrícola. In: ___. **Adubação orgânica**: nova síntese e novo caminho para a agricultura. São Paulo: Cone, 1994b. p.29-47.

DE BOODT, M., VERDONCK, O. The physical properties os the substrates in Horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972.

unesp

FERNANDES, F., PIERRO, A. C., YAMAMOTO, R. Y. Produção de fertilizante orgânico por compostagem do lodo gerado por estações de tratamento de esgotos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.5, p.567-74, 1993.

FERNANDES, F. M., KOGA, P. S. **Obtenção e uso de composto orgânico**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1996. 38p. (Mimeogr.)

FRETZ, T. A., READ, P. E., PEELE, M. C. **Plant propagation Lab Manual**. Mineapolis: Burgess, 1979. 317p.

FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. em "Winstrip"**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 81p.

GRAZIANO, T. T. **Estudo sobre o enraizamento de estacas e desenvolvimento de mudas de primavera (*Bougainvillea spectabilis* Wild.) e alamanda (*Allamanda cathartica* L.)**. Jaboticabal, 1981. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

GONÇALVES, A. L. Característica de substratos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 9, 1992, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1992. p.44-52.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil e no mundo.** Campinas: IBRAFLOR, s/d. 8 p. (Mimeogr.).

unesp

KÄMPF, A. N. Substratos para floricultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 9, 1992, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1992. p. 36-43.

KÄMPF, A. N. Sbstratos. IN:___. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 45-71.

KREBS, S. The increasing popularity of Acalypha. Cultivars from Denmark dominate the selection. **Deutscher-Gartenbau**, 1983. p.1940-41. In: CAB Abstracts. CD, v.1, 1984-86. (abstracts, n. 8403199963).

KIEHL, J. E. **Manual de edafologia**: relação solo-planta. São Paulo: Agronomica Ceres, 1979. 262p.

KIEHL, E. J. Compostagem. In:___. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. p.229-310.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 1998. 171p.

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

LOPES, L. C., BARBOSA, J. C. **Propagação de plantas ornamentais**. Viçosa: Impr. Univer., 1994. 30p.

unesp

LORENZI, H., SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustos, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Plantarum, 1995. 720p.

MALAVOLOTA, 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.

MALAVOLOTA, 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.

MANHÃES, M.S. Compostagem de resíduos agroindustriais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.12, p.1357-61, 1993.

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

MARTIN, N. B. et al. **Sistema "CUSTAGRI": Sistema integrado de custo agropecuário**, São Paulo: IEA/SAA, CNPTIA/EMBRAPA, FUNDEPAG, 1997, p.4-7.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de estudo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-39, 1979.

MEEROW, A. W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **HortScience**, v.29, n.12, p.1484-6,1994.

unesp

MOTOS, J. R. A importância dos materiais de propagação na qualidade das flores e plantas. **Informativo IBRAFLOR**. Campinas, jan.fev/mar.2000, p. 4 - 5.

NAKAGAWA, J. Compostagem: obtenção e uso. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: problemas e soluções, 1992, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FCA, 1992, p.159-88.

NOGUERA, P. et al. Physical and chemical properties of coir waste and their relation to plant growth. **Acta Horticulturae**. (199?). (In Press).

ONO, E. O., RODRIGUES, S. D., RODRIGUES, J. D. Interação entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de hortências (*Hydrangea macrophylla* Ser.). **Científica**, n.20, v.2, p.413-22. 1992.

ONO, E. O., RODRIGUES, S. D., RODRIGUES, J. D. Efeito de misturas de ácido indol-butírico e ácido naftaleno-acético mais boro, sobre o enraizamento de estacas de hortênsias (*Hydrangea macrophylla*). **Naturalia**, v.188, p.83-93, 1993.

PAIVA, H. N., GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 1996. 56p.

PASINI, C., VOLPI, L., D'AQUILA, F. The effects of some substrates on the development of Codiaeum variegatum and Syngonium podophyllum. (Preliminary trial). **Annali-dell'Istituto Sperimentale-per-la-Floricoltura**. 1984, v.15, n.1, p.17-28. In: CAB Abstracts. CD, v.1, 1984-86. (abstracts, n.86030546).

unesp

PEIXOTO, R. T. G. **Compostagem**: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 48p. 1988. (Circular, 57).

