

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM BAIXA  
ALTITUDE E UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO COMO  
SUBSTRATO VEGETAL

**GUILHERME EUGÊNIO MACHADO LOPES**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JULHO – 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 01/2009

Lopes, Guilherme Eugênio Machado

Avaliação de genótipos de mamoneira em baixa altitude e utilização da casca do fruto como substrato vegetal / Guilherme Eugênio Machado Lopes. – 2009.

131 f.

Orientador: Henrique Duarte Vieira

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.

Bibliografia: f. 100 – 118.

1. Mamoneira 2. Substrato 3. Cultivares 4. Produtividade 5. Espaçamento I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.85

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM BAIXA  
ALTITUDE E UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO COMO  
SUBSTRATO VEGETAL

**GUILHERME EUGÊNIO MACHADO LOPES**

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal"

Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
JULHO DE 2009

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM BAIXA ALTITUDE E  
UTILIZAÇÃO DA CASCA DO FRUTO COMO SUBSTRATO VEGETAL

**GUILHERME EUGÊNIO MACHADO LOPES**

"Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das Exigências para obtenção do  
título de Doutor em Produção Vegetal"

Aprovada em 20 de julho de 2009

Comissão Examinadora:

---

Prof. Aldo Shimoya (D. Sc., Genética e Melhoramento ) - UNIVERSO

---

Prof. Janie Mendes Jasmim (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF

---

Prof. Fábio Cunha Coelho (D. Sc., Fitotecnia) - UENF

---

Prof. Henrique Duarte Vieira (D. Sc., Produção Vegetal) - UENF  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por me permitir cumprir mais esta etapa.

A minha esposa Ana Néri e a meus filhos Rômulo e Juliana pelo apoio e compreensão durante as constantes ausências.

À PESAGRO-RIO e à UENF pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional.

Ao professor Henrique Duarte Vieira pela orientação, confiança, amizade e incentivo durante a condução dos trabalhos.

Ao professor e amigo Aldo Shimoya pelas contribuições, sugestões e auxílio nas análises estatísticas.

À professora Janie Mendes Jasmim pela orientação, sugestões e parceria na condução de trabalhos com substratos.

Ao professor Fábio Cunha Coelho pelas contribuições e sugestões.

À pesquisadora Lúcia Valentini pelas contribuições e sugestões nos artigos.

Ao professor Cláudio Marciano pelo auxílio nas análises estatísticas.

Às amigas, Dra Maira Teixeira Liberal e Letícia Guerrante Fernandes, da PESAGRO-RIO, pelo apoio e incentivo.

A todos os colegas da Estação Experimental de Itaocara, em especial aqueles que auxiliaram na condução dos trabalhos de campo.

Às funcionárias do Serviço de Documentação e Informação da PESAGRO-RIO pela presteza e atenção no atendimento às solicitações de material bibliográfico.

Aos professores, alunos e funcionários da UENF com os quais convivi ao longo do curso.

À Gerência de Tecnologia Agrícola da Petrobras Biocombustível, na pessoa da Eng. Agrônoma Maite Torres Carvalhinho e demais colegas da equipe, pelo apoio durante a fase de conclusão da tese.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. A Mamoneira.....	4
2.1.1. A Pesquisa com a Mamoneira no Brasil .....	6
2.2. Resíduos Agrícolas e Agroindustriais como Substrato Vegetal .....	9
2.2.1. Características Físicas, Químicas e Biológicas de Substratos .....	13
2.2.1.1. Características Físicas.....	14
2.2.1.2. Características Químicas .....	16
2.2.1.3. Características Biológicas.....	18
3. TRABALHOS .....	19
AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM BAIXA ALTITUDE NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE ITAOCARA, RJ.....	19
RESUMO .....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS .....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

RESPOSTA DA MAMONEIRA BRS 149 NORDESTINA A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM CONDIÇÕES DE BAIXA ALTITUDE.....	39
RESUMO .....	39
ABSTRACT.....	40
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAL E MÉTODOS .....	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DA CASCA DE FRUTO DA MAMONEIRA COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PLANTAS.....	58
RESUMO .....	58
ABSTRACT.....	59
INTRODUÇÃO.....	59
MATERIAL E MÉTODOS .....	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	63
CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO EM SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE FRUTO DE MAMONEIRA.....	75
RESUMO .....	75
ABSTRACT.....	76
INTRODUÇÃO.....	76
MATERIAL E MÉTODOS .....	78
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	80
Germinação e crescimento de alface e tomate.....	80
Enraizamento de <i>Duranta repens</i> .....	90
CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	97
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
APÊNDICES .....	119

## RESUMO

LOPES, Guilherme Eugênio Machado; DSc; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; julho, 2009; **Avaliação de Genótipos de Mamoneira em Baixa Altitude e Utilização da Casca do Fruto como Substrato Vegetal**; Orientador: Prof. Henrique Duarte Vieira.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta do cultivo de mamoneira em baixa altitude (60 m) nas condições edafoclimáticas de Itaocara, Região Noroeste Fluminense e o uso da casca de frutos da mamoneira (CFM) como componente de substrato vegetal. Na avaliação da mamoneira, os tratamentos consistiram dos genótipos IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 e T1 cultivados no outono-inverno/2005 (primeira época) e IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista e G1, na primavera-verão/2005/2006 (segunda época). Avaliou-se a altura de planta (AP); número de ráceros por planta (NR); comprimento de ráceros (CR); número de frutos por rácermo (NF), produtividade de grãos (PG) e a incidência de mofo cinzento (ID). As produtividades da mamoneira alcançaram valores acima da média nacional nas duas épocas, sendo a primavera-verão mais favorável e os genótipos de porte médio a alto apresentaram melhores respostas nas duas épocas de cultivo. Estudou-se, ainda, a resposta da mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina em cinco espaçamentos entre linhas: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m, na primavera-verão/2007/2008 e outono-inverno/2008, avaliando-se a altura de

plantas (AP); altura de inserção do rácemo primário (ARP); número de rácemos por planta (NR); comprimento de rácemos (CR); número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG). O espaçamento entre linhas afetou significativamente as variáveis AP, ARP, NR, NF e PG na primeira época de cultivo e as variáveis AP, NR e PG, na segunda época. A produtividade de grãos foi maior no espaçamento de 2,5 m entre linhas nas duas épocas. Efetuou-se a caracterização química (pH em água e condutividade elétrica) e física (densidade úmida, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente) da CFM, *in natura* e decomposta, em três granulometrias (peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm), e estudou-se a resposta vegetal de mudas de alface e tomate na granulometria de 3 mm em cinco diferentes percentagens de misturas com o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> HT (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0 (v/v)) e do enraizamento da planta ornamental pingo de ouro (*Duranta repens*) em CFM *in natura* e decomposta, em três granulometrias (peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm) e vermiculita. A CFM *in natura* apresentou efeitos negativos no crescimento de mudas e no enraizamento de estacas, mostrando-se inadequada para uso como substrato, mesmo em mistura. A CFM decomposta permitiu alcançar elevados percentuais de germinação e a produção de mudas de alface e tomate normais, adequadas ao transplântio, bem como o enraizamento de estacas de *Duranta repens*, podendo ser utilizada como substrato, pura ou em mistura.

## ABSTRACT

LOPES, Guilherme Eugênio Machado; DSc; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; July 2009; **Evaluation of castor bean genotypes at low altitudes and use of the fruit husk as substrate**; Adviser: Prof. Henrique Duarte Vieira.

This research aimed to evaluate the response of growing castor bean at low altitude (60 meters) under conditions of Itaocara, Northwest of Rio de Janeiro State, and use the castor bean fruits husks (CFM) as a substrate. In the evaluation of the castor bean, the treatments consisted of genotypes IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 and T1, grown in autumn-winter/2005 (first season) and IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista and G1 grown in spring-summer/2005/2006 (second season). There was evaluated the plant height (AP), number of racemes per plant (NR), length of racemes (CR), number of fruits per raceme (NF), yield (PG) and the incidence of gray mold (ID). The yield of castor bean reached values above the national average in two seasons, with spring-summer most favorable and genotypes medium-to high responded better in the two growing seasons. There was studied also the response of castor bean cultivar BRS 149 Nordestina in five spacings: 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 m in spring-summer 2007/2008 and outon-winter/2008, evaluating the height of plants (AP), insertion of the primary raceme (ARP), number of racemes per plant (NR), length of racemes (CR),

number of fruits per raceme (NF) and yield (PG). Row spacing significantly affected the variables AP, ARP, NR, NC and PG in the first season and the variables AP, NR and PG in the second season. Grain yield was higher at 2.5 m spacing between rows in two seasons. There was evaluated the properties (water pH, electrical conductivity, wet density, dry density, porosity, aeration space, water availability and water balance) of CFM, fresh and decomposed in three sizes (three, five and ten millimeters), and studied the response of lettuce and tomato seedlings on the particle size of 3 mm in five different percentages of mixtures with substrate Plantmax<sup>®</sup> HT (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 and 100:0 (v/v)) and the rooting of ornamental *Duranta repens* in CFM fresh and decomposed in three sizes (three, five and ten millimeters) and vermiculite. CFM fresh had detrimental effects on growth of seedlings and the rooting of cuttings, being unsuitable for use as substrate, even in mix. CFM decomposed has secured high rates of germination and production of lettuce and tomato seedlings, normal and suitable for transplanting, and the rooting of *Duranta repens*. CFM decomposed can be used as substrate, pure or mixed.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande diversidade de espécies oleaginosas, cujas culturas encontram-se mais direcionadas a fins alimentícios. A mamoneira tem seu uso proibitivo na alimentação humana devido à presença, em suas sementes, de alergênicos, entretanto, tem sido explorada ao longo dos séculos, em vastas extensões territoriais do Velho Mundo. No Brasil, acredita-se que tenha sido introduzida já no primeiro século de descobrimento e, desde o início, o óleo de mamona passou a ser largamente utilizado na iluminação das fazendas e dos engenhos até a sua substituição pelo querosene. O cultivo da mamoneira tem grande importância comercial, cujo óleo, de inúmeras aplicações, é empregado na indústria de plásticos, siderurgia, saboaria, perfumaria, curtume, tintas, vernizes, etc., além de excelente lubrificante para motores de alta rotação.

O Brasil foi o segundo maior produtor de mamona em baga do mundo participando com 26 % da produção mundial na década de 80, entretanto, devido a vários fatores, a área plantada e a produção foram reduzidas a cerca de 2 % da produção mundial já na década de 90. Mais recentemente, a proposta de produção de biodiesel a partir de espécies oleaginosas tem retomado o interesse pela cultura e abre ainda mais o leque de possibilidades de uso dessa planta.

Além do óleo como principal produto, resíduos como a torta e a casca do fruto, provenientes dos processos de beneficiamento de grãos para extração do óleo e a glicerina, proveniente da produção de biodiesel, devido às suas diversas aplicações potenciais atualmente são vistos como co-produtos da cadeia

produtiva da mamona, e o desenvolvimento de estratégias para o aproveitamento e a agregação de valor a esses co-produtos têm importância para a sustentabilidade econômica, ambiental e social deste segmento. Estudos indicam que os co-produtos sólidos e líquidos gerados na produção de biocombustíveis podem ser transformados química ou biologicamente em produtos de interesse para a indústria ou utilizados diretamente na agricultura e na pecuária.

A mamoneira, que vegeta em quase todo o território nacional, é muito cultivada em diferentes regiões do país, principalmente na pequena e média propriedade, e contribui para a geração de emprego e renda, sendo um dos principais cultivos agrícolas em regiões como o semiárido nordestino, responsável por 90 % da produção nacional, apesar de alcançar reduzidos níveis de produtividade devido ao baixo nível tecnológico utilizado na cultura.

O zoneamento agroclimático para a cultura da mamoneira é estabelecido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), tendo como critérios básicos a precipitação pluviométrica de pelo menos 500 mm anuais, temperaturas médias anuais entre 20 e 30 °C e altitudes variando entre 300 e 1.500 m. Embora apresentem características edafoclimáticas adequadas para o cultivo da mamoneira, muitos municípios ficam excluídos do zoneamento, em vários estados brasileiros, por se encontrarem abaixo de 300 metros de altitude, resultando em restrições quanto ao acesso de agricultores familiares a políticas públicas de crédito e seguro rural, o que criou a necessidade de incluir entre as demandas atuais de pesquisa a adaptação de genótipos a baixa altitude, visando à ampliação das áreas potenciais de plantio de mamona e a inclusão de muitos municípios onde atualmente o cultivo não é recomendado pelo zoneamento.

Com objetivo de dar o embasamento agrícola necessário para suporte ao Programa RioBiodiesel, criado pelo governo do Estado do Rio de Janeiro, através do Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005, ações de pesquisa com introdução e avaliação de espécies e cultivares vêm sendo conduzidas em diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro pela PESAGRO-RIO, visando ao desenvolvimento do cultivo de diferentes espécies oleaginosas, entre elas a mamoneira (*Ricinus communis* L.).

Este trabalho teve foco em duas ações principais: avaliar o cultivo da mamoneira em condições de baixa altitude na região Noroeste Fluminense e a viabilidade técnica do aproveitamento do material casca de frutos da mamoneira

(CFM) para uso como substrato no cultivo vegetal, visando a acrescentar informações que possam contribuir positivamente para a cadeia produtiva da mamoneira.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Mamoneira

A mamoneira é conhecida desde há muito tempo. Sementes desta espécie foram encontradas durante escavações no Egito, Sudão e Índia, e relatadas na agricultura antiga do noroeste da Ásia e Irã. Considera-se que o centro de variabilidade desta espécie seja o leste da África, mais precisamente a antiga Abissínia, atual Etiópia, de onde se espalhou para vários continentes (Moshkin 1986a). Segundo Popova e Moshkin (1986), atualmente a mamoneira é classificada como: classe *Magnoliopsidae*; ordem *Geraniales*; família *Euphorbiaceae*; gênero *Ricinus*; espécie *R. communis* L. e, com base na variabilidade existente na espécie, em seis subespécies (*communis*, *persicus*, *sinensis*, *indicus*, *zanzibarinus* e *ruderalis*) e 25 variedades botânicas (varietas). A mamoneira tem  $2n = 20$  cromossomos e este número é constante em todas as suas subespécies e formas (Moreira et al., 1996).

A mamoneira apresenta grande variação no hábito de crescimento, cor da folhagem e caule, tamanho das sementes, conteúdo de óleo e porte, (Beltrão et al., 2001). Segundo Krug e Mendes (1942), quanto ao porte das plantas, a mamoneira é classificada como: anã (altura da planta inferior a 1,80 m); média (altura da planta entre 1,80 e 2,50 m); alta (altura da planta acima de 2,50 m), embora, atualmente, essa classificação tenha sofrido revisões e adaptações. O caule da mamoneira é, em geral, ramificado, sendo que a ramificação pode

ocorrer logo acima do colo ou em regiões e alturas diversas (Krug e Mendes, 1942), e o ramo lateral sempre se desenvolve da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência, assim, a planta apresenta uma ramificação muito característica, com todos os ramos sempre apresentando crescimento limitado, terminando, mais cedo ou mais tarde, em uma inflorescência, formando uma estrutura simpodial (Ribeiro Filho, 1966). Há forte emissão de radicelas nas raízes com grande área de absorção de umidade e nutrientes e, quando não há impedimentos para a penetração vertical, o sistema radicular pode atingir profundidades entre 1,5 a 2,0 m (Savy Filho et al., 1989).

A mamoneira é monóica, com sua inflorescência formada por um rácemo bem desenvolvido, com flores femininas na parte superior e flores masculinas na parte inferior da raquis, sendo a proporção entre flores femininas e masculinas variáveis de acordo com o genótipo e as condições climáticas (Moshkin e Perestova, 1986), constituindo-se em fator de importância para os trabalhos de seleção (Ribeiro Filho, 1966). A polinização é anemófila e embora considerada autógama, a taxa de alogamia pode chegar a 25 % nas cultivares anãs e a 40 % nas cultivares de porte mais alto (Ribeiro Filho, 1966). Os rácemos podem apresentar forma cônica, cilíndrica ou oval (Moshkin e Perestova, 1986), atingindo a maturação em épocas diferentes, dependendo da posição na planta (Banzatto e Rocha, 1965).

O fruto da mamoneira é uma cápsula, geralmente contendo três sementes, variável em cor, forma, tamanho, peso, que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinhos, podendo ser deiscente ou indeiscente. A semente também é variável quanto a cor, forma, tamanho, peso, proporção de tegumento, presença ou ausência de carúncula e maior ou menor aderência do tegumento ao endosperma (Ribeiro Filho, 1966). A carúncula facilita os processos de desidratação, reidratação e germinação da semente, funcionando como uma reserva de água, tendo a capacidade de absorver água do solo e retê-la temporariamente, posteriormente transferindo-a para as outras partes da semente durante a germinação (Bianchini e Pacini, 1996). O principal componente da semente é o óleo, 35 a 55 %, nas cultivares comerciais, muito rico em ácido graxo ricinoleico ( $C_{17}H_{32}OHCOOH$ ) que, devido aos três grupos hidroxílicos e à posição da dupla ligação na cadeia, torna o óleo de mamona único, na natureza, solúvel em álcool, possuindo uma enorme versatilidade química dentro do ramo

industrial, podendo ser utilizado em rotas de síntese para uma grande quantidade de produtos (Chierice e Claro Neto, 2001), existindo, atualmente, no mercado, mais de 400 subprodutos derivados do óleo de mamona (Ambiente Brasil, 2006).

Segundo Moshkin, (1986b), a mamoneira é de grande complexidade morfofisiológica, possui metabolismo complexo, com fotossíntese do tipo C3, reação fotoperiódica a dias longos, acima de 12 horas/dia, com vários estádios de desenvolvimento em sua organogênese, cuja duração de cada um deles depende da cultivar e das condições ambientais. Tem sido cultivada em latitudes desde 40°S até 52°N e do nível do mar até 2.300 m (Távora, 1982). No entanto, Beltrão et al. (2001) consideram que em locais com altitude entre 300 e 1.500 m, a mamoneira encontra as condições ótimas para seu desenvolvimento, necessitando entre 2.000°C e 3.800°C (graus-dia) para chegar à maturidade, dependendo do ciclo da cultivar, sendo que, somente na formação do fruto, necessita de 1.200°C a 2.000°C (Moshkin, 1986d). Segundo Silva (1981), a variação de temperatura deve ser de 20°C a 30°C para que haja produções com valor comercial. Temperaturas muito elevadas, superiores a 40°C, provocam aborto de flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução substancial do teor de óleo nas sementes, enquanto baixas temperaturas retardam a germinação e, quando submetidas a temperaturas abaixo de 10°C, as plantas não produzem mais sementes devido à perda de viabilidade do pólen (Amorim Neto et al., 2001a).

### **2.1.1. A Pesquisa com a Mamoneira no Brasil**

A pesquisa com a mamoneira no Brasil iniciou-se no estado de São Paulo em 1936, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), com o lançamento das bases de um plano de trabalho para o melhoramento genético desta espécie e ensaios de competição de cultivares de portes alto e anão (Banzatto e Rocha, 1969; Banzatto et al., 1976). Os trabalhos do IAC culminaram com a recomendação de várias cultivares ao longo dos anos, tais como: Zamzibar e Sanguinea (Krug et al., 1943); IAC 38 (Canechio Filho, 1954); Campinas (Banzatto et al., 1963); Guarani (Banzatto et al., 1977); IAC 80 (Savy Filho et al., 1984) e IAC 226 (Beltrão, 2004).

No Estado do Rio de Janeiro, na década de 50, foram conduzidos trabalhos de introdução e avaliação de variedades da época, pelo Ministério da Agricultura, no antigo Campo de Sementes de Oleaginosas de Itaocara (Bayma, 1958), atualmente Estação Experimental de Itaocara, da PESAGRO-RIO.

Na década de 60, foi iniciado o programa de melhoramento genético da mamoneira no estado da Bahia, pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste – IPEAL; este programa passou a ser conduzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia - EPABA a partir de 1974, com várias cultivares desenvolvidas: SIPEAL 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 19, 25, 26 e EPABA 2 (Crisóstomo e Silva, 1975; Crisóstomo et al, 1975; Beltrão, 2004).

Outras instituições de pesquisa como a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, a Universidade Federal de Viçosa - UFV, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará EPACE e a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, não tendo lançado cultivares, entretanto, participaram ativamente das redes de competição de cultivares (Beltrão, 2004).

A partir de 1987 a EMBRAPA - CNPA passou a pesquisar a cultura da mamoneira, visando a adaptação de cultivares à região semiárida do Nordeste, com o lançamento das cultivares BRS 149-Nordestina, em 1988, e BRS 188-Paraguaçu, em 1999, além da continuidade dos trabalhos com a introdução de genótipos e teste de novos materiais objetivando o lançamento de novas cultivares (Freire et al., 1990; Freire et al., 1991; Beltrão, 2004).

Precipitação pluviométrica mínima de 500 mm anuais, temperatura média do ar entre 20 e 30°C e altitude entre 300 e 1.500 m vêm sendo considerados valores limítrofes para o cultivo da mamoneira no Brasil (Amorim Neto et al., 2001a) e tomados como base no zoneamento agrícola da cultura aprovado por Portarias do MAPA, para diferentes estados da federação (MAPA, 2009). Entretanto, a limitação de altitude para a cultura da mamona tem excluído muitos municípios do zoneamento e resultado em restrições quanto ao acesso de agricultores familiares, a políticas públicas de crédito e ao seguro rural. Isso criou a necessidade de incluir, entre as demandas atuais para o melhoramento genético da mamoneira, a adaptação de genótipos à baixa altitude visando a ampliação das áreas potenciais de plantio de mamona e a inclusão de muitos

municípios, onde atualmente o cultivo não é recomendado pelo zoneamento climático.

Assim, atualmente, trabalhos de introdução e competição de linhagens e cultivares elite de mamoneira estão em andamento em diferentes estados da federação. No estado do Rio de Janeiro, estudos com a mamoneira vêm sendo conduzidos pela PESAGRO-RIO em diferentes localidades (Itaocara, Campos dos Goytacazes, Seropédica e Paty do Alferes) no âmbito do programa RioBiodiesel (Rêgo Filho et al., 2005a e 2005b; Oliveira et al., 2006).

Segundo Vieira et al. (1997), apesar de vários problemas inerentes à cultura da mamoneira terem sido solucionados via melhoramento genético, como o aumento de produtividade e o aumento do teor de óleo na semente, a diminuição do porte da planta e do grau de deiscência do fruto e o aumento do nível de resistência a doenças, a maioria das lavouras, especialmente na região Nordeste, com destaque para o estado da Bahia, responsável por 85 % da produção nacional, é efetuada utilizando-se sementes dos campos dos próprios produtores. Assim, predomina, nas regiões produtoras, a mistura indefinida de tipos locais para plantio, pouco produtivos, deiscentes, de porte alto, tardias, baixo teor de óleo e susceptíveis à doenças. Este quadro tem resultado em rendimento médio nacional de  $547 \text{ kg ha}^{-1}$ , considerando a série histórica dos últimos 20 anos, de 1987/88 a 2007/08 (CONAB, 2009), bem abaixo do potencial de 1.500 a 4.000  $\text{kg ha}^{-1}$  (Savy Filho, 2008) preconizado para a cultura.

Poucos são os trabalhos sobre época de plantio da mamoneira no Brasil, com destaque para os relatos de Banzatto et al. (1975) e Azevedo et al. (1997a).

Segundo Ribeiro Filho (1966), os espaçamentos utilizados pelos produtores na cultura da mamoneira até 1940 eram os mais variáveis possíveis, o que prejudicava consideravelmente o rendimento cultural. De 1939 a 1945, realizou-se uma série de experimentos em Estações Experimentais do IAC a fim de se estabelecer o melhor espaçamento para a variedade anão IAC 38 (Canecchio Filho, 1954). Esses estudos foram refinados nos anos subsequentes com estudos de espaçamentos versus adubação (Canecchio Filho e Freire, 1959; Rocha et al., 1964). Em anos mais recentes, foi avaliado o cultivo da mamoneira em função de diferentes populações de plantas e espaçamentos em sistemas de cultivo isolado (Azevedo et al., 1997d; Azevedo et al., 1997b; Azevedo et al., 1997c) e em

sistemas de cultivo em consórcio com outras culturas, tais como feijão (Azevedo et al., 1997c) e milho (Azevedo et al., 1997a).

Mesmo sendo uma espécie rústica, com grande capacidade de adaptação a todas as regiões do Brasil, a mamoneira, ao contrário do que se acreditava, é bastante afetada por vários microorganismos, alguns dos quais chegam a causar prejuízos de grande expressão econômica, se as condições climáticas forem favoráveis ao seu desenvolvimento (Lima et al., 2001). O mofo cinzento, constatado pela primeira vez no Brasil no estado de São Paulo em 1932 (Gonçalves, 1936), cujo agente causal é o fungo *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert (sin. *Botrytis ricini* Godfrey), sendo considerado, atualmente, a doença mais séria da mamoneira em muitas regiões do Brasil (Milani et al., 2005), é caracterizado por atacar a inflorescência e os frutos da mamoneira em qualquer fase de seu desenvolvimento (Massala Júnior e Bendendo, 1997). A utilização de cultivares resistentes visando o controle do mofo cinzento tem sido recomendada por vários autores (Kimati, 1980; Drummond e Coelho, 1981), entretanto, são poucos os trabalhos sobre a reação de cultivares de mamoneira à infecção por *Amphobotrys ricini* no Brasil, destacando-se o de Lima e Soares (1990). Mais recentemente, estudos de avaliação da resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento foram realizados por Costa et al. (2004), Ueno et al. (2004).

Trabalhos regionais de avaliação e indicação de cultivares constituem as bases para o processo de implantação e desenvolvimento da cultura da mamona em nível regional, o que confere maior segurança à atividade de cultivo da mamoneira e constitui parte dos objetivos desse trabalho.

## **2. 2. Resíduos Agrícolas e Agroindustriais como Substrato Vegetal**

No Brasil, é crescente a demanda anual por substrato, a exemplo da fumicultura (130 mil m<sup>-3</sup>), da silvicultura (125 mil m<sup>-3</sup>) e da citricultura (100 mil m<sup>-3</sup>) (Kämpf, 2004), e este crescimento abre um mercado potencial para resíduos da agricultura e agroindústria, materiais normalmente descartados no ambiente, com alto impacto ambiental, e que podem fornecer matérias-primas para a composição de substratos.

O cultivo em substratos tem contribuído para a melhoria da sanidade, produtividade e qualidade de diferentes culturas, beneficiando os diversos setores do agronegócio envolvidos na produção de mudas e cultivo em recipientes.

Os primeiros substratos utilizados por viveiristas do mundo inteiro tinham por base misturas de solo mineral ou produtos de compostagem, esses materiais, entretanto, apresentavam problemas físicos, dificuldade de padronização e possibilidades de contaminação por patógenos (Booman, 2000a). Posteriormente, chegou-se ao desenvolvimento de substratos à base de turfa e sua mistura com perlita e vermiculita, enriquecida com nutrientes, os chamados *peat-lite*, utilizados, até os dias de hoje, para a germinação de sementes e cultivo em recipientes (Fonteno, 1993; Hartmann et al., 1997; Booman, 2000a). Esses materiais trouxeram uniformidade ao substrato e permitiram a eliminação de problemas com doenças, salinidade e compostos fitotóxicos, o aumento na produtividade dos viveiros e na qualidade dos produtos, a redução de custos e a elevação dos lucros (Booman, 2000a; 2000b). Desse modo, a turfa se consolidou como componente padrão de substratos, entretanto, questões de ordem ambiental e econômica vêm fazendo com que gradualmente venha sendo substituída por outros materiais, à medida que a pesquisa e a tecnologia avançam.

No Brasil, a produção de substratos era feita diretamente pelo produtor, utilizando como base terra de solo ou subsolo, o que ocorre ainda hoje. Os primeiros trabalhos de pesquisa com substratos iniciaram-se em meados da década de 70, com o primeiro substrato comercial nacional, à base de vermiculita e casca de árvores, tendo início a sua comercialização em 1983 (Minami, 2000).

A partir dos anos 1990, o aproveitamento de resíduos do processamento da indústria florestal tornou-se um dos principais componentes da maioria dos substratos comerciais produzidos pela indústria de substrato, devido ao grande impacto ambiental que geram, à sua grande disponibilidade, ao baixo custo e às características favoráveis para uso como substrato que muitos deles apresentam. Nos EUA, a casca de diversas espécies florestais como pinus, cedros e pinheiros participa, em alto percentual, dos substratos hortícolas produzidos pela indústria de substrato (Lu et al., 2004). No Brasil, cascas de pinus e eucalipto vêm sendo amplamente utilizadas como componente de misturas em substratos na produção de espécies florestais por empresas do setor florestal (Barroso et al., 2000; Freitas et al., 2006; Maeda et al., 2006) e de espécies hortícolas (Trani et al.,

2007). Em anos recentes, trabalhos de pesquisa têm avaliado resíduos agrícolas e da agroindústria, para aproveitamento como substrato hortícola, em substituição a materiais tradicionalmente utilizados, com resultados promissores.

Segundo Hartmann et al. (1997), um bom substrato deve: ser suficientemente denso e firme para a sustentação de sementes, estacas e plantas; ter relação C/N em torno de 20 a fim de se evitar imobilização de N e excessiva redução de volume durante a sua utilização (subsistência); apresentar características de fácil umedecimento (não hidrofóbico) e reter água suficiente para reduzir a frequência de irrigação; ser suficientemente poroso para permitir a drenagem do excesso de água e adequada aeração na zona das raízes; estar livre de sementes de plantas indesejáveis, pragas e patógenos; não apresentar altos níveis de salinidade; ser passível de tratamento químico ou físico sem efeitos danosos às suas características; apresentar alta CTC; ter qualidade constante e reproduzível; ser prontamente acessível e de custo aceitável.

Não existe substrato ideal para a produção de mudas, mas sim um substrato apropriado, que depende da espécie vegetal, do tipo de propágulo, da época do ano, do sistema de propagação utilizado, além do custo e disponibilidade dos componentes (Hartmann et al., 1997).

Os diferentes materiais utilizados como substratos podem ser de origem mineral, sendo naturais ou procedentes de rochas e minerais submetidos a tratamentos (solo, vermiculita, calcário, cinasita, areia, granito, perlita, pedras pomes); orgânicos naturais de origem animal (esterco, farinha de sangue, farinha de chifre, raspa de couro) e vegetal (turfa, esfagno, carvão, bagaços, fibra de coco, fibra de xaxim, tortas, cascas de árvores, casca de arroz carbonizada, etc.) e orgânicos sintéticos (isopor, espuma fenólica) (Martínez, 2002). A elaboração de substratos, seja artesanal ou industrial, baseia-se na seleção de materiais leves e porosos. Além de adequadas características físicas, químicas e biológicas, as matérias-primas devem estar disponíveis regularmente, em volumes suficientes e com baixo custo de aquisição e transporte (Daudt et al., 2007).

Além desses materiais de utilização mais frequentes, a pesquisa vem trabalhando na caracterização e experimentação de resíduos da agroindústria e agricultura como componente de substratos, como por exemplo, resíduos da indústria florestal (Aguiar et al., 1992; Barroso et al., 2000; Maia, 1999; Freitas et

al., 2006). Além disso, resíduos provenientes da produção direta de papel e celulose e do desdobro da madeira em serrarias, fábricas de compensados e laminados, são apontados como de uso potencial como substrato (Maeda et al., 2006). Esses materiais, quando compostados, apresentam boas propriedades físicas e químicas (Hardy e Sivasithamparam, 1989; Maeda et al., 2006), sendo de baixo custo.

Resíduos da indústria sucroalcooleira, como a mistura de bagaço de cana moído e torta de filtro, têm sido testados com êxito para produção de mudas de diferentes espécies como cana de açúcar (Morgado, 1998), eucalipto (Aguilar et al., 1992; Morgado, 1998; Barroso et al., 2000; Freitas, 2003), goiabeira (Schiavo e Martins, 2002), citros (Serrano et al., 2004) e maracujá (Serrano et al., 2006). Características químicas e físicas dessa mistura foram analisadas por Freitas (2003) e consideradas adequadas ao uso como substrato.

Outro resíduo que tem sido testado e usado na indústria de substratos é a casca de coco verde (Jasmim et al., 2006; Amaral, 2007). A casca de coco verde é um resíduo do uso e da industrialização da água de coco que, devido às características de suas fibras e alto conteúdo de umidade, ao contrário da casca de coco seco, é um material de difícil aplicação industrial. Gera grande impacto ambiental, pois 80 a 85 % do peso bruto do coco constitui-se de casca, que é descartada no ambiente em grandes quantidades sendo de difícil decomposição. A fibra e o pó da casca de coco, oriundos do beneficiamento da casca do coco verde, têm recebido bastante atenção para uso como substrato devido a propriedades físicas desejáveis de alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade, ser biodegradável, de fácil disponibilidade, facilidade de produção e baixo custo (Rosa et al., 2001; Carrijo et al., 2002).

Vários outros materiais, resíduos da agricultura e da agroindústria, vêm sendo pesquisados para uso como componente de substratos.

O tungue é uma euforbiácea do gênero *Aleurites*, cujo óleo é empregado principalmente na indústria de resinas e tintas. Estudos de caracterização física e química, além de testes de campo, revelaram resultados promissores para uso desse resíduo como substrato no cultivo em recipientes, que já vem sendo usado como condicionador de solo no cultivo de rosas e crisântemos de corte (Gruszynski, 2002).

O efeito do resíduo da agroindústria do chá preto como substrato na produção de espécies olerícolas foi estudado por Lima et al. (2007). Os resultados indicaram que o uso do resíduo bruto inibiu a germinação e o crescimento das plântulas, entretanto, o processo de decomposição apontou para a possibilidade de utilização desse resíduo como componente de substrato.

A casca do fruto da mamoneira é um material orgânico proveniente do descascamento da mamoneira, atualmente jogado fora, utilizado como adubo ou combustível na geração de calor. Além do uso como fertilizante orgânico (Lima et al., 2008), a casca do fruto da mamoneira vem sendo pesquisada para variados usos, como por exemplo: em composição com eucalipto para a produção de aglomerados (Freitas et al, 2009) e briquetes na produção de energia (Peres, 2005). Para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados cerca de 620 kg de casca (Severino et al., 2005). Estima-se que, somente em 2005, foram gerados no Brasil, aproximadamente 130.000 toneladas de casca de frutos de mamona, provenientes do beneficiamento dessa oleaginosa (Lima et al., 2008) e, com o advento do Programa Nacional do Biodiesel, prevê-se grande aumento na produção desse resíduo nas diferentes regiões produtoras do país.

### **2.2.1. Características Físicas, Químicas e Biológicas de Substratos**

Apesar das restrições de espaço em recipientes, a planta deve encontrar condições satisfatórias para seu desenvolvimento e, para tanto, o substrato deve ser melhor do que o solo em diversas características. Chama-se condicionador de substrato, o componente que irá melhorar de modo significativo as propriedades do meio de cultivo, e a escolha do condicionador deve estar baseada em uma análise do substrato, que irá indicar qual a propriedade a ser melhorada (Kämpf 2000a). Para preparar um substrato, é preciso então conhecer as características dos componentes a partir do exame de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Atualmente muitos substratos são compostos da mistura de dois ou mais componentes. Quando dois ou mais componentes são misturados para formar um substrato, as propriedades físicas e químicas da mistura resultante não são sempre iguais à soma de suas partes, mas irão formar novas propriedades que

são diferentes daquelas dos componentes individuais (Fonteno 2007). As propriedades físicas de um substrato são sempre mais importantes do que as propriedades químicas, uma vez que, não podem ser facilmente modificadas (Milner, 2002).

### **2.2.1.1. Características Físicas**

As propriedades físicas constituem um conjunto de características que descrevem o comportamento de um substrato, a sua porosidade, as frações sólida, líquida e gasosa que o compõem e a quantidade de água e de ar que será disponível à planta e que irão influenciar os processos de respiração radicular, absorção e nutrição da planta (Martínez, 2002). Entre as propriedades físicas mais utilizadas, destacam-se: a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e a economia hídrica (volumes de água disponíveis em diferentes potenciais) (Schmitz et al., 2002).

#### **a. Densidade**

A densidade é a relação entre a massa e o volume do substrato, expressa em  $\text{kg m}^{-3}$ . A densidade real expressa a relação entre a massa do material e o volume real ocupado pelas partículas, sem incluir o espaço poroso. A densidade aparente expressa a relação entre a massa e o volume ocupado, incluindo o espaço poroso (Martínez, 2002), podendo variar segundo a pressão aplicada ao material no momento do preenchimento do recipiente (Fermino, 2002).

Os materiais usados como componentes de substrato variam em densidade seca entre 50-100  $\text{kg m}^{-3}$  (espuma fenólica, vermiculita, perlita) até 1.500  $\text{kg m}^{-3}$  (areia) e quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo em recipiente, devido a limitações no crescimento das plantas e a dificuldades no transporte dos recipientes (Kämpf, 2000b).

## **b. Porosidade e Economia Hídrica**

Outra característica importante do substrato refere-se à sua porosidade. O pequeno volume dos recipientes de cultivo implica em uma elevada concentração de raízes, o que exige que o substrato seja suficientemente poroso a fim de permitir trocas gasosas eficientes. O volume ocupado pelos poros em um substrato é chamado de porosidade total (PT). A porosidade total é definida por Fonteno e Harden (2003) como sendo o volume percentual de um substrato ou componente de substrato compreendido pelos poros, constituindo a fração volumétrica que fornece a água e aeração, sendo a soma da porosidade total com as partículas sólidas igual a 100 %.

O valor da PT para um substrato ideal foi definido por De Boodt e Verdonck (1972) como sendo de 85 %. Segundo Martínez (2002), o conhecimento da porosidade total por si só não garante que um substrato tenha um bom equilíbrio entre os volumes de água e de ar, sendo necessário, para tanto, conhecer a proporção volumétrica entre os tipos de poros. O tamanho das partículas e a distribuição dos tipos de poros, influencia a relação ar:água de um substrato. Quando há uma grande diferença em tamanho de partículas entre dois ou mais componentes, pode ocorrer o excesso de subsidência do substrato pelo ajustamento entre as partículas ao longo do cultivo, com redução da relação ar:água (Argo, 1998).

De Boodt e Verdonck (1972) descreveram a curva característica ótima de liberação de umidade em substratos para caracterizar diversos substratos com base na definição de limites de tensões de disponibilidade de água para as plantas. Segundo esses autores, essa forma de representação das características hídricas e de aeração de substratos apresenta como principais vantagens: a) definir as propriedades físicas de um determinado material comparando-as com a curva ideal de liberação de umidade em substratos; e, b) em caso do material em estudo não estar apropriado para uso como substrato, é possível prever com que tipo de material deve ser misturado, para que o substrato final fique dentro da zona ótima da curva de liberação de umidade.

Os limites de tensão foram descritos como sendo:

a) Espaço de Aeração (EA) – é o volume ocupado pelo ar, na condição de saturação hídrica do material, após a drenagem livre. É a diferença em volume

entre a porosidade total (PT) e o conteúdo de umidade na tensão de 10 cm (0 e 1 KPa). O valor considerado ideal para o EA de substratos é de  $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , o que corresponde a 30 % em volume (Penningsfeld, 1983, citado por Schmidt et al., 2002), entretanto, segundo Kämpf (2002), esses valores podem variar de 2 a 30 %, de acordo com a espécie vegetal.

b) Água Facilmente Disponível (AFD) – é o volume de água liberada do substrato quando a tensão aumenta de 10 para 50 cm (1 a 5 KPa). Segundo Martínez (2002), o valor considerado ótimo de AFD de um substrato é de 20 a 30 %.

c) Água Tamponante – é o volume de água liberada entre 50 e 100 cm de tensão (5 a 10 KPa). Segundo Martínez (2002), o valor considerado ótimo de AT de um substrato é de 4 a 10 %.

A soma de AFD e AT são consideradas como a água disponível (AD) para a planta, com valor ótimo entre 24 e 40 % (Martínez, 2002; Schmitz et al., 2002). Outros dois conceitos foram desenvolvidos posteriormente, o de água remanescente (AR), definido como sendo a água retida no substrato a tensões superiores à 10 KPa, e o de água indisponível, definido como sendo a água retida a tensões superiores a 1.500 KPa (Drzal et al., 1999). Esses valores limites de tensões no substrato para a retirada da água pelas plantas não são padronizados internacionalmente, mas são adotados pela ISHS (International Society for Horticultural Science) e aceitos no Brasil (Gruszynski, 2002).

### **2.2.1.2. Características Químicas**

A grande diversidade de matérias-primas utilizadas na composição de substratos resulta em diferentes características químicas dos mesmos, como a disponibilidade de nutrientes, pH, salinidade e presença de elementos tóxicos.

Segundo Martínez (2002), os materiais usados como substrato podem ser classificados em: quimicamente ativos, em que ocorrem trocas entre o substrato e a solução, como por exemplo, os substratos que levam em sua composição componentes orgânicos; e quimicamente inertes, em que as trocas entre as fases sólida e líquida são nulas ou muito reduzidas.

As características químicas normalmente determinadas em substratos são o pH, a condutividade elétrica (CE) e os macro e micronutrientes (Abreu et al., 2002; Schmitz et al., 2002).

### **a. pH**

Quatro principais fatores podem afetar o pH do substrato. O primeiro refere-se às características dos componentes ainda na etapa de confecção do substrato. Os outros três atuam mais diretamente durante o cultivo: a alcalinidade da água de irrigação, o caráter acidez/basicidade dos fertilizantes utilizados e a espécie vegetal (Bailey et al., 2007).

A faixa de valor de pH considerada ideal para substratos é variável entre autores, de acordo com a presença ou não de solo mineral na mistura e com o tipo de cultivo. Kämpf (2000b) recomenda, para substratos com predominância de matéria orgânica, a faixa de pH de 5,0 a 5,8; e, para substratos à base de solo mineral, entre 6,0 e 6,5.

Valores reduzidos de pH podem levar a um aumento na disponibilidade de micronutrientes em níveis fitotóxicos, além de provocar deficiência de Ca e Mg, lixiviação de P e aumentar as chances de toxidez por amônia, enquanto pH acima de 6,2 pode levar a deficiência de Fe e B (Bailey et al., 2007).

### **b. Condutividade Elétrica (CE)**

A salinidade refere-se ao total de sais solúveis dissolvidos no substrato, sejam eles nutrientes ou não, e é determinada através da condutividade elétrica (CE) do material podendo inviabilizar o cultivo quando em excesso. A CE de um substrato pode ser afetada por vários fatores: os componentes do substrato; os fertilizantes adicionados ao substrato ou utilizados durante o cultivo; a água de irrigação; o método de irrigação (Cavins et al., 2000).

A sensibilidade das plantas à concentração de sais no substrato é variável segundo a espécie e a idade da planta, e, especialmente ao se utilizar materiais alternativos, é importante conhecer seu nível de salinidade (Kämpf, 2000b). Assim, um material pode apresentar boas propriedades físicas, porém, apresentar salinidade excessiva.

### 2.2.1.3. Características Biológicas

Algumas matérias-primas orgânicas utilizadas como componentes de substrato, como resíduos agrícolas e agroindustriais, podem causar injúrias e eventualmente a morte de plantas devido a problemas de fitotoxidez, atribuído a altos níveis de salinidade (Lacerda et al., 2006; Daudt et al., 2007) e a presença, no material *in natura*, de substâncias orgânicas tais como: ácidos graxos, compostos fenólicos, taninos, resinas e terpenos, em níveis fitotóxicos, com alterações metabólicas (enzimáticos ou hormonais) negativas ao desenvolvimento vegetal (Gartner et al., 1974; Still et al., 1976; Estaún et al., 1985; Ortega et al., 1996).

A redução da salinidade e, até mesmo a eliminação de possíveis substâncias fitotóxicas desses materiais podem ser obtidas através da compostagem (Yates e Rogers, 1981; Hardy e Sivasithamparam, 1989; Blanco e Almendros, 1997) ou conforme o caso, através da simples lavagem do material (Carrijo et al., 2001), entretanto, ainda necessitam ser avaliados e caracterizados quanto ao seu potencial fitotóxico antes de recomendado seu uso como substrato.

Métodos simples de avaliação utilizando espécies sensíveis a elementos potencialmente tóxicos têm sido utilizados para predizer a resposta vegetal em materiais com potencial para uso como substrato (Still et al., 1976; Jorba e Trillas, 1983; Ortega et al., 1996).

Segundo Handreck (1993), os problemas de salinidade e a presença de substâncias tóxicas são facilmente detectáveis durante os estágios iniciais do desenvolvimento vegetal, uma vez que, de maneira geral, a germinação de sementes e o enraizamento de estacas são mais facilmente e severamente danificados do que plantas adultas.

### 3. TRABALHOS

#### AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMONEIRA EM BAIXA ALTITUDE NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE ITAOCARA, RJ.

##### RESUMO

Este trabalho foi conduzido no município de Itaocara, RJ, região Noroeste Fluminense, com o objetivo de avaliar a resposta de diferentes genótipos de mamoneira em condições de baixa altitude (60 m). Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos genótipos: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 e T1, cultivados na época outono-inverno/2005 (primeira época), e dos genótipos: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista e G1, cultivados no período primavera-verão/2005/06 (segunda época). Foi utilizada parcela com área de 64 m<sup>2</sup> e área útil de 24 m<sup>2</sup>, com espaçamento de 2,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas, com uma planta por cova, marcando-se cinco plantas na área útil de cada parcela para as avaliações. Foram medidas as seguintes variáveis: altura de planta (AP); número de ramos por planta (NR); comprimento de ramos (CR); número de frutos por ramo (NF) e produtividade de grãos (PG) e a incidência de mofo

cinzento (ID). As produtividades da mamoneira alcançaram valores acima da média nacional, à exceção do genótipo Mirante 10 na primeira época; o período primavera-verão foi mais favorável para o cultivo e os genótipos de porte médio a alto apresentaram melhores respostas, nas duas épocas de cultivo.

#### ABSTRACT

This work was carried out in the municipality of Itaocara, RJ, Northwest of Rio de Janeiro Estate, to evaluate the response of different genotypes of castor beans in a low altitude (60 m). The experimental design used was randomized blocks with four replications. The treatments consisted of genotypes: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 and T1 grown in autumn-winter/2005 season (first season) and genotypes IAC 80, AL Guarany 2002, Nordestina BRS 149, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista and G1 grown during spring-summer/2005/06 (second season). Was used to plot area of 64 m<sup>2</sup> and 24 m<sup>2</sup> of floor area, with spacing of 2.0 m between rows and 1.0 m between plants with one plant per hole, marking the five plants in the floor area of each plot for evaluations. The following variables were measured: plant height (AP), number of racemes per plant (NR), length of racemes (CR), number of fruits per raceme (NF) and grain yield (PG) and the incidence of gray mold (ID). The yield of castor bean achieved above the national average, with the exception of genotype Mirante 10 in the first season, the spring-summer period was more favorable for the cultivation and medium-sized genotypes had a better response in the two seasons.

## INTRODUÇÃO

A estrutura fundiária da região Noroeste Fluminense é caracterizada por pequenas e médias propriedades, onde 54,7% dos estabelecimentos rurais possuem até 10 hectares e 37,7% possuem entre 10 e 100 hectares, fortemente baseada na agricultura familiar (CAMPO, 1999). Em consonância com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis, PNPB, o governo do Estado do Rio de Janeiro, através do Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005, instituiu o Programa RioBiodiesel, visando estimular os processos de desenvolvimento econômico e de inclusão social nos municípios fluminenses através da introdução de tecnologias de desenvolvimento limpo e sustentável, como o biodiesel (Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2005), abrindo a possibilidade de novas alternativas de geração de emprego e renda nas propriedades agrícolas. Assim, criou-se a oportunidade de avaliar a viabilidade técnica, socioambiental e econômica da produção de espécies de oleaginosas no estado do Rio de Janeiro. Com objetivo de dar o embasamento agrícola necessário para suporte ao referido Programa, ações de pesquisa com introdução e avaliação de espécies e cultivares vêm sendo conduzidas em diferentes regiões do estado do Rio de Janeiro pela PESAGRO-RIO, visando ao desenvolvimento do cultivo de diferentes espécies oleaginosas, entre elas a mamoneira (*Ricinus communis* L.).

No Brasil, os primeiros trabalhos com o melhoramento da mamoneira iniciaram-se no estado de São Paulo em 1936, no IAC, com o lançamento de um plano de trabalho para o melhoramento genético desta espécie e ensaios de competição de cultivares de portes alto e anão (Beltrão, 2004). No Estado do Rio de Janeiro, na década de 50, foram conduzidos trabalhos de introdução e avaliação de variedades da época, pelo Ministério da Agricultura, no antigo Campo de Sementes de Oleaginosas de Itaocara (Bayma, 1958), atual Estação Experimental de Itaocara, da PESAGRO-RIO. Atualmente, trabalhos de introdução e competição de linhagens e cultivares de mamoneira estão em andamento em diferentes estados da federação.

De acordo com D'yakov (1986), a mamoneira possui metabolismo complexo, com fotossíntese do tipo C3, com baixa taxa assimilatória líquida devido à intensa respiração global e à baixa eficiência fotossintética. A mamoneira

tem sido cultivada em latitudes desde 40°S até 52°N e do nível do mar até 2.300 m (Távora, 1982). No entanto, Beltrão et al. (2001) consideram que em locais com altitude entre 300 e 1.500 m, a mamoneira encontra as condições ótimas para o seu desenvolvimento. Esses valores, juntamente com a precipitação pluviométrica mínima de 500 mm anuais e temperatura média do ar entre 20 e 30°C, são considerados limites no zoneamento agrícola da cultura (Amorim Neto et al., 2001b), aprovado por Portarias do MAPA, para diferentes estados da federação (MAPA, 2009).

Embora o zoneamento agrícola seja uma ferramenta importante na aplicação da política agrícola governamental e orientação aos produtores no sentido de minimizar os riscos e as perdas na produção agrícola (Rossetti, 2001), a limitação de altitude para a cultura da mamona tem excluído muitos municípios do zoneamento. Isso tem resultado em restrições quanto ao acesso de agricultores familiares a políticas públicas de crédito e seguro rural, pois somente aqueles que se encontram em municípios que foram zoneados têm benefícios de receber sementes melhoradas, assistência técnica, crédito rural e o enquadramento de operações de custeio no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, PROAGRO.

Entre as demandas atuais para o melhoramento genético da mamoneira inclui-se a adaptação de genótipos a baixa altitude (Severino et al., 2006) visando à ampliação das áreas potenciais de plantio de mamona e à inclusão de muitos municípios onde atualmente o cultivo não é recomendado pelo zoneamento climático. Assim, torna-se necessária a condução de trabalhos de pesquisa para avaliar a resposta dessa espécie em regiões abaixo de 300 metros de altitude.

Com isto, objetivou-se, neste trabalho, a avaliação de genótipos de mamoneira, em baixa altitude, nas condições edafoclimáticas do município de Itaocara, na região Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental da PESAGRO-RIO no município de Itaocara, RJ, região Noroeste Fluminense, a 60 m de altitude, 21°40'09" de Latitude Sul e 42°04'34" de

Longitude Oeste, com precipitação média anual em torno de 1000 mm, concentrados no período de outubro-novembro a março-abril.

Foram avaliados os genótipos: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 e T1, cultivadas no período de outono-inverno/2005 (primeira época), com plantio no início de março/2005, e os genótipos: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista e G1, no período de primavera-verão de 2005/2006 (segunda época), com plantio no final de outubro/2005. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 7 m de comprimento, com espaçamento de 2 m entre linhas e 1 m entre plantas, com uma planta por cova, perfazendo uma área de 64 m<sup>2</sup>. Como área útil, foi considerada as duas linhas centrais, eliminando-se a planta da extremidade, perfazendo uma área de 24 m<sup>2</sup>. Com base nos resultados da análise química do solo da área experimental (Tabela 1) foram utilizados, como adubação de plantio 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-14-08 (NPK) e em cobertura, 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, aos 30 dias após a emergência (Savy Filho, 1997).

Tabela 1. Resultado da análise do solo da área experimental em Itaocara, RJ

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	T	t	V	MO
H <sub>2</sub> O	(mg dm <sup>-3</sup> )		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%	g dm <sup>-3</sup>
6,1	1,0	48	1,8	1,0	0,0	2,1	0,04	5,1	3,0	59	12,9

Fonte: UFFRJ

A precipitação pluviométrica registrada no período outono-inverno/2005 foi de 430 mm e na primavera-verão 2005/2006 foi de 899 mm. Na área útil de cada parcela, foram marcadas cinco plantas ao acaso nas quais foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP); número de ramos por planta (NR); comprimento de ramos (CR); número de frutos por ramo (NF) e índice de doença para a ocorrência de mofo cinzento (ID). A produtividade de grãos (PG) foi obtida a partir da colheita em toda a parcela útil. A colheita foi realizada em etapas segundo as características de cada material e a secagem realizada em terreiro.

As observações sobre a incidência de mofo cinzento foram feitas durante todo o ciclo das plantas, de acordo com o desenvolvimento dos ráceros, avaliando-se o número de ráceros doentes e a porcentagem afetada do rácermo utilizando-se a seguinte escala de notas: Grau 0 = rácermo sadio, sem sintomas visíveis; Grau 1 = entre 0 e 25% do rácermo afetado; Grau 2 = de 26 a 50% do rácermo afetado; Grau 3 = de 51 a 75% do rácermo afetado e Grau 4 = de 76 a 100% do rácermo afetado. Essas notas foram atribuídas individualmente por categoria de rácermo. A partir dos níveis de severidade da doença, calculou-se o índice de doença (ID), seguindo a metodologia utilizada por Lima e Soares (1990).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os procedimentos do programa Genes (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química do solo da área experimental indicaram ausência de alumínio trocável, acidez baixa e média saturação por bases (V). Os teores de P e de K são considerados muito baixo e alto, respectivamente, e de Ca e Mg são considerados altos (Raij et al., 1997). A mamoneira é bastante sensível à toxidez por Al e o melhor desenvolvimento das plantas é obtido quando do cultivo em solos com pH entre 5,0 e 6,5 (Amorim Neto et al., 2001a). Verifica-se, pois, que não houve impedimento ao cultivo com relação à presença de Al tóxico ou à elevada acidez, tendo sido necessário, somente, o ajuste com relação à adubação que seguiu as recomendações de Savy Filho (1997).

A análise de variância apresentou significância ( $p < 0,01$ ), indicando a existência de variabilidade genética entre os genótipos para todas as características avaliadas nas duas épocas de cultivo, com exceção de CR e NF na segunda época.

Na Tabela 2, estão demonstrados os resultados da primeira época de cultivo, período outono-inverno/2005, referentes à resposta dos genótipos avaliados.

Tabela 2. Médias de altura da planta (AP), número de rácemo por planta (NR), índice de doenças (ID), comprimento de racemo (CR), número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG) de genótipos de mamoneira, em Itaocara, RJ, no período outono-inverno/2005

GENÓTIPO	AP (cm)	NR (unid.)	ID (%)	CR (cm)	NF (unid.)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )
BRS149 Nordestina	284 a	7 a	42,51 bc	21 de	32 ab	1448 a
G1	221 ab	4 b	00,00 c	34 ab	39 a	1310 ab
V1	252 a	8 a	59,38 ab	32 abc	30 ab	1110 ab
BRS188 Paraguaçu	284 a	8 a	30,27 bc	17 e	19 b	1105 ab
IAC 80	142 c	7 a	42,31 bc	36 a	47 a	1095 abc
IAC 226	275 a	8 a	44,11 bc	27 bcd	34 ab	1016 abc
AL Guarany 2002	165 bc	8 a	46,67 bc	35 ab	30 ab	841 abc
T1	257 a	8 a	54,43 abc	30 abc	43 a	825 abc
Cafelista	117 c	7 a	41,00 bc	32 abc	40 a	797 abc
Savana	134 c	6 ab	65,68 ab	31 abc	32 ab	722 bc
Lyra	121 c	6 ab	77,13 a	31 abc	20 b	634 bc
Mirante 10	257 a	7 a	51,13 abc	25 cde	20 b	416 c
Média geral	209	7	46,22	29	32	943
CV (%)	14,1	16,4	23,69	11,8	22,5	29,1

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação à altura de plantas, observou-se dois grupos distintos, onde as maiores alturas foram observadas nos genótipos BRS 188 Paraguaçu e BRS 149 Nordestina, IAC 226, Mirante 10, T1 e V1 e G1 que não diferiram estatisticamente entre si, enquanto as menores alturas foram observadas nos genótipos Savana, Lyra, Cafelista e IAC 80, que não diferiram significativamente entre si. Esses resultados são consistentes com as características de porte médio a alto e porte baixo para o primeiro e segundo grupo, respectivamente. A exceção foi o genótipo IAC 80, que tem como característica apresentar um porte médio e apresentou porte baixo nesse período. Segundo Moshkin (1986), a característica altura de plantas na mamoneira é uma característica quantitativa controlada por vários genes e bastante influenciada pelo ambiente, o que pode explicar a resposta do genótipo IAC 80 com relação à altura de planta na altitude em que foi cultivada na área experimental.

De maneira geral, as maiores produtividades de grãos na primeira época de cultivo (Tabela 2) foram alcançadas pelos genótipos de porte médio a alto, com destaque para BRS 149 Nordestina, seguida por G1, V1, BRS Paraguaçu, IAC 80 e IAC 226, que, em números absolutos, apresentaram produtividades acima da média geral do experimento. Ficou evidenciado, ainda, que, nesse período, os genótipos que têm como característica apresentar porte baixo, como Cafelista, Lyra e Savana, embora não tenham se diferenciado estatisticamente dos genótipos de porte médio a alto, a exceção de BRS 149 Nordestina, alcançaram as menores produtividades, em números absolutos abaixo da média geral.

O genótipo Mirante 10 alcançou a menor produtividade ( $416 \text{ kg ha}^{-1}$ ) entre todos os genótipos estudados, o que concorda com o relato de Cerqueira (2008) que também observou que esse genótipo apresentou produtividade de apenas  $467,11 \text{ kg ha}^{-1}$  e alta susceptibilidade ao mofo cinzento, quando cultivado no período outono-inverno em condições de baixa altitude.