PIMENTEL, M. O caminho das pedras. **Panorama Rural**, n. 11, p. 18 -33, jan. 2000.

PIVETTA, K. F. L. **Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de Nogueira - Macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) e desenvolvimento inicial das mudas**. Jaboticabal, 1990. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

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.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1981. 166p.

STURION, J. A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais**. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1981. 18p. (EMBRAPA-URPFCS - documentos, 3).

unesp

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).

TILLMANN, M. A. A. et al. Comparison of several substrates for rotting croton (*Codiaeum variegatum* L.) cuttings. **Scientia-Agricola**, 1994, v.51, n.1, p.17-20. In: CAB Abstracts. CD, v.5, 1996-97. (abstracts, n.970307148).

unesp

8. ANEXOS

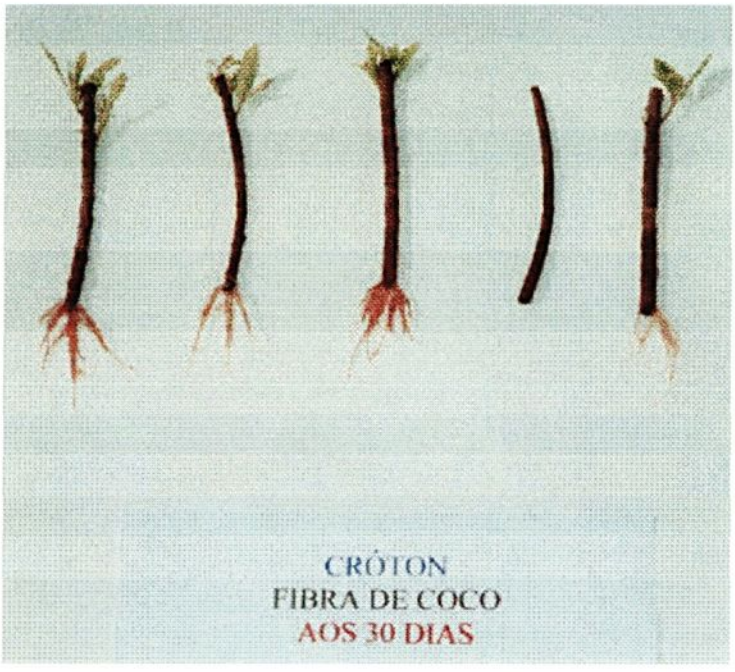


FIGURA 17 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.



FIGURA 18 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.



FIGURA 19 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.



FIGURA 20 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 30 dias cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.



FIGURA 21 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.



FIGURA 22 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.



FIGURA 23 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.



FIGURA 24 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 30 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.

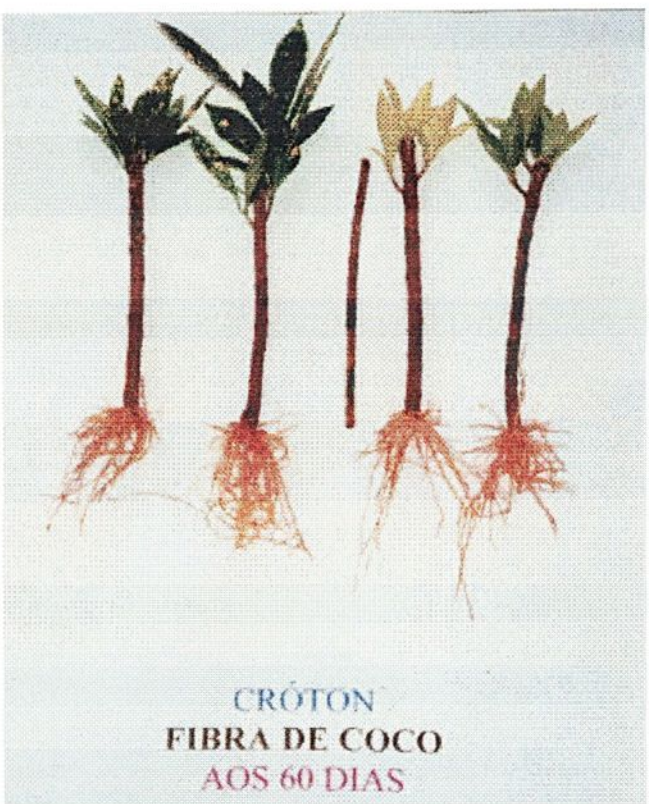


FIGURA 25 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.

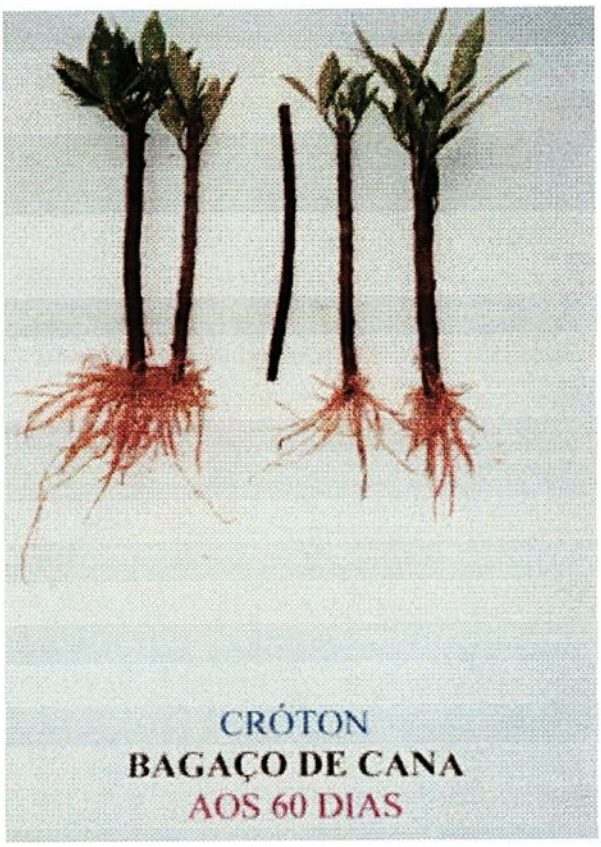


FIGURA 26 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.

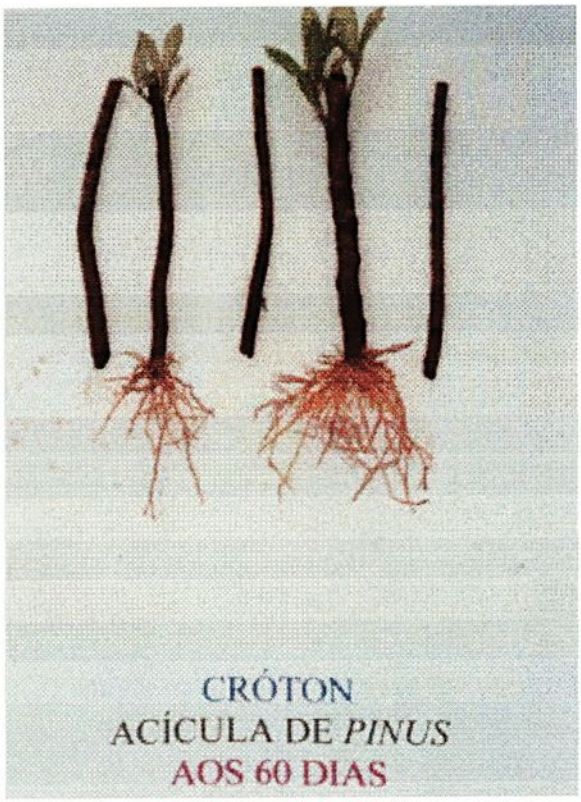


FIGURA 27 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.