Observou-se, ainda na primeira época de plantio, alta incidência de mofo cinzento, medida pelo índice de doença (ID) com diferenças significativas entre os genótipos estudados (Tabelas 2). O mofo cinzento, cujo agente causal é o fungo *Amphobotrys ricini* (Buchw.) Hennebert (sin. *Botrytis ricini* Godfrey), sendo considerado, atualmente, a doença mais séria da mamoneira em muitas regiões do Brasil (Milani et al., 2005), é caracterizado por atacar a inflorescência e os frutos da mamoneira em qualquer fase de seu desenvolvimento (Massala Júnior e Bendendo, 1997).

Segundo Kimati (1980), alta umidade relativa do ar associada com temperaturas em torno de  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  são condições favoráveis à incidência do mofo cinzento e, se coincidentes com o período de floração e frutificação da mamoneira, podem levar os ráceros a serem totalmente destruídos, se a cultivar não possuir resistência genética.

Foram registrados, no período de março a outubro/2005, 430 mm de chuvas, que, embora irregulares (Figura 1), foram satisfatórios para o desenvolvimento da cultura, evidenciado pelo bom aspecto das plantas durante o período em que o experimento permaneceu no campo.

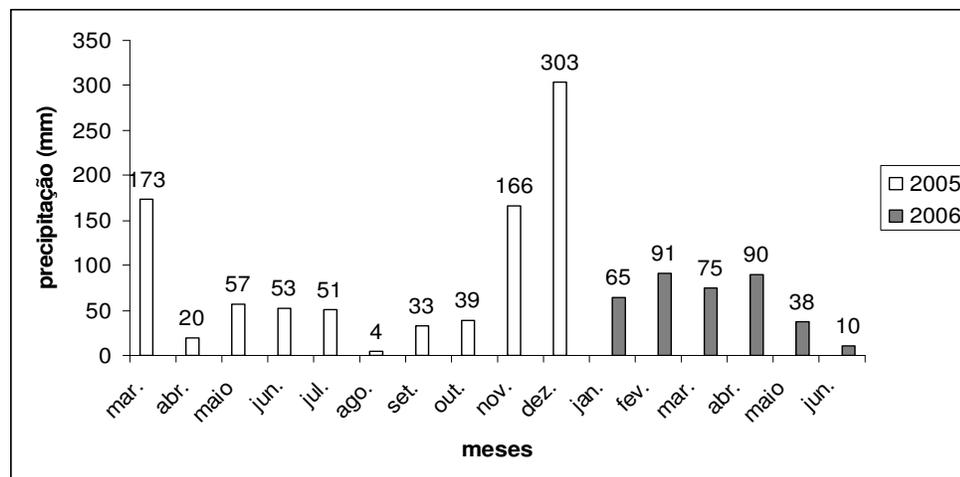


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) registrada em Itaocara, RJ, durante o período experimental 2005/2006.

Segundo Távora (1982), a mamoneira requer pelo menos 400 mm de precipitação desde o período vegetativo até a fase de florescimento. No semiárido paraibano. Azevedo et al. (1997), verificaram que, até o término do estágio vegetativo, ao redor de setenta dias após a germinação, as precipitações de 215 e 270 mm, em dois anos de cultivo, foram suficientes para garantir a obtenção de plantas bem estabelecidas e produtivas

A região Noroeste Fluminense tem a característica de apresentar alta umidade relativa do ar com temperaturas amenas durante o outono-inverno, conforme registrado durante o período experimental em Itaocara (Figura 2), o que pode explicar a alta incidência de mofo cinzento, possivelmente favorecida pela redução na temperatura média associada à alta umidade relativa do ar nesse período.

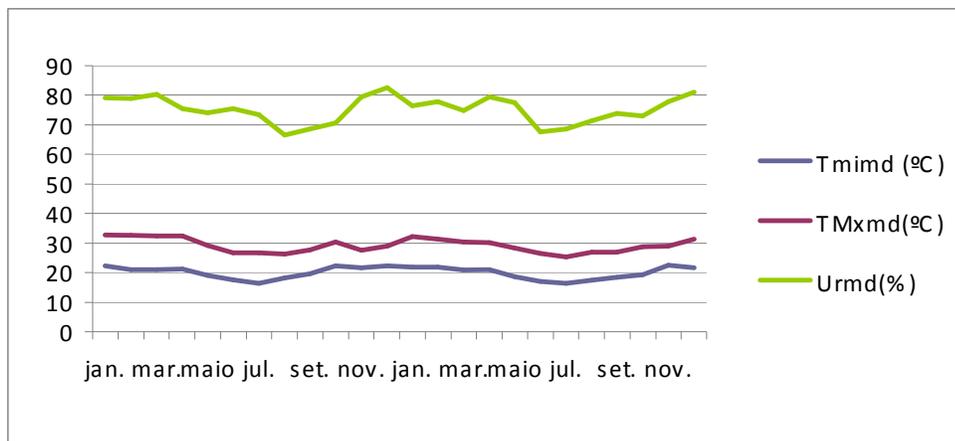


Figura 2. Temperaturas mínimas médias (TMimd); temperaturas máximas médias (TMxmd) e umidade relativa média (URmd) em Itaocara, RJ, referente aos anos de 2005 e 2006.

Rêgo Filho et al. (2007), ao acompanharem a evolução do mofo cinzento em genótipos de mamoneira no período outono-inverno em Campos dos Goytacazes, RJ, em função das condições climáticas no período, também observaram que a incidência da doença aumentou progressivamente no decorrer do período à medida que as temperaturas foram declinando, com o pico de incidência da doença no mês de julho.

Os genótipos de porte baixo apresentaram maior severidade de mofo cinzento, possivelmente, em função da arquitetura mais compacta das plantas, característica desses genótipos, o que favorece a maior retenção de umidade e a evolução da doença, sendo talvez, a principal causa dos baixos rendimentos apresentados por esses genótipos na primeira época de cultivo. Segundo Milani et al. (2005), plantas mais abertas são menos afetadas pela doença do que plantas compactas, assim como aquelas cujos ráceros estão acima das folhas, pois plantas compactas ou com a inflorescência cercada pelas folhas, formam um microclima propício ao desenvolvimento do fungo.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da segunda época de cultivo, período primavera-verão de 2005/2006, referentes à resposta dos genótipos avaliados.

Observou-se que, à exceção dos genótipos G1, Al Guarany 2002 e IC 80, todos os demais genótipos apresentaram, em termos percentuais, redução na

altura média de plantas na segunda época, quando comparado à primeira época de cultivo, sendo: Savana (46%); Lyra (41%); BRS 189 Paraguaçu (38%); IAC 226 (32%); Mirante 10 (28%); BRS 149 Nordestina (25%) e Cafelista (3,4%), apesar da maior disponibilidade hídrica no período. Esse resultado possivelmente foi influenciado pelos atributos físicos do solo onde foi instalado o experimento. A região apresenta irregularidade na distribuição de chuvas (Tabela 1) e, na área experimental, por se tratar de solo aluvial, sujeito a problemas de drenagem no período chuvoso, o excesso hídrico nos meses de novembro e dezembro de 2005. Esse fato pode ter prejudicado o desenvolvimento vegetativo de alguns genótipos menos tolerantes à condição de má drenagem, o que está de acordo com Beltrão et al. (2003) que observaram que o excesso de água reduziu, significativamente, a altura de planta da mamoneira cultivar BRS 188 Paraguaçu, quando comparado ao estresse por deficiência de água.

Tabela 3. Médias de altura da planta (AP), número de rácemo por planta (NR), índice de doença (ID), comprimento de rácemo (CR), número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG) de genótipos de mamoneira, em Itaocara, RJ, no período primavera-verão de 2005/2006

GENÓTIPO	AP (cm)	NR (unid.)	ID (%)	CR (cm)	NF (unid.)	PG (kg.ha <sup>-1</sup> )
BRS149 Nordestina	212 ab	7,5 bc	4,95 cd	28 bcd	36 bcd	1713 a
G1	231 a	3,0 e	0,00 d	36 abc	23 cd	1474 a
BRS188 Paraguaçu	174 bc	6,0 cd	8,47 bcd	15 e	21 d	1631 a
IAC 80	186 bc	4,0 de	16,04 abc	46 a	59 a	1127 b
IAC 226	187 bc	7,0 c	23,21 a	38 abc	50 ab	1581 a
AL Guarany 2002	174 ab	4,5 de	8,68 bcd	40 ab	26 cd	1128 b
Cafelista	113 de	3,0 e	6,87 cd	40 ab	36 bcd	1117 b
Savana	72,5 e	10,0 ab	25,49 a	26 cde	27 cd	1021 b
Lyra	71,5 e	12,0 a	19,87 ab	21 de	37 bc	1278 b
Mirante 10	184 b	10,5 a	26,07 a	21 de	27 cd	1520 a
Média geral	160,5	7,0	13,97	31	34	1359
CV (%)	11,22	15,46	34,82	16,17	17,70	9,74

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Houve um incremento na produtividade de grãos para todos os genótipos avaliados nessa época em relação à primeira época de cultivo, principalmente devido à maior disponibilidade hídrica no período primavera-verão, em que foram registrados 899 mm de chuva durante a condução do experimento e à menor severidade de mofo cinzento, conforme pode ser constatado pelos percentuais mais reduzidos de índice de doença (ID) (Tabela 3).

Nesse período, as temperaturas se mantiveram elevadas na região, possivelmente contribuindo para a menor evolução da doença, pois apesar da alta umidade relativa do ar, somente foram observados sintomas de incidência de mofo cinzento a partir do mês de abril, quando as temperaturas começaram a declinar (Figura 2). Durante a avaliação da incidência de mofo cinzento causado por *Botrytis cinerea* em mudas de eucalipto, em relação às condições climáticas predominantes no viveiro, (Mafia et al., 2006) constataram que as temperaturas média, máxima e mínima, foram as variáveis que mais se correlacionaram com a incidência da doença sendo que, dentre estas, a temperatura máxima apresentou maior correlação e que o risco de incidência da doença é elevado somente quando ocorrem temperaturas máximas inferiores a 27 °C. Possivelmente, situação semelhante ocorra com relação à evolução do mofo cinzento em mamoneira, o que requer estudos epidemiológicos específicos.

O genótipo G1 não apresentou sintomas visíveis da doença em nível de campo, com índice de doença igual a 0,0% para as duas épocas de cultivo, necessitando ser melhor investigado quanto a se constituir em uma possível fonte de resistência ao mofo cinzento. Rêgo Filho et al. (2007) também relataram que o genótipo G1 se destacou com relação à baixa incidência de mofo cinzento no período outono-inverno em condições de baixa altitude em Campos dos Goytacazes, RJ. Segundo Milani et al. (2005), o uso de cultivares com resistência ao mofo cinzento é a tática de manejo mais eficaz e desejável, entretanto, cultivares com níveis elevados de resistência a essa doença ainda estão sendo desenvolvidas, pois são poucas as informações sobre a reação de cultivares de mamoneira à infecção por *A. ricini* no Brasil.

Os genótipos com melhores respostas em aumento de produtividade na segunda época, em relação à primeira época de cultivo, foram Mirante 10 e Lyra, que também apresentaram os maiores incrementos no número de ráculos por planta e número de frutos por ráculo. Segundo Lima e Santos (1998), o

rendimento da mamoneira é positivo e genotípica ou fenotipicamente correlacionado com o número de ráculos por planta e número de frutos por ráculo.

Em geral, observou-se que os genótipos que apresentaram porte médio a alto, alcançaram as maiores produtividades de grãos também na segunda época de cultivo, mantendo-se, em números absolutos, acima da média geral, com destaque para BRS 149 Nordestina, BRS 189 Paraguaçu, IAC 226, Mirante 10 e G1. As exceções foram os genótipos Al Guarany 2002 e IAC 80 que apresentaram produtividades abaixo da média geral, provavelmente, devido ao baixo número de ráculos emitidos pelas plantas na segunda época, mas que foi compensado pelo menor ID no período, resultando ainda em aumento da produtividade em relação ao plantio de outono-inverno.

Os genótipos de porte baixo, Lyra, Savana e Cafelista, embora tenham alcançado os maiores incrementos de produtividade de grãos em relação à primeira época de cultivo, ainda mantiveram-se, em números absolutos, abaixo da média geral, possivelmente devido ao fato de terem sido plantados com o mesmo espaçamento dos genótipos de porte médio a alto, o que pode ter contribuído para a não expressão do seu potencial produtivo, fato que também foi observado e relatado por Severino et al. (2006). Assim, são necessários estudos complementares de avaliação de materiais de porte baixo, em diferentes arranjos populacionais para dados mais conclusivos.

Nóbrega et al. (2001) consideram que a produtividade em grãos mínima ideal, para a mamoneira, é de  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$ , abaixo deste valor esses autores consideram que o cultivo é de baixo potencial produtivo. A produtividade apresentada por todos os genótipos avaliados no período outono-inverno nas condições de baixa altitude de Itaocara foi inferior a este valor, sendo que somente os genótipos BRS 149 Nordestina e G1 se aproximaram do mesmo. Na segunda época de cultivo, entretanto, vários genótipos apresentaram produtividade de grãos superior a  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  como os genótipos BRS 149 Nordestina, BRS 189 Paraguaçu, IAC 226 e Mirante 10, ou ficaram bem próximos desse valor como o genótipo G1. Entretanto, nas duas épocas de cultivo, mesmo os genótipos que apresentaram as produtividades mais baixas, à exceção de Mirante 10 na primeira época de cultivo, se mantiveram ainda acima da média

brasileira de 547 kg ha<sup>-1</sup>, considerando a série histórica dos últimos vinte anos, de 1987/88 a 2007/08 (CONAB, 2009).

Especula-se que o cultivo da mamoneira em ambientes com altitude inferior a 300 metros seja inviável economicamente devido às altas temperaturas típicas dessas regiões, o que intensifica o metabolismo respiratório provocando o maior consumo das reservas fotossintetizadas. De fato, em condições ambientais normais, a fotorrespiração em plantas C<sub>3</sub> aumenta com o incremento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, aumenta também o custo energético da fixação de CO<sub>2</sub> (Taiz e Zeiger, 1998). Entretanto, segundo Siedow et al. (2009), estudos recentes têm revelado que a fotorrespiração envolve uma intrincada rede de rotas metabólicas e complexa regulação de expressão gênica e atividades enzimáticas que necessitam ainda ser melhor compreendidas para se saber com que extensão as mudanças no metabolismo respiratório podem afetar a produtividade.

Em estudos sobre a fotossíntese da mamoneira, Dai et al. (1992) observaram que sob reduzido *déficit* de pressão de vapor, a mamoneira manteve alta capacidade fotossintética por área foliar, aparentemente, devido à maior quantidade de clorofila, proteínas solúveis totais e de Rubisco, encontrada nessa espécie quando comparada com outras espécies C<sub>3</sub>. Observaram ainda que, sob condições de alta umidade, a fotossíntese respondeu favoravelmente ao aumento da temperatura. Efeitos adversos de altas temperaturas sobre a taxa de fotossíntese líquida de quatro genótipos de mamoneira somente se mostraram significativos quando associadas a alto *déficit* de pressão de vapor (Kumar e Vanaja, 2004). Assim, possivelmente, em regiões de baixa altitude onde ocorra boa disponibilidade de água no solo associada à alta umidade relativa do ar, os efeitos negativos de altas temperaturas sobre o rendimento da mamoneira sejam minimizados como indicado pelos resultados neste trabalho.

Para Severino et al. (2006), a desvantagem ecológica com relação a baixas altitudes pode ser compensada pelo melhor manejo de outros fatores como a fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e melhor exploração do potencial genético das plantas, permanecendo ainda a dúvida se a queda na produtividade da mamoneira fora dos limites de altitude considerados ideais seja acentuada a ponto de inviabilizar um cultivo comercial.

Os resultados obtidos nesse trabalho também estão em conformidade com resultados obtidos por outros autores que comprovaram ser o cultivo da mamoneira em condições de altitude inferiores a 300 m tecnicamente viável.

Silva (2005) avaliou seis cultivares de mamoneira de porte médio a alto em Pelotas, RS, em altitude de 70 metros, encontrando produtividade média de grãos entre os genótipos variando de 1.503 a 2.800 kg ha<sup>-1</sup> com média geral de 2.349 kg ha<sup>-1</sup>.

Severino et al. (2006) avaliaram 10 genótipos de mamoneira em três diferentes locais do semi-árido nordestino com altitudes inferiores a 300 metros e encontraram produtividade média de 1.402,5 kg ha<sup>-1</sup> entre os três locais, com variações de 621,1 a 1.825,1 kg ha<sup>-1</sup> entre os genótipos. Esses autores consideraram esse valor um bom resultado por estar próximo ao valor de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> considerado adequado para cultivo de mamona naquela região.

Lira et al. (2008), avaliando seis linhagens de mamoneira em Ipanguassu-RN, em altitude de 70 metros, obtiveram rendimentos de grãos variáveis entre os materiais de 1.081 a 2.284 kg ha<sup>-1</sup>, com média geral de 1.525 kg ha<sup>-1</sup>.

Em ensaios de competição de cinco cultivares de mamoneira em Cruz das Almas, BA, em altitude de 220 metros, foram obtidas produtividades que superaram as médias nacional, estadual e da região nordeste, em relação aos dados apresentados pela CONAB, relativos aos anos de 2006/2007 e às estimativas para 2007/2008 (Cerqueira, 2008).

Para Wrege et al. (2007), a altitude, em si, não tem representado problema para o cultivo da mamoneira, o que tem sido comprovado em experimentos realizados em toda a região Sul do Brasil, com rendimentos de grãos e óleo bastante satisfatórios.

Fatores edafoclimáticos parecem influenciar muito mais a produtividade da mamoneira do que a altitude isoladamente, o que é evidenciado quando se analisa, comparativamente, as produtividades médias alcançadas em cultivos comerciais na região nordeste (520 kg ha<sup>-1</sup>), que concentra 90 % da produção dessa oleaginosa no país, com aquelas alcançadas na região Centro-Sul (1.204 kg ha<sup>-1</sup>), com base na série histórica dos últimos vinte anos, de 1987/88 a 2007/08, conforme demonstram os dados oficiais (CONAB, 2009). Além disso, estudos recentes demonstram que a falta de políticas públicas, aliada a não adoção das tecnologias já desenvolvidas para a cultura, vêm limitando o

incremento de produtividade em algumas regiões como o semi-árido (Queiroga e Santos, 2008).

Os resultados encontrados nas condições em que foi conduzido esse trabalho associado a outros dados disponíveis na literatura sugerem que o cultivo da mamoneira em altitudes inferiores a 300 m pode ser considerado viável, sendo o desempenho produtivo encontrado muito acima da média histórica brasileira, desde que utilizados materiais genéticos e técnicas de manejo adequadas.

## CONCLUSÕES

A mamoneira cultivada em altitude de 60 m, nas condições edafoclimáticas de Itaocara e nas quais foram conduzidos os experimentos, apresentou produtividade acima da média nacional.

Os genótipos responderam diferentemente às condições ambientais em função da época de cultivo, sendo o período primavera-verão mais favorável nas condições de baixa altitude de Itaocara.

Os genótipos de porte médio a alto apresentaram melhores respostas com relação à maior produtividade de grãos e menor incidência de mofo cinzento nas duas épocas de cultivo estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim Neto, M. da S., Araújo, A. E. de, Beltrão, N. E. de M. (2001a) Clima e solo *In*: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 63-74.

Amorim Neto, M. da S., Araújo, A. E. de, Beltrão, N. E. de M. (2001b) Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3):551-556.

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Batista, F. A. S (1997) *Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 52 p. (Boletim de Pesquisa, 34).

Bayma, C. (1958) *Mamona*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura - Serviço de Informação Agrícola, 96 p.

Beltrão, N. E. de M., Silva, L. C., Vasconcelos, O. L., Azevedo, D. M. P de, Vieira, D. J. (2001) Fitologia. *In: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 37-59.

Beltrão, N. E. de M., Souza, J. G. de, Santos, J. W. dos (2003) Estresse hídrico (deficiência e excesso) e seus efeitos no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS 188 Paraguaçu. *Rev. Bras. Ol. Fibras.*, 7:735-741.

Beltrão, N. E. de M. (2004) *A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado de arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 19p. (Documentos, 129).

CAMPO (1999). *Polo agro-industrial associado à fruticultura irrigada na Região Noroeste Fluminense: Plano de negócio*. Brasília, 40 p.

Cerqueira, L. S. (2008) *Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude*. Tese (Mestrado em Melhoramento Genético) - Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 57p.

CONAB - Série Histórica: mamona: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131> em 10/03/09.

Cruz, C. D. (2006) *Programa Genes – versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Ed. UFV, 648 p.

Dai, Z., Edwards, G., Ku, M. (1992) Control of photosynthesis and stomatal conductance in *Ricinus communis* L. (castor bean) by leaf to air vapor pressure déficit. *Plant Physiol.* 99:1426-1434.

D'yakov, A. B. (1986) Properties of photosynthesis *In*: MOSHKIN, V. A. (ed). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 65-67.

Governo do Estado do Rio de Janeiro (2005) *Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005: cria o Programa Riobiodiesel e da outras providências*. Rio de Janeiro: Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, ano XXXI, nº 124, Parte I, 07 de julho de 2005, p.4-5.

Kimati, H. (1980) Doenças da mamoneira *In*: GALLI, F. *Manual de Fitopatologia*, 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 347-351.

Kumar, V. P., Vanaja, M. (2004) Effect of weather parameters on photosynthesis in four castor bean genotypes. *Indian Journal of Plant Physiology* 9 (4):442-446.

Lima, E. F., Santos, J. W. dos (1998) Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). *Rev. Ol. Fibrós.*, 2(2):147-150.

Lima, E. F., Soares, J. J. (1990) Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Brotrytis ricini*. *Fitopatologia Brasileira*, 15:96-97.

Lira, M. A., Milani, M., Carvalho, H. W. L. de, Santos, F. C. (2008) *Desempenho de linhagens de mamona em baixa altitude no estado do Rio Grande do Norte*, CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Mafia, R. G., Alfnas, A. C., Ferreira, E. M., Leite, F. P., Souza, F. L. (2006) Variáveis Climáticas Associadas à Incidência de Mofo-Cinzento em Eucalipto. *Fitopatol. Bras.* 31(2):152-157.

MAPA - Sislegis-Sistema de Legislação Agrícola Federal: <http://www.agricultura.gov.br/> em 18/03/2009.

Massala Júnior, M. S., Bendendo, I. P. (1997) Doenças da mamoneira *In*: Kimati, H., Amorin, L. (eds.) Manual de fitopatologia: doença das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 497-500.

Milani, M., Nóbrega, M. B. M., Suassuna, N. D., Coutinho, W. M. (2005) *Resistência da Mamoneira (Ricinus communis L.) ao Mofo Cinzento Causado por Amphobotrys ricini*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 22p. (Documentos, 137).

Moshkin, V. A. (1986) Growth and development of the plant. *In*: Moshkin, V. A. (ed). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 36-42.

Nóbrega, M. B. de M., Andrade F. P. de, Santos, J. W. dos, Leite, E. J. (2001) Germoplasma. *In*: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 257-280.

Queiroga, V. de P., Santos, R. F. (2008) *Levantamento dos principais problemas da produção de mamona em uma amostra de produtores familiares do nordeste*, CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 285p.

Rêgo Filho, L. de M., Bezerra Neto, F. V., Santos, Z.M. (2007) *Avaliação da incidência de mofo cinzento em genótipos de mamoneira no período de outono-*

*inverno em Campos dos Goytacazes-RJ*, CD-ROM dos Anais do 2º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, DF, Brasil.

Rossetti L. A. (2001) Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. *Rev. Bras. Agrometeorologia*, 9(3):p. 386-399.

Savy Filho, A. Mamona *In: Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. (1997) Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, p. 201.

Severino, L. S., Milani, M., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D. (2006) Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2):188-194.

Silva, S. D. dos A. (2005) *A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), 33 p. (Documentos 149).

Taiz, L., Zeiger, E. (1998) *Plant physiology*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 792p.

Távora, F.J.A. (1982) *A cultura da mamona*. Fortaleza: EPACE, 111 p.

Wrege, M. S., Silva, S. D. dos A., Garrastazu, M. C., Reisser Júnior, C., Steinmetz S., HERTER, F. G., Matzenauer, R. (2007) *Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), 28 p. (Documentos, 192).

## RESPOSTA DA MAMONEIRA BRS 149 NORDESTINA A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM CONDIÇÕES DE BAIXA ALTITUDE

### RESUMO

Este trabalho foi conduzido no município de Itaocara, RJ, região Noroeste Fluminense, com o objetivo de avaliar a resposta da mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina a diferentes espaçamentos em duas épocas de cultivo, em condições de baixa altitude (60 m). Utilizou-se delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco espaçamentos entre linhas: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m, em duas épocas, primavera-verão 2007/08 (primeira época) e outono-inverno/2008 (segunda época). Foram observadas as variáveis altura de plantas (AP); altura de inserção do rácemo primário (ARP); número de rácemos por planta (NR); comprimento de rácemos (CR); número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG). O espaçamento entre linhas afetou significativamente as variáveis AP, ARP, NR, NF e PG, na primeira época de cultivo, e as variáveis AP, NR e PG na segunda época. A variável CR não foi afetada pelos espaçamentos nas duas épocas. A produtividade de grãos da cultivar BRS 149 Nordestina foi maior no espaçamento de 2,5 m entre linhas nas duas épocas, alcançando valores acima da média nacional, sendo o período primavera-verão mais favorável ao cultivo.

## ABSTRACT

This work was carried out in the municipality of Itaocara, Northwest of Rio de Janeiro State, to evaluate the response of the castor bean cultivar BRS 149 Nordestina different spacings in the two periods of cultivation in a low altitude (60 meters). The experimental design used was in randomized blocks with four replications. The treatments consisted of five row spacings: 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 m in two seasons, spring-summer 2007/08 (first season) and autumn-winter/2008 (second season). The variables plant height (AP), height of insertion of the primary raceme (ARP), number of racemes per plant (NR), length of racemes (CR) number of fruits per raceme (NF) and grain yield (PG) were evaluated, The spacing between rows significantly affected the variables AP, ARP, NR, NC and PG in the first growth season and the variables PA, NP and PG in the second season. The variable CR was not affected by the spacing either of the season. The grain yield of BRS 149 Nordestina was highest in the spacing 2.5 m spacing between rows in both seasons, reaching yield values above the national average, and the spring-summer period season was the most favorable for the cultivation.

## INTRODUÇÃO

O zoneamento agroclimático limita a altitude para o cultivo da mamoneira entre 300 e 1500 metros. Este fato tem resultado em restrições de agricultores familiares, cujas áreas estão situadas em altitudes inferiores a 300 metros, quanto ao acesso a políticas públicas de crédito e seguro rural.

Entende-se por espaçamento o intervalo compreendido entre duas fileiras e por densidade de plantio, o espaço deixado entre plantas dentro da fileira. O espaçamento e a densidade de plantio definem a população e o arranjo de plantas de determinada cultura (Azevedo et al., 1997d), que podem ser manipulados através de alterações na densidade de plantas e no espaçamento entre linhas. A escolha adequada do arranjo de plantas pode favorecer a interceptação da radiação solar recebida pela cultura que está intimamente

relacionada à produtividade de grãos, desde que outros fatores como água e nutrientes estejam disponíveis sem limitações (Argenta et al., 2001). Diferentes arranjos espaciais resultantes da combinação do espaçamento entre linhas de semeadura e o número de plantas por metro na linha de semeadura têm sido estudados com maior frequência pela maior ou menor adaptação das culturas ao ambiente (Kuns et al., 2007).

A correta definição da população de plantas é uma prática cultural bastante simples, mas de grande impacto sobre a produtividade e sobre diversos aspectos de condução de uma cultura. Na definição da população de plantas deve-se levar em consideração o clima, características do solo (textura, estrutura, fertilidade, relevo), características da cultivar a ser plantada (porte, ciclo, susceptibilidade a doenças e pragas, formas de colheita) e manejo a ser empregado (mecanização, irrigação, etc.) (Severino et al., 2004). No caso da mamoneira não é diferente.

A resposta da mamoneira à população de plantas depende da interação entre fatores inerentes à própria planta e de fatores edáficos e climáticos, além dos sistemas de cultivos adotados. Assim, a população ótima da mamoneira é variável e depende do porte do material utilizado, da umidade, da fertilidade do solo e da necessidade do uso de animais ou máquinas utilizadas nas diferentes etapas de cultivo (Azevedo et al. 2001; Cartaxo et al., 2004). Solos de alta fertilidade natural ou fortemente adubados e em condições de boa disponibilidade hídrica podem provocar crescimento exuberante nas plantas de mamoneira, provocando o acamamento de plantas, prejudicar as operações de manejo e colheita e a produtividade final (Severino et al., 2006b). Plantas muito adensadas em condições de maior umidade relativa têm menor ventilação interna na copa e favorecem o ataque de mofo cinzento (Milani et al., 2005).

Para cultivares e híbridos de porte anão, os aspectos relacionados à população de plantas são ainda mais complexos, pois tais materiais apresentam grande variação no hábito de crescimento e na capacidade de resposta às condições edafoclimáticas (Azevedo et al., 2001). Desse modo, a determinação do espaçamento mais adequado entre linhas deve levar em conta as diferentes situações, como características do clima e solo da região de plantio e as características da cultivar a ser plantada.

Segundo Ribeiro Filho (1966), os espaçamentos utilizados pelos produtores na cultura da mamoneira até 1940 eram os mais variáveis possíveis, o que

prejudicava consideravelmente o rendimento cultural. Posteriormente, realizou-se uma série de experimentos em Estações Experimentais do Instituto Agrônomo de Campinas a fim de se estabelecer o melhor espaçamento para a variedade anã IAC 38 (Canecchio Filho, 1954). Esses estudos foram refinados, nos anos subsequentes, com estudos de espaçamentos versus adubação (Canecchio Filho e Freire, 1959; Rocha et al., 1964).