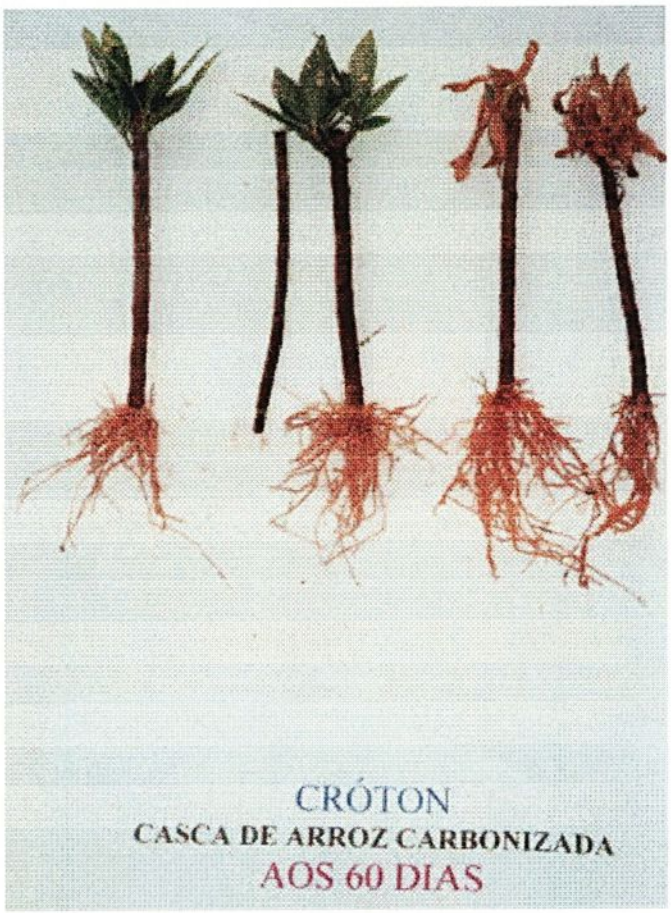


FIGURA 28 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.



FIGURA 29 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.

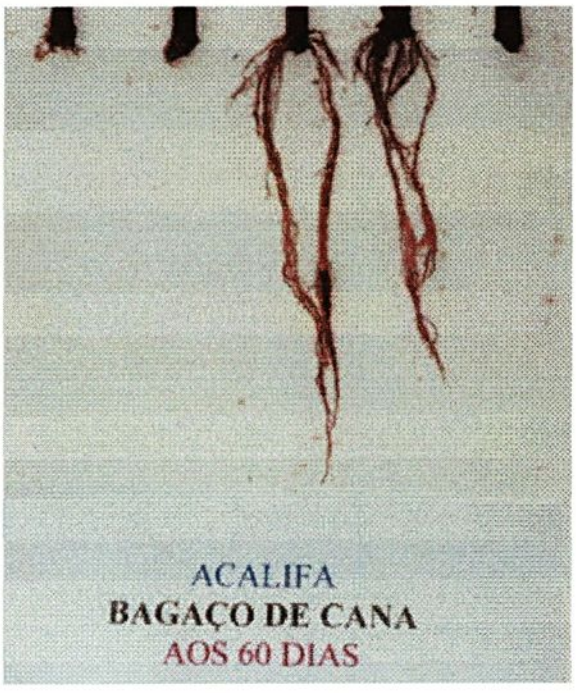


FIGURA 30 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.

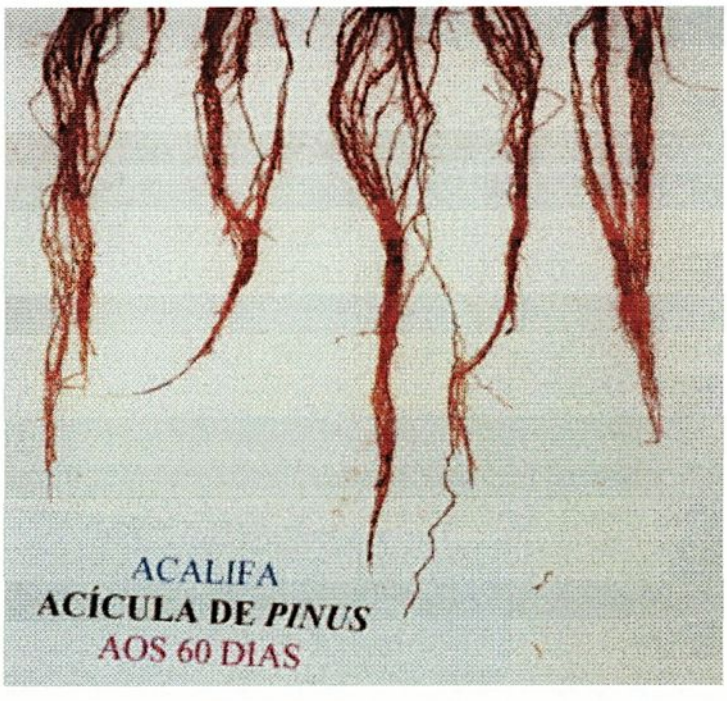


FIGURA 31 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.

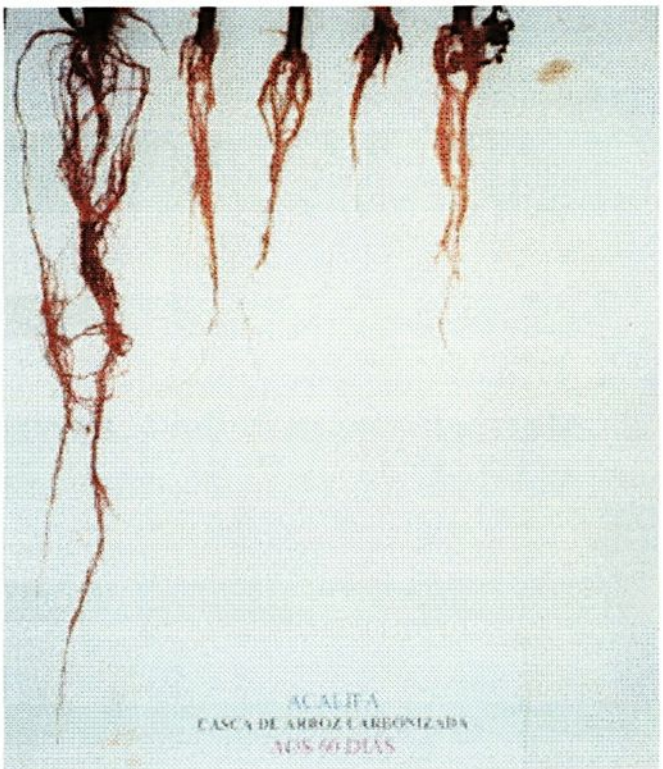


FIGURA 32 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 60 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.



FIGURA 33 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.



FIGURA 34 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.

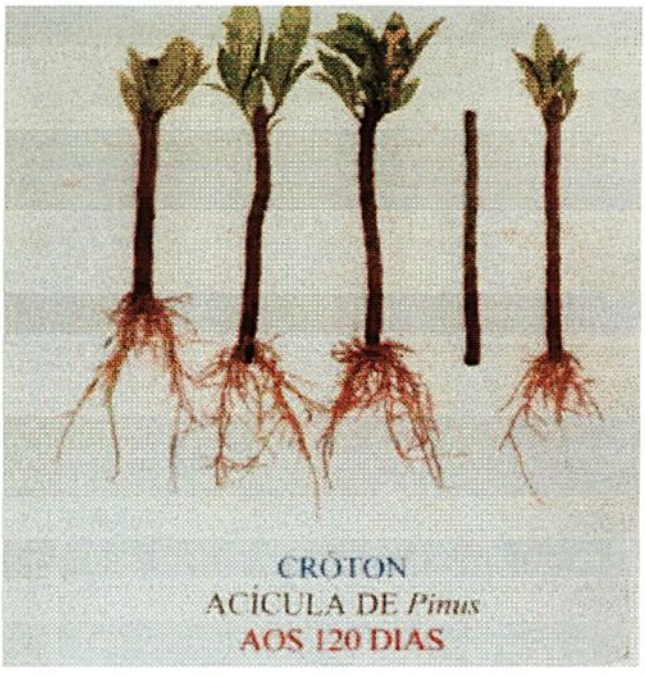


FIGURA 35 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.