Entretanto, ainda há pouca disponibilidade de informações científicas para dar suporte a recomendações técnicas sobre a população ideal e o correto espaçamento entre linhas a ser adotado para o cultivo da mamoneira de acordo com as peculiaridades regionais, sendo as recomendações existentes bastante generalizadas e com base em critérios pouco objetivos. Por exemplo, recomendase, para cultivares de porte médio, em áreas de sequeiro e nas condições de cultivos isolados os espaçamentos de 2 x 1 m (5.000 plantas ha<sup>-1</sup>) para solos de baixa fertilidade; 3 x 1 m (3.333 plantas ha<sup>-1</sup>) para solos de média fertilidade e 4 x 1 m (2.500 plantas ha<sup>-1</sup>) para solos de alta fertilidade (Azevedo et al., 1997d; Azevedo et al. 2001; Cartaxo et al., 2004). Encontram-se, ainda, na literatura, recomendações feitas com base no espaçamento padrão de 3 x 1m, de forma generalizada, para várias condições de clima e de solo (Severino et al., 2006d).

Verifica-se, portanto, a necessidade de experimentação local a respeito da resposta de cultivares em diferentes populações de plantio. No estado do Rio de Janeiro foram avaliados diferentes genótipos de mamoneira de porte alto, médio e anão no espaçamento de 2 x 1 m (5.000 plantas ha<sup>-1</sup>). Na produtividade média de três localidades, entre os genótipos de porte médio a alto destacaram-se as cultivares IAC 80 e BRS 149 Nordestina (Oliveira et al. 2006a).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta agrônômica da cultivar BRS 149 Nordestina a diferentes espaçamentos entre linhas, visando otimizar a produtividade de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental da PESAGRO-RIO, no município de Itaocara, RJ, região Noroeste Fluminense, a 60 m de altitude, 21°40'09" de Latitude Sul e 42°04'34" de

Longitude Oeste, com precipitação média anual em torno de 1.000 mm, concentrados no período de outubro-novembro a março-abril. Adotou-se delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições com cultivos na primavera-verão/2007/08 (primeira época) e outono-inverno/2008 (segunda época). Os tratamentos consistiram de cinco espaçamentos entre linhas: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m, mantendo-se fixa a distância de 1 m entre plantas na linha de plantio. A parcela experimental foi composta por linhas de 6 m de comprimento e largura de 10 m com variações em alguns tratamentos a saber: 10,5 m de largura nos espaçamentos de 3,5 m e 9 m de largura nos espaçamentos de 1,5 e 3 m. Considerou-se como bordadura a primeira e última linha de cada parcela eliminando-se 1 m das extremidades.

Com base nos resultados da análise química do solo da área experimental (Tabela 1), foram utilizados como adubação de plantio 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 02-30-10 (NPK) e, em cobertura, 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio aos 30 dias após a emergência (Savy Filho, 1997).

Tabela 1. Resultado da análise do solo da área experimental em Itaocara, RJ

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	T	t	V	MO
	Mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%	g dm <sup>-3</sup>
5,7	2,0	45	1,8	2,6	0,0	1,7	0,06	6,3	4,6	73	11,6

Fonte: UFRRJ

O plantio foi realizado em duas épocas outubro/2007 (primeira época) e março/2008 (segunda época). A cultivar BRS 149 Nordestina foi escolhida para experimentação em diferentes espaçamentos, neste trabalho, por ter se destacado nos experimentos anteriores de avaliação de genótipos nas condições edafoclimáticas de Itaocara, RJ, em duas épocas de cultivo. Foram utilizadas três sementes por cova para posterior desbaste, deixando uma planta por cova. Na área útil de cada parcela, foram marcadas cinco plantas ao acaso nas quais foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP); altura de inserção do rácemo primário (ARP); número de rácemos por planta (NR); comprimento de rácemos (CR); número de frutos por rácemo (NF). A produtividade de grãos (PG) foi avaliada em todas as plantas da parcela útil, colhendo-se e pesando os frutos

e convertendo para peso de sementes pelo fator de correção 0,6124, sugerido por Severino et al. (2005) para a cultivar BRS 149 Nordestina. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os procedimentos do programa Genes (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química do solo da área experimental indicaram a ausência de alumínio trocável, acidez baixa e média saturação por bases (V). Os teores de P e de K são considerados muito baixo e alto, respectivamente, e de Ca e Mg são considerados altos (Raij et al., 1997). A mamoneira é bastante sensível à toxidez por Al e o melhor desenvolvimento das plantas é obtido quando do cultivo em solos com pH entre 5,0 e 6,5 (Amorim Neto et al., 2001a). Verifica-se, assim, que não houve impedimento ao cultivo com relação à presença de Al tóxico ou à elevada acidez, tendo sido somente necessário o ajuste com relação à adubação que seguiu as recomendações de Savy Filho (1997).

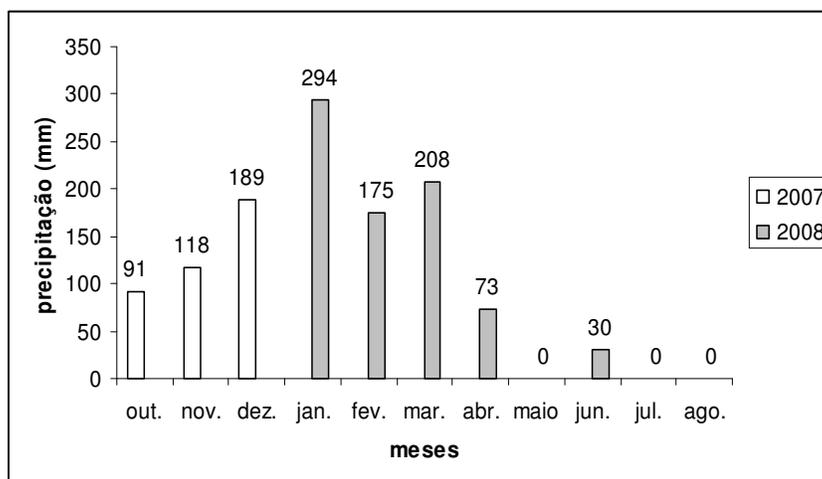


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) registrada em Itacara, RJ, durante o período experimental, 2007/2008.

Foram registrados, durante o período experimental, 1.178 mm de chuvas, sendo 1.148 mm de outubro/2007 a abril/2008, durante a primeira época de cultivo, e 486 mm de fevereiro a agosto/2008, durante a segunda época. As chuvas, embora irregulares na segunda época (Figura 1), foram satisfatórias para o desenvolvimento da cultura, evidenciado pelo bom aspecto das plantas durante o período em que a cultura permaneceu no campo.

Segundo Távora (1982), a mamoneira requer pelo menos 400 mm de precipitação desde o período vegetativo até a fase de florescimento. No semiárido paraibano, Azevedo et al. (1997a) verificaram que, até o término do estágio vegetativo, ao redor de setenta dias após a germinação, a precipitação de 215 e 270 mm, em dois anos de cultivo, foi suficiente para garantir a obtenção de plantas bem estabelecidas e produtivas. Experimentos conduzidos por Souza et al. (2007b), avaliando quatro épocas de plantio combinadas com diferentes manejos da irrigação no Ceará, indicaram ser provável que a mamoneira utilize de forma eficiente o suprimento hídrico disponível no início do ciclo, e consiga assegurar boas produtividades, mesmo após o término da estação chuvosa ou com a suspensão da irrigação.

A análise de variância apresentou significância ( $p < 0,01$ ), para AP, ARP, NR e PG, na primeira época, e NR e PG, na segunda época, indicando a existência de variabilidade para essas características.

Algumas características ligadas ao crescimento das plantas foram influenciadas pelo espaçamento entre linhas, como a altura de planta (AP) e a altura de inserção do rácemo primário (ARP). Na primeira época, a maior altura de planta foi observada com os menores espaçamentos, que foi reduzindo à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas, com as médias ajustando-se a uma regressão quadrática (Fig. 02). A altura de inserção do rácemo primário apresentou a mesma tendência com efeito linear decrescente (Fig. 03), possivelmente devido a um efeito de competição por luz nos menores espaçamentos, aliado a outros fatores climáticos, como a boa disponibilidade hídrica no período, que favoreceu o crescimento vegetativo das plantas.

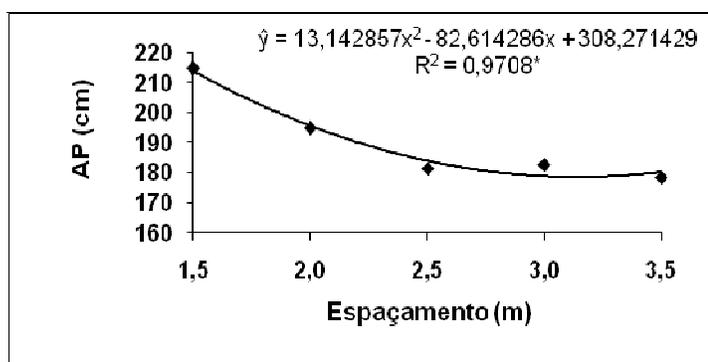


Figura 2. Altura de plantas (AP) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

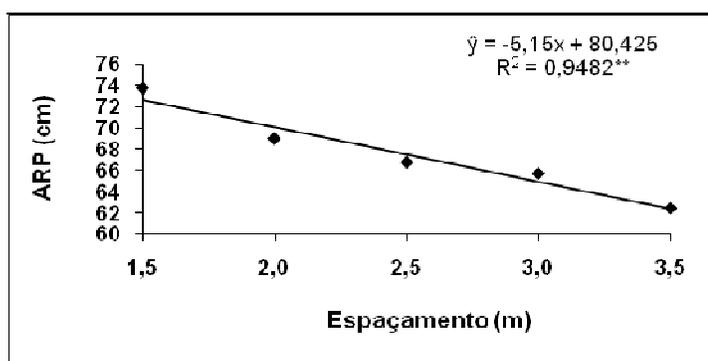


Figura 3. Altura de inserção do rácimo primário (ARP) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

Severino et al. (2006d), ao trabalharem com a mesma cultivar BRS 149 Nordestina, em diferentes espaçamentos entre linhas (2; 2,5; 3 e 3,5 m), também observaram maior altura de inserção do rácimo primário com a redução do espaçamento, embora a altura de planta não tenha sido afetada significativamente. Além disso, Souza et al. (2007b), ao estudarem o efeito de diferentes épocas de plantio na mamoneira BRS 149 Nordestina, plantada no espaçamento de 1,5 x 1,0 m, também observaram maior altura de inserção do rácimo primário nas épocas de maior precipitação pluviométrica. A variação da densidade de plantio na linha, mantendo-se constante a distância de 2,0 m entre linhas, também contribuiu para aumentar significativamente a altura de plantas e a

altura de inserção de todas as categorias de rácermos nas cultivares BRS 149 Nordestina e BRS 180 Paraguaçu (Afféri et al., 2008).

Na segunda época de cultivo, entretanto, observou-se efeito contrário do espaçamento sobre a altura das plantas, ou seja, à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas e, conseqüentemente, reduziu-se a população de plantas por área, a altura de plantas também aumentou (Fig. 04). Esse efeito aparentemente contraditório, possivelmente deve-se à maior competição entre plantas nos espaçamentos menores e em maiores populações por área, agravado pela menor disponibilidade hídrica no período, o que também foi observado por Severino et al. (2006a), para a mesma cultivar, nas condições do semiárido nordestino, sob pouca e irregular precipitação pluviométrica. Para esses autores, a altura da mamoneira está diretamente relacionada à disponibilidade de água durante o ciclo e à competição por luz e, por esse motivo, o estreitamento do espaçamento entre linhas tanto pode reduzir a altura das plantas, quando a disponibilidade de água é baixa, quanto provocar aumento do porte das plantas, quando há adequado suprimento hídrico, pois o excessivo crescimento lateral das plantas provoca aumento na competição por luz, o que pode induzir ao maior crescimento em altura. Não houve efeito significativo do espaçamento sobre a variável ARP na segunda época (Fig. 05).

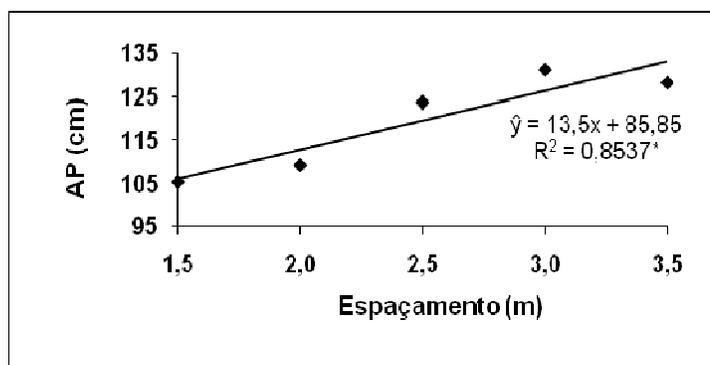


Figura 4. Altura de plantas (AP) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

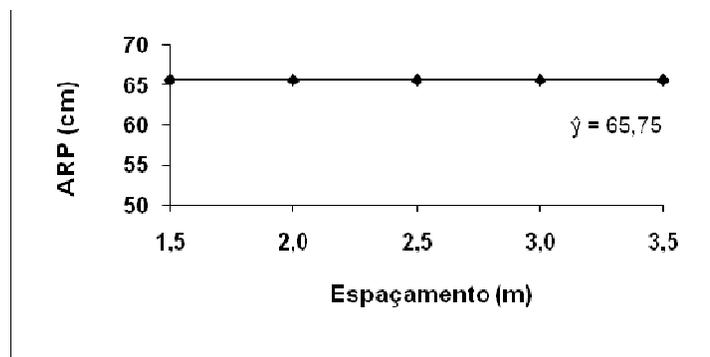


Figura 5. Altura de inserção do rácimo primário (ARP) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

No que diz respeito às características ligadas à produção, observou-se efeito significativo dos diferentes espaçamentos para algumas das variáveis estudadas nas duas épocas de cultivo. Na primeira época, o número de rácemos por planta (NR) e o número de frutos por rácemo (NF) aumentaram de forma linear crescente à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas e reduziu-se a população de plantas. Por outro lado, para a variável comprimento de rácemos (CR) não houve resposta significativa dentro do intervalo de espaçamentos utilizados (Figs. 06, 07 e 08).

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Azevedo et al. (1997b) e Azevedo et al. (1997c). Esses autores conduziram trabalhos com cultivares de porte médio em condições semiáridas do nordeste brasileiro, em que houve redução do número de rácemos por planta, do tamanho dos rácemos e do número de frutos por rácemo com o aumento na população de plantas e evidenciaram uma população ótima de 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , correspondente ao espaçamento de 2 x 1 m.

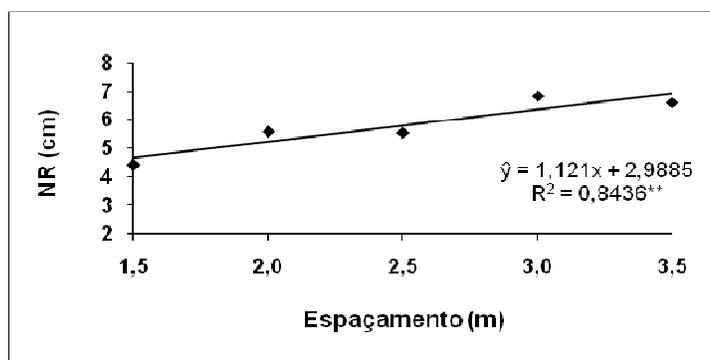


Figura 6. Número de ramos por planta (NR) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

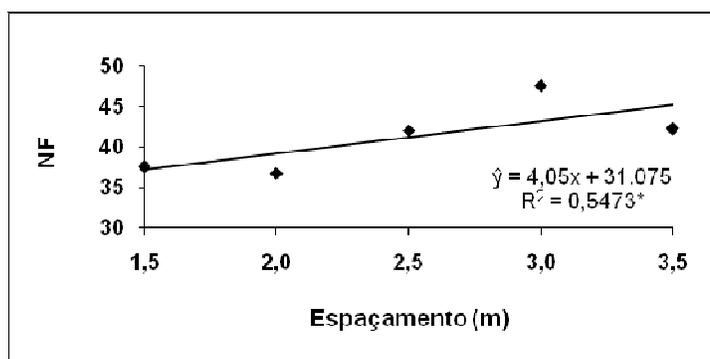


Figura 7. Número de frutos por ramo (NF) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

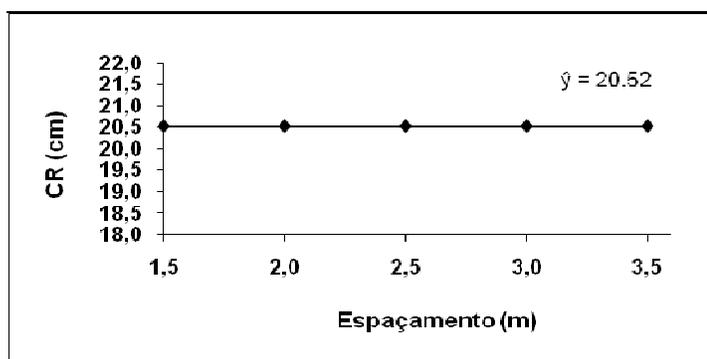


Figura 8. Comprimento de ramos por planta (CR) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

Na segunda época de cultivo, somente a variável número de ramos por planta (NR) foi afetada de forma significativa pelo espaçamento, com resposta linear crescente à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas, ao passo que para as variáveis comprimento de ramos (CR) e número de frutos por ramo (NF) não houve resposta significativa dentro do intervalo de espaçamento utilizado (Figs. 09, 10 e 11).

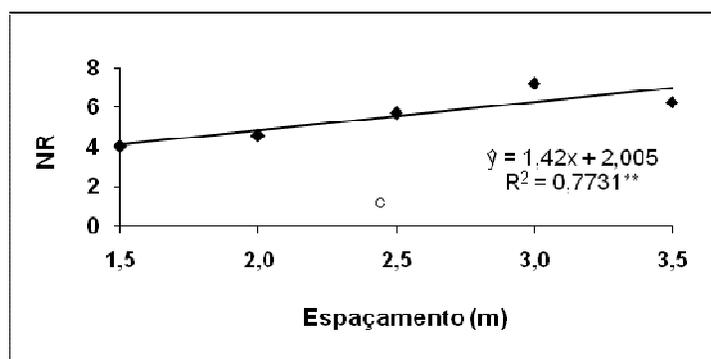


Figura 9. Número de ramos por planta (NR) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

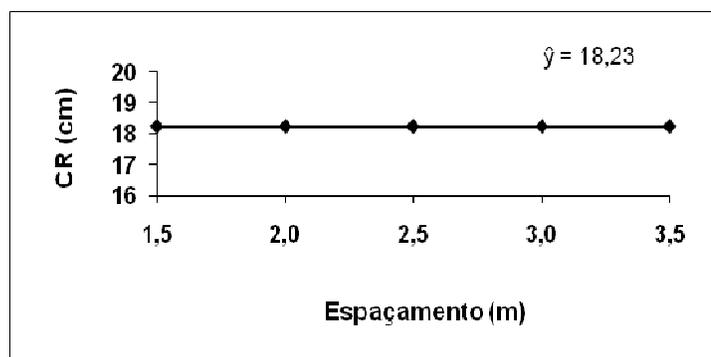


Figura 10. Comprimento de ramos por planta (CR) da mamoneira BRS 149 Nordestina, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

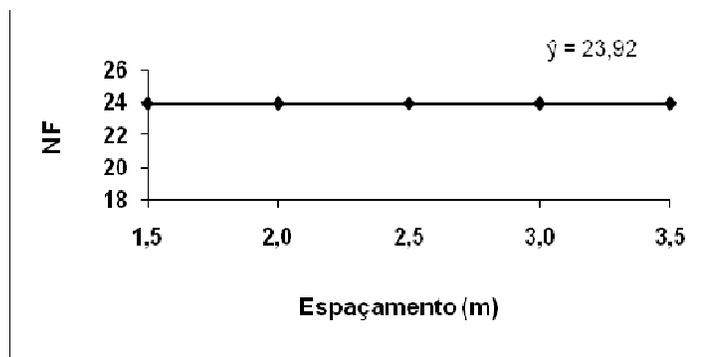


Figura 11. Número de frutos por rácemo (NF) da mamoneira BRS 149 Nordeste, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

Observou-se efeito quadrático dos espaçamentos sobre a produtividade de grãos (PG) nas duas épocas de cultivo, com as maiores produtividades sendo alcançadas no espaçamento de 2,5 metros, correspondente a uma população de 4.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , com 1.411  $\text{kg ha}^{-1}$ , na primeira época, e 1.243  $\text{kg ha}^{-1}$ , na segunda época (Figs. 12 e 13), bem acima da média brasileira de 547  $\text{Kg ha}^{-1}$ , considerando-se a série histórica dos últimos vinte anos, de 1987/88 a 2007/08 (CONAB, 2009).

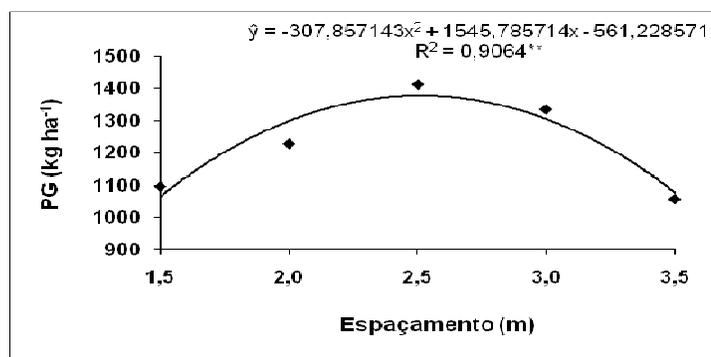


Figura 12. Produtividade de grãos (PG) da mamoneira BRS 149 Nordeste, em função do espaçamento, na primeira época de cultivo.

As equações quadráticas estimam que a produtividade máxima prevista para a primeira época de cultivo,  $1.379 \text{ kg ha}^{-1}$ , pode ser obtida utilizando-se o espaçamento 2,5 metros entre linhas, enquanto para a segunda época de cultivo, a produtividade máxima prevista, de  $1.134 \text{ kg ha}^{-1}$ , pode ser obtida utilizando o espaçamento de 2,4 metros entre linhas.

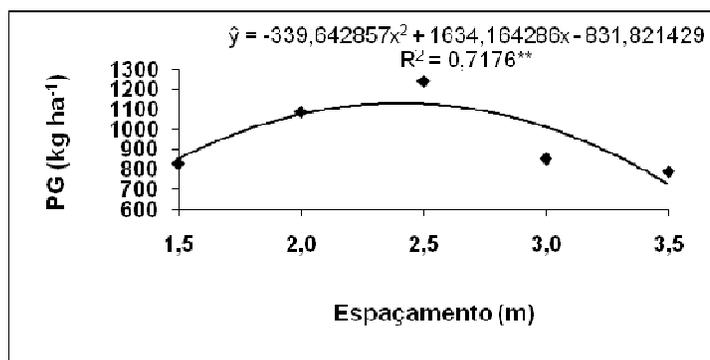


Figura 13. Produtividade de grãos (PG) da mamoneira BRS 149 Nordeste, em função do espaçamento, na segunda época de cultivo.

O aumento do espaçamento para 3 m entre linhas e acima reduziu a produtividade de grãos nas duas épocas de cultivo, no solo da área experimental, que pode ser considerado de média fertilidade, contrariando as recomendações de espaçamento entre linhas para cultivares de porte médio como BRS 149 Nordeste encontradas na literatura, relacionadas a níveis de fertilidade do solo, nas quais recomenda-se aumentar o espaçamento à medida que o nível de fertilidade melhora, devido à tendência da mamoneira de crescimento vegetativo excessivo em solos muito férteis ou fortemente adubados. A redução de produtividade nos menores espaçamentos foi devida à competição entre plantas, evidenciado pelo menor NR e menor NF, enquanto nos espaçamentos maiores a produtividade decresceu devido à menor população de plantas por área, embora o NR tenha sido crescente com o aumento do espaçamento entre linhas.

Os resultados de produtividade máxima foram bem próximos para as duas épocas, evidenciando o espaçamento em torno de 2,5 metros como o mais adequado para a cultivar BRS 149 Nordeste, nas condições em que foi conduzido o experimento e estão de acordo com as informações obtidas em outros trabalhos. A cultivar BRS 149 Nordeste apresentou aumento linear de

produtividade com a redução do espaçamento entre linhas, obtendo-se a produtividade máxima no espaçamento de 2 metros (Severino et al., 2006b). Em outro trabalho, conduzido em dois locais distintos do semiárido cearense, Severino et al. (2006c) encontraram efeito quadrático dos espaçamentos sobre a produtividade da cultivar BRS 149 Nordestina, com a produtividade máxima estimada no espaçamento de 2,4 m entre linhas.

## CONCLUSÕES

O espaçamento entre linhas afetou significativamente as variáveis AP, ARP, NR, NF e PG na primeira época de cultivo e as variáveis AP, NR e PG, na segunda época. A variável CR não foi afetada pelos espaçamentos nas duas épocas.

A maior produtividade para a primeira época de cultivo foi obtida no espaçamento de 2,5 m entre linhas, e para a segunda época, no espaçamento de 2,4 m entre linhas, sendo estes os espaçamentos mais indicados nas condições edafoclimáticas e no intervalo de espaçamento entre linhas testado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afférri, F. S., Siebeneichler, S. C., Sá, C. H. A. C. de, Costa, J. da L., Lima, S. de O., Ramos, P. da C., Naoe, L. K., Coimbra, R. R. (2008) Características agronômicas de duas cultivares de mamona sob diferentes densidade de plantas no Tocantins, CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Amorim Neto, M. da S., Araújo, A. E. de, Beltrão, N. E. de M. (2001a) Clima e solo *In*: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 63-74.

Argenta, G., Silva, P. R. F. da, Bortolinl, C. G., Forsthofer, E. L., Manjabosco, E. A., Beheregaray Neto, V. (2001) Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36(1):71-78.

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Batista, F. A. S (1997a) *Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 52 p. (Boletim de Pesquisa, 34).

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Batista, F. A. S., Lima. E. F., Dourado, V. (1997b) *Definição do espaçamento e densidade de plantio da mamoneira para a região de Irecê*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 6 p.

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Lima. E. F., Batista, F. A. S. (1997c) *Efeito da população de plantas nos rendimentos da mamoneira*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 5 p. (Comunicado Técnico, 54).

Azevedo, D. M. P. de, Lima, E. F., Batista, F. A. S., Beltrão, N. E. de M., Soares, J. J., Vieira, R. de M., Moreira, J. de A. N. (1997d) *Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (Ricinus communis L.) no Nordeste do Brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 52 p. (Circular Técnica 25).

Azevedo, D. M. P. de, Nóbrega, I. B. da, Lima, E. F., Batista, F. A. S., Beltrão, N. E. de M. (2001) Manejo cultural. In: Azevedo, D. M. P. de, LIMA E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 121-160.

Canecchio Filho, V. (1954) Resultados de experiências do experimento da mamoneira anã, variedade IAC-38. *Bragantia*, 13(25):297-305.

Canecchio Filho, V., Freire, E. S. (1959) Adubação da mamoneira II - Experiências de espaçamento x adubação. *Bragantia*, 18(7):67-99.

Cartaxo, W. V., Beltrão, N. E. de M., Silva, O. R. R. F. da, Severino, L. S., Suassuna, N. D., Soares, J. J. (2004) *O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 20 p. (Circular Técnica, 77).

CONAB - Série Histórica: mamona:  
<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131> em 10/03/09.

Cruz, C. D. (2006) *Programa Genes – versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Ed. UFV, 648 p.

Kunz, J. H., Bergonci, J. I., Bergamaschi, H., Dalmago, G. A., Heckler, B. M. M., Comiran, F. (2007) Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42(11):1511-1520.

Lima, E. F., Santos, J. W. dos (1998) Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). *Rev. Ol. Fibras.*, 2(2):147-150.

Milani, M., Nóbrega, M. B. M., Suassuna, N. D., Coutinho, W. M. (2005) *Resistência da Mamoneira (Ricinus communis L.) ao Mofo Cinzento Causado por Amphobotrys ricini*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 22p. (Documentos, 137).

Oliveira, L. A. A. de, Souza, J. M. P. F. de, Lopes, G. E. M., Rêgo Filho, L. de M., Ferreira, J. M., Cavalcanti, E. (2006) *Avaliação de oleaginosas no estado do Rio de Janeiro: Resultados estação outono-inverno/2005*. In: Anais do I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, DF, Brasil. Artigos técnico-científicos: MCT/ABIPTI, 1:155-159,

Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 285p.

Ribeiro Filho, J. (1966) *Cultura da mamoneira (Ricinus communis L.)*. Viçosa: UFV, 65 p.

Rocha, J. L.V., Canecchio Filho, V., Freire, E. S. (1964) Adubação da mamoneira IV. Experiências de espaçamento x adubação (2ª série). *Bragantia*, 23(20):257-269.

Savy Filho, A. Mamona *In*: Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J.,A., Furlani, A. M. C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, p. 201.