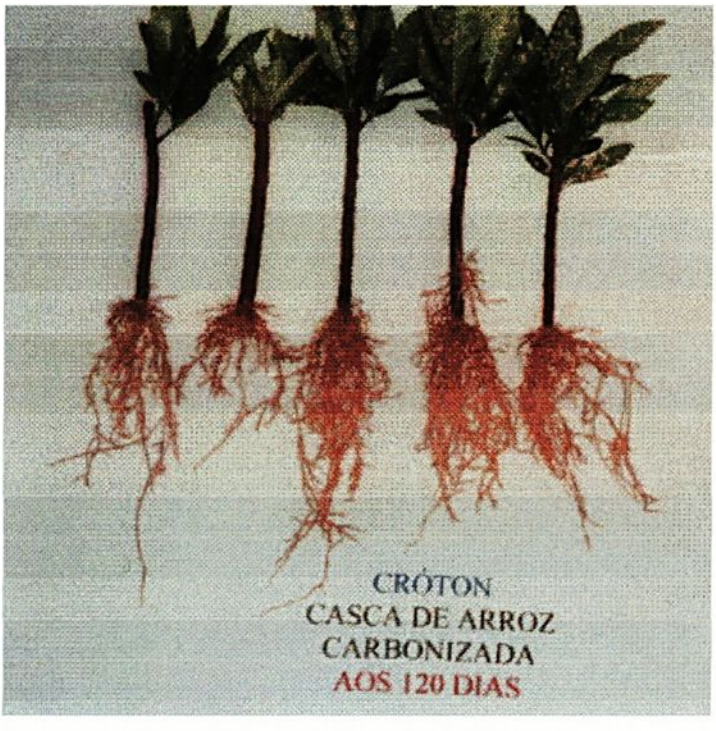


FIGURA 36 - Aspecto geral das raízes da espécie cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.

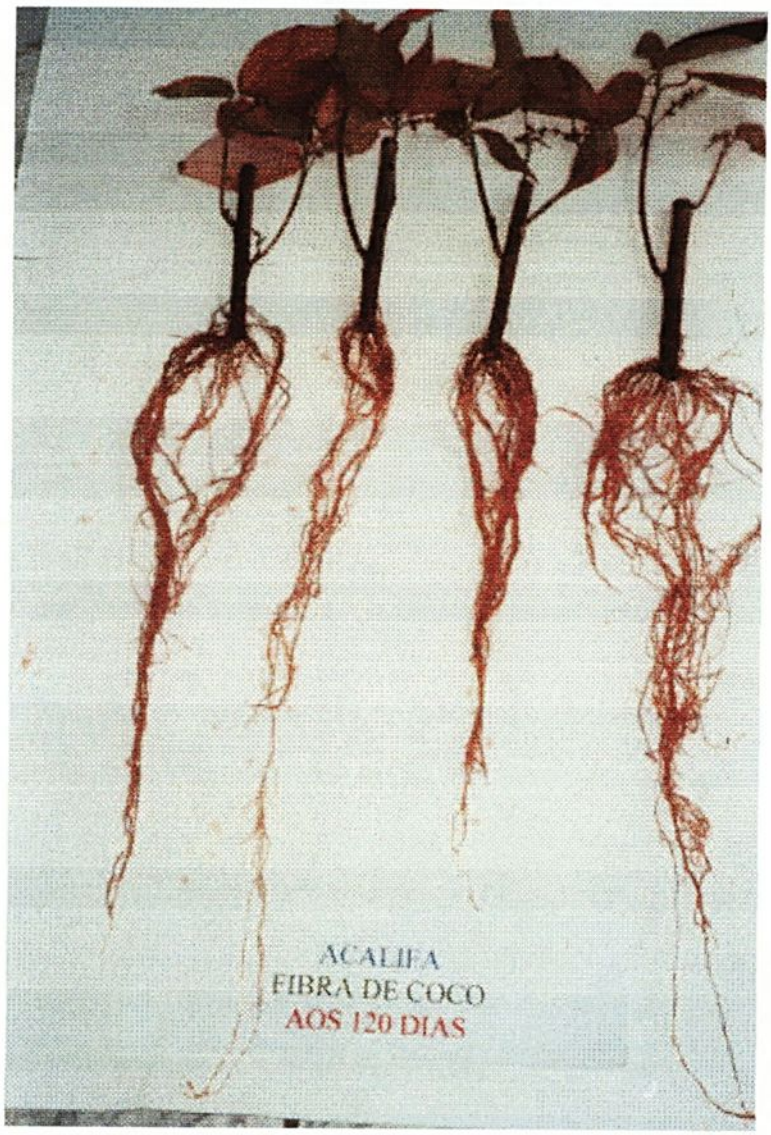


FIGURA 37 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de fibra de coco.