Severino, L. S., Coelho, D. K., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Vale L. S. do (2006a) Otimização do espaçamento de plantio para a mamoneira cultivar brs nordestina. *Rev. Bras. Ol. Fibras.*, 10(1/2):993-999.

Severino, L. S., Ferreira, G. B., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Freire, W. S. de A., Castro, D. A. de, Cardoso, G. D., Beltrão, N. E. de M. (2006b). Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41(4):563-568.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., Beltrão, N. E. de M. (2006d) Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, 37(1):50-54.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., Santos, J. W. (2005) *Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

Severino, L. S., Silva Filho, J. L., Santos, J. B., Alencar, A. R. (2004) *Plantio de algodão adensado no Oeste Baiano: safra 2002-2003*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 3p. (Comunicado técnico, 209).

Souza, A. dos S., Távora, F. J. A. F., Pitombeira, J. B., Bezerra, F. M. L. (2007a). Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. *Rev. Ciên. Agron.*, 38(4):414-421.

Souza, A. dos S., Távora, F. J. A. F., Pitombeira, J. B., Bezerra, F. M. S. L. (2007b) Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. *Rev. Ciên. Agron.*, 38(4):422-429.

Távora, F.J.A. (1982) *A cultura da mamona*. Fortaleza: EPACE, 111 p.

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DA CASCA DE FRUTO DA MAMONEIRA COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PLANTAS

### RESUMO

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de analisar as propriedades químicas e físicas da casca de fruto da mamoneira (CFM) para uso como substrato no cultivo de plantas em recipientes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos originaram-se de um fatorial 2 x 3, proveniente da combinação dos fatores: casca de fruto da mamoneira *in natura* e decomposta e três granulometrias (peneira 3 mm, 5 mm e 10 mm). Foram avaliados os teores de macro e micronutrientes e as seguintes características químicas: pH em água, condutividade elétrica e características físicas: densidade úmida, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente. A casca de fruto da mamoneira *in natura* mostrou-se inadequada para uso como substrato, pura e em mistura, entretanto, apresentou potencial para uso como substrato após ser decomposta; e a granulometria de 3 mm apresentou características físicas mais adequadas.

## ABSTRACT

This research was conducted to analyze the chemical and physical properties of material castor bean fruit husks (CFM) for use as substrate for potted plants. The experimental design was randomized blocks with six treatments and three replications in 2 factors arrangement (2x3) originating from the combination: castor bean fruit husks fresh and decomposed and three granulometrics fractions (three, seven and ten millimeters). Were analyzed the macro and micronutrients content and the following properties: water pH, electric conductivity, humid density, dry density, total porosity, air space, available water and remaining water. The castor bean fruit husks fresh proved to be unsuitable for use as substrate, pure or mixed, however, showed potential for use as substrate after being decomposed and the granulometric fraction of three millimeters presented more appropriate properties *physical*.

## INTRODUÇÃO

No Brasil há um aumento na demanda de produção de plantas em recipientes e substratos ecologicamente corretos. Segundo Kämpf (2004) a demanda anual por substratos é da ordem de 130 mil m<sup>3</sup> para a fumicultura, 125 mil m<sup>3</sup> para a silvicultura e 100 mil m<sup>3</sup> para a citricultura.

O substrato é responsável por boa parte do custo de produção de uma muda. Aproximadamente 38 % do custo de produção de mudas de cafeeiro em tubetes referem-se ao substrato (Guimarães, 1998), portanto, o desenvolvimento de culturas em substratos, nas diferentes regiões do Brasil, depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de matérias-primas abundantes e baratas, com potencial de utilização como substrato para plantas (Andriolo et al., 1999).

Segundo Hartmann et al. (1997), não existe substrato ideal para a produção de mudas, mas sim um substrato apropriado, que depende da espécie vegetal, do tipo de propágulo, da época do ano, do sistema de propagação utilizado, além do custo e da disponibilidade dos componentes.

No mundo todo, a indústria de substratos busca materiais substitutos para

a turfa, consagrada como componente padrão. Neste sentido, os resíduos da agroindústria, fibra de coco e materiais orgânicos decompostos aparecem como alternativas promissoras para misturas, pois além da disponibilidade, normalmente têm preço acessível Kämpf (2000).

A utilização de resíduos agroindustriais, como substratos na produção vegetal, contribui para a redução de custos de produção e para o aproveitamento de resíduos cujo descarte no ambiente representa grande impacto negativo. Entretanto, a utilização de resíduos agrícolas como substratos para o cultivo de plantas pode envolver problemas de fitotoxidez, salinidade, desordens nutricionais e/ou alterações metabólicas (enzimáticas ou hormonais) (Ortega et al., 1996). Alguns desses problemas podem ser minimizados e/ou eliminados pela compostagem (Yates e Rogers, 1981) ou simples lavagem do material (Carrijo et al., 2002).

Entre os materiais utilizados como componente de substrato para produção de mudas de diferentes espécies citam-se turfa, casca de arroz carbonizada, esterco bovino, bagaço de cana e torta de filtro, cama de frango, moinha de café, casca de acácia-negra, entre outros.

É preciso conhecer a qualidade dos componentes que serão empregados no preparo do substrato a partir do exame de suas propriedades físicas e químicas (Kämpf, 2000). As propriedades físicas constituem um conjunto de características que descrevem o comportamento de um substrato, a sua porosidade, as frações sólida, líquida e gasosa que o compõem e a quantidade de água e de ar que será disponível à planta e que irá influenciar nos processos de respiração radicular, absorção e nutrição da planta (Martínez, 2002). Para caracterizar fisicamente um material para uso como substrato, considera-se normalmente a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e os volumes de água disponíveis em diferentes potenciais (Schmitz et al., 2002). A grande diversidade de matérias-primas utilizadas na composição de substratos também resulta em diferentes características químicas dos mesmos. As características químicas normalmente determinadas em substratos são o pH, a condutividade elétrica (CE) e os macro e micronutrientes (Abreu et al., 2002; Schmitz et al., 2002).

Os materiais usados como componentes de substrato variam em densidade seca entre 50-100 kg.m<sup>-3</sup> (espuma fenólica, vermiculita, perlita) até

1500 kg.m<sup>-3</sup> (areia) e quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo devido a limitações no crescimento das plantas (Kämpf, 2000). O volume ocupado pelos poros em um substrato é chamado de porosidade total (PT), definida por Fonteno e Harden (2003) como sendo o volume percentual de um substrato ou componente de substrato compreendido pelos poros, constituindo a fração volumétrica que fornece a água e a aeração, sendo a soma da porosidade total com as partículas sólidas igual a 100 %.

O tamanho das partículas e a distribuição dos tipos de poros, influencia a relação ar:água de um substrato Argo (1998). De Boodt e Verdonck (1972) descreveram a curva característica ótima de liberação de umidade em substratos, que ainda hoje é utilizada para caracterizar diversos substratos, com base na definição de limites de tensões de disponibilidade de água para as plantas. A curva descreve o espaço de aeração (EA), que é o volume de ar dos macroporos em saturação hídrica e, nesta condição, a capacidade de retenção hídrica corresponde ao volume de água nos microporos. A capacidade de retenção hídrica é desdobrada em água disponível (AD), que é a água liberada sob baixas tensões (10 a 100 hPa), e água remanescente (AR) que permanece no substrato na tensão de 100 hPa (Kämpf, 2000).

O pH do substrato pode ser afetado por quatro principais fatores. O primeiro refere-se às características dos componentes ainda na etapa de confecção do substrato. Os outros três atuam mais diretamente durante o cultivo: a alcalinidade da água de irrigação, o caráter acidez/basicidade dos fertilizantes utilizados e a espécie vegetal (Bailey et al., 2007). A salinidade refere-se ao total de sais solúveis dissolvidos no substrato, sejam eles nutrientes ou não, sendo determinada através da condutividade elétrica (CE) do material, podendo inviabilizar o cultivo, quando em excesso, e ser afetada por vários fatores: os componentes do substrato; os fertilizantes adicionados ao substrato ou utilizados durante o cultivo; a água de irrigação e o método de irrigação (Cavins et al., 2000).

A casca de fruto de mamoneira é um material proveniente do descascamento do fruto da mamoneira, que atualmente é descartado ou utilizado como adubo ou combustível na geração de calor. Para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados cerca de 620 kg de casca (Severino et al., 2005). Estima-se que, somente em 2005, foram gerados no Brasil,

aproximadamente 130.000 toneladas de casca de frutos de mamona, provenientes do beneficiamento dessa oleaginosa (Lima et al., 2008). Com o advento do Programa Nacional do Biodiesel, prevê-se grande aumento na produção desse resíduo nas diferentes regiões produtoras do país.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas e físicas da casca de fruto da mamoneira (CFM) para uso potencial como substrato ou componente de substrato na produção de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A casca de fruto da mamoneira (CFM) foi obtida a partir do descascamento de frutos de mamoneira provenientes da área de produção de mamona da Estação Experimental de Itaocara da PESAGRO-RIO. Após o descascamento mecânico em descascador marca ECIRTEC, modelo DME 100, parte da casca foi submetida a decomposição aeróbica por cerca de 180 dias (novembro/2006 a abril/2007), a céu aberto. Durante esse período, foram monitoradas a umidade e a aeração do material seguindo as recomendações de Kiehl (1985). Amostras do material *in natura* e decomposto foram encaminhadas para análise química de resíduo (macro e micronutrientes) no laboratório de análise da UFRRJ. A CFM *in natura* e decomposta foi triturada em moinho triturador marca Nogueira, modelo DPM 500, em três granulometrias: peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm. Amostras de CFM *in natura* e decomposta nas três granulometrias foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Substrato da Escola de Agronomia da UFRGS, onde foram realizadas as análises de caracterização química: pH em água (pH); condutividade elétrica (CE), em  $\text{dS m}^{-1}$  e análises de caracterização física: densidade úmida (DU), em  $\text{kg m}^{-3}$ ; densidade seca (DS), em  $\text{kg m}^{-3}$ ; porosidade total (PT), em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ; espaço de aeração (EA), em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ; volume de água disponível (AD) na pressão entre 10 e 100 cm, em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  e volume de água remanescente (AR) na pressão acima de 100 cm, em  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ . Não foi possível completar a curva de retenção de água das amostras *in natura* devido à fermentação do material.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis

tratamentos e três repetições. Os tratamentos originaram-se de um fatorial 2 x 3, proveniente da combinação dos fatores: casca de fruto da mamoneira *in natura* e decomposta e três granulometrias (peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os procedimentos do programa Genes (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as características avaliadas apresentaram significância ( $P < 0,01$ ) para os efeitos de decomposição aeróbica, granulometria e interação decomposição x granulometria.

Na Tabela 1, são apresentados os teores de macro e micronutrientes encontrados na CFM *in natura* e decomposta. Com a decomposição aeróbica ocorreu redução da relação C/N (de 17,4 para 13,5). Durante o processo de compostagem de casca de eucalipto também foi observado por Hardy e Sivasithamparam (1989) a redução da relação C:N do material de 69 para 22. A relação C:N do material resíduo da indústria de chá preto também foi reduzida de 20,1 para 12,1 após decomposição aeróbica (Lima et al., 2007). Hartmann et al. (1997) recomendam uma relação C/N em torno de 20 para substratos a fim de se evitar imobilização de N e excessiva redução de volume durante a sua utilização.

Observou-se redução expressiva nos teores de K (89,39 %), Cl (66,67 %) e Na (84,59 %), possivelmente, devido à forma de decomposição à céu aberto e lixiviação desses elementos pela água da chuva. Redução nos teores de Na e K também foi observada por Hardy e Sivasithamparam (1989) durante o processo de compostagem de casca de eucalipto.

O potássio disponibilizado nos restos culturais, que se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica, pode ser rápida e intensamente lixiviado, dependendo da quantidade de chuva, com pequena dependência dos processos microbianos (Giacomini et al., 2003; Rosolem, 2006). Blanco e Almendros (1997) observaram elevação nos teores de K em palha de trigo com a compostagem, entretanto, esses autores utilizaram em seu trabalho a

compostagem em recipientes fechados, evitando dessa forma a perda desse elemento por lixiviação.

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes do material casca de fruto da mamoneira (CFM) *in natura* e após decomposição aeróbica por 180 dias

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	Cl	S	Na	C
	g kg <sup>-1</sup>								
CFM <i>in natura</i>	24,14	2,40	31,43	8,89	3,43	7,5	2,67	3,31	420,00
CFM decomposta	29,02	3,20	3,33	20,18	4,99	2,50	2,49	0,51	391,20

Tratamentos	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	mg kg <sup>-1</sup>				
CFM <i>in natura</i>	724	6	32	58	40,18
CFM decomposta	1800	24	108	154	31,66

Fonte: UFFRJ

Observou-se ainda, com a decomposição, a redução nos teores de S (6,74 %), C (7 %) e B (21,20 %) e o aumento dos teores de N (20 %), P (33 %), Ca (126 %), Mg (45 %), Fe (148,60 %), Cu (300 %), Zn (237,50 %) e Mn (165,50 %). Resultados semelhantes também foram relatados por Hardy e Sivasithamparam (1989) que observaram aumento nos teores de N, P, Ca, Fe, Cu e Mn ao analisarem os efeitos da compostagem sobre alguns parâmetros químicos de casca de eucalipto. A maior disponibilidade de nutrientes observada após o processo de decomposição aeróbica é consequência da mineralização da matéria orgânica. Os altos teores de Fe e Mn observados antes e após a decomposição, neste trabalho também foram relatados por Souza (2001) ao analisar quatro diferentes materiais vegetais submetidos à compostagem.

Analisando a Tabela 2, observa-se que a CFM *in natura* apresentou altos valores de salinidade expressa pelo teor médio de condutividade elétrica (CE) de 3,19 dS m<sup>-1</sup>. Após a decomposição, a redução nos teores de K, Cl e Na citados anteriormente contribuiu para a redução da CE, com valor médio de 0,61 dS m<sup>-1</sup>.

Hardy e Sivasithamparam (1989) também observaram redução significativa da CE após a compostagem de casca de eucalipto. Em quatro materiais orgânicos, fibra de coco, bagaço de cana, acículas de pinus e casca de arroz

carbonizada, analisados para uso como substrato, foram observadas reduções significativas na CE com o processo de compostagem (Souza, 2001).

Observa-se, pela Tabela 3, que a CE aumentou de forma significativa com a redução da granulometria, tanto na CFM *in natura* como na decomposta, o que parece estar relacionado com a maior área superficial das partículas menores disponível às reações de troca. Resultados semelhantes foram encontrados por Gruszynski (2002) ao analisar a CE do material casca de tungue (*Aleurites fordii*, Euphorbiaceae) em diferentes granulometrias.

Os valores elevados de CE na CFM *in natura*, em todas as granulométrias analisadas, foram reduzidos para níveis considerados baixos e adequados ao cultivo de espécies sensíveis de acordo com valores de CE propostos por Cavins et al. (2000), após a decomposição aeróbica do material. A sensibilidade das plantas à CE do substrato é variável segundo a espécie e a idade da planta, e especialmente ao se utilizar materiais alternativos é importante conhecer esse parâmetro (Kämpf, 2000). Muitos resíduos agrícolas e da agroindústria apresentaram limitação à sua utilização como substrato devido à alta CE conforme constatado em resíduo de sisal (Lacerda et al., 2006) e resíduo da indústria de couro (Daudt et al., 2007).

Tabela 2. Médias do material casca de fruto da mamoneira (CFM) *in natura* e decomposta para as características densidade úmida (DU), densidade seca (DS), condutividade elétrica (CE), pH em água (pH), porosidade total (PT) e espaço de aeração (EA)

Tratamentos	DU (kg m <sup>-3</sup> )	DS (kg m <sup>-3</sup> )	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)	PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	EA (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
<i>In natura</i>	451,13 b	218,15 b	3,19 a	5,98 b	0,71 b	0,25 b
Decomposta	511,85 a	266,11 a	0,61 b	6,86 a	0,78 a	0,39 a
Média	481,49	242,13	1,90	6,42	0,75	0,32
CV (%)	1,1	1,5	6,6	0,4	1,6	3,2

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 3. Médias das granulometrias peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm, do material casca de fruto da mamoneira (CFM) decomposta e *in natura*, para as características densidade úmida (DU), densidade seca (DS), condutividade elétrica (CE), pH em água (pH), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR)

## decomposta

Tratamentos	DU (kg m <sup>-3</sup> )	DS (kg m <sup>-3</sup> )	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)	PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	EA (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	AD (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	AR (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
P 3 mm	541,47 a	285,04 a	0,68 a	7,30 a	0,82 a	0,32 c	0,18 a	0,32 a
P 5 mm	539,47 a	282,44 a	0,60 b	6,75 b	0,80 a	0,37 b	0,08 b	0,29 b
P 10 mm	454,65 b	230,85 b	0,56 c	6,53 c	0,73 b	0,48 a	0,06 c	0,27 c
Média	511,86	266,11	0,61	6,86	0,78	0,39	0,11	0,29
CV (%)	1,1	0,9	1,6	0,3	1,3	2,2	6,9	0,0

*in natura*

Tratamentos	DU (kg m <sup>-3</sup> )	DS (kg m <sup>-3</sup> )	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)	PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	EA (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
P 3 mm	490,07 a	251,51 a	3,91 a	6,39 a	0,79 a	0,27 a
P 5 mm	464,80 b	211,85 b	2,90 b	5,93 b	0,74 b	0,26 a
P 10 mm	398,52 c	191,07 c	2,76 b	5,64 c	0,60 c	0,21 b
Média	451,13	218,14	3,19	5,99	0,71	0,25
CV (%)	1,0	1,9	6,0	0,4	2,2	5,0

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O pH ideal para substratos com predominância de matéria orgânica encontra-se na faixa de 5,0 a 5,8 (Kämpf, 2000). Os valores de pH da CFM que mais se aproximaram destes valores foi o do material *in natura* nas granulometrias mais grosseiras, peneiras 5 mm e 10 mm. Houve um aumento significativo no pH com a decomposição aeróbica e com a redução da granulometria, ficando o pH nas três granulometrias acima da faixa considerada ideal, atingindo valores acima de 6,5 (Tabelas 2 e 3), o que pode trazer problemas com a disponibilidade de P e de micronutrientes como Fe, Mn, Zn e Cu (Kämpf, 2000). O aumento do pH com o processo de compostagem também foi registrado para outros materiais orgânicos (Hardy e Sivasithamparam, 1989; Souza, 2001; Lima et al., 2007). Segundo Kiehl (1985), a matéria orgânica de origem vegetal é naturalmente ácida e sua compostagem aeróbica conduz à formação de matéria orgânica humificada com reação alcalina, independente do uso de corretivos.

O valor de densidade seca (DS) considerado ideal para substrato hortícola situa-se entre 400-500 kg m<sup>-3</sup> (Schmitz et al., 2002). Tanto a CFM *in natura* como decomposta apresentaram DS abaixo desta faixa, embora tenha havido um aumento significativo com a decomposição e a redução da granulometria (Tabelas 2 e 3). Segundo Schmitz et al. (2002), materiais de baixa densidade podem acarretar problemas de fixação das plantas e tombamento, se o cultivo for feito em recipientes altos, entretanto, são adequados para o cultivo em bandejas e como condicionadores em misturas com materiais de alta densidade como solo e areia. Por outro lado, o aumento na DS leva ao aumento da resistência do substrato à penetração das raízes (impedância mecânica), como constatado por Fermino e Kämpf (2006) para alguns materiais. Os valores de DS observados para o material decomposto encontram-se na faixa de 200-400 kg m<sup>-3</sup>, considerado aceitável para cultivo em vasos de até 15 cm de altura (Kämpf, 2000).

O pequeno volume dos recipientes de cultivo implica em uma elevada concentração de raízes, o que exige que o substrato seja suficientemente poroso a fim de permitir trocas gasosas eficientes. Para a característica porosidade total (PT) o valor considerado ideal é de 0,85 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para substratos hortícolas (De Boodt e Verdonck, 1972; Schmitz et al., 2002). Verificou-se que a PT da CFM aumentou de forma significativa com o processo de decomposição e com a redução da granulometria aproximando-se do valor ideal nas granulometrias 3

mm ( $0,82 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e 5 mm ( $0,80 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) (Tabelas 2 e 3). A redução da PT com o aumento da granulometria parece contraditório, entretanto, a combinação de partículas de tamanhos diferentes pode levar a uma redução da porosidade em comparação com os valores apresentados pelo conjunto formado somente com as partículas de mesmo tamanho (Fermino, 2002). O aumento da PT no material “casca de tungue” com a redução da granulometria do material também foi relatado por Gruszynski (2002). O conhecimento da porosidade total por si só não garante que um substrato tenha um bom equilíbrio entre os volumes de água e de ar, sendo necessário, para tanto, conhecer a proporção volumétrica entre os tipos de poros (Martínez, 2002), o que não foi feito neste trabalho.

O valor considerado ideal para o espaço de aeração (EA) de substratos hortícolas é de  $0,30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (Schmitz et al., 2002), definido como o volume ocupado pelo ar, na condição de saturação hídrica do material, após a drenagem livre. A CFM *in natura*, nas três granulometrias, apresentou valor de EA inferior ao ideal, entretanto, a decomposição elevou esse valor de forma significativa, sendo que a granulometria de 3 mm ficou bem próxima do ideal,  $0,32 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , enquanto as granulometrias de 5 mm e 10 mm apresentaram EA elevados,  $0,37$  e  $0,48 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , respectivamente (Tabelas 2 e 3). A presença de maior quantidade de partículas finas, que se arranjam de melhor forma entre as partículas mais grossas formando poros de menor diâmetro, é responsável pela redução do EA em substratos com granulometrias mais finas (Ferraz et al., 2005). Valores de espaço de aeração acima do ideal também foram encontrados nos materiais casca de tungue (Gruszynski, 2002), casca de arroz carbonizada e resíduo decomposto de casca de acácia-negra (Schmitz et al., 2002). Materiais com espaço de aeração acima do ideal, como o detectado nas granulometrias de 5 e 10 mm, podem causar deficiência hídrica às plantas, principalmente no caso de irrigações pouco frequentes, mas podem ser utilizados como condicionadores de substratos, na melhoria do EA dos mesmos (Schmitz et al., 2002). Por outro lado, materiais com EA abaixo da faixa ideal dificultam as trocas gasosas nas raízes e prejudicam o desenvolvimento da planta.

Não foi possível realizar as análises de retenção de água do material *in natura* devido à fermentação das amostras, assim, os resultados de água disponível (AD) e água remanescente (AR) foram determinados somente no material decomposto (Tabela 3).

O valor da água disponível (AD) definida como a água liberada sob baixas tensões (10 a 100 hPa), considerado ideal em substratos para cultivo em recipientes, é de 0,24 a 0,40  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  (Schmitz et al., 2002). A CFM, após a decomposição, apresentou volume reduzido de AD em todas as granulometrias estudadas, principalmente nas granulometrias 5 e 10 mm (Tabela 3), indicando baixa disponibilidade de água, o que pode restringir seu uso como substrato único para cultivos em recipientes. A granulometria de 3 mm foi a que mais se aproximou da faixa ideal (0,18  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) devido, possivelmente, ao aumento no número de microporos, responsáveis pela melhoria nas condições de retenção hídrica dos substratos (Kämpf, 2000). Resíduos agrícolas e florestais, como as cascas, geralmente apresentam reduzido volume de água disponível (Verdonck, 1983), o que também foi constatado para os materiais casca de tungue (Gruszynski, 2002), casca de arroz carbonizada e resíduo decomposto de casca de acácia-negra (Schmitz et al., 2002).

A água remanescente (AR), definida como sendo a água retida no substrato a tensões superiores à 100 hPa, tem seu valor ideal na faixa de 0,25 a 0,30  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  (Schmitz et al., 2002). Os valores de AR encontrados para a CFM, após a decomposição, indicaram que as granulometrias 5 mm e 10 mm encontram-se dentro da faixa ideal, 0,29 e 0,27  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , respectivamente, com a granulometria de 3 mm ligeiramente acima (Tabela 3). A água remanescente de um substrato é considerada como a reserva de água para as plantas não utilizada sob condições normais de irrigação, que pode ser utilizada sob condições de acentuado estresse hídrico (Drzal et al., 1999). Substratos com valores de AR acima do ideal como o encontrado em algumas turfas podem apresentar problemas por excesso de umidade para as raízes de algumas plantas, enquanto valores de AR muito baixos demonstram baixa capacidade de armazenamento de água pelo substrato e a necessidade de irrigação mais frequente (Schmitz et al., 2002).

À medida que a granulometria do material decomposto é reduzida, observou-se um aumento na densidade e uma relação direta desta com a porosidade, AD e AR, o que está de acordo com as informações de Guerrini e Trigueiro (2004), que também observaram correlação positiva entre densidade, microporos e retenção de água.

De modo geral, observou-se que a decomposição aeróbica contribuiu para a melhoria das características físicas e químicas da CFM para uso como substrato, o que também foi relatado para outros materiais vegetais (Souza, 2001; Gruszynski, 2002), e que a granulometria de 3 mm apresentou características físicas mais adequadas, sendo necessário, entretanto, estudar os efeitos desse material como componente de substrato no desenvolvimento vegetal.

## CONCLUSÕES

O material casca de fruto da mamoneira *in natura* mostrou ter características físicas e químicas inadequadas para uso como substrato, puro e em mistura.

O processo de decomposição aeróbica melhorou as características físicas da casca de fruto da mamoneira.

Dentre os materiais testados, a casca de frutos da mamoneira decomposta na granulometria de 3 mm apresentou características físicas mais próximas aos valores referenciais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, M. F., Abreu, C. A., Bataglia, O. C. (2002) Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. *In*. Furlani, A. M. C., et al. (coord.). *Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 17-28 (Documentos IAC, 70).

Andriolo, J. L., Duarte, T. S., Ludke, L., Skrebsky, E. C (1999) Características de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura Brasileira*, 17(3):215-219.

Argo, W. R. (1998) Root medium chemical properties. *HortTechnology*, 8:486-494.

Bailey, D. A., Fonteno, W. C., Nelson, P. V. - Greenhouse substrates and fertilization. Raleigh: North Carolina State University: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf> em 14/11/2007.

Blanco, M. J., Almendros, G. (1997) Chemical transformation, phytotoxicity and nutrient availability in progressive composting stages of wheat straw. *Plant and Soil*, 96:5-25.

Carrijo, O. A., Liz, R. S. de, Makishima, N. (2002) Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20(4):533-535.

Cavins, T. J., Whipker, B. E., Fonteno, W. C., Harden, B., McCall, I., Gibson, J. L. (2000) Monitoring and managing pH and EC using the Pour Thru Extraction Method. *Horticultural Information Leaflet*, 590, 17p.

Cruz, C. D. (2006) *Programa GENES: estatística experimental e matrizes*. Viçosa: Ed. UFV, 285 p.

Daudt, R. H. S., Gruszynski, C., Kämp, A. N. (2007) Uso de resíduos de couro *wet-blue* como componente de substrato para plantas. *Ciência Rural*, 37(1):91-96.

De Boodt, M., Verdonck, O. (1972) The physical properties of the substrates in horticulturae. *Acta Horticulturae*, 26:37-44.

Drzal, M. S., Fonteno, W. C., Cassel, D. Keith (1999) Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. *Acta Horticulturae*, 481:43-54.

Fermino, M. H. (2002) *In: Furlani, A. M. C., et al. (coord.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-37 (Documentos IAC, 70).

Fermino, M. H., Kämpf, A. N. (2006) Impedância mecânica de substratos para plantas submetidas a diferentes tensões hídricas. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 2(1-2):25-30.

Ferraz M. V., Centurion. J. F., Beutler, A. N. (2005) Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. *Acta Sci. Agron.*, 27(2):209-214.

Fonteno, W. C., Harden, C. T. (2003) *Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU Porometer*. Raleigh: North Carolina State University, 27 p.

Giacomini, S. J., Aita, C., Hübner, A. P., Lunkes, A.; Guidini, E., Amaral, E. B. do (2003) Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.* 38(9):1097-1104.

Gruszynski, C. (2002) *Resíduo agro-industrial "casca de tungue" como componente de substrato para plantas*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 99p.

Guerrini, I. A., Trigueiro, R. M. (2004) Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:1069-1076.

Guimarães, P. T. G. (1998) Produção de mudas de cafeeiros em tubetes. *Informe Agropecuário*, 19(193):98-108.

Hardy, G. E. St. J., Sivasithamparam, K. (1989) Microbial, chemical and physical changes during composting of a eucalyptus (*Eucalyptus calophylla* and *Eucalyptus diversicolor*) bark mix. *Biology and Fertility of Soils*, 8:260-270.

Hartmann, H. T. (1997) *Plant Propagation: Principles and Practices*. 770 p.

Lacerda, M. R. B., Passos, M. A. A., Rodrigues, J. J. V., Barrero, L. P. (2006) Características físicas e químicas de substratos a base de pó de coco e resíduo

de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*, 30(2):163-170.

Lima, J. D., Moraes, W. da S., Mendonça, J. C. de, Nomura, E. S. (2007) Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, 37(6):1609-1613.

Lima, R. de L. S. de, Severino, L. S., Albuquerque, R. C., eltrão, N. E. de M., Sampaio, L. R. (2008) Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga*, 21(5):102-106.

Kämpf, A. N. (2000) Seleção de materiais para uso como substrato. In: Kämpf, A. N., Fermino, M. N. (eds.). *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, p.139-145.

Kämpf, A. N. (2004) Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: Barbosa, J. G. et al. (ed.). *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato*. Viçosa: UFV, p.3-10.

Kiehl, E. J. (1985) *Fertilizantes orgânicos*. Ceres, 492 p.

Martínez, P. F. (2002) Manejo de substratos para horticultura. In: Furlani, A. M. C., et al. (coord.). *Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, p. 53-76 (Documentos IAC, 70).

Ortega, M. C., Moreno, M. T., Ordovas, J., Aguado, M. T. (1996) Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. *Scientia Horticulturae*, 66:125-132.

Rosolem, C. A. (2006) Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41(6):1033-1040.

Schmitz, J. A. K., Souza, P. V. D. de, Kämpf, A. N. (2002) Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas de recipiente. *Ciência Rural*, 32(6):937-944.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., SANTOS, J. W. (2005) *Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

Souza, C. S. S. (2001) *Caracterização física e química de diferentes substratos: influência na produção de mudas de Cróton (Codiaeum variegatum Blume) e acalifa (Acalypha wilkesiana M. Arg.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, UNESP, 130 p.

Verdonck, O. (1983) Reviewing and evaluation of new materials used as substrate. *Acta Horticulturae*, 150: 467-472

Yates, N. L., Rogers, M. N. (1981) Effect of time, temperature, and nitrogen source on the composting of hardwood bark for use as a plant growing medium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106(5):589-593.

## DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO EM SUBSTRATOS À BASE DE CASCA DE FRUTO DE MAMONEIRA

### RESUMO

Avaliou-se a resposta de mudas de alface e tomate e de estacas de *Duranta repens* ao cultivo em substrato à base de casca de fruto de mamoneira (CFM), em condições de casa de vegetação, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células. Adotou-se delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 32 células, sendo a parcela útil constituída das 12 células centrais. No cultivo de mudas de alface e tomate, os tratamentos consistiram de uma combinação fatorial de substratos na granulometria de 3 mm, *in natura* e decomposta, e cinco diferentes percentagens de mistura com o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> HT (0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (v/v)). No enraizamento de estacas de pingo de ouro (*Duranta repens*), os tratamentos consistiram da utilização de substratos constituídos de dois tipos de CFM, *in natura* e decomposta, em três granulometrias (peneiras 3 mm, 5 mm e 10 mm), e vermiculita utilizada como testemunha. A CFM *in natura* apresentou efeitos negativos sobre o crescimento de mudas e no enraizamento de estacas, mostrando-se inadequada para uso como substrato, mesmo em mistura. A CFM, após decomposição aeróbica, permitiu alcançar elevados percentuais de germinação e a produção de mudas de alface e tomate normais e adequadas ao transplântio, bem como o enraizamento de estacas de pingo de ouro, podendo ser utilizada como substrato, pura ou em mistura.

## ABSTRACT

The response of lettuce and tomatoes seedlings and cuttings of *Duranta repens* in substrate based castor bean fruit husk (CFM) under greenhouse conditions, in polystyrene trays with 128 cells, were evaluated in a randomized complete block experimental design with four replications. Each experimental unit consists of 32 cells, and the plot consists of 12 plants. In the cultivation of lettuce and tomato seedlings, the treatments consisted of castor bean fruit husk of three millimeters, fresh and decomposed, and five different mixtures with the commercial substrate Plantmax<sup>®</sup> HT in the following volume rates (0:100, 25:75; 50:50, 75:25, 100:0 %). In rooting of *Duranta repens* the treatments consisted of CFM fresh and decomposed in three sizes (three, five and ten millimeters), and vermiculite used as control. The CFM fresh had negative effects on growth of seedlings and the rooting of cuttings and is unsuitable for use as substrate, even in mix. The CFM after aerobic decomposition achieved high rates of germination and production of lettuce and tomato seedling, normal and appropriate for transplanting, and rooting of the *Duranta repens* and can be used as a substrate pure or mixed.

## INTRODUÇÃO

Desde 1960 os substratos a base de turfa e sua mistura com perlita e vermiculita, enriquecida com nutrientes, os chamados *peat-lite*, são utilizados na germinação de sementes e cultivo em recipientes (Fonteno, 1993; Hartmann et al., 1997; Booman, 2000a). Embora tenha se consolidado como componente padrão de substratos, questões de ordem ambiental e econômica vêm fazendo com que a turfa gradualmente venha sendo substituída por outros materiais à medida que a pesquisa e a tecnologia avançam. A partir dos anos de 1990, a pesquisa tem se voltado para o aproveitamento de resíduos da indústria florestal, da agroindústria e de resíduos agrícolas como substrato hortícola, devido ao impacto ambiental que podem gerar sua grande disponibilidade, baixo custo e características favoráveis para uso como substrato que muitos deles apresentam.

Nos EUA, a casca de diversas espécies florestais como pinus, cedros e pinheiros participa, em alto percentual, dos substratos hortícolas produzidos pela indústria de substrato (Lu et al., 2004). No Brasil, a casca de pinus e eucalipto vem sendo amplamente utilizadas como componente de misturas em substratos na produção de espécies florestais (Barroso et al., 2000; Freitas et al., 2006) e de espécies hortícolas (Trani et al., 2007).

Entretanto, a reutilização agrícola de resíduos orgânicos como substrato pode envolver problemas de fitotoxicidade com sérias consequências para as plantas devido aos altos níveis de salinidade (Lacerda et al., 2006; Daudt et al., 2007) e à possível existência, no material *in natura*, de substâncias orgânicas tais como, ácidos graxos, compostos fenólicos, taninos, resinas e terpenos, em níveis fitotóxicos, com alterações metabólicas (enzimáticas ou hormonais) negativas ao desenvolvimento vegetal (Gartner et al., 1974; Still et al., 1976; Estaún et al., 1985; Ortega et al., 1996). A redução da salinidade e até mesmo a eliminação de possíveis substâncias fitotóxicas, pode ser obtida através da compostagem (Yates e Rogers, 1981; Hardy e Sivasithamparam, 1989; Blanco e Almendros, 1997) ou, conforme o caso, da simples lavagem do material (Carrijo et al., 2002).

Segundo Handreck (1993), os problemas de salinidade e a presença de substâncias tóxicas são facilmente detectáveis durante os estágios iniciais do desenvolvimento vegetal, uma vez que, de maneira geral, a germinação de sementes e o enraizamento de estacas, são mais facilmente e severamente danificados do que as plantas adultas.

Métodos simples de avaliação utilizando espécies sensíveis a elementos potencialmente tóxicos têm sido utilizados para prever a resposta vegetal em materiais com potencial para uso como substrato (Still et al., 1976; Jorba & Trillas, 1983; Ortega et al., 1996). Entre 12 espécies vegetais testadas, a alface e o tomate se mostraram as mais sensíveis a compostos fitotóxicos presentes em substratos (Ortega et al. 1996).

A casca de fruto de mamoneira é um material proveniente do descascamento da mamoneira, que atualmente é descartado ou utilizado como adubo ou combustível na geração de calor. Para cada tonelada de semente de mamona processada, são gerados cerca de 620 kg de casca (Severino et al., 2005). Estima-se que, somente em 2005, foram geradas no Brasil, aproximadamente 130.000 toneladas de casca de frutos de mamona,

provenientes do beneficiamento dessa oleaginosa (Lima et al., 2008). Com o advento do Programa Nacional do Biodiesel, prevê-se grande aumento na produção desse resíduo nas diferentes regiões produtoras do país.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características biológicas bem como a viabilidade técnica do material casca de frutos da mamoneira para uso como substrato vegetal, com base na resposta vegetal de mudas de alface e tomate e de estacas da planta ornamental pingo de ouro (*Duranta repens*).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos em casa de vegetação na Estação Experimental de Itaocara da PESAGRO-RIO, avaliando-se a germinação e crescimento de mudas de alface e tomate e o enraizamento de estacas de pingo de ouro em substrato à base de casca de fruto da mamoneira (CFM). No experimento com mudas de alface e tomate, os tratamentos consistiram de uma combinação fatorial 2 x 5, em que os fatores consistiram de dois tipos de substrato à base de casca de fruto de mamoneira (CFM), sendo eles CFM *in natura* e CFM decomposta, ambas na granulometria 3 mm, e cinco diferentes percentagens de mistura com o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> HT (0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 (v/v)). A CFM, obtida a partir do descascamento de frutos de mamoneira provenientes da área de produção de mamona da Estação Experimental de Itaocara, foi submetida a decomposição aeróbica por cerca de 180 dias (novembro/2006 a abril/2007), a céu aberto. Foram utilizadas sementes de alface cultivar Aurélia e de tomate cultivar Santa Cruz Kada Gigante, semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células. Após a emergência efetuou-se o desbaste de modo a manter somente uma planta por célula. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por 32 células, sendo a parcela útil constituída das 12 células centrais. Os experimentos foram conduzidos durante 25 dias para a alface e 30 dias para tomate, após os quais as 12 plantas centrais, correspondentes à parcela útil, foram avaliadas quanto às variáveis de crescimento: a) germinação (GER); b) altura de planta (AP); c)

diâmetro do caule (tomate); d) comprimento de raízes primárias (CRP); e) matéria fresca da parte aérea (MFPA); f) matéria fresca do sistema radicular (MFSR); g) matéria seca da parte aérea (MSPA) e h) matéria seca do sistema radicular (MSSR).

Para os estudos de enraizamento, utilizou-se como material vegetal a espécie ornamental pingo de ouro (*Duranta repens*) coletando-se estacas semilenhosas de plantas matrizes adultas, preparadas com cerca de 10 cm de comprimento, contendo três gemas e um par de folhas. Os tratamentos consistiram na utilização de substrato à base de casca de fruto da mamoneira (CFM) *in natura* e decomposta em três granulometrias, peneiras 3, 5 e 10 mm, e um tratamento com vermiculita, substrato utilizado para enraizamento de estacas de inúmeras espécies vegetais (Kämpf, 2000), como testemunha. Os tratamentos foram: 1) CFM 3 mm *in natura*; 2) CFM 3 mm decomposta; 3) CFM 5 mm *in natura*; 4) CFM 5 mm decomposta; 5) CFM 10 mm *in natura*; 6) CFM 10 mm decomposta e 7) vermiculita textura média. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As estacas foram inseridas no substrato, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células. Cada parcela foi constituída de 32 células, sendo a parcela útil constituída das 12 células centrais. O ensaio foi mantido sob nebulização intermitente por um período de 12 horas diárias durante 30 dias, após os quais, as 12 estacas centrais da parcela útil foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: a) percentual de enraizamento (ENRZ); b) percentual de sobrevivência das estacas (ESBR); c) número de raízes primárias (NRP); d) comprimento de raízes primárias (CRP); e) massa fresca da parte aérea (MFPA); f) massa fresca do sistema radicular (MFSR); g) massa seca da parte aérea (MSPA) e h) massa seca do sistema radicular (MSSR). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial para as características quantitativas, utilizando os procedimentos do programa Genes (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Germinação e crescimento de alface e tomate

Para as mudas de alface, todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,01$ ) para os efeitos simples dos fatores tipo de CFM e mistura e pela interação dos fatores tipo de CFM e mistura. Exceção é dada a MSSR que não apresentou diferença significativa para efeito de mistura.

Para as mudas de tomate, todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,01$ ) para os efeitos simples dos fatores tipo de CFM e mistura e pela interação dos fatores tipo de CFM e mistura.

O uso do material CFM *in natura*, utilizado puro, prejudicou a germinação de sementes bem como o crescimento das plantas de alface. Embora não tenha prejudicado a germinação do tomate, que atingiu índices de 100 % em todos os tratamentos, não havendo variação entre os mesmos, prejudicou o crescimento das mudas dessa espécie, conforme mostram as variáveis de crescimento, evidenciando efeitos deletérios do uso desse material no estado *in natura*. Por outro lado, quando se utilizou a CFM decomposta, não foram observados os mesmos efeitos negativos com relação à resposta de mudas de alface e tomate (Tabelas 1 e 2). Os melhores índices de germinação do tomate observados neste trabalho em relação à alface indicam menor sensibilidade daquela espécie aos fatores potencialmente fitotóxicos presentes no substrato e estão em concordância com os relatos de Ortega et al. (1996) e Lima et al. (2007).

Os efeitos fitotóxicos às mudas de alface e tomate encontrados na CFM *in natura*, possivelmente, estão relacionados à alta condutividade elétrica (CE) desse material, de  $3,91 \text{ dS m}^{-1}$  para a granulometria de 3 mm, encontrada nas análises de caracterização química da CFM, o que pode reduzir o vigor e o crescimento das plantas.

Tabela 1. Médias das características germinação (GER), altura de planta (AP), comprimento de raízes primárias (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, pura, *in natura* e decomposta

Substrato	GER	AP	CRP	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CFM	(%)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(mg)	(mg)
<i>In natura</i>	34,38b	1,00b	4,16b	0,02b	0,002b	20b	0,3b
Decomposta	96,88a	8,82a	6,04a	0,57a	0,050a	42a	8,6a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 2. Médias das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3mm, pura, *in natura* e decomposta

Substrato	AP	DC	CRP	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CFM	(cm)	(mm)	(cm)	(g)	(g)	(mg)	(mg)
<i>In natura</i>	5,5 b	1,39 b	7,46 b	0,29 b	0,09 b	0,20 b	0,06 b
Decomposta	14,9 a	2,45 a	8,70 a	1,29 a	0,29 a	0,84 a	0,19 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Muitos resíduos agrícolas e da agroindústria apresentaram limitação ao crescimento vegetal devido à alta CE, conforme constatado nos materiais resíduo de sisal (Lacerda et al., 2006) e resíduo da indústria de couro (Daudt et al., 2007), muito embora, a sensibilidade das plantas à CE do substrato seja variável segundo a espécie e a idade da planta (Kämpf, 2000a), o que foi constatado durante o cultivo de bromeliáceas em substrato composto por casca de coco (Jasmim et al., 2006; Amaral, 2007). Além disso, é possível a presença de substâncias orgânicas em níveis fitotóxicos no material CFM *in natura*, que embora não tenham sido objeto de análise nesse trabalho, foram detectadas em cascas de diferentes espécies florestais (Still et al., 1976; Ortega et al., 1996) e em bagaço de oliva (Estaún et al., 1985) com influência negativa na germinação e no desenvolvimento vegetal.

Os resultados obtidos nesse trabalho estão em consonância com resultados relatados por outros autores.

Ortega et al. (1996) também observaram a redução do percentual de enraizamento e crescimento de mudas de alface quando cultivadas em substrato casca de pinus *in natura* em comparação ao mesmo material compostado.

Yates e Rogers (1981) relataram o aumento da porcentagem de germinação de sementes de alface cultivadas em substrato casca de pinus, relacionado ao aumento do tempo de compostagem e à consequente redução dos níveis de compostos fenólicos presentes nesse material.

Foram observadas reduções da porcentagem de germinação, da velocidade de emergência, da altura de plantas e do acúmulo de matéria seca da parte aérea e da raiz em mudas de alface, tomate e pepino, na presença de extrato aquoso do material resíduo da indústria de chá preto no estado *in natura*, sendo a alface mais sensível que as outras duas espécies (Lima et al., 2007).

A mistura de Plantmax<sup>®</sup> com a CFM *in natura* melhorou a resposta das mudas de alface e tomate à medida que se reduziu a proporção da CFM na mistura, entretanto, somente para as variáveis GER e CRP, nas mudas de alface, (Tabela 3) e para as variáveis DC e CRP, nas mudas de tomate (Tabela 4). O tratamento CFM *in natura* diferiu significativamente dos outros tratamentos além do tratamento Plantmax<sup>®</sup> puro. Para as outras variáveis, o tratamento Plantmax<sup>®</sup> puro apresentou média superior e estatisticamente diferente em relação aos demais.

A presença da CFM *in natura* na mistura, mesmo nos percentuais mais baixos, continuou inibindo significativamente o crescimento das mudas de alface e tomate, como indicam as outras variáveis de crescimento da parte aérea (AP, MFPA e MSPA), e do sistema radicular (MFSR e MSSR), quando comparado ao tratamento Plantmax<sup>®</sup> puro (Figuras 1, 2 e 3).

Tabela 3. Médias das características germinação (GER), altura de planta (AP), comprimento de raízes primárias (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3mm, *in natura*, pura e em mistura com Plantmax®

Mistura CFM: P	GER (%)	AP (cm)	CRP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (mg)	MSSR (mg)
100:0	34,38c	1,0b	4,16c	0,02b	0,002b	2b	0,3b
75:25	68,75b	1,0b	4,29c	0,02b	0,006b	3b	1,8b
50:50	84,38ab	1,0b	6,00b	0,03b	0,015b	3b	1,4b
25:75	96,88a	1,1b	6,38ab	0,03b	0,012b	3b	2,2b
0:100	100,00a	10,7a	7,38 <sup>a</sup>	0,49a	0,079a	48a	5,7a
Média geral	76,87	2,96	5,64	0,03	0,023	12	2,3

CFM: casca de fruto de mamoneira; P: Plantmax®

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 4. Médias das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), peso da matéria fresca da parte aérea (PMFPA), peso da matéria fresca do sistema radicular (PMFSR), peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e peso da matéria seca do sistema radicular (PMSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, *in natura*, pura e em mistura com Plantmax®

Mistura CFM: P	AP (cm)	DC (mm)	CRP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (mg)	MSSR (mg)
100:0	3,3 b	1,01 d	6,1 c	0,06 b	0,03 b	7 b	2 b
75: 25	3,5 b	1,08 cd	7,4 b	0,08 b	0,04 b	8 b	2 b
50: 50	4,1 b	1,55 bc	7,7 b	0,12 b	0,04 b	9 b	3 b
25: 75	4,3 b	1,23 b	6,9 bc	0,12 b	0,05 b	11 b	3 b
0:100	12,6 a	2,48 a	9,3 a	1,09 a	0,29 a	64 a	17 a
Média geral	5,5	1,39	7,46	0,29	0,09	20	6

CFM: casca de fruto de mamoneira; P: Plantmax®

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

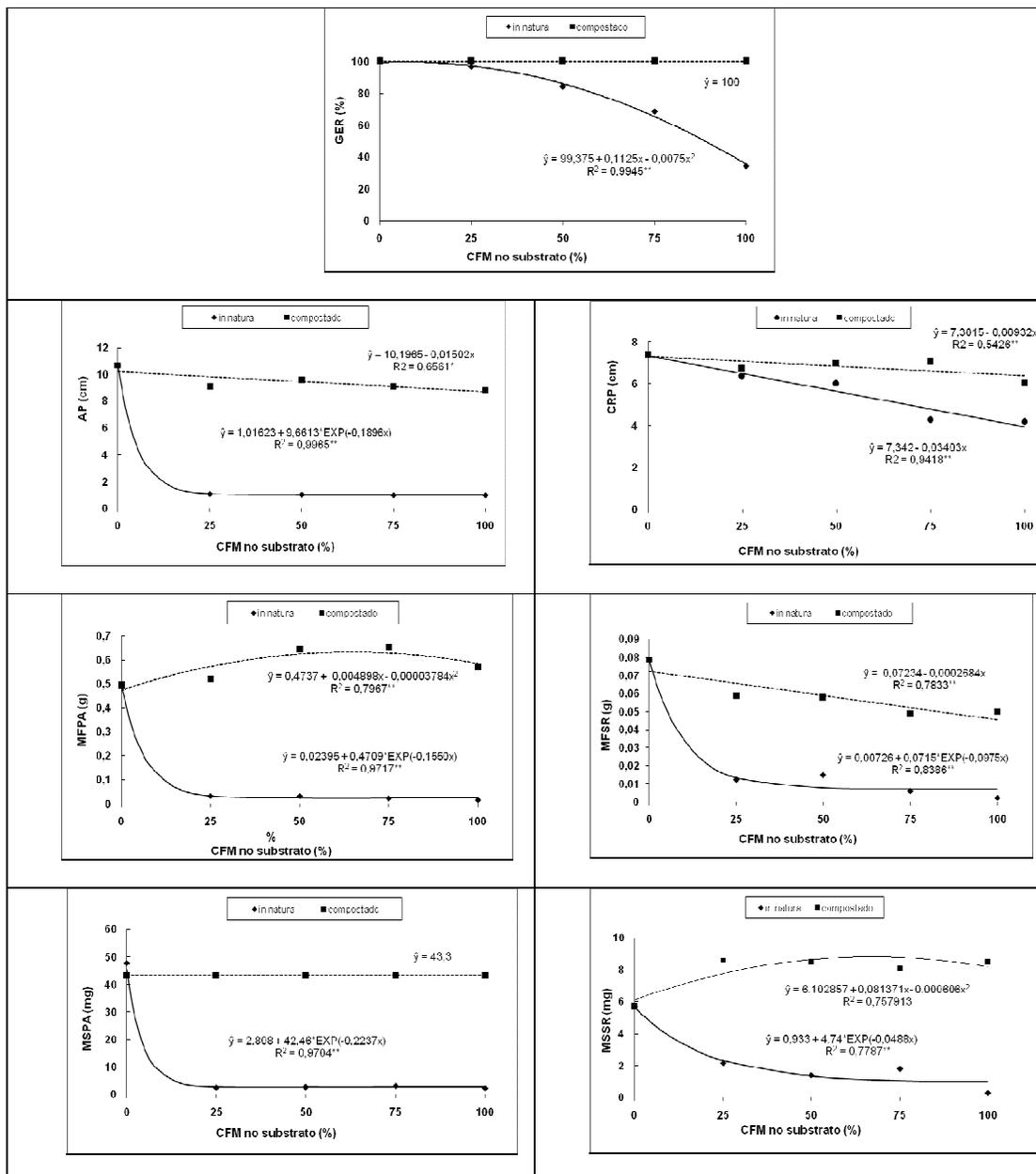


Figura 1. Germinação (GER), comprimento de raízes primárias (CRP), altura de planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, *in natura* e decomposta, pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>.

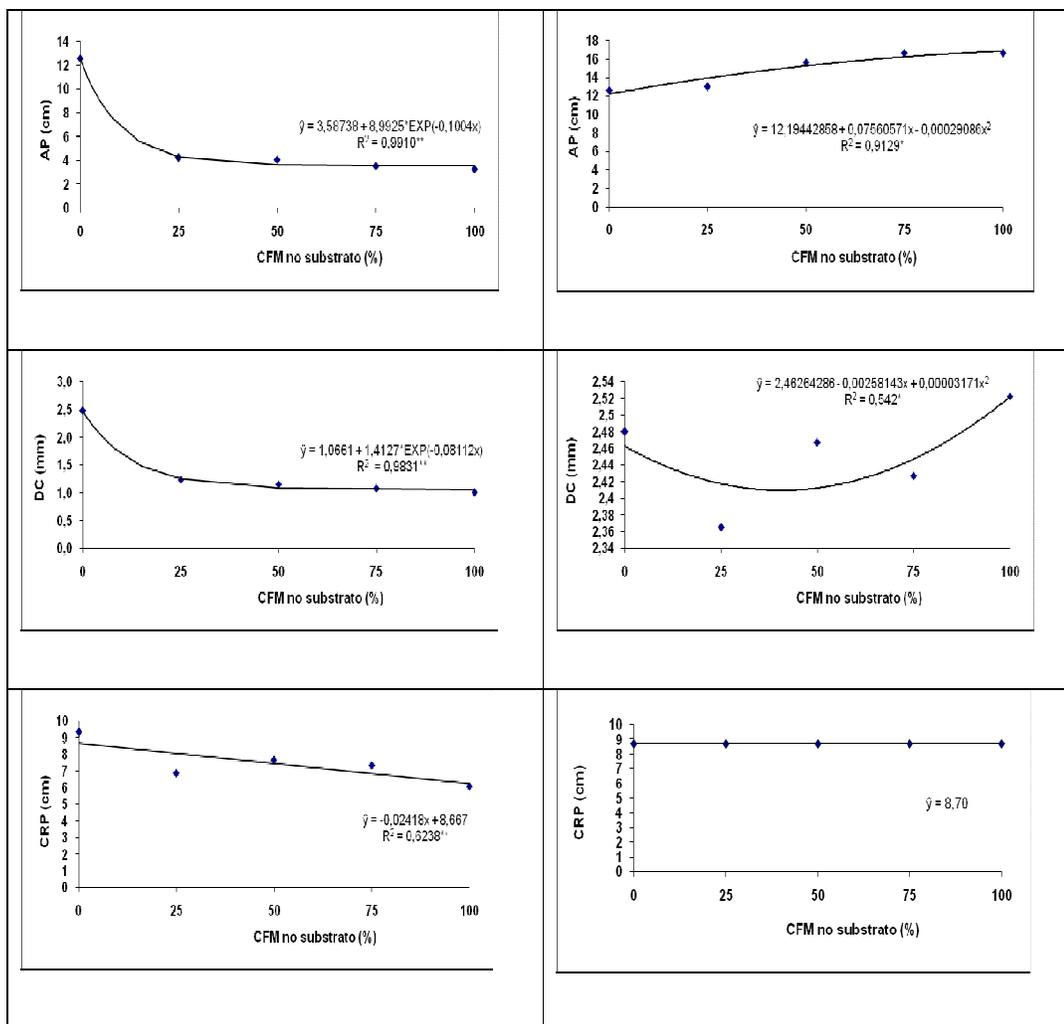


Figura 2. Altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC) e comprimento de raízes primárias (CRP) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>, *in natura* (esquerda) e decomposta (direita).

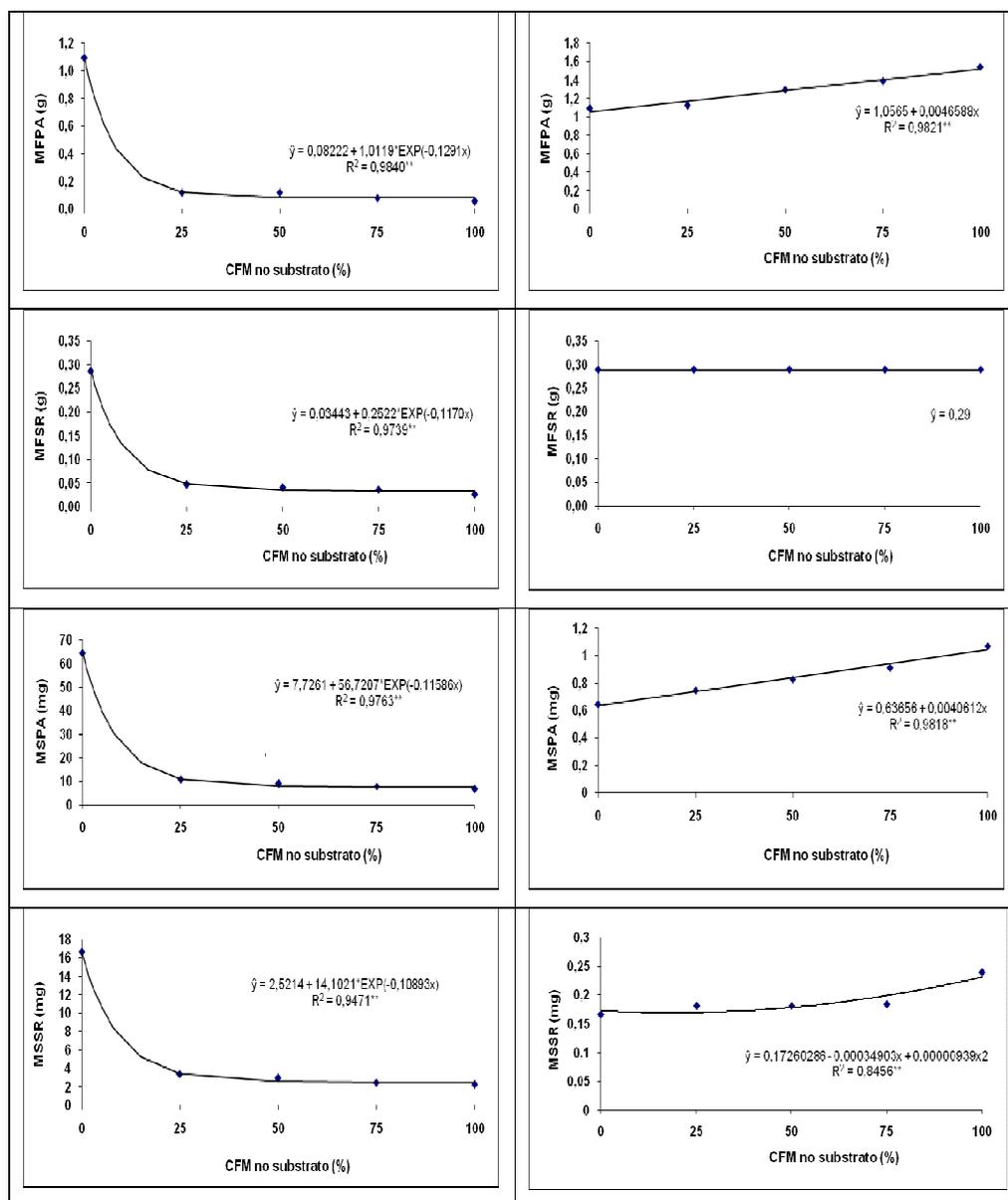


Figura 3. Matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>, *in natura* (esquerda) e decomposta (direita).

Por outro lado, quando se utilizou a CFM decomposta, pura e em mistura, não foram observados, nas duas espécies avaliadas, os efeitos negativos sobre os parâmetros estudados aos níveis daqueles provocados pelo uso da CFM *in natura* (Tabelas 5 e 6 e Figuras 1, 2 e 3). Após o processo de decomposição aeróbica, a condutividade elétrica da CFM na granulometria de 3 mm foi reduzida de 3,19 para 0,68 dS m<sup>-1</sup>, considerada adequada ao crescimento vegetal, segundo Cavins et al. (2000), o que contribuiu para os bons resultados encontrados. Além disso, há a hipótese de que possíveis substâncias orgânicas presentes no material CFM *in natura* em níveis fitotóxicos possam ter sido inativadas ou reduzidas a níveis não tóxicos, durante o processo de decomposição aeróbica a que foi submetido o material, conforme relatado por vários autores ao analisarem os níveis de compostos orgânicos considerados fitotóxicos, antes e após o processo de compostagem, em outros materiais vegetais utilizados como substrato (Yates e Rogers 1981; Estaún et al., 1985; Hardy e Sivasithamparam, 1989).

Tabela 5. Médias das características germinação (GER), altura de planta (AP), comprimento de raízes primárias (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, decomposta, pura e em mistura com Plantmax®

Mistura CFM: P	GER (%)	AP (cm)	CRP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (mg)	MSSR (mg)
100:0	96,88a	8,82b	6,04b	0,57ab	0,050b	42a	8,6a
75:25	100,00a	9,08b	7,04ab	0,65a	0,049b	44a	8,1ab
50:50	100,00a	9,52b	7,00ab	0,64a	0,058ab	44a	8,6a
25:75	100,00a	9,12b	6,72ab	0,52ab	0,059ab	39a	8,6a
0:100	100,00a	10,68a	7,38a	0,49b	0,079a	48a	5,7b
Média geral	99,37	9,44	6,83	0,58	0,060	43	7,9

CFM: casca de fruto de mamoneira; P: Plantmax®

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 6. Médias das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, decomposta, pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>

Mistura	AP	DC	CRP	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CFM: P	(cm)	(mm)	(cm)	(g)	(g)	(mg)	(mg)
100: 0	16,6 a	2,52 a	8,55 ab	1,54 a	0,32 a	1,07 a	0,24 a
75: 25	16,6 a	2,43 ab	8,34 ab	1,39 b	0,26 a	0,91 b	0,18 b
50: 50	15,6 a	2,47 ab	9,10 ab	1,30 b	0,28 a	0,83 bc	0,18 b
25: 75	13,0 b	2,36 b	8,21 b	1,12 c	0,29 a	0,75 cd	0,18 b
0:100	12,6 b	2,48 ab	9,33 a	1,09 c	0,29 a	0,64 d	0,17 b
Média geral	14,9	2,45	8,70	1,29	0,29	0,84	0,19

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A resposta das mudas de alface e tomate ao uso da CFM decomposta pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>, está apresentada nas Tabelas 5 e 6 e nas Figuras 1, 2 e 3.

Nas mudas de alface, os valores de GER e MSPA não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. As variáveis AP, CRP e MFSR apresentaram um efeito linear decrescente à medida que se aumentou o percentual da CFM no substrato, diferindo significativamente do Plantmax<sup>®</sup> puro, possivelmente devido à melhor disponibilidade de nutrientes no Plantmax<sup>®</sup> e à maior sensibilidade da alface a fatores fitotóxicos ainda presentes na CFM. As variáveis MFPA e MSSR apresentaram uma resposta quadrática, com os valores referentes à CFM pura e em mistura sendo significativamente superior ao do Plantmax<sup>®</sup> puro. Observou-se, de maneira geral, que o uso da CFM em mistura, permitiu a obtenção de resultados mais favoráveis para o cultivo da alface do que o uso da CFM pura ou do Plantmax<sup>®</sup> puro, possivelmente, devido à melhora nas características físicas de porosidade total e espaço de aeração condicionada pela CFM após a decomposição aeróbica, observadas durante as avaliações de caracterização física.

Nas mudas de tomate, não houve variação com relação à germinação que atingiu valores de 100 % para todos os tratamentos. As variáveis CRP e MFSR não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. As variáveis AP, DC e MSSR

apresentaram efeito quadrático e as variáveis MFPA e MSPA apresentaram efeito linear crescente à medida que se aumentou o percentual de CFM no substrato, possivelmente relacionado a melhores condições físicas do substrato, evidenciado pelo maior desenvolvimento do sistema radicular e à menor sensibilidade do tomate à possíveis fatores fitotóxicos ainda presentes na CFM mesmo após a decomposição aeróbica. A diferença de sensibilidade entre as duas espécies observadas neste trabalho está de acordo com os relatos de literatura (Ortega et al., 1996; Lima et al., 2007).

Resultados semelhantes foram relatados por outros autores. Grunszinski (2002), ao avaliar o material residual casca de tungue compostada para uso como substrato no crescimento de mudas de alface, observou que as mudas apresentaram maior MSPA e MSSR quando se utilizou a casca de tungue pura e em mistura em relação à utilização de substrato comercial como referência. O crescimento inferior das mudas de alface no substrato comercial foi atribuído pelo autor à densidade elevada, menor espaço de aeração e reduzida água disponível deste material em relação à casca de tungue.

Lima et al. (2007), ao avaliarem a mistura de resíduo da indústria de chá preto decomposto com vermiculita, utilizado como substrato no cultivo de mudas de alface e tomate, observaram valores significativamente mais elevados de altura de planta e matéria seca da parte aérea e da raiz em comparação ao uso de vermiculita pura, o que foi atribuído pelos autores à melhor disponibilidade de nutrientes resultante da decomposição do resíduo industrial. Daudt et al. (2007), ao investigarem o material denominado “serragem de couro”, proveniente da indústria de curtimento, no cultivo de mudas de *Tagetes patula* L., puro e em mistura com casca de arroz carbonizada e vermiculita, observaram que a adição desse material reduziu a densidade, aumentou a porosidade e a água retida nas misturas, proporcionando boas condições físicas para o desenvolvimento das mudas. Entretanto, a elevada salinidade desse material mostrou ser limitante ao crescimento vegetal, reduzindo o comprimento das raízes e o desenvolvimento da parte aérea.

De maneira geral, observou-se que com o cultivo em substrato à base de CFM decomposta, pura e em mistura, foi possível alcançar elevados percentuais de germinação e a produção de mudas normais, com altura adequada ao transplântio, compatível com a idade da muda durante o período experimental e o

tamanho dos recipientes utilizados, de acordo com os padrões técnicos recomendados para mudas de alface (Trani et al., 2007) e tomate (Oviedo, 2007). Entretanto, a continuidade dos estudos é ainda necessária, com outras espécies vegetais, para melhores conclusões com relação à granulometria e misturas mais adequadas.

#### Enraizamento de *Duranta repens*

Todas as características avaliadas apresentaram significância ( $P < 0,05$ ) para os efeitos de tratamento. A Tabela 7 apresenta o resultado da utilização da CFM *in natura* e decomposta no enraizamento de estacas de pingo de ouro. O uso da CFM *in natura* como substrato de enraizamento, nas três granulometrias, mostrou-se prejudicial em todas as características avaliadas, que diferiram significativamente dos demais tratamentos.

Esses resultados negativos possivelmente estejam relacionados à alta condutividade elétrica encontrada no material *in natura* quando comparado ao material decomposto, nas três granulometrias, o que é prejudicial ao processo de enraizamento e às características físicas inadequadas para uso como substrato, encontradas durante a caracterização do material *in natura*, as quais são a porosidade total e o espaço de aeração inferiores ao ideal; o que traz como consequências a maior retenção de umidade no substrato, com formação de um filme d'água e redução da disponibilidade de oxigênio ao redor da base da estaca, e comprometimento do processo de enraizamento.

Tabela 7. Médias das características percentagem de estacas enraizadas (ENRZ), percentagem de estacas sobreviventes (ESBR), número de raízes primárias (NRP), comprimento de raízes primárias (CRP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de estacas de *Duranta repens* cultivadas em substrato CFM, pura, *in natura* e decomposta, em três granulometrias

Tratamentos <sup>1</sup>	ENRZ (%)	ESBR (%)	NRP	CRP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
CFM 3 mm in	1,56b	40,62c	1,0b	0,75b	0,61d	0,01c	0,16c	0,002b
CFM 3 mm dp	76,56a	100,00a	9,0a	3,98a	1,44a	0,27a	0,38ab	0,024a
CFM 5 mm in	0,00b	75,00b	0,0b	0,00b	0,98c	0,00c	0,21c	0,000b
CFM 5 mm dp	81,25a	98,44a	8,0a	3,45a	1,51a	0,26ab	0,38ab	0,023a
CFM 10 mm in	0,00b	90,62b	0,0b	0,00b	1,11bc	0,00c	0,32b	0,000b
CFM 10 mm dp	79,38a	98,44a	8,3 <sup>a</sup>	4,06a	1,50a	0,26ab	0,39a	0,023a
VM	87,40a	96,88a	7,2 <sup>a</sup>	4,03a	1,29b	0,19b	0,37ab	0,021a
Média geral	45,59	85,71	4,8	2,32	1,21	0,14	0,31	0,013

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

<sup>1</sup> CFM = casca de fruto da mamoneira; in = *in natura*; dp = decomposta; VM = vermiculita

Por outro lado, com a utilização da CFM decomposta, não foram observados efeitos negativos em nenhuma das características avaliadas, nas três granulometrias utilizadas (Tabela 7). Os valores de ENRZ, ESBR, NRP, CRP, MSPA e MSSR, para os tratamentos CFM dp, nas três granulometrias, não diferiram estatisticamente entre si e nem do tratamento com vermiculita. A MFPA das mudas provenientes do tratamento CFM compostada nas três granulometrias utilizadas foi significativamente superior ao do tratamento que utilizou vermiculita como substrato. A MFSR das mudas na granulometria de 3mm foi superior a MFSR obtida na vermiculita, não diferindo significativamente das demais granulometrias.

Os resultados deste trabalho corroboram os obtidos por Still et al. (1976) que também relataram o aumento do percentual de enraizamento de estacas de feijão mungo em extratos de casca compostadas de cinco diferentes espécies vegetais. Yates e Rogers (1981) relataram o aumento significativo do peso seco de mudas de crisântemo relacionado ao aumento do período de compostagem da casca de pinus usada como substrato. Grunszinski (2002), ao avaliar o material residual casca de tungue (*Aleurites fordii*, Euphorbiaceae) compostado para uso

como substrato no enraizamento de estacas e no desenvolvimento de plantas de crisântemo, não encontrou diferença significativa entre esse material e a casca de arroz carbonizada, usada como substrato referencial, para as características percentual de enraizamento, número de raízes, massa fresca e massa seca do sistema radicular, massa fresca e seca da parte aérea e altura de planta.

Os resultados favoráveis obtidos com a CFM decomposta estão, possivelmente, associados às características químicas e físicas desse material como condutividade elétrica, porosidade total e espaço de aeração, para uso como substrato, nas três granulometrias estudadas, verificadas nas análises de caracterização e demonstram a viabilidade de sua utilização como substrato para enraizamento, sendo necessários, entretanto, mais estudos com outras espécies vegetais.

## CONCLUSÕES

A CFM *in natura* apresentou efeitos negativos sobre o crescimento de mudas de alface e tomate e no enraizamento de estacas de *Duranta repens*, mostrando-se inadequada para uso como substrato, mesmo em mistura.

A CFM, após decomposição aeróbica, permitiu alcançar elevados percentuais de germinação e a produção de mudas de alface e tomate, normais, adequadas ao transplântio, bem como o enraizamento de estacas de *Duranta repens* em todas as granulometrias estudadas, podendo ser utilizada como substrato, pura ou em mistura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, T. L. do (2007) *Substratos com fibra de coco e fungos micorrízicos no cultivo de bromélias*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 169 p.

Barroso, D. G., Carneiro, J. G. A., Leles, P. S. dos S. (2000) Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e Ambiente*, 7(1):238-250,

Blanco, M. J., Almendros, G. (1997) Chemical transformation, phytotoxicity and nutrient availability in progressive composting stages of wheat straw. *Plant and Soil*, 196:15–25.

Booman, J. L. (2000a) Evolução de substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. In: Kämpf, A. N., Fermino, M. H. (eds.). *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, p. 43-65.

Carrijo, O. A., Liz, R. S., Makishima, N. (2002) Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20(4):533-535.

Cavins, T. J., Whipker, B. E., Fonteno, W. C., Hrden, B.; McCall, I., Gibson, J. L. (2000) Monitoring and managing pH and EC using the Pour Thru Extraction Method. *Horticultural Information Leaflet*, 590, 17p.

Cruz, C. D. (2006) *Programa GENES: estatística experimental e matrizes*. Viçosa: Ed. UFV, 285 p.

Daudt, R. H. S., Gruszynski, C., Kämp, A. N. (2007) Uso de resíduos de couro *wet-blue* como componente de substrato para plantas. *Ciência Rural*, 37(1):91-96.

Estaún, V., Calvet, C., Pagés, M.,; Grases, J. M. (1985) Chemical determination of fatty acids, organic acids and phenols, during olive marc composting process. *Acta Horticulturae*, 172:263-270.

Fonteno, W. C. (1993) Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates. *Acta Horticulturae*, 342:197-204.

Freitas, T. A. S., Barroso, D. G., Carneiro, J. G. A., Penchel, R. M., Figueiredo, F. (2006) Mudanças de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes tipos de recipientes e substratos. *Revista Árvore*, 30:519-528.

Gartner, J. B., Still, S. M., Klett, J. E. (1974) The use of bark waste as a substrate in horticulture. *Acta Horticulturae*, 37:2003-2012.

Gruszynski, C. (2002) *Resíduo agro-industrial "casca de tungue" como componente de substrato para plantas*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 99p.

Handreck, K. A. (1993) Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24:349-363.

Hardy, G. E. St. J., Sivasithamparam, K. (1989) Microbial, chemical and physical changes during composting of a eucalyptus (*Eucalyptus calophylla* and *Eucalyptus diversicolor*) bark mix. *Biology and Fertility of Soils*, 8:260-270.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies JR., F. T., Geneve, R. L. (1997) *Plant Propagation: Principles and Practices*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 770 p

Jasmim J. M., Toledo R. R. V., Carneiro L. A., Mansur E. (2006) Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Cryptanthus sinuosus*. *Horticultura Brasileira*, 24(3):309-314,

Jorba, J., Trillas, N. I. (1983) Rapid bioassay to control maturity in pine bark compost. *Acta Horticulturae*, 150:67-74.

Kämpf, A. N. (2000) *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 254 p.

Lacerda, M. R. B., Passos, M. A. A., Rodrigues, J. J. V., Barreto, L. P. (2006) Características físicas e químicas de substratos a base de pó de coco e resíduo

de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*, 30(2):163-170.

Lima, J. D., Moraes, W. da S., Mendonça, J. C. de, Nomura, E. S. (2007) Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, 37(6):1609-1613.

Lima, R. de L. S. de, Severino, L. S., Albuquerque, R. C., Beltrão, N. E. de M., Sampaio, L. R. (2008) Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga*, 21(5):102-106.

Lu, W., Sibley, J. L., Bannon, J. S., Zhang, Y., Gilliam, C. H. (2004) Estimation of U.S. bark supply. *In.*: Fain, G. (ed.). Engineering, Economics, Structures and Innovations - SNA RESEARCH CONFERENCE. p. 300-305.

Ortega, M. C., Moreno, M. T., Ordovas, J., Aguado, M. T. (1996) Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. *Scientia Horticulturae*, 66:125-132.

Oviedo, V. R. S (2007) *Produção de tomate em função da idade da muda e volume do recipiente*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 80p.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., Santos, J. W. (2005) *Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

Still, S. M., Dirr, M. A., Gartner, J. B. (1976) Phytotoxic Effects of Several Bark Extracts on Mung Bean and Cucumber Growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 101(1):34-37.

Trani, P. E., Feltrin, D. M., Pott, C. A., SchwingeL, M. (2007) Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, 25(2):256-260.

Yates, N. L., Rogers, M. N. (1981) Effects of time, temperature, and nitrogen source on the composting of hardwood bark for use as a plant growth medium. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(5):589-593.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos experimentos com o objetivo de avaliar a resposta do cultivo de mamoneira em baixa altitude, nas condições edafoclimáticas de Itaocara, região Noroeste Fluminense e o uso da casca de frutos da mamoneira (CFM) como componente de substrato vegetal. No primeiro trabalho, foram avaliados os genótipos de mamoneira: IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, V1, IAC 226, Cafelista, G1 e T1, cultivados na época outono-inverno/2005, e IAC 80, AL Guarany 2002, BRS 149 Nordestina, BRS 188 Paraguaçu, Savana, Lyra, Mirante 10, IAC 226, Cafelista e G1, cultivados na época primavera-verão/2005/06, em altitude de 60 metros. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP); número de ráceros por planta (NR); comprimento de ráceros (CR); número de frutos por rácermo (NF), produtividade de grãos (PG) e a incidência de mofo cinzento (ID). No segundo trabalho, foi avaliada a resposta da mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina em cinco espaçamentos entre linhas: 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 m, em duas épocas de cultivo, primavera-verão/2007/08 (primeira época) e outono-inverno/2008 (segunda época), nas mesmas condições de altitude e solo. Foram observadas as variáveis altura de plantas (AP); altura de inserção do rácermo primário (ARP); número de ráceros por planta (NR); comprimento de ráceros (CR); número de frutos por rácermo (NF) e produtividade de grãos (PG). No terceiro e quarto trabalhos, foram efetuadas inicialmente a caracterização química e física da casca de frutos de mamoneira, *in natura* e

decomposta, em que avaliou-se os teores de macro e micronutrientes e as seguintes características químicas: pH em água e condutividade elétrica e as características físicas: densidade úmida, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água disponível e água remanescente. Posteriormente, o material foi testado do ponto de vista biológico, com base na resposta vegetal ao cultivo de mudas de alface e tomate em substratos à base de CFM, pura e em mistura com substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>.

A mamoneira em baixa altitude nas condições edafoclimáticas de Itaocara e nas quais foram conduzidos os experimentos apresentou produtividade acima da média nacional.

Os genótipos responderam diferentemente às condições ambientais em função da época de cultivo, sendo o período primavera-verão mais favorável nas condições de baixa altitude de Itaocara.

Os genótipos de porte médio a alto apresentaram melhores respostas com relação à maior produtividade de grãos e menor incidência de mofo cinzento nas duas épocas de cultivo estudadas.

O espaçamento entre linhas afetou significativamente as variáveis AP, ARP, NR, NF e PG, na primeira época de cultivo, e as variáveis AP, NR e PG, na segunda época. A variável CR não foi afetada pelos espaçamentos nas duas épocas.

A resposta da cultivar para a variável PG nas duas épocas foi semelhante, com as maiores produtividades obtidas no espaçamento de 2,5 m entre linhas, correspondente a uma população de 4.000 plantas ha<sup>-1</sup>, sendo o espaçamento mais indicado nas condições edafoclimáticas e no intervalo de espaçamento entre linhas testado.

O material casca de fruto da mamoneira *in natura* mostrou-se inadequado para uso como substrato, puro e em mistura.

O processo de decomposição aeróbica melhorou as características químicas e físicas da casca de fruto da mamoneira.

A CFM decomposta apresenta potencial para uso como componente de substrato, para cultivo de plantas em recipiente, pura ou em mistura.

Dentre os materiais testados, a CFM decomposta na granulometria de 3 mm apresentou características físicas mais adequadas.

A CFM *in natura* apresentou efeitos negativos sobre o crescimento de mudas de alface e tomate e no enraizamento de estacas de *Duranta repens*, mostrando-se inadequada para uso como substrato, mesmo em mistura.

A CFM, após decomposição aeróbica, permitiu alcançar elevados percentuais de germinação e a produção de mudas de alface e tomate, normais, adequadas ao transplântio, bem como o enraizamento de estacas de *Duranta repens* em todas as granulometrias estudadas, podendo ser utilizada como substrato, pura ou em mistura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, M. F., Abreu, C. A., Bataglia, O. C. (2002) *Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes*. In. Furlani, A. M. C., et al. (coord.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, p. 17-28 (Documentos IAC, 70).

Afférri, F. S., Siebeneichler, S. C., Sá, C. H. A. C. de; Costa, J. da L., Lima, S. de O., Ramos, P. da C., Naoe, L. K., Coimbra, R. R. (2008) Características agrônomicas de duas cultivares de mamona sob diferentes densidade de plantas no Tocantins, CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Aguiar, I. B. de, Ismael, J. J., Banzatto, D. A., Valeri, S. V., Alvarenga, S. F., Corradine, L. (1992) Efeitos da composição do substrato para tubetes no comportamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no viveiro e no campo. IPEF: *Circular Técnica*, 180, 10 p.

Amaral, T. L. do (2007) *Substratos com fibra de coco e fungos micorrízicos no cultivo de bromélias*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 169 p.

Ambiente Brasil - *Polímero de mamona substitui platina em próteses ósseas*: [www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler7id=10384](http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler7id=10384) em 17/11/2006.

Amorim Neto, M. da S., Araújo, A. E. de, Beltrão, N. E. de M. (2001a) Clima e solo *In*: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 63-74.

Amorim Neto, M. da S., Araújo, A. E. de, Beltrão, N. E. de M. (2001b) Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3):551-556.

Andriolo, J. L., Duarte, T. S., Ludke, L., Skrebsky, E. C (1999) Características de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura Brasileira*, 17(3):215-219.

Argenta, G., Silva, P. R. F. da, Bortolin, C. G.; Forsthofer, E. L., Manjabosco, E. A., Beheregaray Neto, V. (2001) Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36(1):71-78.

Argo, W. R. (1998) Root medium chemical properties. *HortTechnology*, 8:486-494.

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Batista, F. A. S (1997a) *Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 52 p. (Boletim de Pesquisa, 34).

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Batista, F. A. S., Lima. E. F., Dourado, V. (1997b) *Definição do espaçamento e densidade de plantio da mamoneira para a região de Irecê*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 6 p.

Azevedo, D. M. P. de, Beltrão, N. E. de M., Lima. E. F., Batista, F. A. S. (1997c) *Efeito da população de plantas nos rendimentos da mamoneira*. Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 5 p. (Comunicado Técnico, 54).

Azevedo, D. M. P. de, Lima, E. F.; Batista, F. A. S., Beltrão, N. E. de M., Soares, J. J., Vieira, R. de M., Moreira, J. de A. N. (1997d) *Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (Ricinus communis L.) no Nordeste do Brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 52 p. (Circular Técnica 25).

Azevedo, D. M. P. de, Nóbrega, I. B. da, Lima, E. F., Batista, F. A. S., Beltrão, N. E. de M. (2001) Manejo cultural. *In*: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 121-160.

Bailey, D. A., Fonteno, W. C., Nelson, P. V. - *Greenhouse substrates and fertilization*. Raleigh: North Carolina State University: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf> em 14/11/2007.

Banzatto, N. V., Canecchio Filho, V., Savy Filho A. (1976) *Melhoramento da mamoneira*. Instituto Agrônômico, 17 p. (Circular, 61).

Banzatto, N. V., Canecchio Filho, V., Savy Filho, A. (1977) *Mamoneira "Guarani"*. Instituto Agrônômico, 7 p. (Circular, 66).

Banzatto, N. V., Rocha, J. L. V., Canecchio Filho, V. (1963) Melhoramento da mamoneira - transferência do caráter indeiscência para o cultivar IAC 38 de mamoneira. *Bragantia*, 22(23):291-298.

Banzatto, N. V., Rocha, J. L. V., Canecchio Filho, V. (1975) *Instruções para a cultura da mamoneira em São Paulo*. Instituto Agrônômico, 36 p. (Boletim, 206).

Banzatto, N. V., Rocha, J. L. V. (1965) Florescimento e maturação dos cultivares de mamoneira IAC 38 e Campinas. *Bragantia*, 24(6):29-31.

Banzatto, N. V., Rocha, J. L. V. (1969) Genética e melhoramento da mamoneira. *In: Melhoramento e Genética*. São Paulo, p. 108-109..

Barroso, D. G., Carneiro, J. G. A., Leles, P. S. dos S. (2000) Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e Ambiente*, 7(1):238-250,

Bayma, C. (1958) *Mamona*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura - Serviço de Informação Agrícola, 96 p.

Beltrão, N. E. de M. (2004) *A cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado de arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 19p. (Documentos, 129).

Beltrão, N. E. de M., Silva, L. C., Vasconcelos, O. L., Azevedo, D. M. P de, Vieira, D. J. (2001) Fitologia. *In: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 37-59.

Beltrão, N. E. de M., Souza, J. G. de, Santos, J. W. dos (2003) Estresse hídrico (deficiência e excesso) e seus efeitos no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS 188 Paraguaçu. *Rev. Bras. Ol. Fibras.*, 7:735-741.

Bianchini, M., Pacini, E. (1996) The caruncle of *Ricinus communis* L. (castor bean): its development and role in seed dehydration, rehydration, and germination. *Int. J. Plant Sc.*, 157(1):40-48.

Blanco, M. J., Almendros, G. (1997) Chemical transformation, phytotoxicity and nutrient availability in progressive composting stages of wheat straw. *Plant and Soil*, 196:15–25.

Booman, J. L. (2000a) Evolução de substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. *In: Kämpf, A. N., Fermino, M. H. (eds.). Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.* Porto Alegre: Gênese, p. 43-65.

Booman, J. L. (2000b) O sistema UC para produção de plantas sadias em recipientes. *In: Kämpf, A. N.; Fermino, M. H. (eds.). Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.* Porto Alegre: Gênese, p. 85-103.

CAMPO (1999). *Polo agro-industrial associado à fruticultura irrigada na Região Noroeste Fluminense: Plano de negócio.* Brasília, 40 p.

Canecchio Filho, V. (1954) Resultados de experiências do experimento da mamoneira anã, variedade IAC-38. *Bragantia*, 13(25):297-305.

Canecchio Filho, V., Freire, E. S. (1959) Adubação da mamoneira II - Experiências de espaçamento x adubação. *Bragantia*, 18(7):67-99.

Carrijo, O. A., Liz, R. S. de, Makishima, N. (2002) Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20(4):533-535.

Cartaxo, W. V., Beltrão, N. E. de M., Silva, O. R. R. F. da, Severino, L. S., Suassuna, N. D., Soares, J. J. (2004) *O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 20 p. (Circular Técnica, 77).

Cavins, T. J., Whipker, B. E., Fonteno, W. C., Hrden, B., McCall, I., Gibson, J. L. (2000) Monitoring and managing pH and EC using the Pour Thru Extraction Method. *Horticultural Information Leaflet*, 590, 17p.

Cerqueira, L. S. (2008) *Variabilidade genética e teor de óleo em mamoneira visando ao melhoramento para região de baixa altitude.* Tese (Mestrado em Melhoramento Genético) - Cruz das Almas - BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 57p.

Chierice, G. O., Claro Neto, S. Aplicação industrial do óleo. In: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.) *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 89-120.

CONAB- Série Histórica: mamona: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131> em 10/03/09.

Costa, R. da S., Suassuna, T. de M. F., Milani, M., Costa, M. N. da, Suassuna, N. D. (2004) Avaliação da resistência de genótipos de mamoneira ao mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*). CD-ROM dos Anais do I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, Campina Grande, PB, Brasil.

Crisóstomo, J. R., Sampaio, H. S. de V., Rodrigues, E. M. (1975) *Produtividade das principais variedades de mamoneira (Ricinus communis L.) de porte alto cultivadas na Bahia*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA CNPA), 17 p. (Comunicado Técnico, 11).

Crisóstomo, J. R., Silva, J. M. da (1975) Comportamento das variedades "Sipeal" de mamoneira nos municípios de Iraquara e Itaeté, Bahia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 8p. (Comunicado Técnico, 14).

Cruz, C. D. (2006) *Programa Genes – versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Ed. UFV, 648 p.

Dai, Z., Edwards, G., Ku, M. (1992) Control of photosynthesis and stomatal conductance in *Ricinus communis* L. (castor bean) by leaf to air vapor pressure deficit. *Plant Physiol.* 99:1426-1434.

Daudt, R. H. S., Gruszynski, C., Kämp, A. N. (2007) Uso de resíduos de couro *wet-blue* como componente de substrato para plantas. *Ciência Rural*, 37(1):91-96.

De Boodt, M., Verdonck. O. (1972) The physical properties of the substrates in horticulturae. *Acta Horticulturae*, 26:37-44.

Drummond, O. A., Coelho, S. J. (1981) Doenças das mamoneira. *Informe Agropecuário*, 7(82):38-43.

Drzal, M. S., Fonteno, W.C., Cassel, D. Keith (1999) Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. *Acta Horticulturae*, 481:43-54.

D'yakov, A. B. (1986) Properties of photosynthesis *In: MOSHKIN, V. A. (ed). Castor*. New Delhi: Amerind, p. 65-67.

Estaún, V., Calvet, C., Pagés, M.,; Grases, J. M. (1985) Chemical determination of fatty acids, organic acids and phenols, during olive marc composting process. *Acta Horticulturae*, 172:263-270.

Fermino, M. H. (2002) O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. *In. Furlani, A. M. C., et al. (coord.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agronômico, p. 29-37 (Documentos IAC, 70).

Fermino, M. H., Kämpf, A. N. (2006) Impedância mecânica de substratos para plantas submetidas a diferentes tensões hídricas. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, 2(1-2):25-30.

Ferraz M. V., Centurion. J. F., Beutler, A. N. (2005) Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. *Acta Sci. Agron.*, 27(2):.209-214.

Fonteno, W. C. (1993) Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates. *Acta Horticulturae*, 342:197-204.

Fonteno, W. C. - *A Common misconception about substrates*: Erro! A referência de hiperlink não é válida. em 19/10/2007.

Fonteno, W. C., Harden, C. T. (2003) *Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU Porometer*. Raleigh: North Carolina State University, 27 p.

Freire, E. C., Andrade, F. P., Medeiros, L. C. (1991) Melhoramento da mamoneira no CNPA - período 1987/1988. *In: EMBRAPA/CNPA. Relatório Técnico Anual do CNPA 1987/1989. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), p. 571-573.*

Freire, E. C., Andrade, F. P., Medeiros, L. C., Lima, E. F., Soares, J. J. (1990) *Competição de cultivares e híbridos de mamona no Nordeste do Brasil.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 8p. (Pesquisa em Andamento, 11).

Freitas, L. B. de, Mendes, L. M., Castro Neto, P., Fraga, A. C., Araújo, J. C. de - *Avaliação de Características Físicas de Painéis Aglomerados de uma Mistura de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e Casca de Mamona (*Ricinus communis* L.)* [www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/coproduto/3.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/coproduto/3.pdf) em 12/02/2009.

Freitas, T. A. S. (2003) *Sistema de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto.* Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - 105 f.

Freitas, T. A. S., Barroso, D. G., Carneiro, J. G. A., Penchel, R. M., Figueiredo, F. (2006) Mudanças de eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes tipos de recipientes e substratos. *Revista Árvore*, 30:519-528.

Gartner, J. B., Still, S. M., Klett, J. E. (1974) The use of bark waste as a substrate in horticulture. *Acta Horticulturae*, 37:2003-2012.

Giacomini, S. J., Aita, C., Hübner, A. P., Lunkes, A.; Guidini, E., Amaral, E. B. do (2003) Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.* 38(9):1097-1104.

Gonçalves, R. D. (1936) Mofo cinzento da mamoneira. *O Biológico*, 11(7): 232-235,

Governo do Estado do Rio de Janeiro (2005) *Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005: cria o Programa Riobiodiesel e da outras providências*. Rio de Janeiro: Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, ano XXXI, nº 124, Parte I, 07 de julho de 2005, p.4-5.

Gruszynski, C. (2002) *Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 99p.

Guerrini, I. A., Trigueiro, R. M. (2004) Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:1069-1076.

Guimarães, P. T. G. (1998) Produção de mudas de cafeeiros em tubetes. *Informe Agropecuário*, 19(193):98-108.

Handreck, K. A. (1993) Properties of coir dust, and its use in the formulation of soilless potting media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24:349-363,

Hardy, G. E. St. J., Sivasithamparam, K. (1989) Microbial, chemical and physical changes during composting of a eucalyptus (*Eucalyptus calophylla* and *Eucalyptus diversicolor*) bark mix. *Biology and Fertility of Soils*, 8:260-270.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies JR., F. T., Geneve, R. L. (1997) *Plant Propagation: Principles and Practices*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 770 p

Jasmim J. M., Toledo R. R. V., Carneiro L. A., Mansur E. (2006) Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Cryptanthus sinuosus*. *Horticultura Brasileira*, 24(3):309-314,.

Jorba, J., Trillas, N. I. (1983) Rapid bioassay to control maturity in pine bark compost. *Acta Horticulturae*, 150:67-74.

Kämpf, A. N. (2000a) *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 254 p.

Kämpf, A. N. (2000b) Seleção de materiais para uso como substrato. *In*: Kämpf, A. N., Fermino, M. N. (eds.). *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, p.139-145.

Kämpf, A. N. (2002) O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. *In*: Furlani, A. M. C., et al. (coord.). *Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 53-76 (Documentos IAC, 70).

Kämpf, A. N. (2004) Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. *In*: Barbosa, J. G. et al. (ed.). *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato*. Viçosa: UFV, p.3-10.

Kiehl, E. J. (1985) *Fertilizantes orgânicos*. Ceres, 492 p.

Kimati, H. (1980) Doenças da mamoneira *In*: GALLI, F. *Manual de Fitopatologia*, 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 347-351.

Krug, C. A., Mendes, P. M. (1942) Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) II - Observações gerais sobre a variabilidade do gênero *Ricinus*. *Bragantia*, 2(5):155-197.

Krug, C. A., Mendes, P. M., SOUZA, G. F. de. (1943) Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) III. Primeira série de ensaios de variedades (1937/38 - 1939/39). *Bragantia*, 3(5):85-122.

Kumar, V.O.P., Vanaja, M. (2004) Effect of weather parameters on photosynthesis in four castor bean genotypes. *Indian Journal of Plant Physiology* 9 (4):442-446.

Kunz, J. H., Bergonci, J. I., Bergamaschi, H., Dalmago, G. A., Heckler, B. M. M., Comiran, F. (2007) Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do

solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesq. Agropec. Bras.*, 42(11):1511-1520.

Lacerda, M. R. B., Passos, M. A. A., Rodrigues, J. J. V., Barrero, L. P. (2006) Características físicas e químicas de substratos a base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*, 30(2):163-170.

Lima, E. F., Araújo, A. E. de, Batista, F. A. S. (2001) Doenças e seu controle. In: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 191-210.

Lima, E. F., Santos, J. W. dos (1998) Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre características agronômicas da mamoneira (*Ricinus communis* L.). *Rev. Ol. Fibrós.*, 2(2):147-150.

Lima, E. F., Soares, J. J. (1990) Resistência de cultivares de mamoneira ao mofo cinzento causado por *Brotrytis ricini*. *Fitopatologia Brasileira*, 15:96-97.

Lima, J. D., Moraes, W. da S., Mendonça, J. C. de, Nomura, E. S. (2007) Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, 37(6):1609-1613.

Lima, R. de L. S. de, Severino, L. S., Albuquerque, R. C., Beltrão, N. E. de M., Sampaio, L. R. (2008) Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. *Revista Caatinga*, 21(5):102-106.

Lira, M. A., Milani, M., Carvalho, H. W. L. de, Santos, F. C. (2008) *Desempenho de linhagens de mamona em baixa altitude no estado do Rio Grande do Norte*, CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Lu, W., Sibley, J. L., Bannon, J. S., Zhang, Y., Gilliam, C. H. (2004) Estimation of U.S. bark supply. *In.*: Fain, G. (ed.). Engineering, Economics, Structures and Innovations - SNA RESEARCH CONFERENCE. p. 300-305.

Maeda, S., Andrade, G. de C., Ferreira, C. A., Silva, H. D. da, Agostini, R. B. (2006) Resíduos industriais e dejetos da caprinocultura como componentes de substratos para produção de mudas de *Eucalyptus badjensis*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 53:3-20.

Mafia, R. G., Alfenas, A. C., Ferreira, E. M., Leite, F. P., Souza, F. L. (2006) Variáveis Climáticas Associadas à Incidência de Mofo-Cinzento em Eucalipto. *Fitopatol. Bras.* 31(2):152-157.

Maia, C. M. B. F. (1999) Uso de casca de *pinus* e lodo biológico como substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 39:81-92.

MAPA - Sislegis-Sistema de Legislação Agrícola Federal: <http://www.agricultura.gov.br/> em 18/03/2009.

Martínez, P. F. (2002) Manejo de substratos para horticultura. *In.* Furlani, A. M. C., et al. (coord.). *Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 53-76 (Documentos IAC, 70).

Massala Júnior, M. S., Bendendo, I. P. (1997) Doenças da mamoneira *In.*: Kimati, H., Amorin, L. (eds.) Manual de fitopatologia: doença das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 497-500.

Milani, M., Nóbrega, M. B. M., Suassuna, N. D., Coutinho, W. M. (2005) Resistência da Mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao Mofo Cinzento Causado por *Amphobotrys ricini*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA), 22p. (Documentos, 137).

Milner, L. (2002) Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. *In*. Furlani, A. M. C., et al. (coord.). *Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, , p. 29-37 (Documentos IAC, 70).

Minami, K. (2000) Adubação em substrato. *In*. Kämpf, A. N., Fermino, M. H. (eds.). *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese, p. 169-170.

Moreira, J. A. N., Lima, E. F., Farias, F. J. C., Azevedo, D. M. P. de. (1996) *Melhoramento da mamoneira (Ricinus communis L.)*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CNPA), 29 p. (Documentos, 44).

Morgado, I. V. (1998) *Resíduos agro-industriais prensados como mistura para a produção de mudas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Saccharum spp.* 1998, Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 105 f.

Moshkin, V. A. (1986a) History and origin of castor. *In*: Moshkin, V. A. (eds). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 6-10.

Moshkin, V. A. (1986b) Growth and development of the plant. *In*: Moshkin, V. A. (Eds). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 36-42.

Moshkin, V. A. (1986c) Flowering and pollination. *In*: Moshkin, V. A. (Eds). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 43-49.

Moshkin, V. A. (1986d) Ecology. *In*: Moshkin, V. A. (Eds). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 54-64.

Moshkin, V. A., Perestova, T. A. (1986) Morphology and anatomy. *In*: Moshkin, V. A. (Eds). *Castor*. New Delhi: Amerind, p. 28-33.

Nóbrega, M. B. de M., Andrade F. P. de, Santos, J. W. dos, Leite, E. J. (2001) Germoplasma. *In: Azevedo, D. M. P. de, Lima E. F. (eds.). O agronegócio da mamona no Brasil.* Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 257-280.

Oliveira, L. A. A. de, Souza, J. M. P. F de, Lopes, G. E. M., Rêgo Filho, L. de M., Ferreira, J. M., Cavalcanti, E. (2006) *Avaliação de oleaginosas no estado do Rio de Janeiro: Resultados estação outono-inverno/2005.* *In: Anais do I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, DF, Brasil. Artigos técnico-científicos: MCT/ABIPTI, 1:155-159.*

Ortega, M. C., Moreno, M. T., Ordovas, J., Aguado, M. T. (1996) Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates. *Scientia Horticulturae*, 66:125-132.

Oviedo, V. R. S (2007) *Produção de tomate em função da idade da muda e volume do recipiente.* Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 80p.

Peres, S. (2005) Probiodiesel – PE. Mamona. Utilização e valorização de co-produtos: glicerina, torta, casca. Workshop de Co-produtos do Biodiesel - MCT Rio de Janeiro.

Popova, G. M., Moshkin, V. A. (1986) Botanical classification. *In: Moshkin, V. A. (Eds). Castor.* New Delhi: Amerind, p. 11-27.

Queiroga, V. de P., Santos, R. F. (2008) *Levantamento dos principais problemas da produção de mamona em uma amostra de produtores familiares do nordeste,* CD-ROM dos Anais do III Congresso Brasileiro de Mamona, Salvador, BA, Brasil.

Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.* 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 285p.

Rêgo Filho, L. de M., Bezerra Neto, F. V., Santos, Z.M. (2007) *Avaliação da incidência de mofo cinzento em genótipos de mamoneira no período de outono-inverno em Campos dos Goytacazes-RJ*, CD-ROM dos Anais do 2º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília, DF, Brasil.

Rêgo Filho, L. de M., Oliveira, L. A. A. de, Andrade, W. E. de B. (2005a) *Mamona e girassol como matéria prima para a produção de biodiesel na região Norte Fluminense*. In: CD-ROM dos Anais do II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Varginha, MG, Brasil

Rêgo Filho, L. de M., Oliveira, L. A. A. de, Andrade, W. E. de B. (2005b) *Características básicas de crescimento para a mamona cultivares Al Guarany e IAC 80 na região Norte Fluminense*. In: CD-ROM dos Anais do II Varginha, MG.

Ribeiro Filho, J. (1966) *Cultura da mamoneira (Ricinus communis L.)*. Viçosa: UFV, 65 p.

Rocha, J. L. V., Canecchio Filho, V., Freire, E. S. (1964) Adubação da mamoneira IV. Experiências de espaçamento x adubação (2ª série). *Bragantia*, 23(20):257-269.

Rosa, M. F., Santos, J. S. S., Montenegro, A. A. T., Abreu, F. A. P., Araújo, F. B. S., Norões, E. R. (2001) *Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agroindústria Tropical), 6p. (Comunicado Técnico, 54).

Rosolem, C. A. (2006) Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41(6):1033-1040.

Rossetti L. A. (2001) Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. *Rev. Bras. Agrometeorologia*, 9(3):p. 386-399.

Savy Filho, A. Mamona *In*: Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. (1997) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, p. 201.

Savy Filho, A. *Cultura da mamoneira: cultivares*: Erro! A referência de hiperlink não é válida., em 13/07/2008.

Savy Filho, A., Banzatto, N. V., Veiga, R. F. de A., Veiga, A. de A., Pettinelli Junior, A. (1984) *IAC-80 (Brasil-Integração) - novo cultivar de mamoneira de porte alto*. Instituto Agrônomo, 17 p. (Boletim Técnico, 85).

Savy Filho, A., Castro, O. M. de, Banzatto, N. V. (1989) Efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). *Revista da Agricultura*, 64(3):229-239,

Schiavo, J. A., Martins, M. A. (2002) Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum* em substrato agro-industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(2):519-523.

Schmitz, J. A. K., Souza, P. V. D. de, Kämpf, A. N. (2002) Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas de recipiente. *Ciência Rural*, 32(6):937-944.

Serrano, L. A. L., Marinho, C. S., Carvalho, A. J. C., Monnerat, P. H. (2004) Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3):524-528.

Serrano, L. A. L., Silva, C. M. M. da, Ogliari, J., Carvalho, A. J. C. de, Marinho, C. S., Detmann, E. (2006) Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canvieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(3):487-491.

Severino, L. S., Coelho, D. K., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Vale L. S. do (2006a) Otimização do espaçamento de plantio para a mamoneira cultivar brs nordestina. *Rev. Bras. Ol. Fibras.*, 10(1/2):993-999.

Severino, L. S., Ferreira, G. B., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Freire, W. S. de A., Castro, D. A. de, Cardoso, G. D., Beltrão, N. E. de M. (2006b). Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41(4):563-568.

Severino, L. S., Milani, M., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D. (2006c) Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2):188-194.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., Beltrão, N. E. de M. (2006d) Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, 37(1):50-54.

Severino, L. S., Moraes, C. R. de A., Gondim, T. M. de S., Cardoso, G. D., Santos, J. W. (2005) *Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56).

Severino, L. S., Silva FILHO, J. L., Santos, J. B., Alencar, A. R. (2004) *Plantio de algodão adensado no Oeste Baiano: safra 2002-2003*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), 3p. (Comunicado técnico, 209).

Siedow, J. N., Moller, I. M., Rasmusson, A. G. - Does Respiration reduce Crop Yields?: <http://4e.plantphys.net/article.php?ch=t&id=152> em 18/03/09.

Silva, S. D. dos A. (2005) *A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), 33 p. (Documentos 149).

Silva, W. J. da. (1981) Aptidão climática para as culturas do girassol, da mamona e do amendoim. *Informe Agropecuário*, 7(82):24-28.

Souza, A. dos S., Távora, F. J. A. F., Pitombeira, J. B., Bezerra, F. M. L. (2007a). Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. *Rev. Ciên. Agron.*, 38(4):414-421.

Souza, A. dos S., Távora, F. J. A. F., Pitombeira, J. B., Bezerra, F. M. S. L. (2007b) Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. *Rev. Ciên. Agron.*, 38(4):422-429.

Souza, C. S. S. (2001) *Caracterização física e química de diferentes substratos: influência na produção de mudas de cróton (Codiaeum variegatum Blume) e acalifa (Acalypha wilkesiana M. Arg.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, UNESP, 130 p.

Still, S. M., Dirr, M. A., Gartner, J. B. (1976) Phytotoxic Effects of Several Bark Extracts on Mung Bean and Cucumber Growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 101(1):34-37.

Taiz, L., Zeiger, E. (1998) *Plant physiology*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 792p.

Távora, F.J.A. (1982) *A cultura da mamona*. Fortaleza: EPACE, 111 p.

Trani, P. E., Feltrin, D. M., Pott, C. A., SchwingeL, M. (2007) Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, 25(2):256-260.

Ueno, B., Zanatta, Z. G. C. N., Silva, S. D. dos A., Gomes, A. da C. (2004) *Resistência à mancha-de-cercóspora, mofo cinzento e nematóides fitoparasitas de seis cultivares de mamoneira cultivadas na região de Pelotas, RS, safra*

2003/2004. In: CD-ROM dos anais do I Congresso Brasileiro de Mamona, Campina Grande, PB.

Verdonck, O. (1983) Reviewing and evaluation of new materials used as substrate. *Acta Horticulturae*, 150: 467-472.

Vieira, R. de M., Lima, E. F., Batista, F. A. S. (1997) *Diagnóstico e perspectivas da mamoneira no Brasil. In: Reunião Temática Matérias -Primas Oleaginosas no Brasil: Diagnóstico, Perspectivas e Prioridades de Pesquisa, 1997.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPA) p.139-150. (Documentos, 63).

Wrege, M. S., Silva, S. D. dos A., Garrastazu, M. C., Reisser Júnior, C., Steinmetz S., HERTER, F. G., Matzenauer, R. (2007) *Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul.* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Clima Temperado), 28 p. (Documentos, 192).

Yates, N. L., Rogers, M. N. (1981) Effect of time, temperature, and nitrogen source on the composting of hardwood bark for use as a plant growing medium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106(5):589-593.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Quadro 1A - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de ráculos por planta (NR), comprimento de ráculo (CR), número de frutos por ráculo (NF), índice de doenças (ID) e produtividade de grãos (PG) de genótipos de mamoneira, na época primavera-verão 2007/08. Itaocara, RJ

Fonte de Variação	GL	QM		
		AP	NR	CR
Blocos	3	342,772917	2,651000	28,61225
Genótipos	9	12482,728472**	41,987111**	426,880028**
Resíduo	27	298,495141	1,123037	25,510400
CV (%)		11,22	6,86	31,24
Média		154,01	15,46	16,17

Fonte de Variação	GL	QM		
		NF	ID	PG
Blocos	3	144,522917	89,689043	17429,825000
Genótipos	9	593,728472**	350,526708**	255143,247222**
Resíduo	27	36,995141	23,656937	19760,528704
CV (%)		34,36	13,97	1359,02
Média		17,70	34,82	10,34

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

## APÊNDICE B

Quadro 1B - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de inserção do rácemo primário (ARP), número de rácemos por planta (NR), comprimento de rácemo (CR), número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG) em plantas de mamoneira BRS 149 Nordestina em diferentes espaçamentos na época primavera-verão 2007/08. Itaocara, RJ

Fonte de	QM			
Varição	GL	AP	ARP	NR
Blocos	3	62,9833	4,1833	0,4500
Espaçamentos	4	891,1750**	69,9250**	3,7239**
Resíduo	12	86,6083	12,5583	0,5500
CV (%)		4,89	5,25	12,81

Fonte de	QM			
Varição	GL	CR	NF	PG
Blocos	3	1,8458	53,6000	9115,6000
Espaçamentos	4	1,8875 <sup>ns</sup>	74,9250 <sup>ns</sup>	91607,3000**
Resíduo	12	1,2208	24,8917	12352,1000
CV (%)		5,38	12,11	9,07

\*\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

Quadro 2B - Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de inserção do rácemo primário (ARP), número de rácemos por planta (NR), comprimento de rácemo (CR), número de frutos por rácemo (NF) e produtividade de grãos (PG), em plantas de mamoneira BRS 149 Nordestina em diferentes espaçamentos na época outono-inverno/2008. Itaocara, RJ

Fonte de Variação	GL	QM		
		AP	ARP	NR
Blocos	3	213,4667	48,9833	0,5285
Espaçamentos	4	533,7000 <sup>ns</sup>	37,1250 <sup>ns</sup>	6,5205 <sup>**</sup>
Resíduo	12	358,6333	57,0250	0,7752
CV (%)		15,8	11,5	15,8

Fonte de Variação	GL	QM		
		CR	NF	PG
Blocos	3	7,2218	37,7772	5011,6000
Espaçamentos	4	5,5432 <sup>ns</sup>	14,4358 <sup>ns</sup>	154956,6250 <sup>**</sup>
Resíduo	12	10,8406	22,1817	7483,8917
CV (%)		18,1	19,7	9,00

<sup>\*\*</sup> e <sup>ns</sup> Significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

### APÊNDICE C

Quadro 1C - Resumo das análises de variância dos dados das características densidade úmida (DU), densidade seca (DS), condutividade elétrica (CE), pH em água (PH), porosidade total (PT) e espaço de aeração (EA) da casca de fruto da mamoneira (CFM) *in natura* e decomposta nas granulometrias peneiras 3, 5 e 10 mm

Fonte de Variação	GL	QM	
		DU	DS
Blocos	2	78,7737	10,7493
CFM (C)	1	16594,1689**	10351,6864
Granulometria (G)	2	13846,9245**	5040,8404**
Interação C x G	2	226,9934**	590,6668**
Resíduo	10	29,9262	13,9244
CV (%)		1,1	1,5

Fonte de Variação	GL	QM			
		CE	pH	PT	EA
Blocos	2	0,0048	0,0028	0,00002	0,00014
CFM (C)	1	29,8455**	3,4584**	0,02316**	0,08979**
Granulometria (G)	2	0,6927**	0,5215**	0,01728**	0,00494**
Interação C x G	2	0,4986**	0,3879**	0,02006**	0,01654**
Resíduo	10	0,0156	0,0006	0,00014	0,0001
CV (%)		6,6	0,4	1,6	3,2

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

Quadro 2C - Resumo das análises de variância dos dados das características densidade úmida (DU), densidade seca (DS), condutividade elétrica (CE), pH em água (PH), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água disponível (AD) e água remanescente (AR) da casca de fruto da mamoneira (CFM) decomposta nas granulometrias 3, 5 e 10 mm

Fonte de Variação	GL	QM			
		DU	DS	CE	pH
Blocos	2	8,2282	5,0605	0,0	0,0027
Granulometria (G)	1	7366,6321**	2802,5854**	0,0102**	0,4763**
Resíduo	10	34,0258	5,2600	0,0001	0,0004
CV (%)		1,14	0,86	1,63	0,31

Fonte de Variação	GL	QM			
		PT	EA	AD	AR
Blocos	2	0,00001	0,000039	0,00001	0,0
Granulometria (G)	1	0,00561**	0,019222**	0,01266**	0,00295**
Resíduo	10	0,00010	0,000075	0,00005	0,00002
CV (%)		1,28	2,24	6,87	1,66

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

## APÊNDICE D

Quadro 1D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, *in natura* e decomposta, pura e em mistura com Plantmax®

Fonte de Variação	GL	QM		
		AP	CRP	MFPA
Blocos	3	0,24241	0,01155	0,00658
Casca (C)	1	419,904**	14,28025**	2,08424**
Misturas (M)	4	50,14446**	6,13119**	0,05933**
Interação CxM	4	26,35525**	2,55434 <sup>ns</sup>	0,13601**
M/C	8	38,24986	4,34277	0,09767
M/C1	4	74,35056	7,68493	0,17580
M/C2	4	2,14915	1,00060	0,01955
Resíduo	27	0,28707	0,28586	0,00389
CV (%)		8,63	6,24	17,89

Fonte de Variação	GL	QM		
		MFSR	MSPA	MSSR
Blocos	3	0,00042	0,00574	0,00044
Casca (C)	1	0,01293**	0,99572**	0,03164**
Misturas (M)	4	0,00376**	0,10297**	0,00019 <sup>ns</sup>
Interação CxM	4	0,00081 <sup>ns</sup>	0,06291 **	0,0021**
M/C	8	0,00229	0,08294	0,00114
M/C1	4	0,004	0,16182	0,00166
M/C2	4	0,00058	0,00406	0,00062
Resíduo	27	0,00016	0,00205	0,00015
CV (%)		30,49	16,44	23,92

\*\* e <sup>ns</sup> Significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

Quadro 2D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, *in natura*, pura e em mistura com Plantmax®

Fonte de		QM		
Varição	GL	AP	CRP	MFPA
Blocos	3	0,069338	0,061392	0,001190
Misturas	4	74,350555**	7,68493**	0,175801**
Resíduo	12	0,055092	0,291150	0,001083
CV (%)		7,91	9,57	27,40

Fonte de		QM		
Varição	GL	MFSR	MSPA	MSSR
Blocos	3	0,00018	0,000973	0,000063
Misturas	4	0,004001**	0,161819**	0,001663**
Resíduo	12	0,000117	0,000833	0,000058
CV (%)		47,09	24,52	33,57

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

Quadro 3D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de alface cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, decomposta, pura e em mistura com Plantmax®

Fonte de		QM		
Variação	GL	AP	CRP	PMFPA
Blocos	3	0,349738	0,101472	0,00668
Misturas	4	2,149155*	1,000605 <sup>ns</sup>	0,019543 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,546658	0,314208	0,007333
CV (%)		7,83	8,20	14,85

Fonte de		QM		
Variação	GL	PMFSR	PMSPA	PMSSR
Blocos	3	0,000323	0,005947	0,00048
Misturas	4	0,000569 <sup>ns</sup>	0,004061 <sup>ns</sup>	0,000626 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	0,000217	0,00350	0,000250
CV (%)		25,00	13,65	20,01

\*\*, \* e <sup>ns</sup> Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

Quadro 4D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato (CFM) na granulometria 3 mm, *in natura* e decomposta, pura e em mistura com Plantmax®

Fonte de Variação	GL	QM			
		AP	DC	CRP	MFPA
Blocos	3	0,07857	0,01429	0,58652	0,00092
Casca (C)	1	16,72195**	0,78289**	5,2204**	0,26199**
Misturas (M)	4	872,16921**	11,25721**	15,55009**	9,92943**
Interação CxM	4	61,11153**	0,74139**	1,59546**	0,68365**
M/C	8	38,91674	0,76214	3,40793	0,47282
M/C1	4	62,50985	1,51012	5,85764	0,80534
M/C2	4	15,32363	0,01416	0,95821	0,14031
Resíduo	27	0,26786	0,00464	0,26633	0,00556
CV (%)		5,07	3,55	6,39	9,42

Fonte de Variação	GL	QM		
		MFSR	MSPA	MSSR
Blocos	3	0,00086	0,00034	0,00019
Casca (C)	1	0,02468**	0,06204**	0,00565**
Misturas (M)	4	0,40432**	4,12485**	0,18212**
Interação CxM	4	0,02637**	0,29376**	0,01293**
M/C	8	0,02553	0,1779	0,00929
M/C1	4	0,04968	0,25081	0,01544
M/C2	4	0,00138	0,10498	0,00315
Resíduo	27	0,00119	0,00328	0,00043
CV (%)		18,34	11,04	16,87

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

Quadro 5D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM, na granulometria 3 mm, *in natura*, pura e em mistura com Plantmax<sup>®</sup>

Fonte de		QM			
Varição	GL	AP	DC	CRP	PMFPA
Blocos	3	0,014620	0,008098	0,381880	0,001362
Misturas	4	62,509850**	1,510120**	5,857642**	0,805333**
Resíduo	12	0,065317	0,003792	0,428492	0,002708
CV (%)		4,61	4,43	8,78	17,76

Fonte de		QM		
Varição	GL	PMFSR	PMSPA	PMSSR
Blocos	3	0,000187	0,000627	0,000118
Misturas	4	0,04968**	0,250815**	0,015435**
Resíduo	12	0,000292	0,001450	0,000192
CV (%)		19,47	19,30	24,99

\*\* Significativo a 1% pelo teste F

Quadro 6D - Resumo da análise de variância das características altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da raiz principal (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MFSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de tomate cultivadas em substrato CFM na granulometria 3 mm, decomposta, pura e em mistura com Plantmax®

Fonte de		QM			
Variação	GL	AP	DC	CRP	PMFPA
Blocos	3	0,098440	0,006885	0,248753	0,005280
Misturas	4	15,323632**	0,014162 <sup>ns</sup>	0,958213**	0,140308**
Resíduo	12	0,528742	0,006492	0,159708	0,008375
CV (%)		4,89	3,29	4,59	7,10

Fonte de		QM		
Variação	GL	PMFSR	PMSPA	PMSSR
Blocos	3	0,002588	0,001752	0,000267
Misturas	4	0,001376 <sup>ns</sup>	0,104984**	0,003148*
Resíduo	12	0,001908	0,005417	0,000717
CV (%)		15,13	8,77	14,06

\*\* , \* e <sup>ns</sup> Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

Quadro 7D - Resumo da análise de variância das características percentagem de estacas enraizadas (ENRZ), percentagem de estacas sobreviventes (ESBR), número de raízes primárias (NRP), comprimento de raízes primárias (CRP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca do sistema radicular (MF SR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) de estacas de *Duranta repens* cultivadas em substrato CFM pura, *in natura* e decomposta, em três granulometrias

Fonte de		QM			
Variação	GL	ENRAIZ	ESBR	NRP	CRP
Blocos	3	85,320586	22,321429	0,561261	0,272319
Misturas	6	7472,201687**	1882,905506**	70,786006**	15,466865**
Resíduo	18	68,351489	66,809278	1,4067	0,347467
CV (%)		17,74	9,54	24,80	25,37

Fonte de		QM			
Variação	GL	PMFPA	PMFSR	PMSPA	PMSSR
Blocos	3	0,002867	0,000898	0,001045	0,000004
Misturas	6	0,441535**	0,069589**	0,03447**	0,000568**
Resíduo	18	0,017817	0,001428	0,000783	0,000006
CV (%)		11,06	26,61	8,91	17,84

\*\* Significativo a 1% pelo teste F