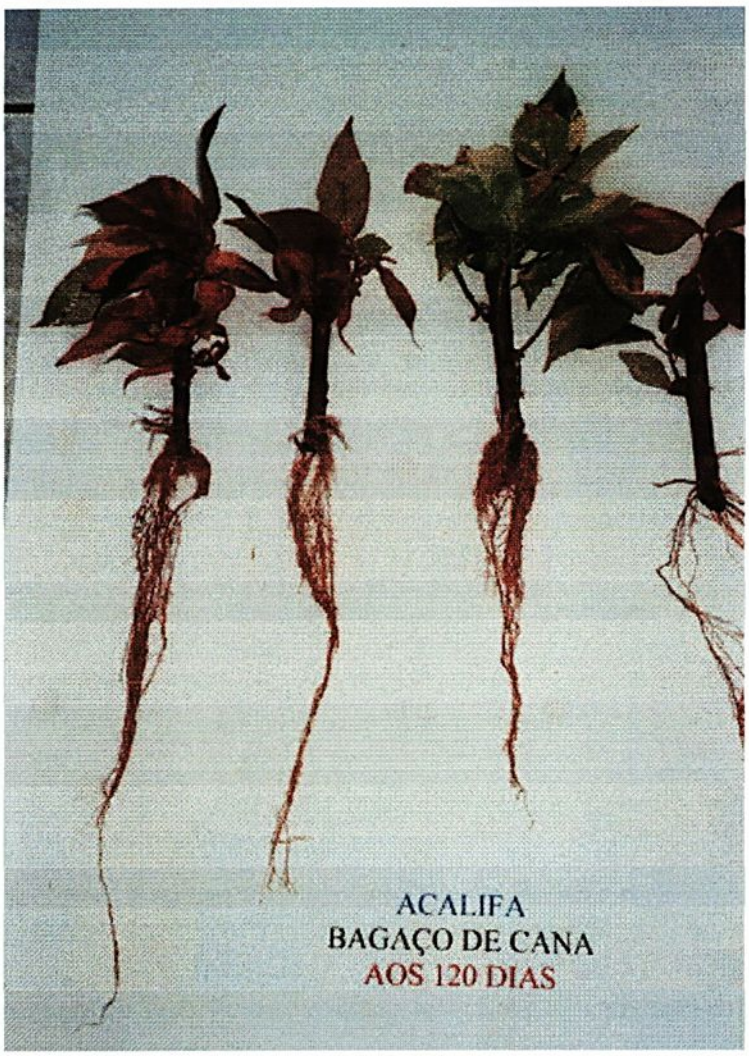


FIGURA 38 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de bagaço de cana.

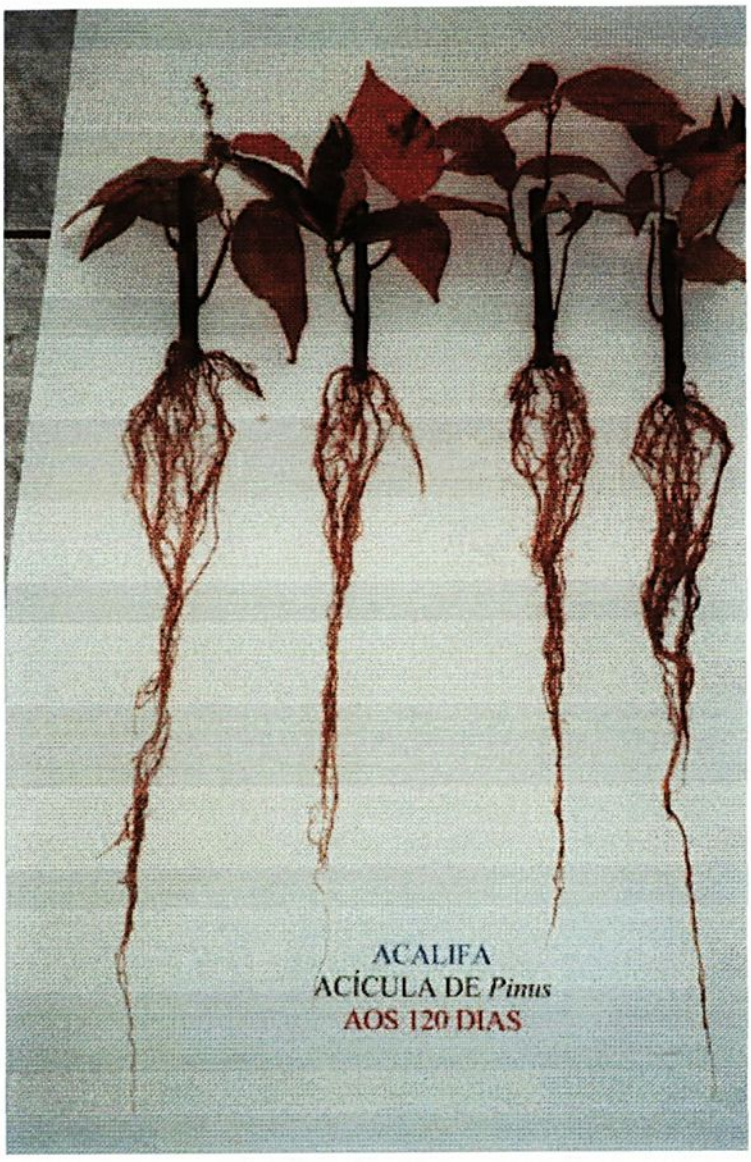


FIGURA 39 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de acículas de *Pinus*.



FIGURA 40 - Aspecto geral das raízes da espécie acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias, cultivada em substrato a base de casca de arroz carbonizada.

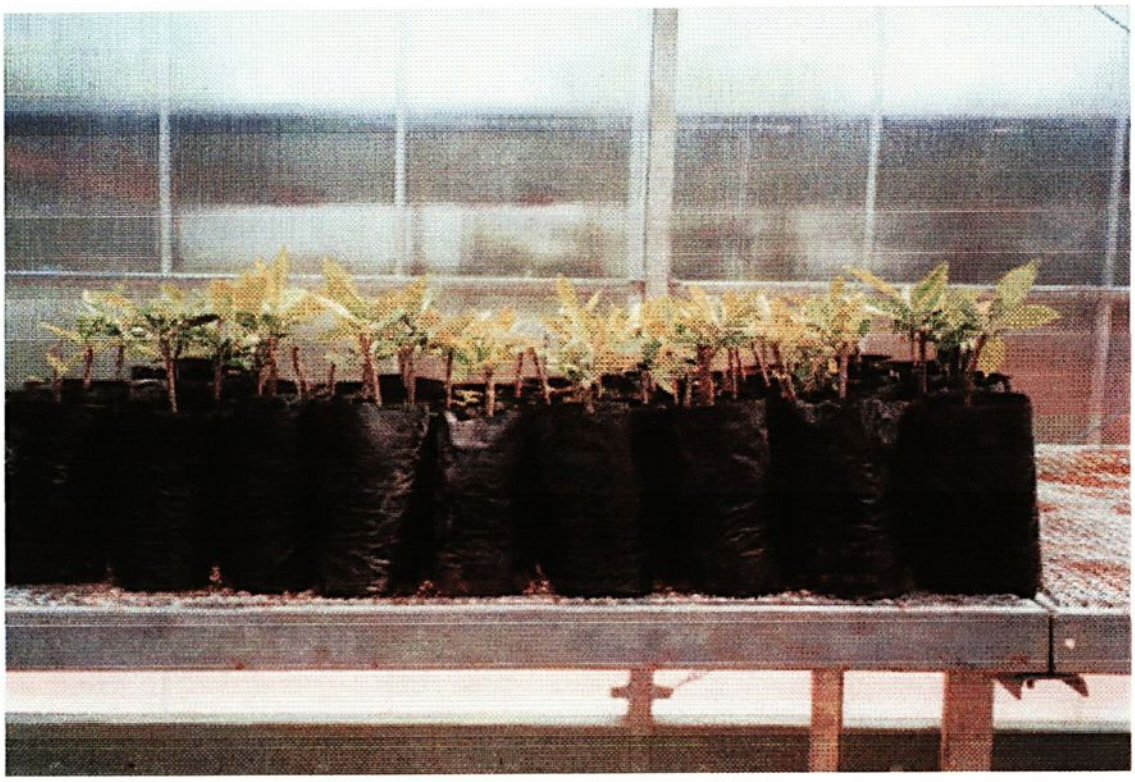


FIGURA 41 - Aspecto geral das mudas de cróton (*Codiaeum variegatum* Blume) aos 120 dias de cultivos.



FIGURA 42 - Aspecto geral das mudas de acalifa (*Acalypha wilkesiana* M. Arg.) aos 120 dias de cultivo.

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AV. BRASIL, 56 - CAIXA POSTAL 31
15385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP