

**UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

**Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na
vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças
em cultivo protegido**

Eva Adriana Gonçalves de Oliveira

2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem,
para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**

Eva Adriana Gonçalves de Oliveira

Sob orientação do Professor
Raul de Lucena Duarte Ribeiro

e co-orientação do Pesquisador
Dr. José Guilherme Marinho Guerra

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

Eva Adriana Gonçalves de Oliveira

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 28 / 02 / 2011

Raul de Lucena Duarte Ribeiro (Dr.) – UFRuralRJ
Orientador

Dejair Lopes de Almeida (Dr.) – Embrapa Agrobiologia

Atelene Normann Kämpf (Dra.) – UFRGS

Marco Antônio Leal Almeida (Dr.) – Embrapa Agrobiologia

Everaldo Zonta (Dr.) – UFRuralRJ

Oliveira, Eva Adriana Gonçalves, 1986.
Desenvolvimento de substrato orgânico, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido/ Eva Adriana Gonçalves de Oliveira - 2011.
78 f.: il.

Orientador: Raul de Lucena Duarte Ribeiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 59-65.

1. Agricultura orgânica - Teses. 2. Hortaliças - Teses. 3. Produção de mudas - Teses. 4. Substrato orgânico - Teses. I. Ribeiro, Raul de Lucena Duarte, 1937. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

Bibliotecário: _____ **Data:** ____ / ____ / ____

*À minha mãe Aldinar Gonçalves de Oliveira (in memoriam),
por tudo que tenho e sou...*

*Ao meu pai João Batista, pelo apoio cúmplice e incondicional neste
e em todos os projetos da minha vida.*

Dedico.

*À minha irmã Andréia que se fez mãe e à minha irmã Ariádila que se tornou
filha, diante da mais dolorosa dor e insuportável separação já vivida.
À minha sobrinha (filha emprestada) Ana Júlia, alegria do meu viver.*

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e abençoar com suas graças todos os dias da minha vida.

Ao meu orientador, Professor Raul de Lucena, pela dedicação, disponibilidade, paciência, confiança e afeto.

Ao meu co-orientador, Dr. José Guilherme Marinho Guerra, por suas valiosas sugestões, amizade e apoio (técnico e emocional) durante o processo desta pesquisa.

À CAPES e à FAPERJ, pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e seus Mestres, pelo apoio e ensinamentos no decorrer do curso.

Ao Curso de Pós - Graduação em Fitotecnia pela oportunidade, em especial a Professora Margarida Goréte, Professora Regina Celli, e as secretárias Ellen, Tatiane e Eliane, por realizarem seu trabalho com tanto carinho e dedicação.

À Embrapa Agrobiologia, pelo apoio técnico, estrutural e financeiro; aos funcionários Celmo, Naldo, Monalisa e Gisele pelo auxílio com as análises laboratoriais, e aos pesquisadores Marco Antônio, Janaína Ribeiro, Ednaldo Araújo, José Espíndola e Segundo Urquiaga pelas sugestões e orientações.

A todos os funcionários da Fazendinha Agroecológica do km 47, principalmente à Ivana Elias, Juarez e Ilzo Artur por todo auxílio à condução do trabalho.

Ao laboratorista Júlio Kornetz e aos Pesquisadores Carlos Polidoro e David Campos da Embrapa Solos, pelas análises físicas dos substratos.

Aos amigos de todas as horas, Jaqueline, Juliana, Luciene, Camila, Fernanda, Anita, Rosana, Émerson e Sílvio, por alegrarem minha vida e pelo trabalho em equipe.

Aos amigos, de quem me mantive afastada durante a pesquisa: Luciano, Juçaria, Wemerson, Nayane, Wander, Nina, Bernarda, Edilene, Lorian, Maruzanete, Bruno e aos muitos outros que me deram o apoio fundamental para superar a distância e tolerar a saudade.

À Professora Ana Maria Dantas Soares, pela iniciação na pesquisa, amizade, colo acolhedor e o imenso carinho.

A toda minha família, pelo incentivo, amor e carinho que sempre demonstraram e por compreenderem minha ausência por tão longo período.

Finalmente, eu gostaria de exaltar agradecimento especial ao meu querido e amado namorado Osmir Saiter, por toda sua devoção, carinho, paciência, auxílio e respaldos em todos os momentos.

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim, esquenta e esfria, aperta e depois afrouxa, aquieta e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. O que Deus quer é ver a gente aprendendo a ser capaz de ficar alegre e amar, no meio da alegria. E ainda mais no meio da tristeza. Todo o caminho da gente é resvaloso, mas cair não prejudica demais, a gente levanta, a gente sobe, a gente volta”.

(João Guimarães Rosa em “Grande Sertão Veredas”, 1956).

LISTA DE FIGURAS

1. (A) Canteiros de vermicompostagem cobertos por tela sombrite e (B) distribuição do esterco bovino no canteiro de vermicompostagem.....	08
2. (A) Amostra correspondente ao final do processo de vermicompostagem; (B) Ísca com esterco fresco sobre tela sombrite para coleta das minhocas do húmus estabilizado	09
3. Peneira elétrica utilizada no processamento do vermicomposto estabilizado	10
4. (A) vermicomposto estabilizado e peneirado, (B) solarização do vermicomposto estabilizado e peneirado.....	10
5. “fino de carvão vegetal” após peneiramento em malha de 5mm (A) e 3mm (B).....	11
6. (A) Substrato orgânico á base de vermicomposto adicionado de 15% (V/V) de “fino de carvão vegetal”. (B) Torta de mamona peneirada, separando-se as cascas não desintegradas.....	14
7. Vista geral do ensaio de campo com beterraba, sob manejo orgânico, por ocasião da colheita.....	18
8. Mudanças de berinjela com sintomas de deficiência nutricional (clorose dos cotilédones e folhas mais velhas / crescimento reduzido) em substrato a base de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”	26
9. Altura da planta e área foliar de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal”[malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3+5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto.....	27
10. Massas fresca e seca da folhagem de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal” [malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3+5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto.....	28
11. Massa fresca e seca das raízes e volume do sistema radicular de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal” [malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3+5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto	29
12. Crescimento diferencial de mudas de alface em substrato comercial e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” enriquecidos ou não com doses de torta de mamona peneirada (TM)	33
13. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de alface no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada	35

14. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de alface, no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.....	36
15. Crescimento diferencial de mudas de berinjela em substrato comercial (SC) e em substratos orgânicos (SO) constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).....	37
16. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de berinjela no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada	39
17. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) de raízes de mudas de berinjela no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” em função do percentual de torta de mamona adicionada	40
18. Crescimento diferencial de mudas de rúcula em substrato comercial (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” (SO) enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).	43
19. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de rúcula no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.	44
20. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de rúcula no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.....	45
21. Crescimento diferencial de mudas de beterraba em substrato comercial (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” (SO) enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).	47
22. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de beterraba no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada	48
23. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de beterraba no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada	49
24. Percentuais de refugos, representados pelas raízes tuberosas de beterraba com peso inferior de 20 g, em função do tipo de substrato de semeadura e de doses de torta de mamona aplicadas em cobertura durante o ciclo da cultura a campo, sob manejo orgânico	52

25. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de beterraba, em função do substrato de semeadura e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona	54
26. Diâmetro equatorial (A); massa fresca (B) e massa seca (C) das raízes tuberosas de beterraba, em função do substrato de semeadura e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona	55
27. Produtividades total (A) e comercial (B) da beterraba, em função do substrato de semeadura e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona.....	56

LISTA DE TABELAS

1. Composição química em macronutrientes dos fertilizantes orgânicos utilizados	16
2. Dosagens e equivalência em N-total da torta de mamona utilizada na adubação de cobertura	17
3. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos constituídos de misturas de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”	20
4. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1+5) e teores de macronutrientes dos substratos constituídos de misturas de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”	22
5. Índices de desenvolvimento de mudas de alface e de berinjela no vermicomposto puro e em suas misturas com o “fino de carvão vegetal”, a partir da semeadura em bandejas de PEE (200 células) na casa de vegetação	24
6. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos bioensaios de alface e berinjela.....	31
7. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1 +5) e teores de macronutrientes dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos biensaos de alface e berinjela	32
8. Índices de desenvolvimento de mudas de alface em substrato comercial Basaplant BY [®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona	34
9. Índices de desenvolvimento de mudas de berinjela em substrato comercial Basaplant BX [®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona	38
10. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos bioensaios de rúcula e beterraba	41
11. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1+5) e teores de macronutrientes dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos	

constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos biensaíais de rúcula e beterraba	42
12. Índices de desenvolvimento de mudas de rúcula no substrato comercial Multiplant [®] (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona	43
13. Índices de desenvolvimento de mudas de beterraba no substrato comercial Multiplant [®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona.	46
14. Desempenho agrônômico da cultura da beterraba, sob manejo orgânico, em função do substrato de semeadura e de adubações de cobertura com doses crescentes de torta de mamona	51

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
1 INTRODUÇÃO	03
1.1 OBJETIVOS	07
1.1.1 Objetivo geral	07
1.1.2 Objetivos específicos.....	07
2 MATERIAL E MÉTODOS	08
2.1 Localização.....	08
2.2 Obtenção do vermicomposto	08
2.3 Processamento e solarização do vermicomposto estabilizado	09
2.4 Processamento do “fino de carvão vegetal”	10
2.5 Experimento I	
Efeitos da adição do “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto em diferentes concentrações e malhas de peneiramento.....	11
2.5.1 Avaliação das características físicas e químicas do vermicomposto e de suas misturas com “fino de carvão vegetal”	12
2.5.1.1 Análises químicas	12
2.5.1.2 Análises físicas	12
2.5.2 Desenvolvimento de mudas de hortaliças nos diferentes substratos formulados.....	13
2.6 Experimento II	
Efeitos da adição de torta de mamona a substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.....	14
2.6.1 Primeira etapa.....	15
2.6.2 Segunda etapa.....	15

2.7 Experimento III

Avaliação do efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de semeadura, no desempenho agrônômico da cultura sob manejo orgânico16

2.8 Análises estatísticas18

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO19

3.1 Experimento I

Efeitos da adição de “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto em diferentes concentrações e malhas de peneiramento.....19

3.1.1 Características físicas e químicas do vermicomposto e de suas misturas com “fino de carvão vegetal”19

3.1.2 Desenvolvimento de mudas de alface e berinjela nos diferentes substratos formulados.....23

3.2 Experimento II

Efeitos da adição de torta de mamona no desenvolvimento de mudas de hortaliças em substratos orgânicos constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”31

3.2.1 Bioensaios com alface ‘Vera’ e berinjela ‘Ciça’31

3.2.1.1 Alface ‘Vera’33

3.2.1.2 Berinjela ‘Ciça’37

3.2.2 Bioensaios com rúcula ‘ Gigante Folha Larga’ e beterraba ‘Early Wonder Tall Top’41

3.2.2.1 Rúcula ‘ Gigante Folha Larga’42

3.2.2.2 Beterraba ‘Early Wonder Tall top’46

3.3 Experimento III

Avaliação do efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de semeadura, no desempenho agrônômico da cultura sob manejo orgânico50

4. CONCLUSÕES.....57

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....58

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS59

RESUMO

OLIVEIRA, Eva Adriana Gonçalves de. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**, 2011. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Foram desenvolvidos substratos orgânicos, a partir de fontes renováveis e localmente disponíveis, para produção de mudas de hortaliças, adotando o sistema de bandejas de poliestireno expandido, em ambiente protegido. Como base desses substratos elegeu-se o vermicomposto, usando o esterco bovino como matéria-prima. As características físicas e nutricionais do vermicomposto foram melhoradas pela incorporação do “fino de carvão vegetal” e da torta de mamona peneirados. O primeiro desses insumos é representado pelos resíduos de processamento do carvão vegetal, sendo de fácil aquisição a custo mínimo. Já, a torta de mamona é disponibilizada no comércio local, sendo reconhecida como fonte de macronutrientes, especialmente nitrogênio. Bioensaios na casa de vegetação, utilizando-se espécies olerícolas representativas de diferentes grupos (alface, rúcula, berinjela e beterraba), demonstraram eficácia dos substratos de vermicomposto adicionados de “fino de carvão vegetal” e torta de mamona. Selecionou-se, em função dos índices de crescimento das mudas nas bandejas, a formulação correspondente ao vermicomposto acrescido de 15% de “fino de carvão vegetal” (v/v), sendo este último componente originado da mistura, em partes iguais, de partículas peneiradas nas malhas de 3mm e de 5mm. A torta de mamona, empregada para o enriquecimento do substrato, mostrou-se adequada em doses que variaram entre 1% e 4%, dependendo da hortaliça cultivada. Este resultado comprovou tolerâncias diferenciadas aos níveis de salinidade do substrato entre as olerícolas testadas. Apontou, ainda, para a conveniência de ajustes específicos na composição de substratos para mudas, função dos requisitos de cada grupo de hortaliças. A produtividade da beterraba, em cultivo orgânico a campo, foi positivamente influenciada pela qualidade da muda, consequência do conteúdo nutricional do substrato orgânico de semeadura. Este efeito benéfico foi intensificado pela aplicação da torta de mamona em cobertura durante o ciclo da beterraba. A pesquisa demonstrou potencial dos substratos orgânicos, como alternativas viáveis, enquadradas nas normas técnicas da legislação brasileira sobre agricultura orgânica.

Palavras-chave: vermicomposto, “fino de carvão vegetal”, torta de mamona, agricultura orgânica, olerícolas.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Eva Adriana Gonçalves de. **Development of organic substrates, based upon vermicomposting, for production of vegetable transplants under protected environment.** 2011. 65p. Dissertation (Master of Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Organic substrates were developed, using renewable and locally available sources, for vegetable transplant production in expanded polystyrene trays under protected environment. Vermicompost, coming from cow manure, was chosen as a basis for the substrates. Vermicompost physical and nutritional characteristics were improved by the addition of fine charcoal and castorbean cake. The first component is a residue from wood processing, easily found at minimum cost. Castorbean cake supplied by local stores is known to be rich in macronutrients, especially nitrogen. Bioassays in the greenhouse, including vegetable crops of different groups (lettuce, rocket press, eggplant and sugarbeet), demonstrated efficacy of the vermicompost substrates supplemented with fine charcoal and castorbean cake. Based on growth parameters of the transplants, the substrate consisting of vermicompost plus 15% (v/v) of fine charcoal was selected. Fine charcoal was represented by a mixture of particles held in 3mm and 5mm mesh sieves (equal parts – v/v). Castorbean cake employed for enrichment of that substrate was adequate when added in dosages that varied from 1% to 4%, depending on the vegetable species tested. Such result reflected different levels of tolerance to substrate salinity among these species. It also pointed out to the convenience of specific adjustments in substrates composition for vegetable transplants, as a function of the requirements of each group. Yield of organically grown sugarbeet in the field was increased as influenced by the transplant quality due to the macronutrients content of the organic substrate. This enhancing effect on productivity was intensified by a dress application of castorbean cake during sugarbeet cycle. The research indicated potential of the evaluated substrates as viable options in accordance to the regulatory standards stated by the Brazilian legislation on organic farming.

Key-words: vermicompost, fine charcoal, castorbean cake, organic farming, vegetable crops.

1 INTRODUÇÃO

Em 23 de dezembro de 2003, o Brasil promulgou a Lei 10.831, que “dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências”. É considerado um marco histórico, pois até aquela data o País era dependente de normas e diretrizes internacionais. No primeiro artigo da Lei, consta uma definição de sistema orgânico de produção agropecuária, enquadrando todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (IBD, 2008).

Trata-se, portanto, de um sistema que busca a produção de alimentos saudáveis, de alto valor biológico, através de práticas culturais balizadas em processos naturais que reduzem os impactos sobre o meio ambiente. Utiliza fertilizantes de baixa solubilidade, evitando excessivas perdas de nutrientes e maximizando a ciclagem dentro da unidade produtiva. Promove-se a diversificação de explorações, usando rotações, consórcios, culturas em faixas, barreiras arbóreas para proteção contra ventos e contra a disseminação de pragas e doenças. A integração pecuária - lavoura otimiza o aproveitamento de resíduos vegetais e animais, empregados após estabilização através de compostagem ou vermicompostagem (FRANCH, 2000).

O movimento da agricultura orgânica tem se expandido de maneira acelerada, o que se deve, em parte, à conscientização dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos e dos próprios agricultores, que lidam com desequilíbrios além do tolerável e com a constante elevação dos custos de produção, especialmente afeta aos altos preços pagos pelos agroquímicos.

A demanda por alimentos “limpos”, garantidamente livres de resíduos de agrotóxicos e produzidos em harmonia com o ambiente, é uma realidade que se constata no mundo inteiro, e que se reflete diretamente no mercado de produtos orgânicos. Souza & Resende (2003) citam um crescimento médio mundial da ordem de 20% ao ano, sendo que o mercado brasileiro se expande a uma taxa de 40% ao ano. Hamerschmidt (2009) assinala que no Brasil atual 90% dos produtos orgânicos provêm da agricultura familiar.

Embora em franco desenvolvimento, a agricultura orgânica encontra limitações, sobretudo decorrentes de sua complexidade, influenciando o cotidiano das práticas agrícolas. Longe de ser um conjunto de técnicas diferenciadas, a agricultura orgânica é, em síntese, uma forma de se interagir com a natureza, enfrentando as restrições impostas pelas normas técnicas de credenciamento, agora oficialmente regulamentadas no Brasil.

A expansão da olericultura orgânica nacional demandará um adequado nível de especialização. Por exemplo, a produção de substratos orgânicos para mudas e de adubos organo-minerais à base de compostagem, deverão constituir opções comerciais valorizadas em futuro muito próximo (RODRIGUES, 2004).

O cultivo de hortaliças representa uma parcela econômica ponderável no cenário da agricultura fluminense. Dentro dos conceitos modernos de produção de hortaliças, partir de

mudas de alta qualidade é um dos requisitos mais importantes do sistema produtivo. Além de outras recomendações técnicas, a utilização dessas mudas torna a exploração olerícola mais competitiva e, conseqüentemente, mais rentável, condicionando adequada produtividade e diminuição de riscos nas lavouras (CALVETE & SANTI, 2000; REGHIN et al., 2007).

Atualmente, a maioria dos olericultores, sejam eles orgânicos ou não, tem optado pela produção de mudas de olerícolas em bandejas de poliestireno expandido (PEE), sob condições de estufa. Isto se deve, principalmente, à facilidade de manuseio, proteção contra pragas e intempéries, menor custo, obtendo-se mudas de alta uniformidade em período mais curto.

Rosa et al. (2004) e Reghin et al. (2007) também registraram que a formação de mudas é uma etapa do processo produtivo de vital importância, pois dela depende o desempenho da planta durante seu cultivo.

Um dos insumos essenciais à produção de mudas em bandejas é o substrato, que exerce a função de solo, fornecendo à planta sustentação, nutrientes, água e oxigênio. Segundo Minami & Puchala (2000), a utilização de substratos apropriados torna-se imprescindível quando se pretende otimizar a relação custo:benefício dos sistemas de produção de hortaliças, a partir da formação de mudas em ambiente protegido. De acordo com Lima et al. (2009), esta alternativa proporciona maior rendimento em relação aos métodos tradicionais, por induzir precocidade, menor possibilidade de contaminação por fitopatógenos, menor gasto de sementes, além de proporcionar condições mais favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular das plântulas.

Aliado à qualidade das mudas, o produtor de hortaliças faz face à necessidade de reduzir os custos de produção. Para tanto, a pesquisa de materiais alternativos para a formulação de misturas que sirvam como substrato ou meio de crescimento vegetal tem se tornado preocupação crescente, visando a reduzir a participação de insumos industrializados, assim trazendo benefícios econômicos e ecológicos capazes de fomentar sistemas agrícolas sustentáveis.

Os produtores orgânicos fluminenses enfrentam uma série de dificuldades, dentre as quais se destaca a pouca disponibilidade de mudas de hortaliças atualmente no comércio, rastreadas em sua origem pelas entidades certificadoras. Existem, contudo, diversos estabelecimentos rurais no Estado do Rio de Janeiro já certificados como orgânicos e que reúnem condições adequadas para uma integração lavoura - pecuária bovina, integração esta altamente recomendável, do ponto de vista agroecológico, não somente em termos de biodiversidade funcional, mas também no sentido de proporcionar maior sustentabilidade ao sistema produtivo, reduzindo a dependência de insumos externos. Tais unidades detêm amplas e reais possibilidades de ingressarem, de imediato, no setor especializado de produção e distribuição de mudas orgânicas de hortaliças, visto que o manejo do rebanho bovino (gado leiteiro), comumente em regime semi-estabulado, garante um volume concentrado de esterco de curral, constantemente disponível para a compostagem. Sendo assim, preenchem-se os requisitos básicos para a formulação local de substratos orgânicos, tendo o esterco como matéria-prima, apropriados para o abastecimento de bandejas de semeadura.

Aquino (2005) assinala que o esterco bovino representa uma excelente fonte de alimento no processo de vermicompostagem e deve ser privilegiado como matéria-prima desde que se disponha, no próprio local, do volume necessário à dimensão do empreendimento proposto.

A opção pela vermicompostagem fundamenta-se em suas reconhecidas vantagens, incluindo economia em serviços e rapidez do processo até bioestabilização em comparação ao método clássico de compostagem, além de um baixo custo de investimentos, simplicidade operacional e potencial de eficácia como substrato.

Na vermicompostagem, a minhoca ingere matéria orgânica equivalente ao seu próprio peso e expele cerca de 60% desse total já humificado, em curto período de tempo, produzindo um insumo orgânico extremamente rico em termos de microbiota. Com relação às propriedades químicas, o húmus contém todos os nutrientes essenciais à planta, incluindo N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes; aumenta a CTC do meio, estimulando a retenção de nutrientes e água; funciona como agente quelante, retendo formas disponíveis de certos micronutrientes ou controlando a toxidez de outros (Fe, Al, Mn) e detém poder “tampão” com referência a nutrientes, temperatura e umidade (AQUINO, 2005).

A atividade das minhocas influencia direta ou indiretamente o crescimento de plantas (BROWN & JAMES, 2007), sendo o húmus considerado um bioestimulador do crescimento vegetal (EDWARDS, 2004). No entanto, esse efeito benéfico depende da matéria-prima original, do nível de estabilização, da dose utilizada e da espécie vegetal.

Substratos para mudas devem garantir quantidades requeridas de água, oxigênio e nutrientes, além de apresentar pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica limitada. Devem, ainda, apresentar características físicas adequadas, como elevada capacidade de retenção de água, boa aeração, boa drenagem e baixa densidade, dentre outras, exercendo influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (GUERRINI & TRIGUEIRO, 2004). A reunião de todas essas características do substrato irá favorecer a germinação das sementes, o desenvolvimento radicular e o crescimento inicial das plantas, com potencial de reflexos positivos na produtividade das culturas (RAMOS et al., 2002).

De acordo com Milner (2002), as propriedades físicas de um substrato são relativamente mais importantes que as químicas, já que não podem ser facilmente modificadas no viveiro. Entre as propriedades físicas mais relevantes, destacam-se: a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e a economia hídrica (volume de água disponível em diferentes potenciais).

Em adendo às propriedades físicas e químicas, essenciais para adequar a relação água/ar e a disponibilidade de nutrientes (FACHINELLO et al., 2005; FERNANDES et al., 2006), o substrato deve estar livre de fitopatógenos e de sementes de plantas indesejáveis, e deve ser baseado em materiais de baixo custo e fácil aquisição.

Embora existam estudos já divulgados sobre a eficiência do vermicomposto como um aditivo na composição de substratos para produção de mudas (MIRANDA et al., 1998; SILVEIRA et al., 2002; CASTRO et al., 2003; MENDONÇA et al., 2003; SOUZA & RESENDE, 2003), há carência de pesquisas considerando o húmus de minhoca como um componente básico para esta mesma finalidade.

O uso do vermicomposto em larga escala apresenta, contudo, algumas limitações. Segundo Silva et al. (2007), o adensamento do substrato, devido às partículas coloidais que compõem o húmus, reduz a quantidade de poros ocupados pelo ar, dificultando a respiração e limitando o desenvolvimento radicular. Devido a sua lenta mineralização, diminui a absorção imediata de nutrientes e interfere na formação e consistência do torrão, por ocasião do transplantio para o campo. A distribuição por tamanho de partículas (granulometria), a porosidade total e o espaço de aeração afetam a água disponível e a água remanescente, influenciando marcantemente no crescimento das plantas (ROSSI et al., 2004).

Uma outra limitação do vermicomposto para utilização como substrato é a ocorrência de ervas espontâneas, sendo que seu emprego na composição de substratos fica na dependência de tratamentos prévios, como a solarização, necessários à inativação do banco de sementes e de possíveis contaminações com fitopatógenos (FRANCH, 2000).

Raramente, um único material apresentará as condições físicas e químicas ideais quanto à composição de um substrato, tornando-se necessária a busca de materiais suplementares que permitam melhorias, sem, contudo, aumentar demasiadamente seu custo (SCHMITZ et al., 2002).

Segundo Kampf et al. (2006), os componentes utilizados na mistura de um substrato podem ser classificados em:

Básicos: aqueles que dão estrutura ao substrato e geralmente correspondem à fração de 50 a 60% do volume da mistura;

Complementos: são os materiais selecionados com a função de melhorar as propriedades dos materiais básicos e normalmente são usados em quantidades de 30 a 40% do volume da mistura;

Aditivos: são os componentes opcionais, adicionados à mistura em pequenas quantidades, mas com funções definidas, como é o caso dos adubos, aceleradores de crescimento e biocontroladores, dentre outros.

Resíduos da produção de carvão vegetal detêm potencial para participação na composição de substratos como material complementar. No Brasil, há uma grande e bem distribuída rede de produção de carvão, a partir de madeira advinda de áreas reflorestadas, sem qualquer preocupação em aproveitar resíduos não diretamente comercializáveis. De acordo com Zanetti (2004), 64% do “fino de carvão vegetal” resultantes da produção são descartados no ambiente. O “fino de carvão vegetal” é obtido quando se faz a classificação do carvão usando peneiras acopladas a vibradores mecânicos, e vem sendo utilizado, na granulação de 2 a 5 mm, em substratos, especialmente para formação de mudas cítricas e de espécies florestais (ZANETTI et al., 2003; ARAÚJO NETO et al., 2009). Este resíduo, como componente de substratos hortícolas, significa a utilização de material alternativo, de fácil e constante disponibilidade a baixo custo, contribuindo, outrossim, para minimizar a poluição decorrente do acúmulo de resíduos no ambiente.

Alternativas ambientalmente corretas e de baixo custo têm sido propostas na composição de substratos para mudas (LEAL et al., 2007; LÜDKE et al., 2008; BEZERRA et al., 2009; FERNANDES et al., 2009; SANTOS et al., 2010), porém, comumente, não possuem nutrientes prontamente liberados para atender ao rápido crescimento das mudas de hortaliças .

De modo geral, o desenvolvimento de um substrato deve ser baseado em critérios essenciais como: o custo, a disponibilidade e a qualidade dos componentes. Nesse sentido, substratos orgânicos, partindo do processo de vermicompostagem, podem representar uma opção promissora para a produção de mudas. Entretanto, ao final do período de vermicompostagem, quando o produto alcança a estabilização, torna-se lenta a mineralização, não atendendo às expectativas quando se busca o imediato fornecimento de nutrientes às plantas (LALLANA et al., 2000; CHAQUI et al., 2003).

Sendo assim, o vermicomposto precisará ser suplementado ou enriquecido, especialmente quando se destina a servir como substrato para mudas de hortaliças. Este grupo de espécies cultivadas, como de conhecimento geral, é bastante exigente em termos nutricionais, dada à sua acelerada taxa de crescimento.

De acordo com Bunt (1976), citado por Gomes et al. (2008), quatro problemas gerais podem ser considerados na formulação de substrato: acidez excessiva, excesso ou deficiência de nutrientes e salinidade excessiva, sendo que este último fator é medido pela condutividade elétrica do substrato, podendo restringir ou, até mesmo, impedir o desenvolvimento das mudas.

A cultura da mamoneira tem se expandido consideravelmente nos últimos anos, acarretando vasta quantidade de resíduos gerados do respectivo beneficiamento. No processo industrial de obtenção do óleo de mamona, tem-se como subproduto o bagaço dos grãos, denominado de “torta”. Tradicionalmente, a torta de mamona vem sendo utilizada como adubo orgânico, por conter alto teor de nitrogênio e outros macroelementos, cuja liberação não é tão rápida quanto a de fertilizantes sintéticos, nem tão lenta quanto a do esterco bovino (SEVERINO et al., 2005). Pelo fato de a torta de mamona possibilitar disponibilidade contínua de nitrogênio para as mudas, por período relativamente prolongado, sua inclusão em substratos, como material aditivo, dispensaria aplicações parceladas deste macronutriente, reduzindo assim, os custos operacionais na formação da muda.

Diante do exposto, depreende-se que o “fino de carvão vegetal” vegetal e a torta de mamona, adicionados para composição final de substrato orgânico à base de vermicomposto, significaria uma imediata reciclagem de resíduos agroindustriais renováveis. Por outro lado, o insumo formulado poderia contribuir concretamente para o avanço da olericultura orgânica, uma vez que os substratos industriais são vistos com restrições pelas entidades certificadoras, em função da presença de componentes antiecológicos, como, por exemplo, turfa e vermiculita oriundas de extração, na maioria das vezes importadas ou sem o devido respaldo legal, além do enriquecimento com adubos minerais (NPK) de alta solubilidade (FRANCH, 2000).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Formular um substrato orgânico para produção de mudas de hortaliças, utilizando matéria-prima proveniente de fontes renováveis de energia, apropriado em termos de atributos físicos e químicos, respeitando a regulamentação técnica da agricultura orgânica (Lei nº 10.831 /2003; Instrução Normativa nº 64/2008 – MAPA).

1.1.2 Objetivos específicos

- Melhorar as características físicas e químicas do vermicomposto, através da adição de “fino de carvão vegetal” vegetal e torta de mamona, adequando-o como substrato para produção de mudas de hortaliças em bandejas de PEE sob cultivo protegido;
- Avaliar o desenvolvimento de mudas de várias espécies de hortaliças nos substratos orgânicos formulados;
- Avaliar o efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de semeadura, no desempenho agrônomico da cultura ao campo, sob manejo orgânico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido através de três experimentos: 1) efeitos da adição de “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto, em diferentes concentrações e malhas de peneiramento, no desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa*) e berinjela (*Solanum melongena*); 2) efeitos da adição de torta de mamona ao substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” no desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa*), berinjela (*Solanum melongena*), rúcula (*Eruca sativa*) e beterraba (*Beta vulgaris*); 3) avaliação do efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de sementeira, no desempenho agrônômico da cultura sob manejo orgânico.

2.1 Localização

Os experimentos foram conduzidos no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica -“Fazendinha Agroecológica Km 47”), fruto de convênio de cooperação técnica entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Embrapa Agrobiologia e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio/ EES), estabelecido desde 1993 (ALMEIDA et. al., 2003). O SIPA ocupa área de aproximadamente 70 ha na Baixada Fluminense, município de Seropédica (22° 45' S e 43° 42' W e altitude de 33m), estado do Rio de Janeiro. O clima, segundo classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Aw.

2.2 Obtenção do vermicomposto

O vermicomposto foi produzido em canteiros de alvenaria com dimensões de 6 m de comprimento por 1 m de largura e 0,5 m de altura. Esses canteiros permaneceram cobertos com tela sombrite para proteger as minhocas da insolação excessiva, reduzir a infestação pelas ervas espontâneas e evitar a predação por pássaros (Figura 1A). Ao fundo desses canteiros, foi incluída uma canaleta de drenagem para tanques contíguos de coleta do chorume. Como matéria-prima, utilizou-se o esterco bovino, obtido do rebanho leiteiro do SIPA submetido a manejo orgânico.



Figura 1: (A) Canteiros de vermicompostagem cobertos com tela sombrite; (B) Distribuição do esterco bovino no canteiro de vermicompostagem.

Empregou-se minhocas da espécie *Eisenia foetida* ('Vermelha-da-Califórnia') indicada por sua alta prolificidade, precocidade, elevada sobrevivência e adaptabilidade às condições de cativeiro (AQUINO, 2005). As oligoquetas preferem os estercos a outros alimentos, porém ingerem qualquer tipo de material orgânico, desde que não muito ácido ou com odor repelente (OLIVEIRA, 2007).

O esterco bovino, em seguida ao seu resfriamento natural (até próximo a 30°C), foi distribuído nos canteiros (Figura 1B), perfazendo uma camada com 30 cm de espessura. Nessa ocasião, as minhocas foram depositadas na superfície, correspondendo a uma densidade populacional de 1000 indivíduos/ m³ de esterco (AQUINO, 2005). Irrigações com mangueira foram procedidas durante todo o processo de vermicompostagem, buscando-se, na medida do possível, regular a umidade em valores próximos a 60%, considerados ideais para o processo. Nessas condições, o vermicomposto foi estabilizado ao fim de 45-50 dias.

2.3 Processamento e solarização do vermicomposto estabilizado

O vermicomposto, após estabilizado (Figura 2A), foi retirado dos canteiros, coletando-se as minhocas através de iscas com esterco fresco (Figura 2B). A etapa seguinte consistiu da passagem do vermicomposto em peneira elétrica com malha de 2mm (Figura 3), sendo o húmus, posteriormente, submetido à solarização para inativação de sementes de ervas espontâneas e outros propágulos.

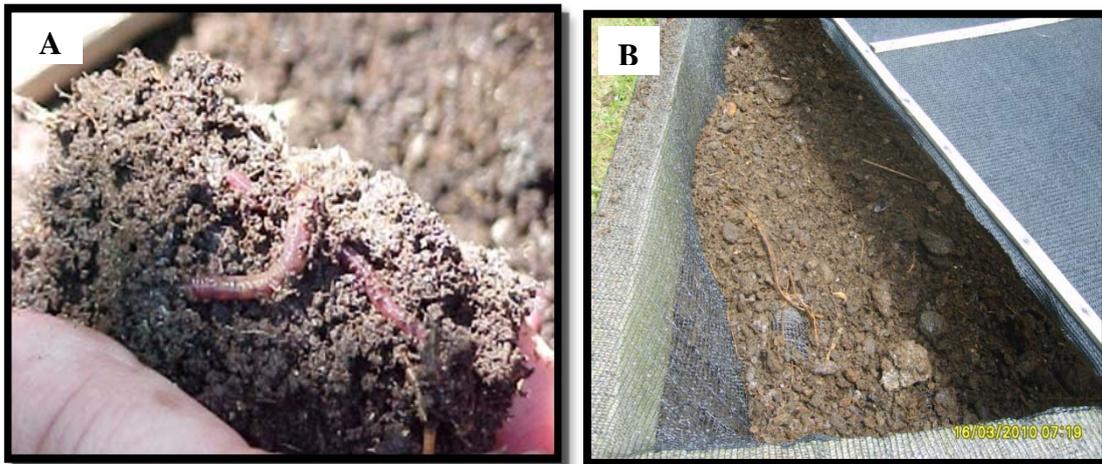


Figura 2. (A) Amostra correspondente ao final do processo de vermicompostagem; (B) Ísca com esterco fresco sobre tela sombrite para coleta das minhocas do húmus estabilizado.



Figura 3. Peneira elétrica utilizada no processamento do vermicomposto estabilizado.

O processo de solarização consistiu da simples colocação do vermicomposto peneirado em sacos plásticos transparentes, mantidos sobre tela apostada a placa de alumínio para intensificar o aquecimento. Esses sacos mantiveram-se selados por período de 15 dias ou superior no caso de ocorrência de dias nublados e/ou chuvosos (Figura 4B).



Figura 4. (A) Vermicomposto estabilizado e peneirado; (B) Solarização do vermicomposto estabilizado e peneirado.

2.4 Processamento do “fino de carvão vegetal”

O “fino de carvão vegetal” foi obtido de estabelecimento que adquire e processa madeiras de áreas reflorestadas e com amparo legal, localizado no município vizinho de Itaguaí (RJ). O insumo é embalado em sacos de rafia, pesando em média 20 kg, ao custo unitário (saco) de R\$ 1,50. O material apresentava desuniformidade, em relação ao tamanho dos fragmentos e, dessa forma, foi processado em peneira elétrica com malhas metálicas de 5 e 3mm para obtenção de partículas com granulometrias padronizadas.



Figura 5: “fino de carvão vegetal” após peneiramento em malhas de 5mm (A) e 3mm (B) (Partículas \leq a 5mm e partículas \leq a 3mm).

2.5 Experimento I

Efeitos da adição do “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto em diferentes concentrações e malhas de peneiramento.

O vermicomposto e o “fino de carvão vegetal” peneirados foram misturados em diferentes proporções, utilizando-se o critério volume por volume (v/v), até homogeneização.

Os tratamentos consistiram da incorporação ao vermicomposto do “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 5 e 3 mm, comparando-se quatro diferentes concentrações.

- Vermicomposto puro (VC);
- Vermicomposto + 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+ 4%FC (3mm)];
- Vermicomposto +8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+ 8%FC (3mm)];
- Vermicomposto+16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+ 16%FC (3mm)];
- Vermicomposto + 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC + 4%FC (3+5mm)];
- Vermicomposto + 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC + 8%FC (3+5mm)];
- Vermicomposto + 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC + 16%FC (3+5mm)];
- Vermicomposto + 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 5mm [VC + 4%FC (5mm)];
- Vermicomposto + 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 5mm [VC + 8%FC (5mm)];
- Vermicomposto+ 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 5mm [VC + 16%FC (5mm)];

2.5.1 Avaliação das características físicas e químicas do vermicomposto e de suas misturas com o “fino de carvão vegetal”.

Todos os substratos formulados foram previamente submetidos a análises químicas e físicas.

2.5.1.1 Análises químicas

Teores de N, Ca, Mg, K e P dos substratos foram determinados no Laboratório de Solos da Embrapa Agrobiologia, utilizando o procedimento operacional para análise de tecido foliar descrito por Silva (1999).

A condutividade elétrica (CE) e o pH dos substratos foram determinados utilizando-se uma parte de substrato para cinco partes de água destilada (v/v) a 25° C (BRASIL, 2007). A mistura foi colocada em um agitador orbital por 1h, até homogeneização, com posterior repouso por igual período. Em seguida, a suspensão foi passada em filtro de papel, realizando-se a medição do pH através de um pHmetro e a CE com um condutivímetro de bancada Analyser Modelo 650.

2.5.1.2 Análises físicas

As análises físicas dos substratos foram realizadas no Laboratório de Água, Solo e Plantas (LASP) da Embrapa Solos.

Para a determinação da densidade, utilizou-se a metodologia da auto - compactação (BRASIL, 2007). Este método consiste em adicionar em uma proveta plástica de 500 mL, volume de 300 mL de substrato na umidade atual. A proveta é então deixada cair sob ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm e por 10 vezes consecutivas. Com auxílio de uma espátula, nivela-se a superfície levemente e lê-se o volume obtido. Em seguida, pesa-se o material, descontando a massa da proveta e leva-se à estufa para secagem a 65°C, até peso constante.

Os valores da densidade seca (média de quatro amostras) foram obtidos aplicando-se a seguinte fórmula:

$$D. \text{seca (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{D. \text{úmida (kg m}^{-3}\text{)} \times \text{matéria seca (\%)}}{100}, \text{ sendo:}$$

$$D. \text{úmida (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Peso úmido (g)}}{\text{Volume (mL)}} \times 1000, \text{ e}$$

$$\text{Matéria seca (\%)} = 1 - \left(\frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}}{\text{Peso úmido}} \right) \times 100$$

As determinações de porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível e água remanescente foram realizadas através de curvas de retenção de água nas tensões de 0,10, 50 e 100 hPa, conforme De Boodt & Verdonck (1972), citados por Fermino (2003).

Os valores de retenção de água foram obtidos pelo método da placa extratora de Richard. As amostras de substratos foram colocadas em anéis metálicos volumétricos de 3,0

cm de altura e 4,8 cm de diâmetro, calculando-se a massa com base na densidade. Posteriormente, os substratos foram saturados com água destilada e repousaram por 24 horas, obtendo-se então o peso saturado (0 hPa). A partir daí, foram aplicadas tensões crescentes (10 hPa, 50 hPa e 100 hPa), deixando-se atuar cada uma delas durante, aproximadamente, 48 horas, tempo necessário para a estabilização. Simultaneamente, o anel com o substrato foi pesado, determinando-se a umidade.

De posse desses dados, foram obtidas as seguintes características:

- **Porosidade Total (PT):** corresponde à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (0 hPa).

$$PT = \frac{[Peso \text{ úmido (tensão 0)} - Peso \text{ seco (estufa)}]}{Volume \text{ do anel}} \times 100$$

- **Espaço de Aeração (EA):** diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 cm de coluna d'água (10 hPa).

$$EA = \frac{[Peso \text{ úmido (tensão 0)} - Peso \text{ úmido (tensão 10)}]}{Volume \text{ do anel}} \times 100$$

- **Água Facilmente Disponível (AFD):** volume de água encontrado entre os pontos 10 e 50 cm de coluna d'água (10 e 50 hPa).

$$AFD = \frac{[Peso \text{ úmido (tensão 10)} - Peso \text{ úmido (tensão 50)}]}{Volume \text{ do anel}} \times 100$$

- **Água Remanescente (AR):** volume de água que permanece na amostra após ser submetida a pressão de sucção de 100 hPa, correspondendo à "água de microporos".

$$AR = \frac{[Peso \text{ úmido (tensão 100)}]}{Volume \text{ do anel}} \times 100$$

2.5.2 Desenvolvimento de mudas de hortaliças nos diferentes substratos formulados

Para avaliação da eficácia dos substratos formulados, foram realizados bioensaios na casa de vegetação do SIPA, usando-se uma hortaliça folhosa (alface 'Vera') e outra de fruto (berinjela 'Ciça'). Esses bioensaios foram delineados em blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 3 (quatro proporções x três peneiramentos do "fino de carvão vegetal") com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

A parcela experimental correspondeu a uma bandeja de PEE de 200 células. A semeadura ocorreu no dia 15 de outubro de 2009, sendo as bandejas irrigadas duas vezes ao dia, até o transplantio das mudas.

Nos "pontos" de transplantio (23 dias a contar da semeadura de alface e 28 dias da semeadura de berinjela), foram coletadas amostras de 20 mudas por parcela, sempre respeitando uma bordadura entre os tratamentos. O percentual de emergência foi determinado pela contagem das plântulas até o 12º dia da semeadura. Foram consideradas as seguintes variáveis fitotécnicas:

- **altura da parte aérea**, por meio de régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo e o ápice da planta;
- **área foliar**, determinada através de um integrador de área foliar, Modelo LI – 3100.
- **massas frescas de parte aérea e raiz**, quantificadas através de pesagem em balança digital de precisão (0,01 g);
- **massas secas de parte aérea e raiz**, obtidas após secagem das massas frescas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até peso constante, procedendo-se a pesagem em balança digital de precisão.
- **Volume do sistema radicular**, obtido pela imersão das raízes em proveta graduada contendo volume conhecido de água. O volume total após imersão das raízes subtraído do volume inicial de água correspondeu ao volume de raízes.

2.6 Experimento II

Efeitos da adição de torta de mamona a substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”

Neste ensaio, foram comparadas doses crescentes de torta de mamona adicionadas aos substratos formulados, visando ao enriquecimento nutricional, sobretudo com referência ao nitrogênio, em forma prontamente assimilável pelas plantas. As análises químicas e físicas foram efetuadas seguindo a metodologia utilizada no Experimento I.

A torta de mamona comercial foi peneirada em malha de 2 mm, eliminando-se, assim, as cascas secas e não desintegradas dos frutos da mamoneira.

Para os bioensaios em casa de vegetação, empregou-se o melhor substrato orgânico, conforme resultado do Experimento I, correspondente ao vermicomposto adicionado de 15% de “fino de carvão vegetal”, sendo este último componente representado pelas partículas obtidas nas malhas de peneira de 3 e 5mm (1:1, v/v). Os bioensaios foram novamente conduzidos no SIPA, representando duas etapas a seguir descritas.

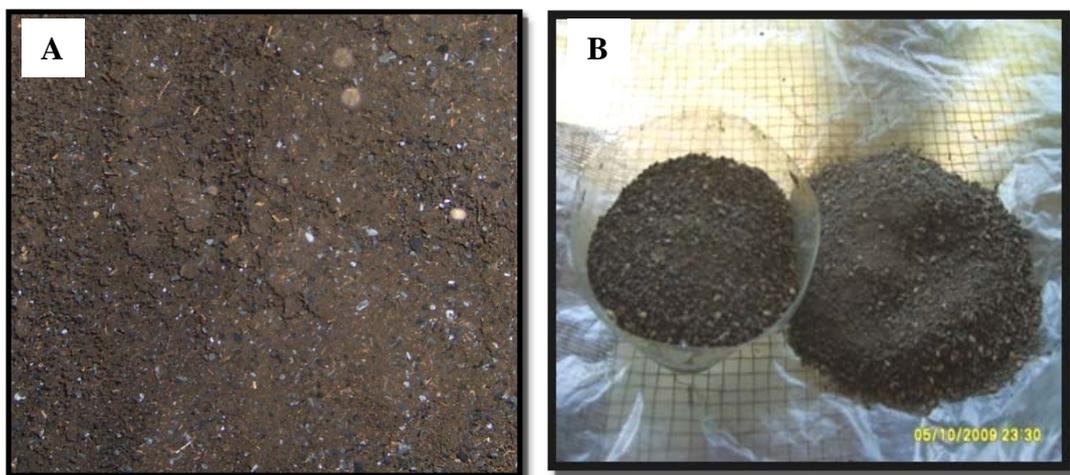


Figura 6: (A) Substrato orgânico à base de vermicomposto adicionado de 15% (v/v) de “fino de carvão vegetal”. (B) Torta de mamona peneirada, separando-se as cascas não desintegradas.

2.6.1 Primeira etapa

As plantas-teste utilizadas foram, mais uma vez, alface ‘Vera’ e berinjela ‘Ciça’.

O enriquecimento nutricional do substrato orgânico foi realizado mediante doses crescentes de torta de mamona peneirada, adicionadas ao substrato (v/v).

Foram incluídos como controles os substratos comerciais Basaplant BX[®], recomendado para hortaliças de fruto (bioensaio de berinjela), e Basaplant BY[®] para hortaliças folhosas (bioensaio de alface), cujos rótulos indicavam presença de casca de pinus, turfa, vermiculita e adubação inicial com NPK e micronutrientes.

Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela experimental correspondente a uma bandeja de PEE de 200 células para alface e de 128 células para berinjela. Os tratamentos foram os seguintes:

- Substrato comercial Basaplant BY[®] (SCBY) ou Basaplant BX[®] (SCBX);
- Substrato orgânico sem torta de mamona (SO)
- Substrato orgânico enriquecido com 1% de torta de mamona (SO+1% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 2% de torta de mamona (SO+2% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona (SO+4% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 8% de torta de mamona (SO+8% TM).

As sementeiras ocorreram no dia 29 de março de 2010. As bandejas foram distribuídas na casa de vegetação, onde permaneceram até a data das avaliações fitotécnicas, que tiveram lugar aos 20 e 27 dias pós-semeadura, para alface e berinjela, respectivamente.

2.6.2 Segunda etapa

Nesta etapa, as hortaliças testadas foram rúcula ‘Gigante Folha Larga’ e beterraba ‘Early Wonder Tall Top’ semeadas no dia 08 de junho de 2010.

Foram comparadas cinco doses volumétricas de torta de mamona (0%, 1%, 2%, 3% e 4%) adicionadas ao substrato orgânico. Em função dos resultados obtidos na primeira etapa, resolveu-se substituir os substratos comerciais antes utilizados. Dessa forma, optou-se pelo substrato comercial Multiplant[®], composto de casca de pinus e vermiculita expandida, suplementados com macro e micronutrientes. Os tratamentos adotados nesta etapa foram os seguintes:

- Substrato comercial Multiplant[®] (SCM);
- Substrato orgânico sem torta de mamona (SO);
- Substrato orgânico enriquecido com 1% de torta de mamona (SO+1% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 2% de torta de mamona (SO+2% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 3% de torta de mamona (SO+3% TM);
- Substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona (SO+4% TM).

Os bioensaios foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela correspondeu a uma bandeja de PEE de 200 células. As avaliações fitotécnicas ocorreram aos 22 dias pós-semeadura para rúcula e aos 24 dias para beterraba.

2.7 Experimento III

Avaliação do efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de semeadura, no desempenho agrônômico da cultura sob manejo orgânico

Neste experimento, foram transplantadas ao campo as mudas de beterraba ‘Early Wonder Tall Top’ remanescentes do Experimento II, após a retirada das amostras para as avaliações fitotécnicas. O estudo envolveu o substrato orgânico (vermicomposto + 15% de “fino de carvão vegetal”) sem qualquer enriquecimento nutricional e o mesmo substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona (v/v). Para pesquisar possíveis efeitos interativos entre substrato de origem e adubação nitrogenada suplementar, durante o ciclo da beterraba, foram comparadas doses crescentes de torta de mamona aplicadas em cobertura, 35 dias após o transplante das mudas.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, compondo esquema fatorial 2X4 (dois substratos e quatro doses de torta de mamona em adubação de cobertura), totalizando 32 parcelas experimentais.

As mudas foram transplantadas para o campo aos 26 dias pós-semeadura. A área experimental correspondeu a um Argissolo Vermelho-Amarelo, que forneceu os seguintes resultados pela análise química de amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm: pH (em água) 6,4; Al 0,0 cmolc dm⁻³; Ca 3,9 cmolc dm⁻³; Mg 2,7 cmolc dm⁻³; P- 93,0 mg dm⁻³; K 114,5 mg dm⁻³; e N 0,73 g Kg⁻¹. Foram também procedidas as análises químicas dos fertilizantes orgânicos utilizados (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química em macronutrientes dos fertilizantes orgânicos utilizados

Fertilizante orgânico	Ca	Mg	P	K	N
Esterco bovino	9,85	4,5	1,67	4,75	1,31
Torta de mamona	4,15	3,7	5,28	11,25	5,86

Na adubação de cobertura, as dosagens de torta de mamona foram estipuladas com base na equivalência em N-total (Tabela 2), estimando-se os volumes em 0, 50,100 e 200 kg de N ha⁻¹.

Tabela 2. Dosagens e equivalências em N-total da torta de mamona utilizada na adubação de cobertura.

Torta de mamona	
Dosagem	Equivalência em nitrogênio
kg ha ⁻¹	kg N-total ha ⁻¹
0	0
854	50
1707	100
3413	200

Como adubação de base, foi padronizada a incorporação de esterco bovino, equivalente a 100 kg de N-total ha⁻¹, distribuídos a lanço nos canteiros antes do transplântio das mudas.

Perfazendo uma área de 1,5 X 1,0 m, cada parcela ficou constituída de 48 plantas, distribuídas em seis linhas transversais espaçadas de 0,25 m, cada uma contendo oito plantas.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas duas capinas manuais e irrigações por meio de aspersores setoriais, sempre que necessário. A colheita foi realizada 62 dias após o transplântio, no dia 30 de setembro de 2010. Para as avaliações fitotécnicas, foram coletadas 20 plantas da área útil de cada parcela, sendo computadas as seguintes variáveis:

- **altura da parte aérea**, realizada por meio de régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo e o ápice da planta;
- **área foliar**, determinada através do integrador de área foliar, Modelo LI – 3100.
- **diâmetro da raiz tuberosa**, mensurado com auxílio de um paquímetro digital;
- **massas frescas de parte aérea e raiz tuberosa**, determinadas com auxílio de balança digital de precisão (0,01 g);
- **massas secas de parte aérea e raiz tuberosa**, obtidas após secagem das amostras em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até peso constante;
- **produtividade total**, em peso das raízes tuberosas colhidas, expressa em t ha⁻¹.
- **produtividade comercial**, excluindo-se as raízes com massa fresca inferior a 20 g, também expressa em t ha⁻¹.



Figura 7. Vista geral do ensaio de campo com beterraba, sob manejo orgânico, por ocasião da colheita.

2.8 Análises estatísticas

Os resultados obtidos nos bioensaios de casa de vegetação e no experimento de campo foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade da variância dos erros. Atendidas as pressuposições, realizou-se a análise de variância, com significância aferida através do teste F ($p < 0,05$). Para comparação das médias, foi empregado o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises de regressão foram procedidas para as fontes de variação quantitativas, referentes às doses comparadas de “fino de carvão vegetal” e de torta de mamona. Para o tratamento estatístico dos dados, recorreu-se aos Programas SISVAR, versão 4.6 (FERREIRA, 2003), e SAEG, versão 9.1 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I

Efeitos da adição do “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto em diferentes concentrações e malhas de peneiramento.

3.1.1 Características físicas e químicas do vermicomposto e de suas misturas com o “fino de carvão vegetal”

Através da análise física dos substratos (Tabela 3), observaram-se alterações promovidas pela adição do “fino de carvão vegetal” ao vermicomposto. Influência marcante, todavia, foi representada pelo aumento do espaço de aeração, característica altamente desejável para a melhoria dos atributos do substrato orgânico à base de vermicomposto.

Com relação à densidade seca, Liz & Carrijo (2008), registraram que substratos para produção de mudas podem variar de 100 a 1000 kg m⁻³. No entanto, em termos mais específicos, Kampf (2000) recomendou valores de densidade, para o sistema de mudas em bandejas multicelulares, entre 100 e 300 kg m⁻³.

Os valores de densidade seca, obtidos no presente estudo, variaram de 610 a 770 kg m⁻³. Todas as formulações, apesar de se enquadrarem nos limites estabelecidos por Liz & Carrijo (2008), apresentaram densidade seca superior aos referenciais antes indicados por Kampf (2000) para a olericultura.

Esta característica assume importância, sobretudo ligada à manipulação das bandejas de semeadura em maior escala. O substrato orgânico formulado à base de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” apresentou médias de peso por bandeja, após drenagem do excesso d'água, ultrapassando em cerca de 500g aquelas dos substratos comerciais usados.

Contudo, este fato não tem sido alvo de reclamações por parte dos usuários. Ademais, dos produtores orgânicos de hortaliças para os quais as mudas foram distribuídas, ao longo de dois anos consecutivos, o retorno de bandejas danificadas tem sido insignificante. Dessa forma, esses valores mais elevados de densidade não vêm representando limitações, mesmo porque não se constatou qualquer restrição mecânica ao crescimento radicular das plantas-teste, provavelmente pelo adequado espaço de aeração propiciado pela adição do “fino de carvão vegetal”. Esse estímulo à proliferação das raízes refletiu-se na consistência e integridade do “torrão”, beneficiando o processo de transplantio das mudas para o campo.

Kämpf (2001) considerou que um substrato ideal, para mudas desenvolvidas em bandejas multicelulares de poucos centímetros de altura, deve apresentar valores de porosidade total acima de 75%, o que caracterizou todas as formulações presentemente avaliadas (Tabela 3). A funcionalidade deste parâmetro fica evidente, uma vez que os microporos são responsáveis pela retenção e armazenamento da água, enquanto os macroporos respondem pela aeração e contribuem para infiltração / drenagem do excesso d'água (REINERT & REICHERT, 2006).

Tabela 3. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos constituídos de misturas de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” .

Substrato	Malha de peneira (FC)	Ds	Pt	EA	AFD	AR
		kg m ⁻³	-----% vol -----			
VC		750	75,57	15,87	22,57	37,13
VC+4%FC	3mm	710	77,91	21,45	23,12	33,34
VC+4%FC	3+5mm	770	83,33	22,83	24,52	35,98
VC+4% FC	5mm	610	79,25	24,35	25,78	29,12
VC+8%FC	3mm	740	80,26	22,81	23,92	33,53
VC+8%FC	3+5mm	690	82,00	23,52	23,83	34,65
VC+8%FC	5mm	760	85,74	25,28	25,03	35,43
VC+16%FC	3mm	730	76,31	23,26	22,84	30,21
VC+16%FC	3+5mm	710	80,82	25,02	23,12	32,68
VC+16%FC	5mm	660	81,46	26,35	24,65	30,46

*Vermicomposto puro (VC); vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+4%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+8%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+16%FC(3mm)];vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+4%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+8%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+16%FC (3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+16%FC(5mm)].

Substratos para o cultivo de plantas devem apresentar referenciais de água facilmente disponível entre 20 e 30% (ABAD & NOGUEIRA, 2000; FERMINO, 2003; GRASSI FILHO & SANTOS, 2004), o que ocorreu em todas as formulações, incluindo o vermicomposto puro. Em relação à água remanescente, todas as misturas de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” mantiveram-se dentro da faixa considerada ideal por Verdonk & Gabriels (1988). O vermicomposto puro, embora revelando porosidade total dentro dos limites recomendados, caracterizou-se pelo baixo valor relativo a espaço de aeração, ou seja, com menor capacidade de oxigenação do sistema radicular. Isto se deveu, muito possivelmente, à pronunciada quantidade de microporos, elevando sua capacidade em armazenar a água.

No geral, os substratos estudados apresentaram atributos físicos próximos àqueles indicados para semeadura de hortaliças em bandejas. Tais propriedades, exceto para espaço de aeração, pouco variaram em função da proporção e do tamanho das partículas de “fino de carvão vegetal” adicionadas ao vermicomposto.

É reconhecida a dificuldade de se obter um substrato que ofereça parâmetros físicos ideais para toda e qualquer espécie de planta. Recomenda-se, portanto, selecionar as características mais importantes do substrato, de acordo com os requisitos da espécie vegetal cultivada (FERRAZ, 2005).

As características químicas dos substratos constam da Tabela 4. O pH adquire especial importância, sendo que baixos valores podem favorecer a disponibilidade de alguns dos macronutrientes (Ca, Mg e P), porém induzir fitotoxicidade por certos micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu). Valores tolerados ou preferenciais de pH variam conforme a espécie vegetal (KÄMPF, 2000; SCHMITZ et al., 2002). Os limites de pH (6,3 a 7,0) das formulações agora avaliadas, foram mais altos do que os patamares recomendáveis para desenvolvimento da maioria das plantas em substratos orgânicos. Os resultados dos biensaios, efetuados em sequência, demonstraram, no entanto, que esse pH próximo à neutralidade não chegou a comprometer o desenvolvimento de mudas de espécies olerícolas.

Tabela 4. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1+5) e teores de macronutrientes dos substratos constituídos de misturas de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.

Substrato	Malha de peneira (FC)	pH	CE	Ca	Mg	P	K	N
			dS m ⁻¹	-----kg m ⁻³ -----				
VC	-	6,71	1,01	5,96	1,81	1,49	0,84	6,68
VC+4%FC	3mm	6,81	0,86	5,80	1,95	1,43	0,91	6,57
VC+4%FC	3+5mm	6,73	0,89	6,48	2,07	1,55	1,05	6,78
VC+4%FC	5mm	6,30	0,83	4,97	1,62	1,37	0,88	5,67
VC+8%FC	3mm	6,95	0,89	6,02	1,80	1,52	1,06	6,44
VC+8%FC	3+5mm	6,83	0,89	5,62	1,67	1,35	0,93	6,07
VC+8%FC	5mm	6,60	0,83	7,55	2,07	1,60	0,96	6,30
VC+16%FC	3mm	6,83	0,85	6,09	1,93	1,55	0,98	6,72
VC+16%FC	3+5mm	7,00	0,86	7,04	2,31	1,64	1,14	5,86
VC+16%FC	5mm	6,75	0,84	5,38	1,68	1,33	1,11	5,41

Vermicomposto puro (VC); vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+4%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+8%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+16%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+4%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+8%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+16%FC (3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+16%FC(5mm)].

A condutividade elétrica (CE) é parâmetro para estimar a quantidade de sais presentes na solução do substrato. Quanto maior esta quantidade, tanto maior será o valor da CE. O vermicomposto puro apresentou CE de 1,01 dS m⁻¹, valor aquém do mínimo capaz de ocasionar danos às mudas de hortaliças. Em adendo, com a incorporação do “fino de carvão vegetal” houve decréscimos, embora não muito acentuados, nos valores de CE. No geral, todas as formulações pesquisadas revelaram-se adequadas quanto aos níveis de CE, para formação de mudas de hortaliças (GRUSZYNSKI, 2002 *apud* LIZ & CARRIJO, 2008).

3.1.2 Desenvolvimento de mudas de alface e berinjela nos diferentes substratos formulados

Ocorreram diferenças estatisticamente **significativas** entre os tratamentos (= substratos) quanto às variáveis fitotécnicas referentes ao desenvolvimento das mudas de alface e berinjela em bandejas de PEE na casa de vegetação (Tabela 5).

As respostas de alface e berinjela foram semelhantes quanto aos diferentes tamanhos de partícula e concentrações de “fino de carvão vegetal” nos substratos. Não houve diferenças significativas entre as médias concernentes às taxas de emergência de plântulas, com valores acima de 93,0% para alface e 96,4% para berinjela.

Os resultados referentes a altura da planta, área foliar e massas fresca e seca da parte aérea indicaram que a mistura, em partes iguais (v/v), de partículas de “fino de carvão vegetal” de 3 e 5mm, adicionadas ao vermicomposto, corresponderam aos melhores índices de desenvolvimentos das mudas de alface e berinjela. Reações equivalentes foram detectadas quanto ao desenvolvimento do sistema radicular das mudas, tanto de alface quanto de berinjela, aferidos através das massas fresca e seca e do volume produzido.

Tabela 5. Índices de desenvolvimento de mudas de alface e de berinjela no vermicomposto puro e em suas misturas com o “fino de carvão vegetal”, a partir da sementeira em bandejas de PEE (200 células) na casa de vegetação:

Substrato	Malha de peneira (FC)	E* %	Bioensaio de alface						VR ml
			AP ---cm---	AF ---cm ² ---	MFF ----- mg planta ⁻¹ -----	MSF	MFR	MSR	
VC		93,00 a**	6,40 c	11,20 d	217,50 b	37,83 b	97,29 b	19,58 b	0,13 c
VC+4%FC	3mm	94,50 a	8,20 c	11,60 d	229,37 b	39,76 b	102,92 b	20,93 b	0,11 c
VC+4%FC	3+5mm	95,00 a	10,00 b	17,62 b	599,58 a	49,37 b	148,54 b	22,80 b	0,21 b
VC+4% FC	5mm	94,60 a	10,80 b	14,97 c	481,87 a	50,29 a	156,80 a	24,24 a	0,29 a
VC+8%FC	3mm	96,00 a	9,10c	12,01 d	316,87 b	43,33 b	114,12 b	22,02 b	0,22 b
VC+8%FC	3+5mm	96,50 a	12,00 a	19,54 a	605,83 a	55,41 a	170,83 a	25,13 a	0,31 a
VC+8%FC	5mm	96,75 a	12,10 a	18,60 b	459,58 a	54,18 b	173,95 a	24,73 a	0,27 a
VC+16%FC	3mm	95,75 a	10,70 b	12,58 d	397,53 b	48,08 b	130,62 b	23,25 b	0,20 b
VC+16%FC	3+5mm	97,50 a	12,20 a	20,90 a	687,29 a	58,29 a	198,33 a	26,71 a	0,30 a
VC+16%FC	5mm	97,50 a	11,40 b	18,76 b	513,62 a	58,42 a	207,23 a	26,55 a	0,28 a
CV (%)		5,6	7,4	9,5	12,2	10,4	13,7	11,4	8,3

...Tabela continua na próxima página...

...Continuação Tabela 5

Substrato*	Malha de peneira (FC)	Bioensaio de berinjela							
		E %	AP ---cm---	AF ---cm ² ---	MFF -----	MSF -----	MFR -----	MSR -----	VR ml
VC	-	96,50 a**	6,50 b	17,10 c	344,75 c	41,32 b	160,14 c	16,50 c	0,16 b
VC+4%FC	3mm	98,00 a	6,90 b	17,80 c	365,82 c	46,14 b	167,28 c	18,63 b	0,20 b
VC+4%FC	3+5mm	98,00 a	10,30 b	22,16 a	478,46 a	53,40 b	198,81 b	20,43 b	0,25 a
VC+4% FC	5mm	96,50 a	11,20 a	21,06 b	439,56 b	61,36 a	206,96 b	22,42 b	0,27 a
VC+8%FC	3mm	97,75 a	7,20 b	18,95 c	386,17 b	51,27 b	183,25 c	19,61 b	0,21 b
VC+8%FC	3+5mm	97,75 a	11,70 a	23,07 a	547,14 a	70,90 a	241,26 a	25,66 a	0,30 a
VC+8%FC	5mm	99,00 a	12,10 a	22,82 a	472,37 b	65,34 a	247,52 a	24,02 a	0,30 a
VC+16%FC	3mm	97,50 a	8,30 b	20,29 b	424,35 b	55,08 b	209,53 b	20,13 b	0,25 a
VC+16%FC	3+5mm	98,00 a	13,60 a	23,86 a	593,40 a	74,61 a	245,73 a	26,24 a	0,32 a
VC+16%FC	5mm	98,75 a	12,70 a	22,44 a	465,19 b	69,32 a	244,53 a	25,02 a	0,29 a
CV (%)		3,7	5,8	6,8	11,3	10,9	9,7	8,2	7,4

*Vermicomposto puro (VC); vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+4%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+8%FC(3mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 3mm [VC+16%FC(3mm)];vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+4%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+8%FC(3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malhas de 3mm+5mm [VC+16%FC (3+5mm)]; vermicomposto adicionado de 4% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 8% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+4%FC(5mm)]; vermicomposto adicionado de 16% de “fino de carvão vegetal” peneirado em malha de 5mm [VC+16%FC(5mm)].E= emergência; AP= altura da planta; AF= área foliar; MFF e MSF= massas fresca e seca de folhagem; MFR e MSR= massas fresca e seca das raízes; VR= volume de raízes;**Médias seguidas de letras iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p≤ 0,05).

A incorporação do “fino de carvão vegetal”, independentemente do tamanho da partícula e do percentual adicionado, teve efeito positivo com respeito ao desenvolvimento das mudas. É provável que a melhoria das características físicas do substrato tenha sido o principal fator para este resultado. O aumento do espaço de aeração promoveu maior disponibilidade de oxigênio na zona radicular, facilitando as trocas gasosas entre o substrato e o meio externo e auxiliando na absorção de água e nutrientes pelas raízes. Isto, associado à matéria orgânica do vermicomposto, garantiu a manutenção da disponibilidade de nutrientes em níveis adequados às mudas de alface.

Foram observados sintomas de deficiência nutricional nas mudas de berinjela (clorose dos cotilédones e folhas mais velhas), que, por ser uma hortaliça de fruto, extrai mais nutrientes do substrato, requerendo níveis mais elevados do que a alface. Destaque para o nitrogênio, um dos nutrientes mais requeridos pelas hortaliças na fase de mudas (SOUSA et al., 2010).



Figura 8. Mudanças de berinjela com sintomas de deficiência nutricional (clorose dos cotilédones e folhas mais velhas / crescimento reduzido) em substrato a base de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.

De modo geral, tanto para alface quanto para berinjela, os melhores tratamentos corresponderam aos substratos formulados com a mistura, em partes iguais (v/v), de partículas de carvão peneiradas em malhas de 3 e 5mm. Tal resultado pode ter decorrido de uma relação mais equilibrada entre os espaços porosos ocupados pelo ar e pela água, na comparação com os substratos em que foi usado uma única granulometria do “fino de carvão vegetal”.

Há vantagens adicionais do uso da mescla de partículas de diferentes granulometrias, permitindo um aproveitamento de 25% a mais do resíduo original de carvão vegetal.

A ausência do “fino de carvão vegetal” no substrato resultou em redução da taxa de crescimento das mudas, provavelmente pela insuficiência de espaço de aeração e demasiada retenção de água, afetando o teor de oxigênio necessário à proliferação das raízes. Foi, assim, observado que o enraizamento dessas mudas no vermicomposto puro mostrou-se deficiente, acarretando destorroamento durante a operação de transplante das mudas das bandejas para o campo.

Quanto às proporções de “fino de carvão vegetal” no substrato, a análise de regressão evidenciou efeitos significativos ($P \leq 0,05$) sobre o desenvolvimento das mudas de alface e berinjela. Para berinjela, a combinação de partículas originadas das malhas de peneira de 3 +

5mm (1:1 v/v) adicionadas ao vermicomposto nas proporções de 14,9% para altura da planta, 14,3% para área foliar, 14,0% para massa fresca da folhagem e 14,5% para massa seca da folhagem representariam os valores máximos computados. Já, quanto à alface, os valores-teto para as mesmas variáveis fitotécnicas seriam mantidos ao redor dos 15% de adição da mistura dos dois tamanhos de partículas.

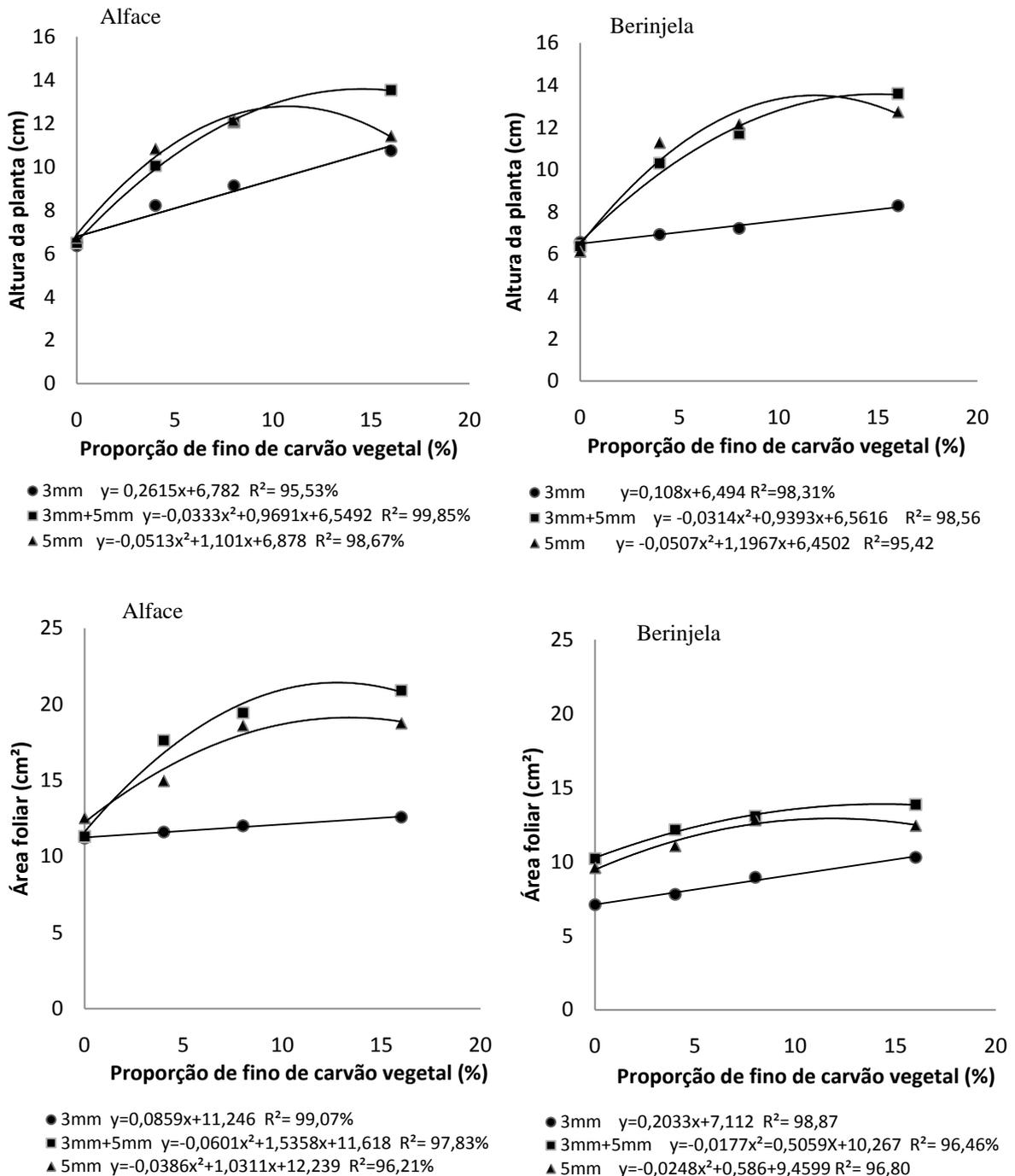
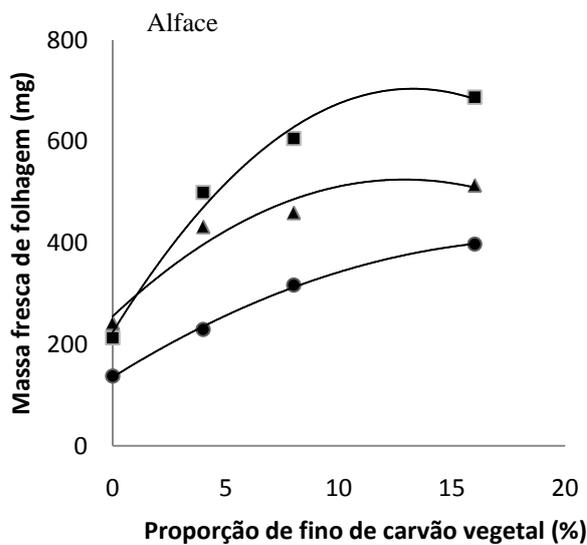
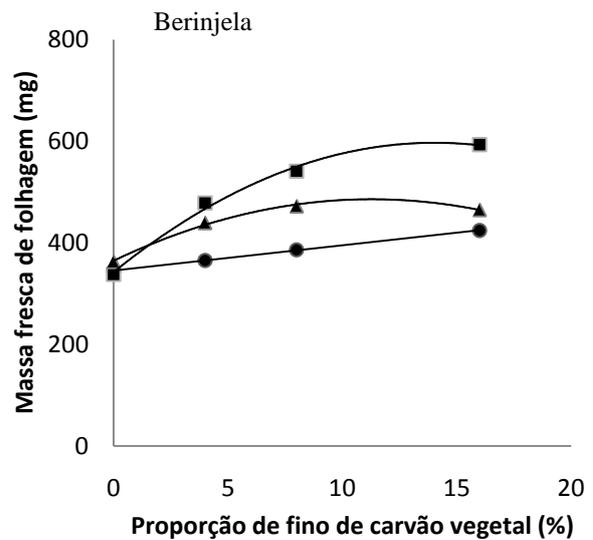


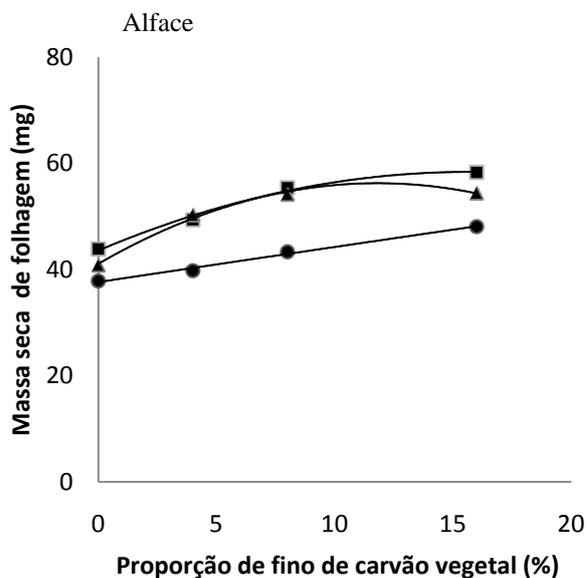
Figura 9. Altura da planta e área foliar de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal” [malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3 e 5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto.



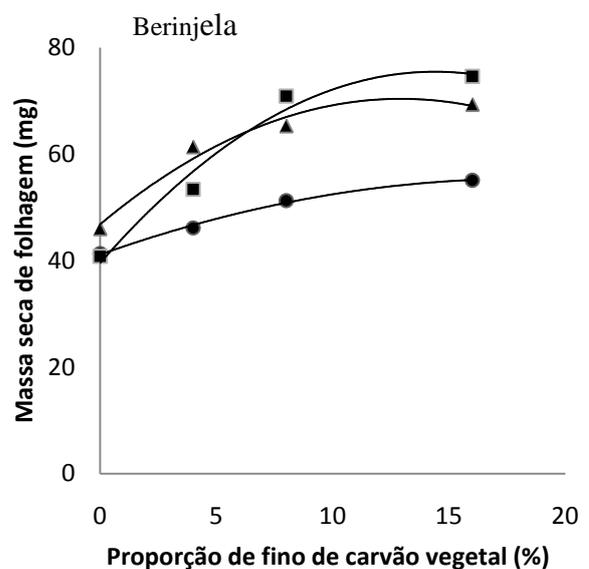
■ 3mm+5mm $y = -2,7246x^2 + 72,311x + 224,1$ $R^2 = 98,81\%$
 ▲ 5mm $y = -1,6218x^2 + 41,82x + 255,27$ $R^2 = 94,89\%$
 ● 3mm $y = -0,7137x^2 + 27,854x + 135,28$ $R^2 = 99,84\%$



● 3mm $y = 4,9736x + 345,26$ $R^2 = 99,95\%$
 ■ 3mm+5mm $y = -1,2938x^2 + 36,31x + 342,18$ $R^2 = 96,36\%$
 ▲ 5mm $y = -0,9516x^2 + 21,472x + 364,59$ $R^2 = 99,59\%$

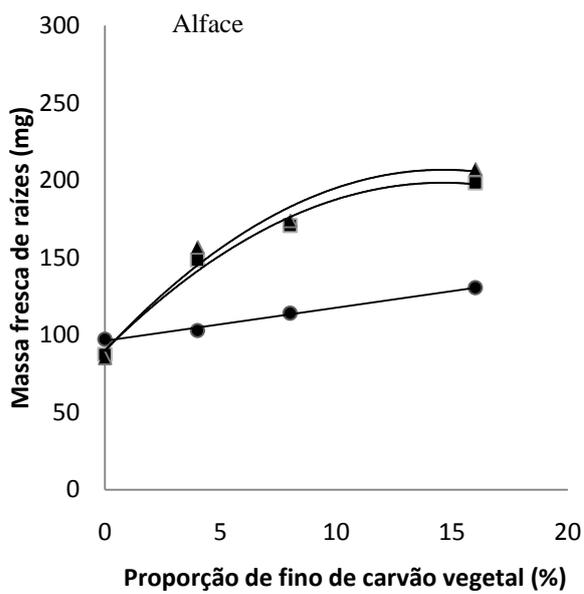


● 3mm $y = -0,007x^2 + 0,6679x + 37,631$ $R^2 = 99,20\%$
 ■ 3mm+5mm $y = -0,06x^2 + 1,8854x + 43,575$ $R^2 = 99,14\%$
 ▲ 5mm $y = -0,1089x^2 + 2,5715x + 41,08$ $R^2 = 99,37\%$

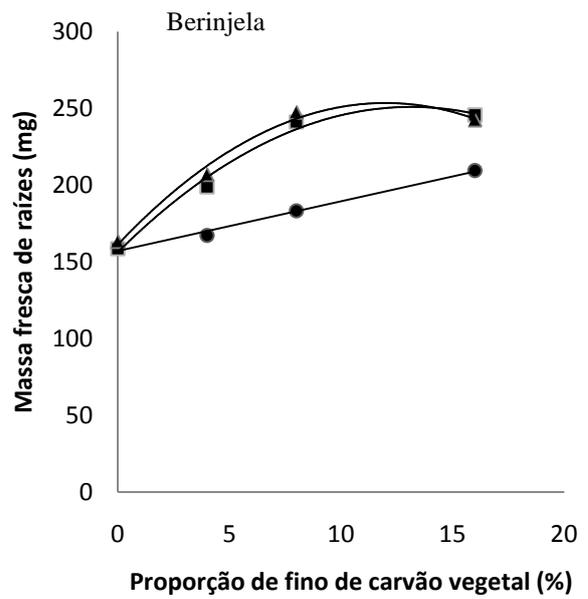


● 3mm $y = -0,0427x^2 + 1,5604x + 41,119$ $R^2 = 98,5\%$
 ■ 3mm+5mm $y = -0,1736x^2 + 4,9943x + 39,545$ $R^2 = 97,419\%$
 ▲ 5mm $y = -0,1412x^2 + 3,6482x + 46,81$ $R^2 = 95,64\%$

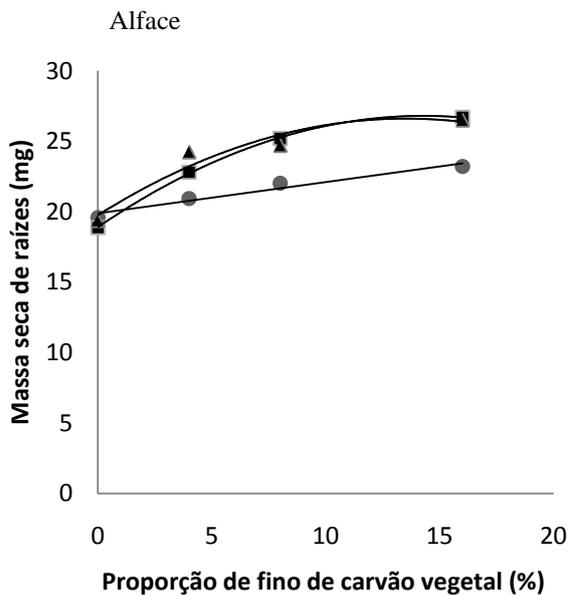
Figura 10. Massas fresca e seca da folhagem de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal” [malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3 e 5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto.



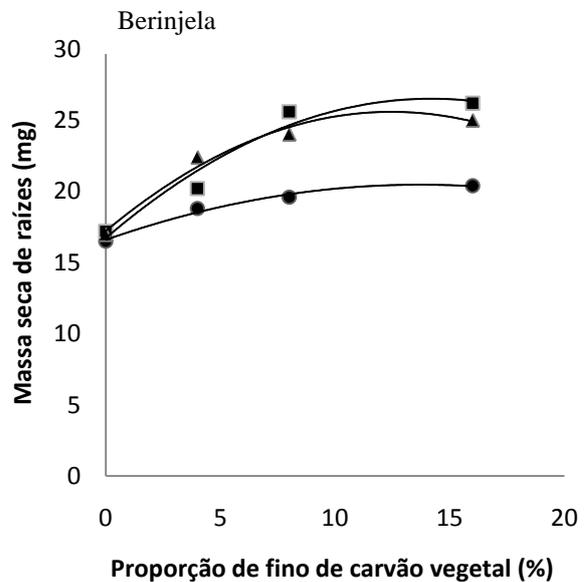
- 3mm $y=2,1422x+96,242$ $R^2=99,19\%$
- 3mm+5mm $y=-0,5075x^2+14,827x+90,122$ $R^2=98,65\%$
- ▲ 5mm $y=-0,5484x^2+16,027x+89,672$ $R^2=96,99\%$



- 3mm $y=3,2386x+157,08$ $R^2=98,64\%$
- 3mm+5mm $y=-0,5484x^2+14,416x+156,23$ $R^2=98,63\%$
- ▲ 5mm $y=-0,642x^2+15,398x+161,19$ $R^2=98,81\%$



- 3mm $y=0,2219x+19,882$ $R^2=95,85\%$
- 3mm+5mm $y=-0,0387x^2+1,1049x+18,9052$ $R^2=96,8\%$
- ▲ 5mm $y=-0,0376x^2+1,0151x+19,7548$ $R^2=93,51\%$



- 3mm $y=0,0206x^2+0,5649x+16,601$ $R^2=97,53\%$
- 3mm+5mm $y=-0,0486x^2+1,3793x+16,725$ $R^2=95,13\%$
- ▲ 5mm $y=-0,0539x^2+1,344x+17,22$ $R^2=98,01\%$

....Continuação

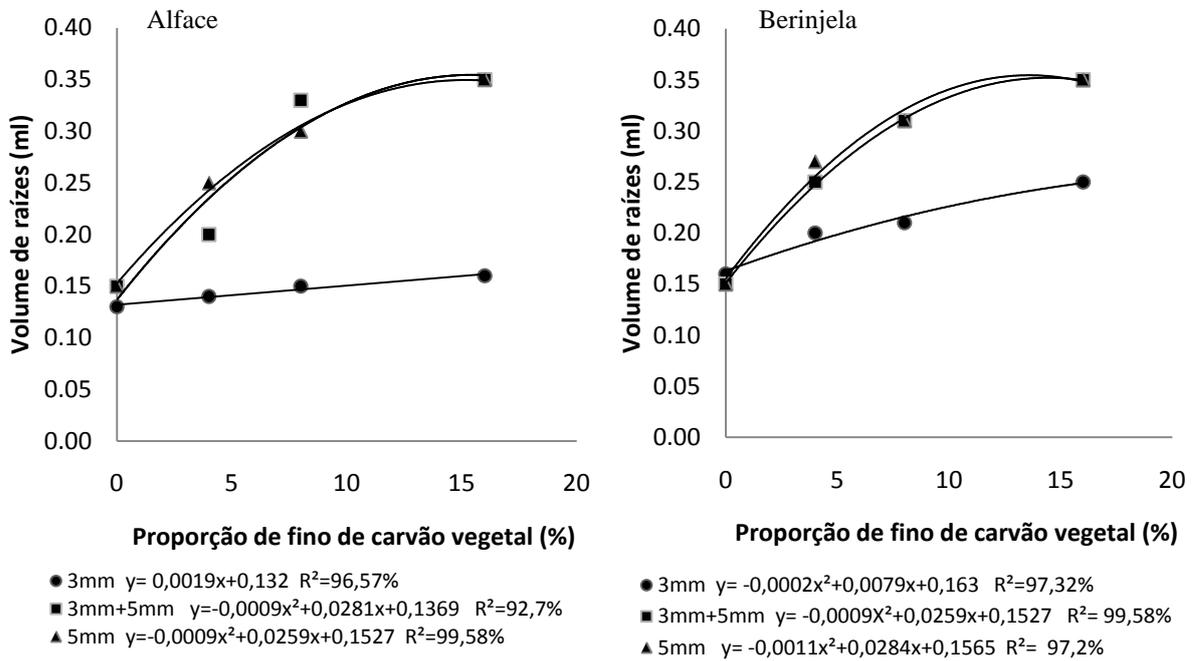


Figura 11. Massas fresca e seca de raízes e volume do sistema radicular de mudas de alface e berinjela, em função da granulometria da partícula de “fino de carvão vegetal” [malhas de 3mm, 5mm e mistura de 3 e 5mm (1:1, v/v)] e de sua proporção adicionada ao vermicomposto.

Os percentuais da mistura de partículas de “fino de carvão vegetal” (3 e 5mm) adicionadas ao vermicomposto e que proporcionariam os melhores resultados, quanto ao desenvolvimento do sistema radicular da berinjela, seriam equivalentes a 13,2% para massa fresca de raiz, 15,4% para massa seca de raiz e 14,6% para volume de raiz.

Resultados comparáveis foram constatados com respeito às mudas de alface, que segundo o modelo obtido, os índices máximos de desenvolvimento do sistema radicular seriam obtidos, teoricamente, nas seguintes proporções adicionadas da mistura de partículas de “fino de carvão vegetal”: 14,6% para massa fresca, 15,8% para massa seca e 16,6% para volume de raízes.

Como não foi fornecida nutrição adicional às mudas durante o experimento, pode-se afirmar que a melhoria do desenvolvimento de alface e berinjela, foi influenciada pelas alterações físicas dos substratos, a partir do incremento da quantidade de “fino de carvão vegetal” adicionada ao vermicomposto. Em adendo, essa adição significou menor adensamento do substrato, aumento da quantidade de poros ocupados pelo ar, facilitando a respiração e assim favorecendo o desenvolvimento radicular. Em consequência, há expansão da superfície de contato com o substrato e da área de absorção de nutrientes, com melhoria na consistência e integridade do torrão.

3.2 Experimento II

Efeitos da adição de torta de mamona no desenvolvimento de mudas de hortaliças em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”

3.2.1 Bioensaios com alface ‘Vera’ e berinjela ‘Cica’

As análises físicas dos substratos utilizados nos bioensaios de alface e berinjela são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos bioensaios de alface e berinjela.

Substrato	Ds	Pt	EA	AFD	AR
	kg m ⁻³	-----% vol -----			
SCBY*	615	65,83	26,83	23,52	15,48
SCBX	570	64,12	28,32	22,12	13,68
SO	674	82,04	27,31	24,48	30,25
SO+1%TM	667	83,18	26,13	26,22	30,83
SO+2%TM	663	81,90	26,72	25,43	29,75
SO+4%TM	654	82,16	27,28	25,75	29,13
SO+8%TM	643	82,41	25,86	25,45	31,10

*Substrato comercial Basaplant BY[®] (SCBY); substrato comercial Basaplant BX[®] (SCBX); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM) e substrato orgânico com 8% de torta de mamona (SO+8%TM).

Observa-se que a adição da torta de mamona ao substrato orgânico promoveu redução nos valores de densidade. No entanto, assim como para os substratos comerciais, estes valores ainda se encontram acima dos referenciais citados para utilização em bandejas multicelulares. Os substratos comerciais Basaplant BY e BX apresentaram valores de porosidade total (%) abaixo do limite mínimo (75%) considerado adequado para substratos. Com relação a espaço de aeração, água facilmente disponível e água remanescente, todos os substratos testados apresentaram valores considerados satisfatórios para a produção de mudas de hortaliças.

Através das análises químicas (Tabela 7), observaram-se elevações do pH, condutividade elétrica e teores de nutrientes em direta proporção às doses de torta de mamona adicionadas ao substrato orgânico, constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.

Tabela 7. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1+5) e teores de macronutrientes dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos biensaios de alface e berinjela.

Substrato	pH	CE	Ca	Mg	P	K	N
		dS m ⁻¹	-----kg m ⁻³ -----				
SCBY*	6,70	0,52	2,96	1,69	0,54	0,66	1,71
SCBX	6,50	0,51	2,38	1,17	0,56	0,56	1,84
SO	6,45	0,79	8,00	3,34	2,57	1,48	8,50
SO+1%TM	6,73	1,11	9,13	3,33	2,77	1,57	10,77
SO+2%TM	6,86	1,41	9,20	3,68	2,92	1,68	11,20
SO+4%TM	7,20	1,60	9,86	3,91	3,13	1,98	12,67
SO+8%TM	8,40	1,87	10,97	4,40	3,50	2,31	13,73

*Substrato comercial Basaplant BY[®] (SCBY); substrato comercial Basaplant BX[®] (SCBX); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM) e substrato orgânico com 8% de torta de mamona (SO+8%TM).

O pH, como antes comentado, está sobretudo relacionado à disponibilização de nutrientes. Valores inadequados de pH podem afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente quando a acidez torna-se excessiva. Nessas condições, reduz-se a absorção de nutrientes e aumentam os riscos de fitotoxicidade por manganês e alumínio (LUDWIG, 2010). A faixa de pH ideal para um substrato varia de acordo com a espécie a ser cultivada. No geral, são considerados os limites entre 5,5 e 6,5 como mais adequados, em termos dessa disponibilização de nutrientes (ANSORENA, 1994).

Os valores de pH do substratos orgânico não enriquecido e daquele adicionado de 1% de torta de mamona (6,75 e 6,73, respectivamente) ultrapassaram, portanto, o limite máximo indicado. Entretanto, esses valores foram comparáveis aos dos substratos comerciais Basaplant BY[®] (6,70) e Basaplant BX[®] (6,50). Verificou-se, por outro lado, um significativo aumento do pH com a adição da torta de mamona em doses mais elevadas.

Tomé Júnior (1997) afirmou que o excesso de sais na zona radicular, independentemente dos íons presentes, prejudica a germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas, influenciando em seu potencial produtivo. Assim, altas concentrações salinas exigem da planta um maior dispêndio de energia para absorção da água, limitando os processos metabólicos essenciais. Ainda, segundo Tomé Júnior (1997), cada espécie vegetal detém um certo nível de tolerância aos sais em excesso. Tal fenômeno foi constatado neste estudo, em que a berinjela revelou maior tolerância à elevação da condutividade elétrica do que a alface.

Quanto aos teores de macronutrientes nos substratos, verificou-se, conforme esperado, incrementos diretamente proporcionais às doses de torta de mamona adicionadas. De particular interesse, a maior riqueza em N, K, P e Ca dos substratos orgânicos em relação aos substratos comerciais. Oportuno enfatizar, contudo, que o crescimento de plantas não depende apenas da composição elementar de um substrato, mas também de fatores que interferem na assimilação pelas raízes (CABALLERO et al., 2007).

3.2.1.1 Alface ‘Vera’

Com exceção da porcentagem de emergência das plântulas, houve efeitos significativos do tipo de substrato com respeito aos índices de desenvolvimento de mudas de alface avaliadas no biensaio (Figura 12, Tabela 8).

O substrato enriquecido com 1% de torta de mamona (SO+1%TM) superou os demais, considerando-se os valores médios relativos a cada um dos parâmetros de crescimento da alface. O segundo lugar, em termos de eficiência, coube ao substrato orgânico não enriquecido (SO). Já, o substrato com 2% de torta de mamona (SO+2%TM) reduziu o desenvolvimento das mudas de modo significativo, especialmente com referência a altura da planta, área foliar e massas fresca e seca da parte aérea, assim como ao volume do sistema radicular. O substrato comercial Basaplant BY® (SCBY) apresentou o pior resultado, com diferenças estatisticamente significativas, em relação aos demais tratamentos, para todos os parâmetros fitotécnicos computados.



Figura 12. Crescimento diferencial de mudas de alface em substrato comercial e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com doses de torta de mamona peneirada (TM).

Tabela 8. Índices de desenvolvimento de mudas de alface em substrato comercial Basaplant BY[®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona.

Substrato*	E %	AP --cm--	AF ---cm ² ---	MFF -----	MSF mg planta ⁻¹	MFR -----	MSR -----	VR -- ml--
SCBY	98,50 a**	3,10 d	4,32 d	77,45 d	5,80 d	42,07 c	4,06 c	0,07 d
SO	98,00 a	10,90 b	21,24 b	736,33 b	69,36 b	243,41 b	29,16 b	0,41 b
SO+1%TM	97,75 a	13,30 a	24,12 a	1303,28 a	97,43 a	274,33 a	35,29 a	0,48 a
SO+2%TM	97,50 a	8,90 c	15,38 c	657,52 c	57,81 c	235,05 b	27,81 b	0,28 c
CV (%)	0,91	7,61	10,13	12,36	14,49	10,04	9,60	9,18

*Substrato comercial Basaplant BY[®] (SCBY); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM) e substrato orgânico com 8% de torta de mamona (SO+8%TM). E= emergência; AP= altura da planta; AF= área foliar; MFF e MSF= massas fresca e seca de folhagem; MFR e MSR= massas fresca e seca das raízes; VR= volume de raízes; **Médias seguidas de letras iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Não houve germinação das sementes nos substratos com níveis de 4 e 8% de torta de mamona adicionada. Isto muito provavelmente ocorreu em razão da concentração de sais demasiadamente elevada, a julgar pelos dados relativos à condutividade elétrica (Tabela 7).

Diversos autores têm indicado sensibilidade da alface a determinados níveis de condutividade elétrica. Andriollo et al. (2005), por exemplo, verificaram redução no crescimento de alface ‘Vera’ em níveis de CE superiores a 2,0 dS m⁻¹. Já, Leal (2006) considerou a alface moderadamente sensível à salinidade, tolerando condutividade elétrica até 1,3 dS m⁻¹. Gomes et al. (2008), também trabalhando com alface, verificaram que índices elevados de condutividade elétrica prejudicam o desenvolvimento das mudas.

No presente estudo, corroborando os resultados dos autores supracitados, condutividade elétrica superior a 1,41 dS m⁻¹ mostrou-se prejudicial ao crescimento das mudas de alface nas bandejas. Assim, o substrato orgânico com 2% de torta de mamona, já apresentando CE acima daquele limite, acarretou índices de crescimento inferiores.

De acordo com as análises de regressão (Figura 13), os valores máximos estimados de altura, área foliar, massas fresca e seca de folhagem das mudas de alface, situariam-se em 13,3 cm, 24,6 cm², 1326,4 mg e 102,1 mg, correspondendo, às doses de 0,85, 0,75, 0,96 e 0,92 % de torta de mamona adicionadas ao substrato orgânico.

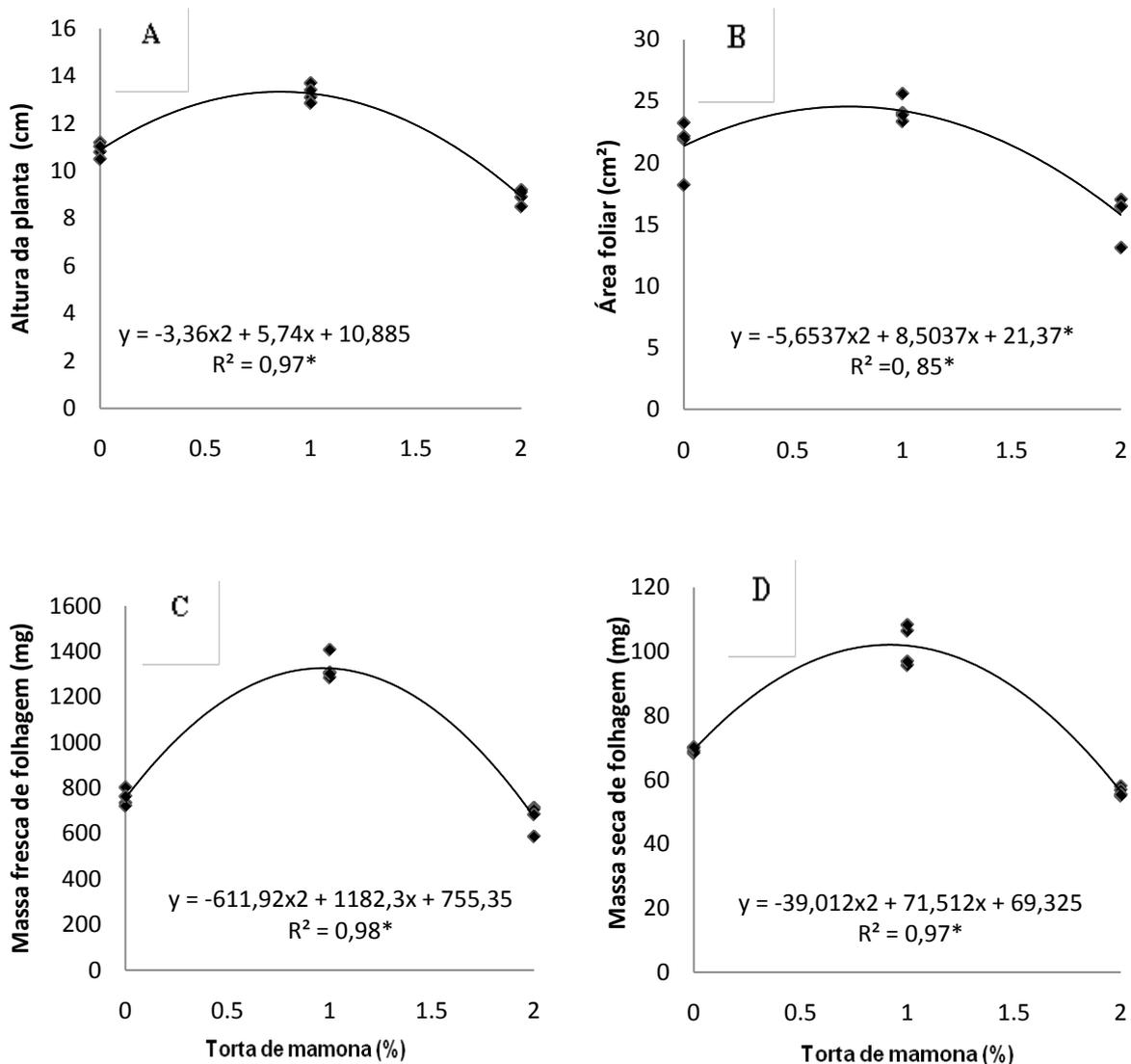


Figura 13. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de alface no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

O crescimento do sistema radicular das mudas de alface foi também influenciado pela dose de torta de mamona adicionada ao substrato orgânico. Foram estimados os valores máximos de 273,7 mg de massa fresca, 35,8 mg de massa seca e 0,77 ml de volume de raízes, que corresponderam, respectivamente, a 0,97, 0,90 e 0,78 % de torta de mamona (Figura 14).

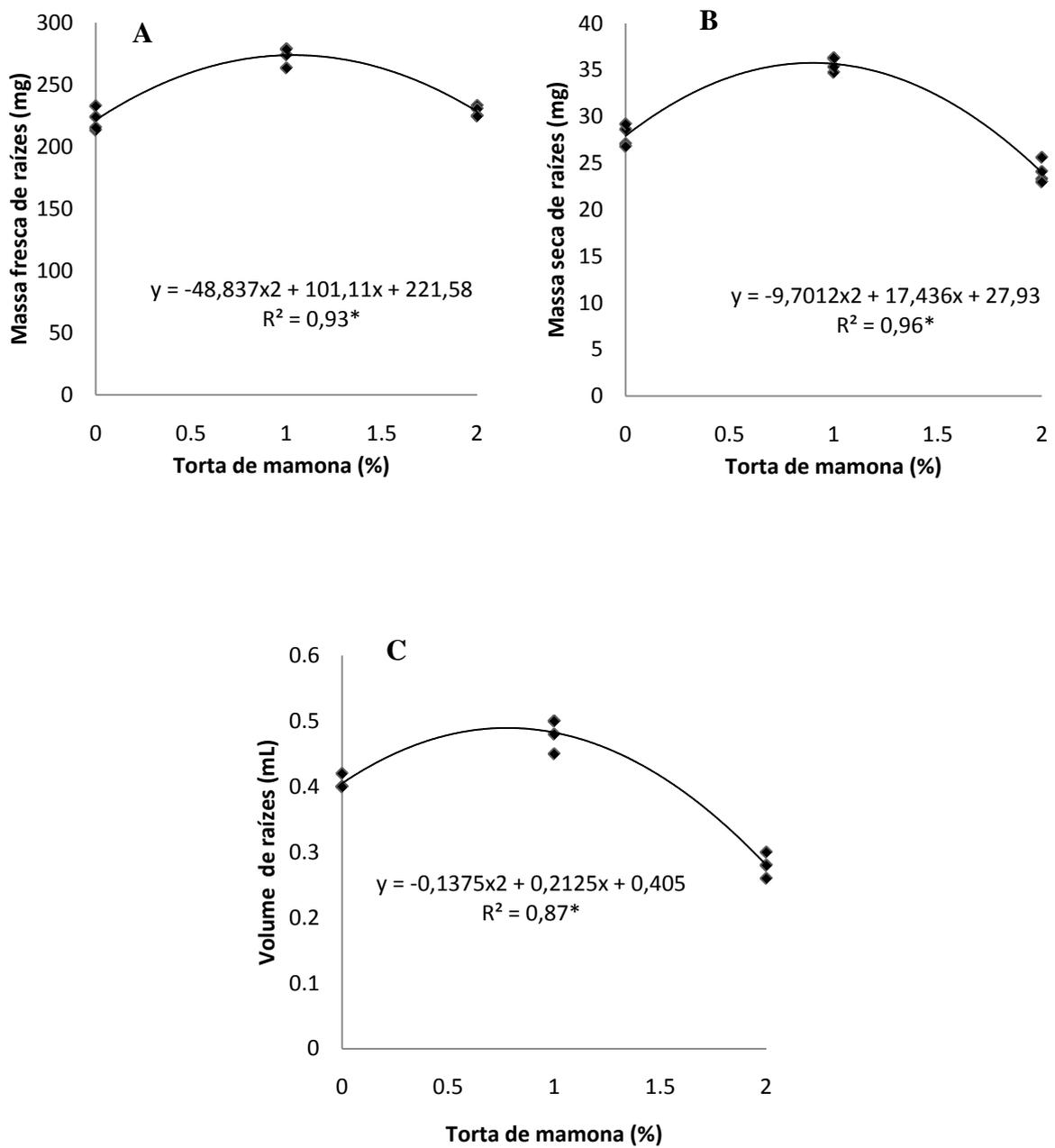


Figura 14. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de alface no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

3.2.1.2 Berinjela ‘Ciça’

As doses de torta de mamona adicionadas ao substrato orgânico à base de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” influenciaram significativamente o desenvolvimento das mudas (Figura 15, Tabela 9).

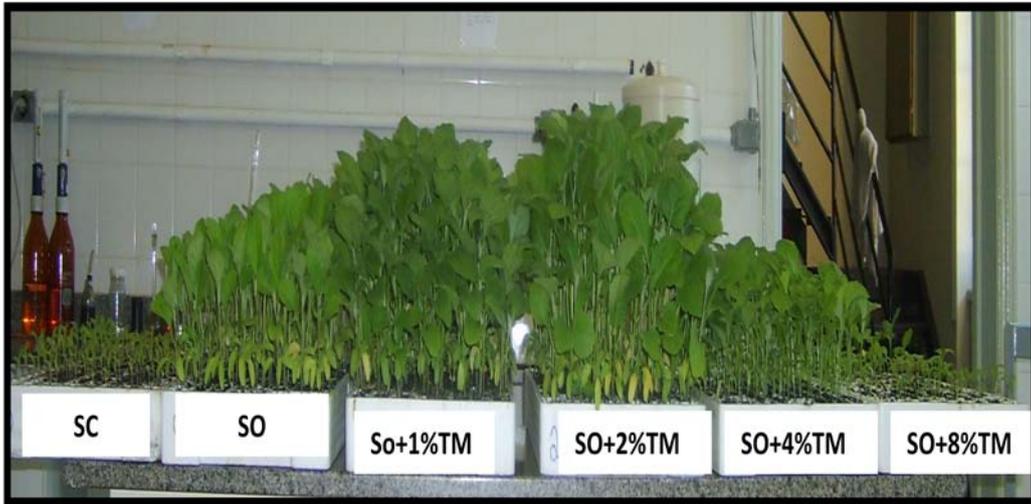


Figura 15: Crescimento diferencial de mudas de berinjela em substrato comercial (SC) e em substratos orgânicos (SO) constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).

Tabela 9. Índices de desenvolvimento de mudas de berinjela em substrato comercial Basaplant BX[®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona.

Substrato*	E	AP	AF	MFF	MSF	MFR	MSR	VR
	%	-cm-	---cm ² ---	----- mg planta ⁻¹ -----				--ml--
SCBX	96,50 a**	3,80 e	3,25 d	51,30 e	10,34 e	79,10 c	5,83 e	0,1 e
SO	98,75 a	15,80 c	24,38 b	637,45 c	68,52 c	237,72 b	26,01 c	0,5 c
SO+1%TM	99,00 a	22,40 b	48,69 a	1189,50 b	98,93 b	288,40 a	33,63 b	0,6 b
SO+2%TM	97,75 a	24,80 a	49,06 a	1473,15 a	151,81 a	333,55 a	65,15 a	0,7 a
SO+4%TM	85,00 b	10,20 d	12,20 c	479,37 d	43,55 d	208,12 b	18,42 d	0,3 d
SO+8%TM	54,50 c	3,00 e	2,33 e	42,65 e	7,48 e	47,00 d	3,26 f	0,1 e
CV (%)	3,21	7,58	19,84	7,11	6,06	13,6	7,21	9,79

*Substrato comercial Basaplant BX[®] (**SCBX**); substrato orgânico sem torta de mamona (**SO**), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (**SO+1%TM**), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (**SO+2%TM**), substrato orgânico com 4% de torta de mamona (**SO+4%TM**) e substrato orgânico com 8% de torta de mamona (**SO+8%TM**).

E= emergência; **AP**= altura da planta; **AF**= área foliar; **MFF e MSF**= massas fresca e seca de folhagem; **MFR e MSR**= massas fresca e seca de raízes; **VR**= volume de raízes; ****Médias seguidas de letras iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05).**

Considerando o conjunto de parâmetros fitotécnicos avaliados, o substrato orgânico adicionado de 2% de torta de mamona (**SO+2%TM**) representou o melhor tratamento em relação ao desenvolvimento das mudas de berinjela. O substrato orgânico adicionado de 1% de torta de mamona (**SO+1%TM**) foi também eficaz, superando o substrato orgânico não enriquecido (**SO**) com referência a todos os índices de desenvolvimento considerados. A partir da adição de 4% de torta de mamona (**SO+4%TM**), esses índices de desenvolvimento foram significativamente reduzidos, muito possivelmente em decorrência de salinidade excessiva.

O substrato comercial mostrou-se incapaz de atender ao desenvolvimento minimamente adequado das mudas, apontando para sua dependência fertilização suplementar. Na produção convencional de mudas de hortaliças em bandejas, a suplementação nutricional é rotineira, comumente utilizando-se fertirrigação com adubos minerais de alta solubilidade, prática que não é admitida na agricultura orgânica.

Os resultados demonstraram exigência maior em nutrientes pela berinjela comparativamente à alface, uma vez que sintomas de deficiência, incluindo clorose de cotilédones e folhas mais velhas, foram observados no substrato orgânico não adicionado de torta de mamona. Ficou, ainda, evidente que a berinjela é capaz de tolerar níveis mais elevados de salinidade do que a alface nas bandejas de semeadura.

As análises de regressão para estimativa das doses ótimas de torta de mamona adicionadas ao substrato orgânico, em função dos diferentes índices de crescimento das mudas de berinjela, são representadas pelas Figuras 16 e 17.

De acordo com a equação obtida pelo modelo quadrático, as mudas de berinjela apresentaram, teoricamente, valores máximos de altura (24,6 cm) e de área foliar (51 cm²) na

dosagem de 1,76% de torta de mamona adicionada ao substrato orgânico. Para massas fresca e seca de parte aérea das mudas, os valores-teto de 1407,1 e 143,8 mg corresponderiam aos níveis adicionados de 1,80 e 1,90% de torta de mamona.

Quanto ao sistema radicular das mudas de berinjela, os valores mais elevados para massa fresca (322,8 mg), massa seca (55,2 mg) e volume do sistema radicular (0,70 ml) corresponderiam ao enriquecimento com níveis de 1,93 % (massas) e 1,72 % (volume) de fertilizante ao substrato orgânico.

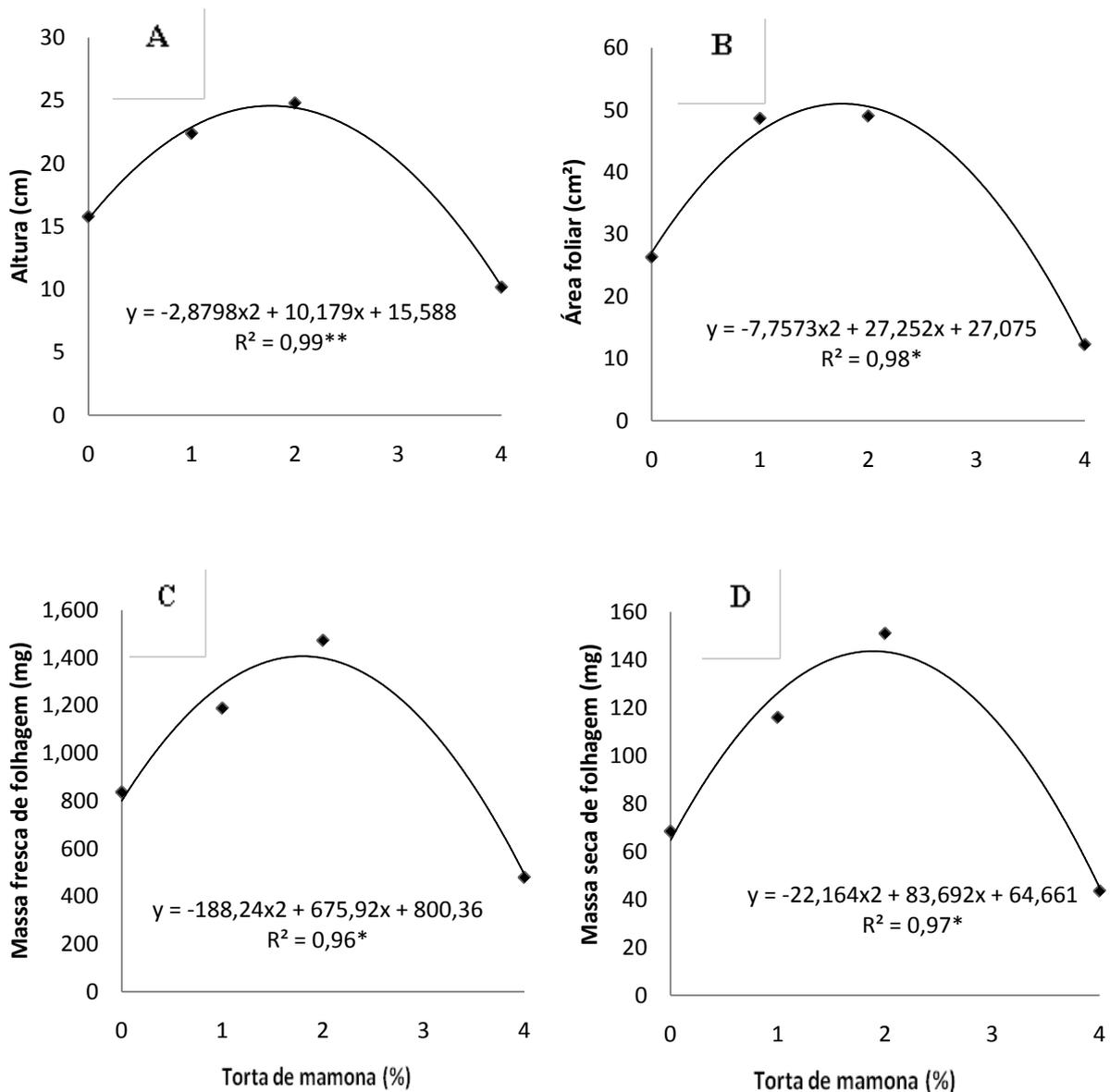


Figura 16. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de berinjela no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

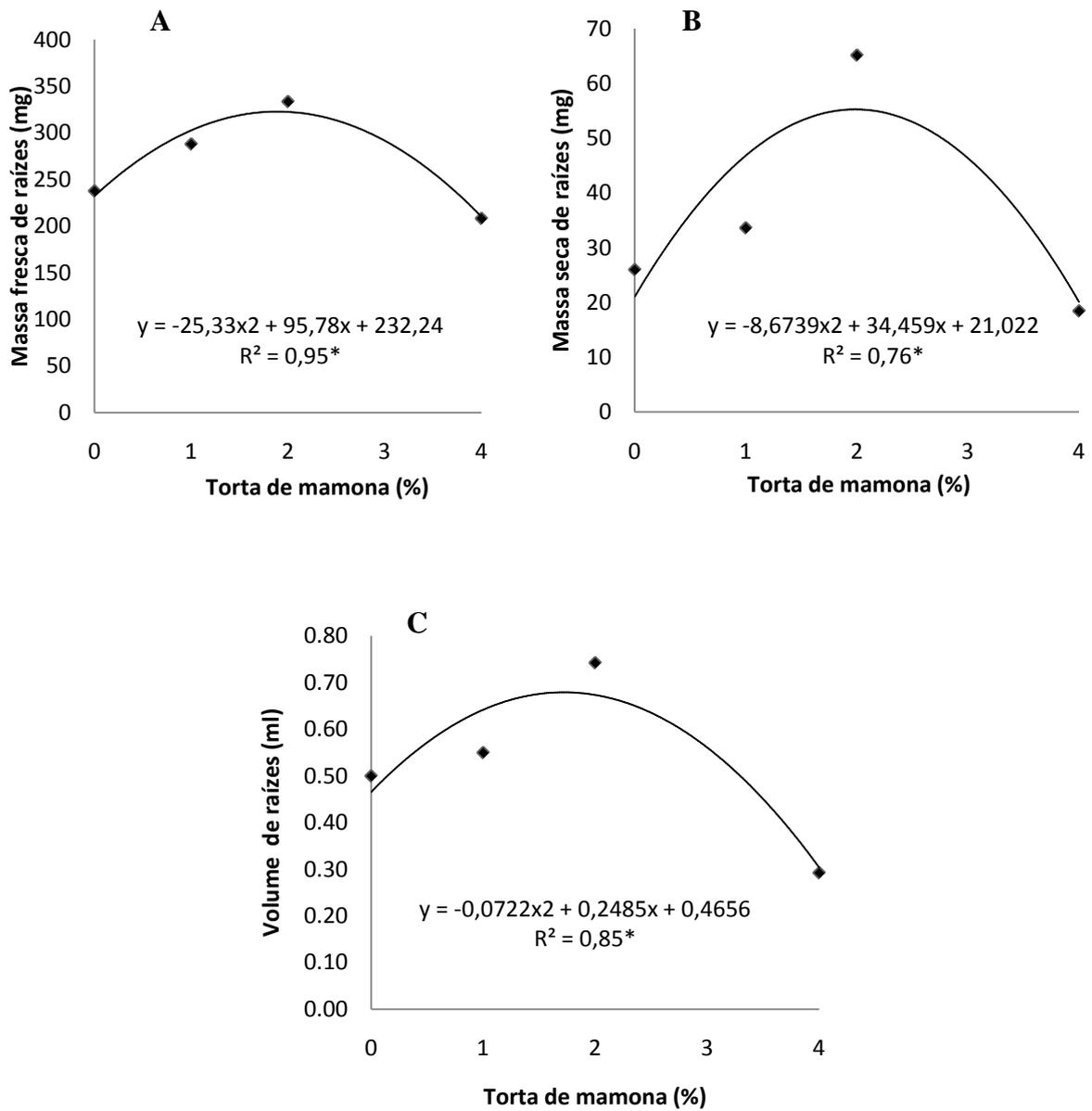


Figura 17. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) de raízes de mudas de berinjela no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

3.2.2 Bioensaios com rúcula ‘ Gigante Folha Larga’ e beterraba ‘Early Wonder Tall Top’

Para esses bioensaios, resolveu-se eliminar o substrato orgânico enriquecido com 8% de torta de mamona devido aos valores demasiadamente elevados de pH e condutividade elétrica. Em contrapartida, optou-se pela inclusão do tratamento com adição de 3% de torta de mamona à mistura de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.

As características físicas e os valores de pH, condutividade elétrica e teores de macronutrientes dos substratos, referentes aos bioensaios de rúcula e beterraba, são apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10. Densidade seca (Ds), porosidade total (Pt), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água remanescente (AR) dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos bioensaios de rúcula e beterraba.

Substrato	Ds	Pt	EA	AFD	AR
	kg m ⁻³	-----% vol -----			
SCM*	450	76,25	25,35	23,78	27,12
SO	674	82,04	27,31	24,48	30,25
SO+1%TM	667	83,18	26,13	26,22	30,83
SO+2%TM	663	81,90	26,72	25,43	29,75
SO+3%TM	657	82,25	27,10	25,15	30,00
SO+4%TM	654	82,16	27,28	25,75	29,13

*Substrato comercial Multiplant[®] (SCM); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 3% de torta de mamona (SO+3%TM) e substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM).

Observa-se que, exceto para densidade seca, todas as características físicas dos substratos testados apresentaram valores considerados adequados à produção de mudas de hortaliças em bandejas, com base nas referências já consignadas.

Tabela 11. Valores de condutividade elétrica (CE) em água (1+5), pH em água (1+5) e teores de macronutrientes dos substratos comerciais e dos substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona, utilizados nos biensaio de rúcula e beterraba.

Substrato	CE	pH	Ca	Mg	P	K	N
	dSm ⁻¹		-----Kg m ⁻³ -----				
SCM*	0,98	6,60	4,36	3,84	1,07	1,15	3,65
SO	0,79	6,45	8,00	3,34	2,57	1,48	8,50
SO+1%TM	1,11	6,73	8,91	3,35	2,77	1,57	10,77
SO+2%TM	1,41	6,86	9,18	3,68	2,91	1,68	11,20
SO+3%TM	1,50	6,91	9,32	3,65	2,93	1,80	11,71
SO+4%TM	1,60	7,20	9,86	3,91	3,13	1,98	12,67

*Substrato comercial Multiplant[®] (SCM); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 3% de torta de mamona (SO+3%TM) e substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM).

3.2.2.1 Rúcula ‘ Gigante Folha Larga’

Para rúcula, os resultados dos biensaio foram, de certa forma, análogos aos de alface e berinjela, evidenciando-se diferenças significativas entre tratamentos (= substratos) para todas as variáveis fitotécnicas analisadas, exceto quanto ao percentual de emergência de plântulas (Tabela 12).

Detectou-se eficácia superior dos substratos orgânicos que receberam suplementação de 3% de torta de mamona, particularmente no que tange a altura da planta, área foliar e massas fresca e seca da folhagem. O substrato com 4% de torta de mamona também apresentou excelente desempenho, somente diferindo do anterior em área foliar e massa da parte aérea das mudas. Esses resultados apontaram para uma maior tolerância da rúcula com referência a pH e CE mais elevados e /ou para uma maior exigência nutricional dessa espécie hortícola (ENSINAS et al., 2009).

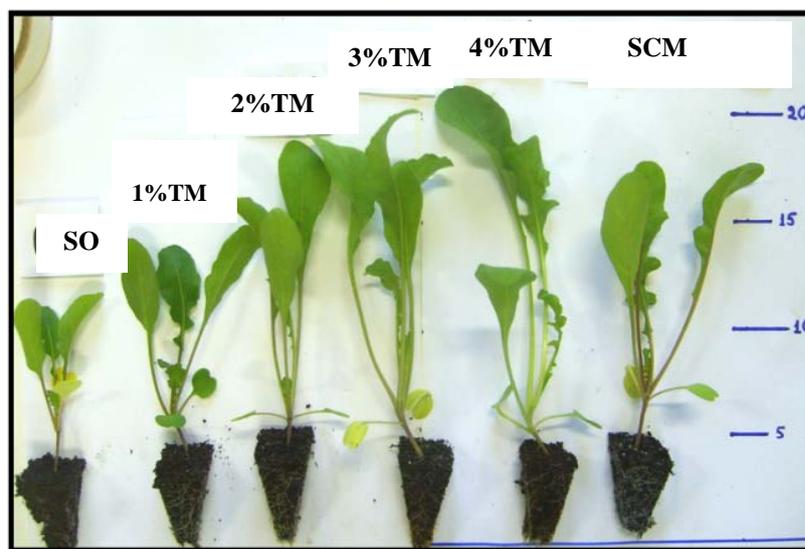


Figura 18: Crescimento diferencial de mudas de rúcula em substrato comercial (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” (SO), enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).

Os substratos orgânicos enriquecidos (SO+3%TM; SO+4%TM) acarretaram mudas mais vigorosas do que o substrato comercial Multiplant[®] (SCM), indicado para espécies de hortaliças folhosas. Todavia, deve ser novamente levado em consideração o fato de que substratos comerciais são, com frequência, adubados por meio de complexos minerais solúveis ao longo do desenvolvimento das mudas no sistema de bandejas.

Tabela 12. Índices de desenvolvimento de mudas de rúcula no substrato comercial Multiplant[®] (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona.

Substrato	E	AP	AF	MFF	MSF	MFR	MSR	VR
	--%--	--cm--	--cm ² --	----- mg planta ⁻¹ -----				--ml--
SCM*	98,50 a**	13,70 b	48,65 c	1.562,00 b	105,77 c	305,25 c	19,21 b	0,36 c
SO	96,75 a	10,40 d	20,49 e	923,50 d	94,35 d	325,07 c	19,77 b	0,38 c
SO+1%TM	98,00 a	13,30 c	39,11 d	1.168,67 c	111,50 c	368,75 b	23,73 a	0,42 b
SO+2%TM	97,50 a	13,90 b	48,91 c	1.590,23 b	127,00 a	401,50 a	24,22 a	0,50 a
SO+3%TM	97,75 a	14,60 a	74,79 a	1.737,40 a	131,50 a	426,62 a	24,97 a	0,52 a
SO+4%TM	98,00 a	14,40 a	65,40 b	1.595,50 b	121,30 b	404,25 a	23,72 a	0,49 a
CV (%)	3,98	9,28	12,2	10,69	8,68	6,15	6,01	8,46

*Substrato comercial Multiplant[®] (SCM); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 3% de torta de mamona (SO+3%TM) e substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM).

E= emergência; AP= altura da planta; AF= área foliar; MFF e MSF= massas fresca e seca de folhagem; MFR e MSR= massas fresca e seca de raízes; VR= volume de raízes; **Médias seguidas de letras iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A análise de regressão evidenciou uma resposta polinomial quadrática significativa ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas. Os valores de altura da planta (14,65 cm), massas fresca e seca de raízes (426,62 e 24,97 mg) e volume radicular (0,55 ml) das mudas foram máximos na dose de 3,0% de torta de mamona adicionada ao substrato orgânico. As equações geradas para área foliar e massas fresca e seca da folhagem revelaram máximos valores (72,0 cm², 1650,0 mg e 130,0 mg) nas proporções estimadas em, respectivamente, 3,2; 3,3; e 2,8% de suplementação com torta de mamona.

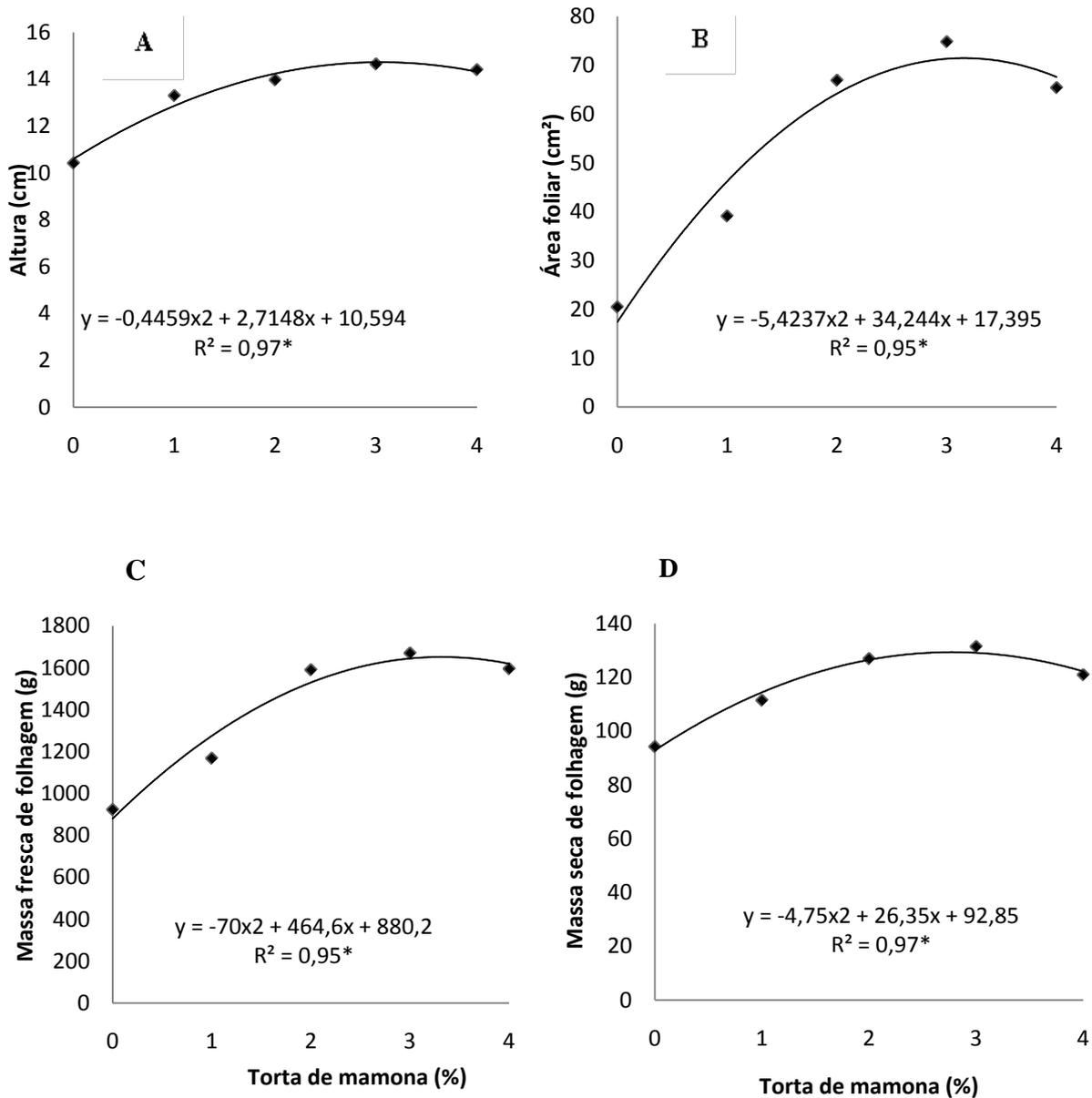


Figura 19. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca das folhagens (D) de mudas de rúcula no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

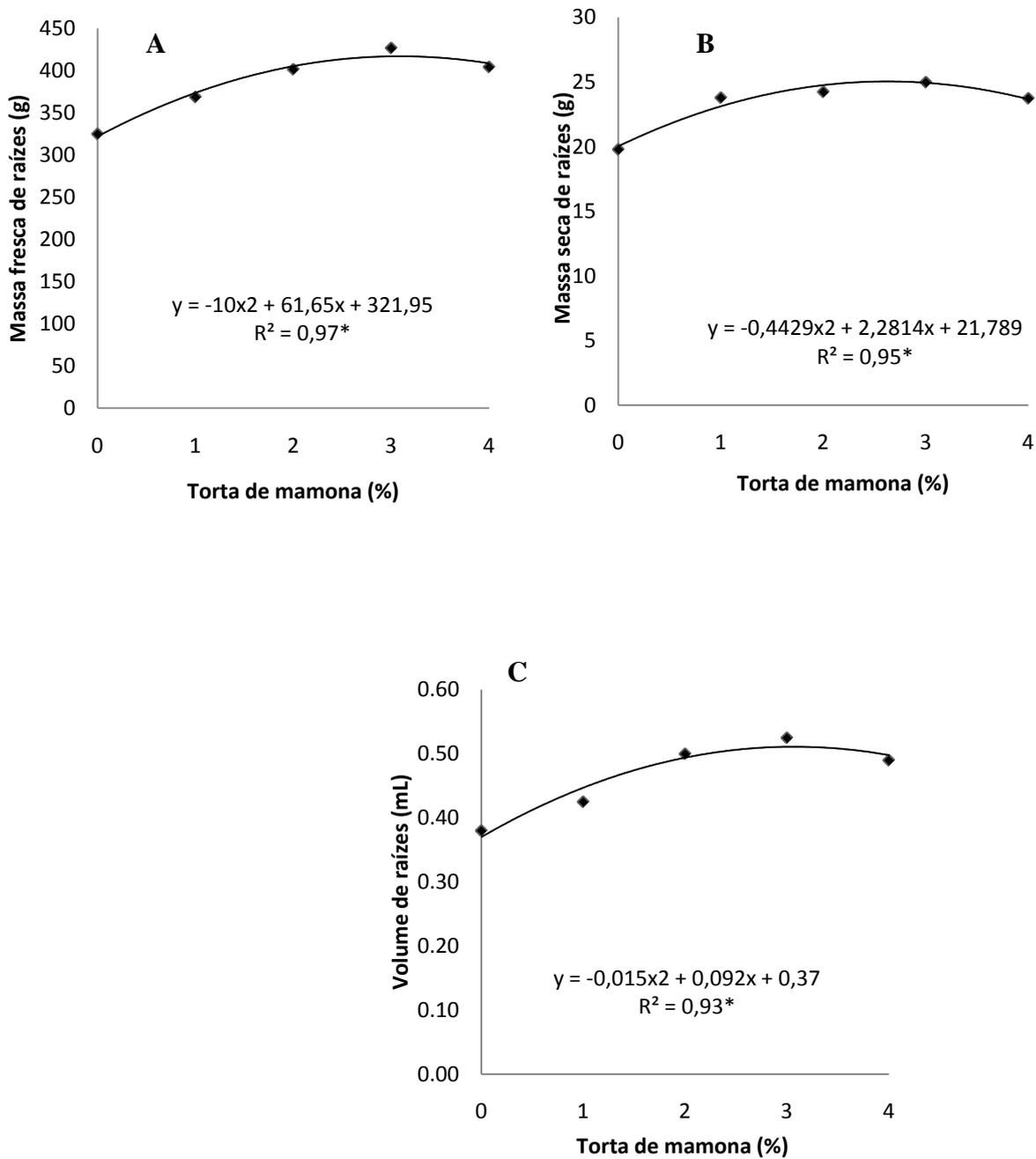


Figura 20. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de rúcula no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

3.2.2.2 Beterraba ‘Early Wonder Tall Top’

Em relação ao bioensaio com mudas de beterraba, as médias dos tratamentos (= substratos) para as variáveis fitotécnicas analisadas encontram-se na Tabela 13. Pode-se verificar, mais uma vez, ganhos significativos da adição da torta de mamona ao substrato orgânico, no que concerne ao desenvolvimento das mudas dessa hortaliça. Apenas, quanto ao percentual de emergência de plântulas não houve influência do tipo de substrato.

Tabela 13. Índices de desenvolvimento de mudas de beterraba no substrato comercial Multiplant[®] e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, enriquecidos ou não com torta de mamona.

Substrato	E	AP	AF	MFF	MSF	MFR	MSR	VR
	--%--	--cm--	--cm ² --	-----	mg planta ⁻¹	-----		ml
SCM*	96,85 a**	13,00 c	29,71 c	1.003,50 c	91,50 c	304,00 b	19,72 c	0,50 b
SO	97,50 a	7,52 f	18,95 e	634,50 d	51,75 d	193,75 d	11,74 e	0,35 c
SO+1%TM	98,00 a	11,69 e	27,65 d	1.112,75 b	81,34 c	287,25 c	17,45 d	0,44 b
SO+2%TM	97,50 a	12,74 d	29,53 c	1.195,75 b	87,76 c	310,50 b	20,20 c	0,50 b
SO+3%TM	98,00 a	13,40 b	31,85 b	1.298,25 a	98,50 b	352,50 a	20,95 b	0,60 a
SO+4%TM	97,50 a	14,70 a	33,72 a	1.392,75 a	108,50 a	351,25 a	22,37 a	0,56 a
CV (%)	3,40%	5,36	7,45	13,35	7,83	9,64	12,45	4,98

*Substrato comercial Multiplant[®] (SCM); substrato orgânico sem torta de mamona (SO), substrato orgânico com 1% de torta de mamona (SO+1%TM), substrato orgânico com 2% de torta de mamona (SO+2%TM), substrato orgânico com 3% de torta de mamona (SO+3%TM) e substrato orgânico com 4% de torta de mamona (SO+4%TM).

E= emergência; AP= altura da planta; AF= área foliar; MFF e MSF= massas fresca e seca de folhagem; MFR e MSR= massas fresca e seca de raízes; VR= volume de raízes; **Médias seguidas de letras iguais, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os melhores resultados foram derivados dos substratos orgânicos enriquecidos com 3% e 4% de torta de mamona, com superioridade desta última formulação quanto à maioria dos parâmetros de crescimento considerados. Isto certamente se deveu à maior disponibilização de nutrientes prontamente assimiláveis, reconhecidamente essenciais para otimizar as taxas de crescimento de mudas em bandejas (SANTIN et al., 2005).

Ao contrário do que foi observado nos experimentos anteriores, principalmente naquele envolvendo mudas de alface, a condutividade elétrica do substrato não interferiu no grau de desenvolvimento das mudas. De acordo com Rosa (1997), citada por Leal (2006), a beterraba é considerada tolerante, com limite máximo para CE estimado em 4,0 dS m⁻¹.



Figura 21. Crescimento diferencial de mudas de beterraba em substrato comercial (SCM) e em substratos orgânicos constituídos de vermicomposto e “fino de carvão vegetal” (SO), enriquecidos ou não com torta de mamona peneirada (TM).

Nomura et al.(2008) destacaram que substratos, quando oriundos de material único, requerem complementação mineral para suprir as necessidades nutricionais das plantas. Um dos mais relevantes benefícios da utilização de formulações caracterizadas pela liberação lenta e equilibrada de nutrientes, como os substratos orgânicos, diz respeito à redução das perdas por lixiviação nas bandejas de semeadura.

As curvas de ajustes obtidas pelas análises de regressão são apresentadas pelas Figuras 22 e 23. Ficaram reforçadas as evidências de que o desenvolvimento das mudas de beterraba é progressivamente favorecido até o maior nível de adição de torta de mamona (4%, v/v) ao substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”.

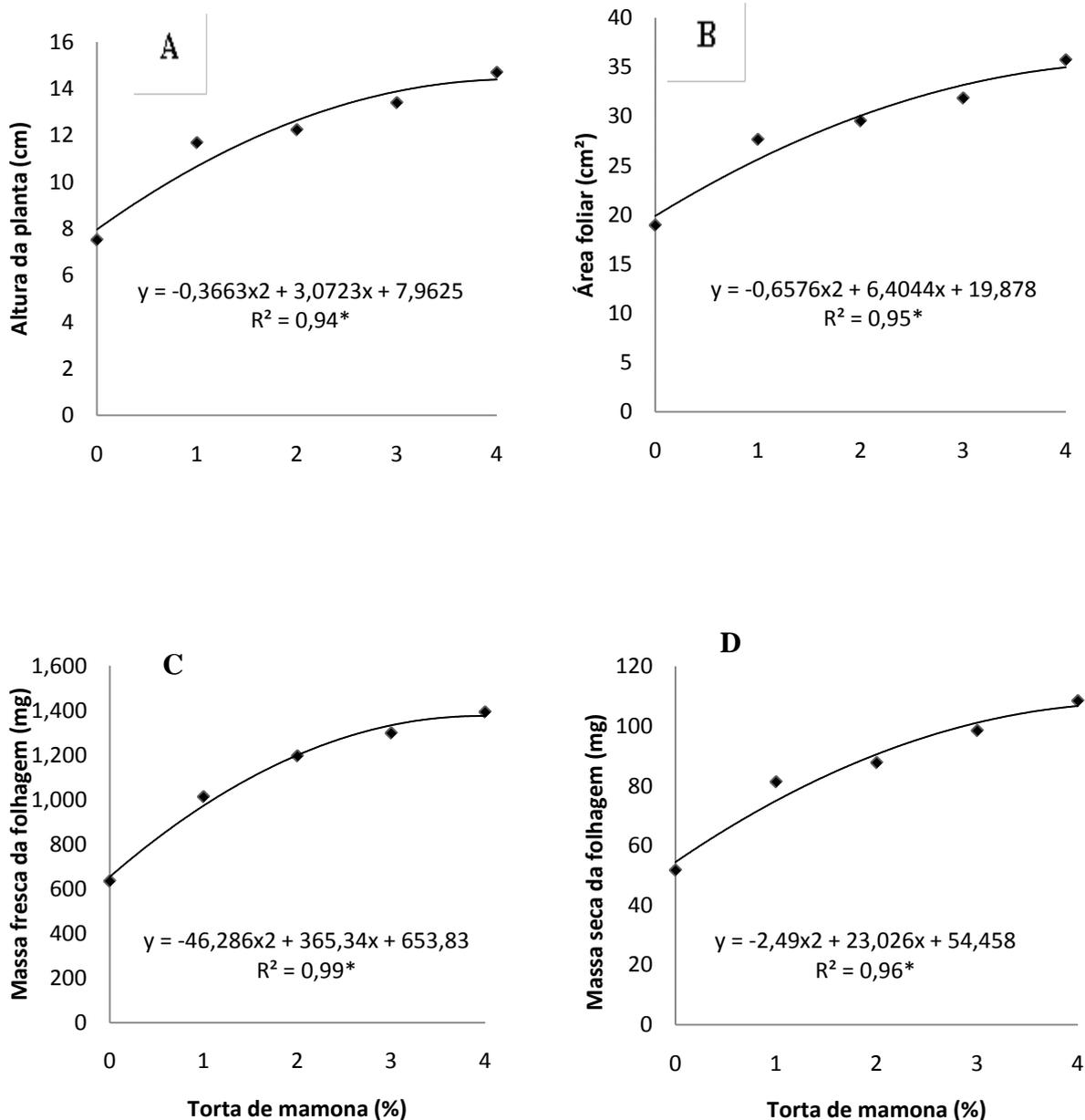


Figura 22. Altura da planta (A), área foliar (B), massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de mudas de beterraba no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

O modelo matemático que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático com máxima altura da planta (20,22 cm) correspondente à incorporação de 4,19% de torta de mamona ao substrato orgânico.

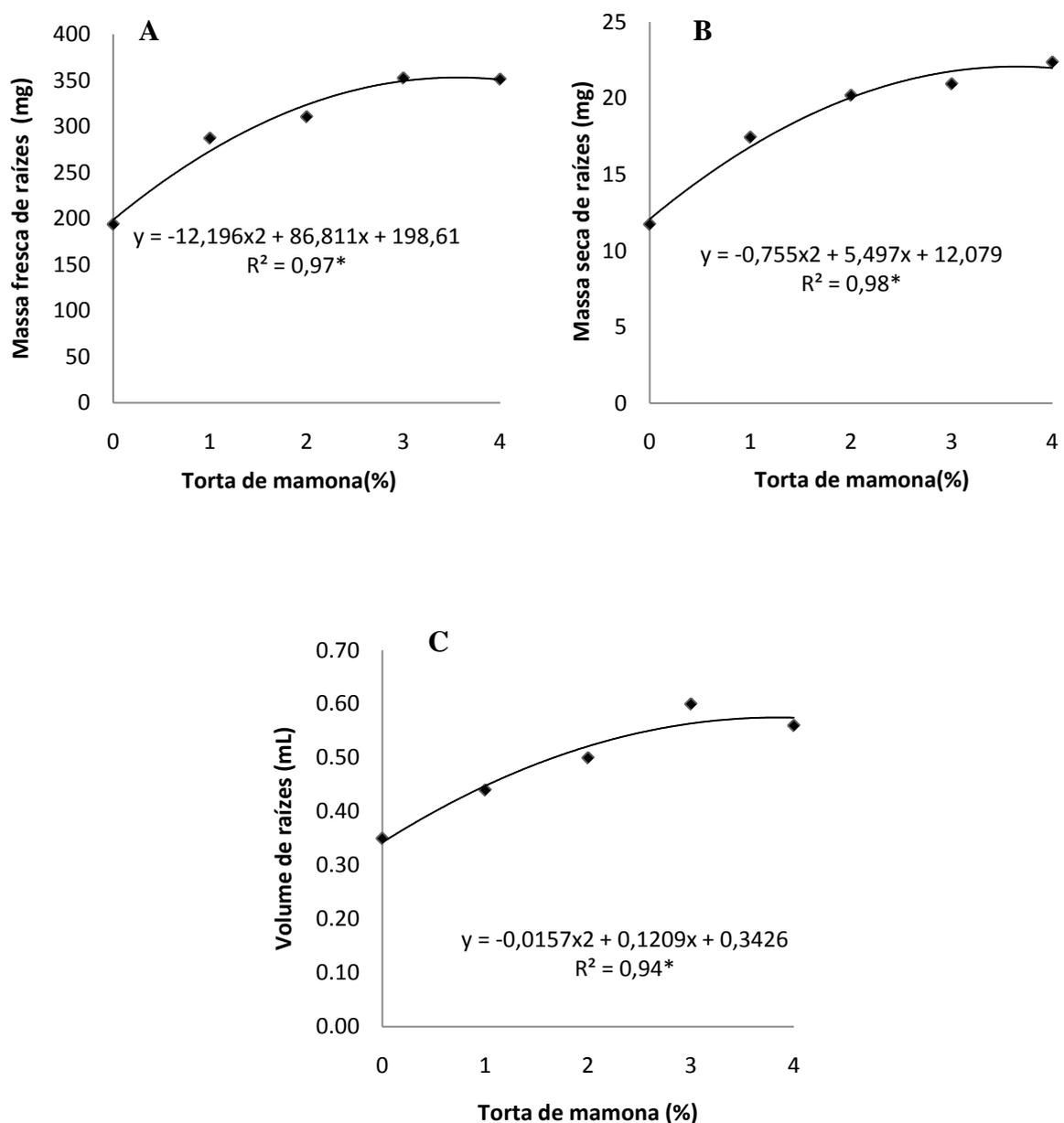


Figura 23. Massa fresca (A), massa seca (B) e volume (C) das raízes de mudas de beterraba no substrato orgânico constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, em função do percentual de torta de mamona adicionada.

Quanto à variável área foliar, o valor-teto (48,8 cm²) foi estimado para o nível de 4,9% de torta de mamona no substrato, correspondendo a um aumento da ordem de 29,9 cm² em relação à ausência do fertilizante no substrato.

Massas fresca e seca da folhagem da beterraba foram marcadamente influenciadas pela torta de mamona, obtendo-se os valores mais altos (1374,6 mg e 107,6 mg) com as doses

de 4,0 e 4,6% de suplementação, respectivamente . Estes níveis de enriquecimento nutricional proporcionariam incrementos de 721 mg e de 53,15 mg para massa fresca e massa seca, respectivamente, na comparação com o substrato orgânico não aditivado.

O sistema radicular das mudas de beterraba foi também significativamente influenciado pelo conteúdo nutricional do substrato orgânico. Os máximos valores de massas fresca e seca (353,1 mg e 22,1 mg) equivaleriam à dose de 3,6% de torta de mamona adicionada, significando diferenças de 154,5 mg e de 10,1 mg em relação ao substrato orgânico sem adição do fertilizante. Já o volume do sistema radicular foi crescente até a proporção estimada de 3,8 % de torta adicionada.

Tendo em vista que adições de torta de mamona superiores a 3,8% evidenciaram efeito negativo quanto à proliferação de raízes das mudas de beterraba, torna-se recomendável não ultrapassar o limite de 4% de adição desse fertilizante ao substrato orgânico, assim equilibrando a relação raiz / parte aérea.

3.3 Experimento III

Avaliação do efeito do grau de desenvolvimento de mudas de beterraba, em função do substrato de semeadura, no desempenho agrônômico da cultura sob manejo orgânico

Para o experimento de campo, foi selecionado o substrato orgânico adicionado de 4% de torta de mamona, o qual proporcionou máximo vigor das mudas de beterraba no Experimento II. Para efeito de comparação, utilizou-se o substrato orgânico sem adição da torta de mamona.

Os parâmetros de desenvolvimento da beterraba colhida do cultivo experimental, sob manejo orgânico, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Desempenho agrônômico da cultura da beterraba, sob manejo orgânico, em função do substrato de semeadura e de adubações de cobertura com doses crescentes de torta de mamona.

Substrato	Adubação de cobertura				CV (%)
	0 kg N ha ⁻¹	50 kg N ha ⁻¹	100 kg N ha ⁻¹	200 kg N ha ⁻¹	
Altura da planta (cm)					
SO+4%TM*	30,70 Ad**	37,20 Ac	43,30 Ab	53,00 Aa	5,30
SO	25,40 Bd	32,10 Bc	39,90 Bb	48,50 Ba	6,30
Área foliar (cm²)					
SO+4%TM	492,67 Ad	683,00 Ac	806,82 Ab	1004,47 Aa	16,43
SO	403,45 Bd	521,85 Bc	717,60 Bb	921,32 Ba	15,43
Massa fresca de folhagem (g)					
SO+4%TM	43,45 Ad	57,35 Ac	78,46 Ab	92,62 Aa	11,67
SO	35,65 Bd	47,01 Bc	61,92 Bb	71,02 Ba	13,03
Massa seca de folhagem (g)					
SO+4%TM	8,40 Ad	11,18 Ac	17,70 Ab	19,05 Aa	15,43
SO	5,38 Bd	7,37 Bc	13,56 Bb	15,4 Ba	14,25
Diâmetro equatorial de raiz tuberosa (mm)					
SO+4%TM	41,16 Ad	55,98 Ac	64,50 Ab	73,03 Aa	9,34
SO	35,47 Bd	45,41 Bc	58,63 Bb	63,93 Ba	11,13
Massa fresca de raiz tuberosa (g)					
SO+4%TM	53,50 Ad	87,50 Ac	96,16 Ab	119,62 Aa	16,34
SO	45,70 Bd	60,20 Bc	81,20 Bb	95,02 Ba	15,64
Massa seca de raiz tuberosa (g)					
SO+4%TM	19,70 Ad	27,55 Ac	43,41 Ab	48,36 Aa	13,35
SO	15,77 Bd	20,55 Bc	32,34 Bb	37,40 Ba	14,05
Produtividade total (t ha⁻¹)					
SO+4%TM	17,12 Ad	28,08 Ac	30,77 Ab	38,95 Ad	17,55
SO	14,62 Bd	19,27 Bc	25,98 Bb	30,40 Bd	15,72
Produtividade comercial (t ha⁻¹)					
SO+4%TM	15,63 Ad	26,70 Ac	30,77 Ab	38,95 Ad	12,54
SO	12,32 Bd	18,53 Bc	24,83 Bd	30,40 Bd	10,13

*Substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona (SO+4%TM); substrato orgânico sem torta de mamona (SO); doses de torta de mamona em adubação de cobertura, com equivalência no N-total fornecido (0, 50, 100 e 200 kg N ha⁻¹).**Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Constataram-se diferenças estatisticamente significativas, com respeito às características associadas ao desenvolvimento da beterraba e à produtividade, em função do substrato de semeadura e das doses de torta de mamona fornecidas em cobertura durante o ciclo da cultura no campo.

Com relação à hortaliça, Horta (2000) e Santos (2000) verificaram atrasos de até 16,6% no ciclo da cultura, bem como redução de até 70% na produtividade, em decorrência de deficiências nutricionais durante a formação de mudas em bandejas. No presente estudo, tais resultados foram corroborados, visto que mudas desenvolvidas no substrato orgânico nutricionalmente enriquecido apresentaram desempenho superior no campo, independentemente das adubações suplementares de cobertura.

Detectou-se interação significativa entre substrato de origem e dose de adubação de cobertura para todas as características fitotécnicas avaliadas.

Independentemente do tipo de substrato de semeadura, também se constatou melhoria em todas as variáveis analisadas, em função da adubação de cobertura. Esta influência positiva foi diretamente proporcional às doses de torta de mamona aplicadas durante a cultura da beterraba.

O rendimento em raízes tuberosas de padrão comercial variou de 12,32 a 38,95 t ha⁻¹, conforme o tipo de substrato no qual as mudas foram desenvolvidas e a quantidade de macronutrientes fornecidos pela adubação de cobertura.

O maior percentual de refugos (15,7%), representados pelas raízes com menos de 20 g, por ocasião da colheita, foi proveniente do tratamento representado pelo substrato não enriquecido e pela ausência de adubação de cobertura. Em seguida, veio o tratamento correspondente ao substrato aditivado, porém sem aplicação suplementar de torta de mamona no campo (8,7%). Em contrapartida, as parcelas experimentais correspondentes a substrato adicionado de 4% de torta de mamona combinado com doses de adubação de cobertura equivalentes a 100 ou 200 kg N ha⁻¹ originaram 100% de raízes tuberosas de padrão comercial (Figura 24).

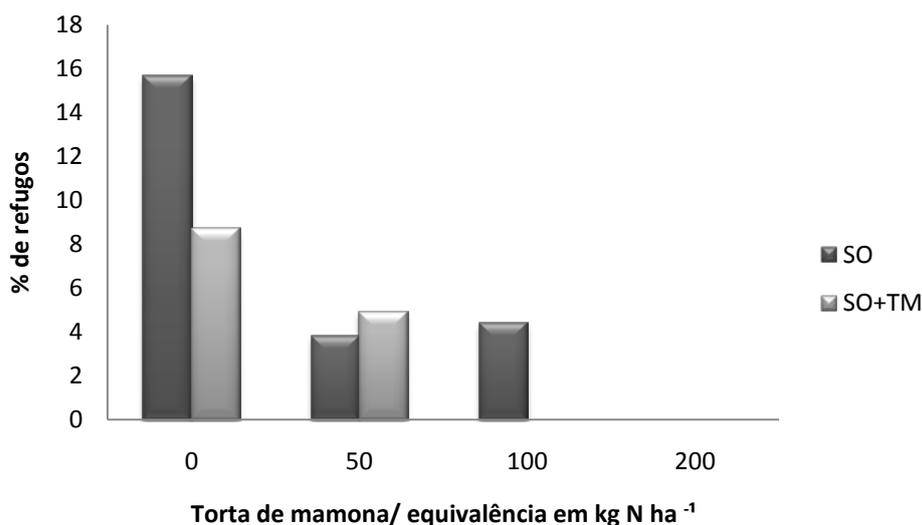


Figura 24: Percentuais de refugos, representados pelas raízes tuberosas de beterraba com peso inferior de 20 g, em função do tipo de substrato de semeadura e de doses de torta de mamona aplicadas em cobertura durante o ciclo da cultura a campo, sob manejo orgânico.

Os resultados do experimento indicaram que as mudas desenvolvidas no substrato orgânico enriquecido responderam com maior eficiência às doses de torta de mamona aplicadas no campo. Nesse sentido, Echer et al. (2007) já haviam consignado que a má qualidade de mudas de beterraba é capaz de comprometer o desenvolvimento da cultura, prolongando o ciclo e ocasionando perdas significativas na produção.

Através das análises de regressão, observou-se crescimento linear significativo ($P \leq 0,01$) da beterraba, quer em altura da planta, quer em área foliar, relativamente à dose de torta de mamona aplicada em cobertura.

Diferentemente, as curvas de resposta, com referência a massas fresca e seca da folhagem, massas fresca e seca do sistema radicular e diâmetro equatorial da raiz tuberosa, evidenciaram ajustes ao modelo polinomial. Pode-se inferir, portanto, que a adubação de cobertura privilegiou o crescimento da parte aérea da beterraba em detrimento da raiz tuberosa. Tal fato pode ter decorrido da riqueza em nitrogênio, própria da torta de mamona fornecida à cultura.

De acordo com a equação obtida, situaram-se, respectivamente, em 88,5 e 19,1 g planta⁻¹, os máximos valores de massas fresca e seca de folhagem da beterraba, a partir de mudas produzidas no substrato enriquecido, correspondendo às doses estimadas de 215,5 kg N ha⁻¹ e 224,0 kg de N ha⁻¹ referentes à adubação de cobertura. Para o substrato orgânico não enriquecido, os valores-teto alcançados para massa fresca (72,5 g planta⁻¹) e massa seca (16,4 g planta⁻¹) seriam obtidos com as aplicações de 232,6 e 241,7 kg de N ha⁻¹, respectivamente (Figura 25).

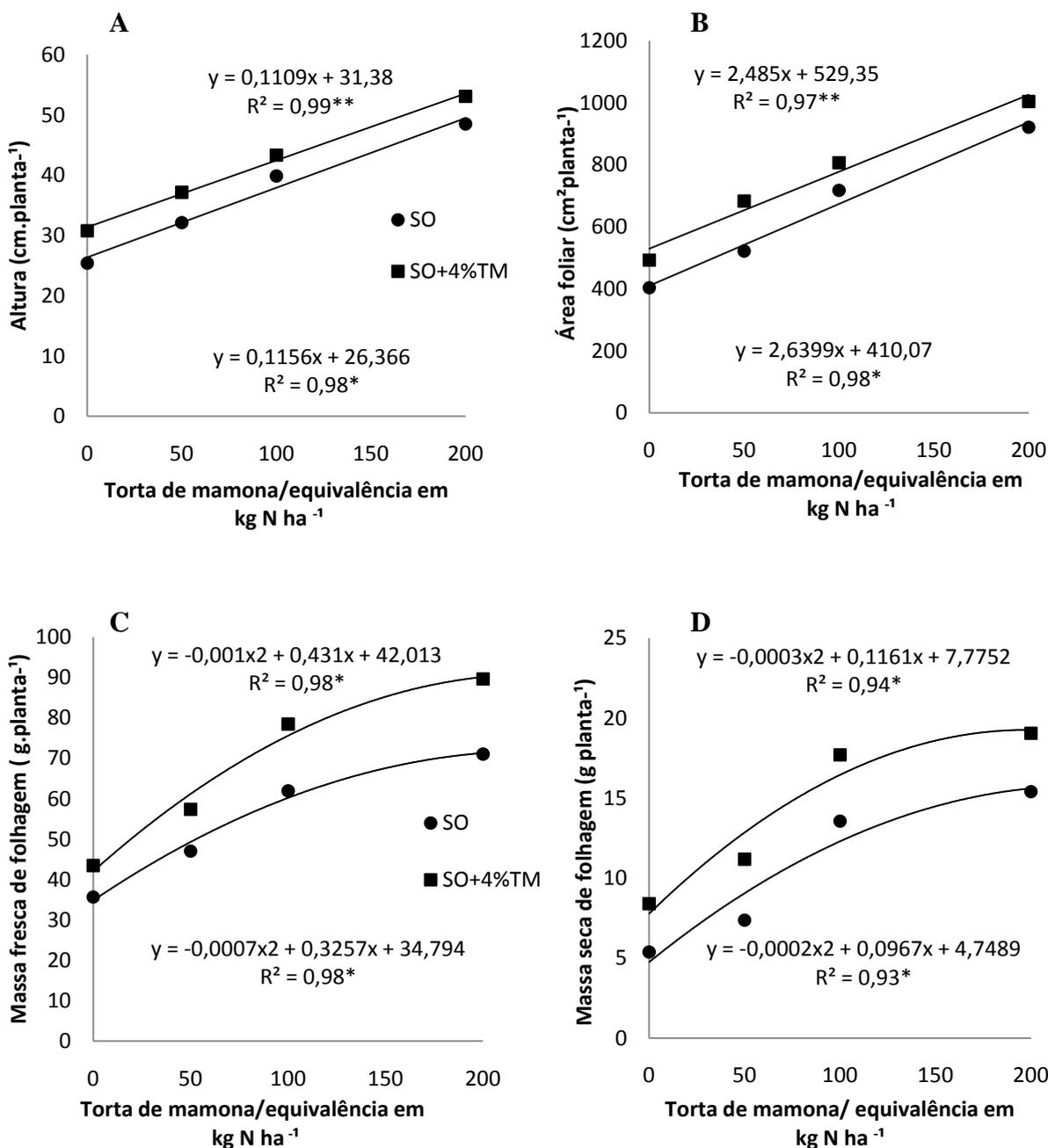


Figura 25. Altura da planta (A); área foliar (B); massa fresca da folhagem (C) e massa seca da folhagem (D) de beterraba, em função do substrato de sementeira* e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona. * (SO) substrato orgânico não enriquecido; (SO+4%TM) substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona.

Quanto ao diâmetro equatorial das raízes tuberosas (Figura 26), o maior valor obtido (71,4 mm) correspondeu à estimativa de 192,13 kg de N ha⁻¹, fornecidos em cobertura nas parcelas correspondentes a mudas produzidas no substrato enriquecido. Já, nas parcelas compostas pelas mudas oriundas do substrato orgânico sem torta de mamona, o máximo diâmetro da raiz tuberosa (62,0 mm) corresponderia ao fornecimento de 187,5 kg de N ha⁻¹ através da adubação de cobertura.

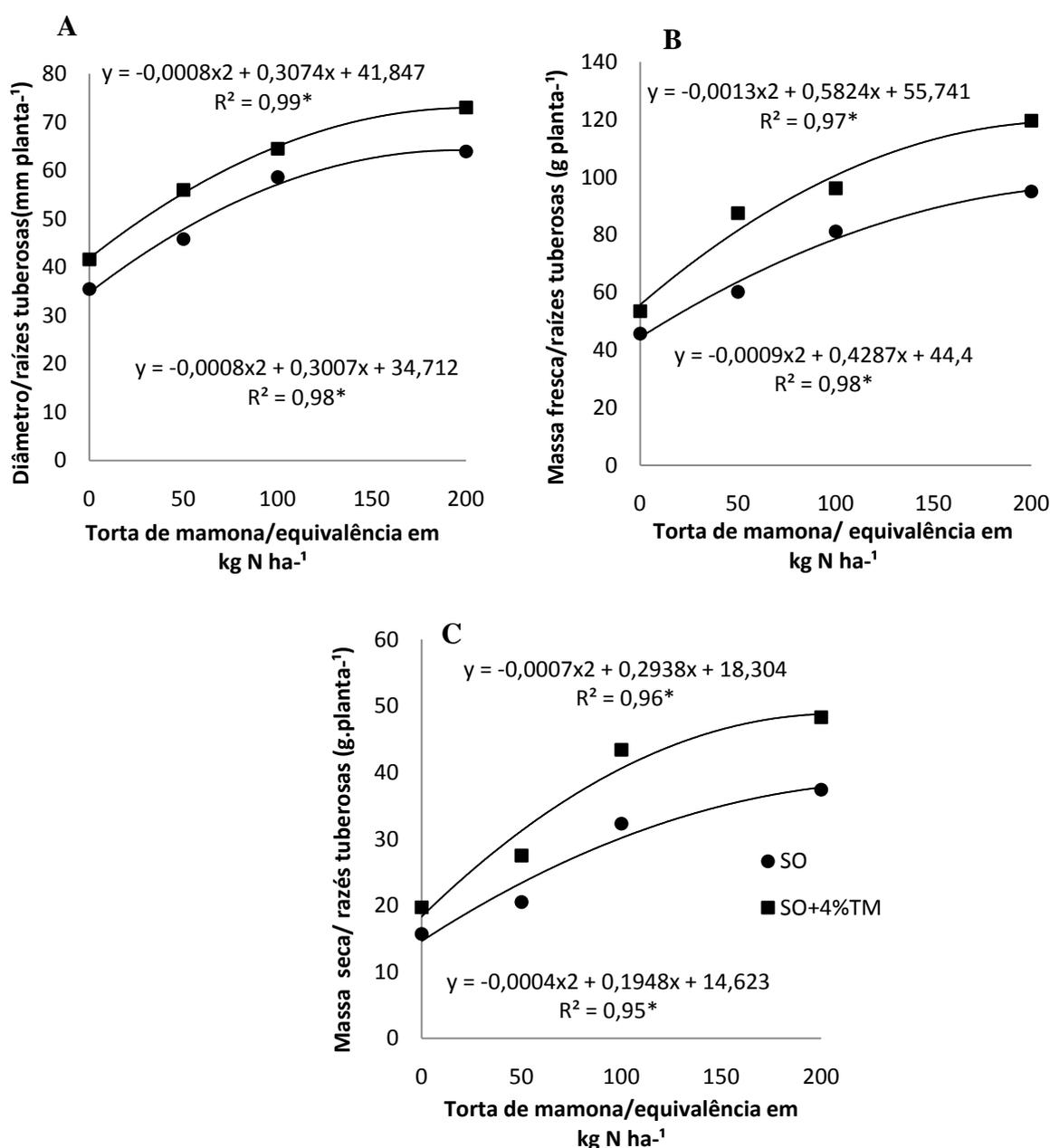


Figura 26. Diâmetro equatorial (A); massa fresca (B) e massa seca (C) das raízes tuberosas de beterraba, em função do substrato de sementeira* e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona. *(SO) substrato orgânico não enriquecido; (SO+TM) substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona.

Os valores máximos, estimados através da equação obtida, de massas fresca e seca de raízes tuberosas foram, respectivamente, 121,0 e 49,1 g planta⁻¹, referentes às doses de 224,0 kg de N ha⁻¹ e 210,0 kg de N ha⁻¹, valores estes que corresponderam às plantas que dispuseram de mais nutrientes na fase de muda. Por seu turno, as plantas procedentes do substrato orgânico sem adição de torta de mamona alcançariam apenas 95,4 g planta⁻¹ e 38,3 g planta⁻¹ para massas fresca e seca de raízes tuberosas, respectivamente, nas dosagens estimadas de 238,0 e 243,0 kg de N ha⁻¹ via torta de mamona em cobertura.

Em relação a hortaliças tuberosas, nem sempre o maior desenvolvimento da parte aérea das plantas reflete aumentos em produtividade (GUIMARÃES et al., 2002). Além de certos níveis de fornecimento de nitrogênio, a expansão da área foliar não é acompanhada de maneira proporcional por incrementos em massa da raiz tuberosa da beterraba, possivelmente devido ao auto-sombreamento, afetando a plena capacidade fotossintética da cultura (LARCHER, 2004).

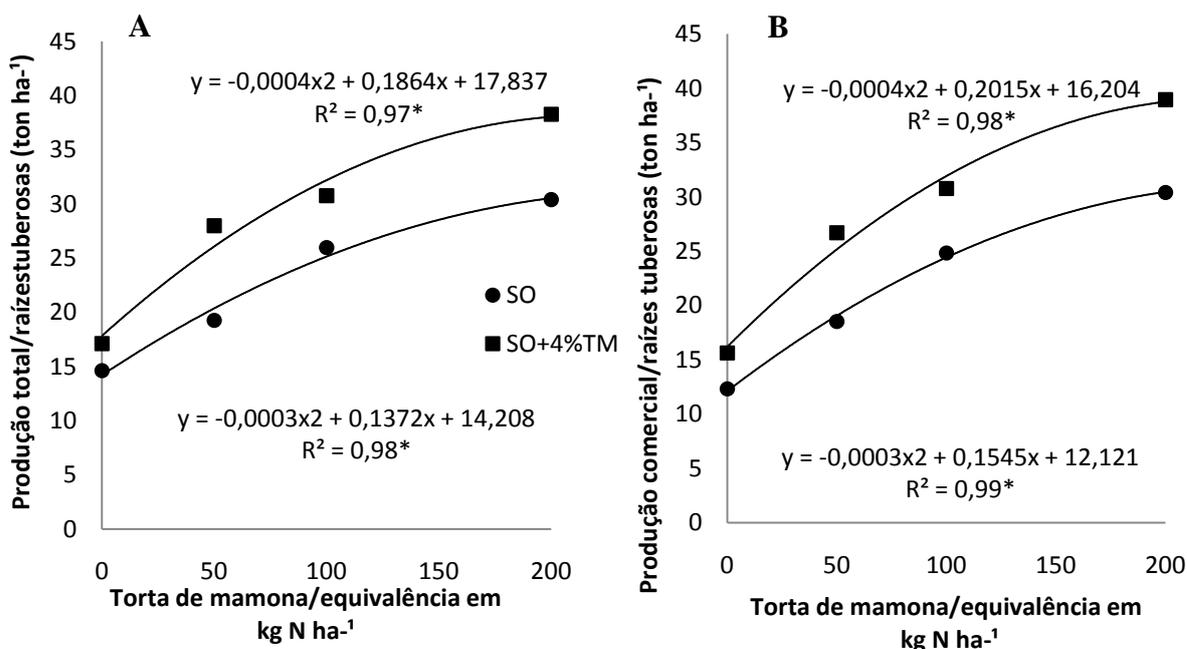


Figura 27. Produtividades total (A) e comercial (B) da beterraba, em função do substrato de semeadura* e da dose de adubação de cobertura com torta de mamona. *(SO) substrato orgânico não enriquecido; (SO+TM) substrato orgânico enriquecido com 4% de torta de mamona.

No presente estudo, a produtividade mais elevada em raízes tuberosas foi estimada em 39,6 t ha⁻¹, pertinente às parcelas com mudas provenientes do substrato orgânico enriquecido e com suplementação de 230 kg N ha⁻¹ pela adubação de cobertura (Figura 27). Já, para as plantas provenientes do substrato de semeadura exclusivamente constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, a máxima produtividade ficou em 29,0 t ha⁻¹, com referência ao mesmo tratamento no campo.

No sistema convencional de produção, com o emprego da uréia como adubo nitrogenado de cobertura, dosagens próximas a 200 kg de N ha⁻¹ têm sido recomendadas para beterraba (TRANI et al., 2005; AQUINO et al., 2006). A julgar por esses resultados, o manejo orgânico da beterraba, desde que partindo de mudas de qualidade, requer suplementação comparável com nitrogênio em cobertura, recorrendo-se à torta de mamona e alcançando produtividade ao redor de 40 t ha⁻¹, que pode ser considerada de excelente nível. Não obstante, Purqueiro et al. (2009) já reportaram para a beterraba, produtividade de até 46 t ha⁻¹ obtida com adubações de cobertura na base de 240 kg N ha⁻¹.

O efeito cumulativo dos fatores: enriquecimento do substrato orgânico de semeadura x adubação nitrogenada em cobertura ficou demonstrado no presente estudo pela significância dessa interação, considerando-se os ganhos em produtividade no cultivo orgânico da beterraba.

4 CONCLUSÕES

- 1) O vermicomposto estabilizado, tendo o esterco bovino como matéria-prima, pode ser utilizado como componente básico na formulação de substratos orgânicos para mudas de hortaliças produzidas pelo sistema de bandejas em ambiente protegido;
- 2) O “fino de carvão vegetal”, adicionado ao vermicomposto na proporção de 15% (v/v), representado pela mistura, em partes iguais, de partículas correspondentes a 3mm e 5mm de malha de peneiramento, acarreta melhorias quanto aos atributos físicos do substrato à base de vermicomposto;
- 3) A melhoria das características físicas do substrato orgânico, por meio da adição do “fino de carvão vegetal”, especialmente o aumento do espaço de aeração, influi positivamente no desenvolvimento de mudas de alface e berinjela;
- 4) A adição de torta de mamona ao substrato orgânico, constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, promove maior desenvolvimento de mudas de alface, rúcula, berinjela e beterraba, na comparação com o substrato orgânico não aditivado;
- 5) A proporção ótima de torta de mamona na composição do substrato orgânico varia em função da espécie de hortaliça cultivada;
- 6) O benefício do enriquecimento do substrato, constituído de vermicomposto e “fino de carvão vegetal”, com a torta de mamona reflete-se no aumento da produtividade em raízes tuberosas de padrão comercial no cultivo orgânico da beterraba;
- 7) A produtividade da beterraba, a partir de mudas procedentes do substrato orgânico enriquecido com torta de mamona, é também positivamente influenciada pela aplicação desse mesmo fertilizante em cobertura, durante o cultivo orgânico da hortaliça;
- 8) A interação entre eficácia do substrato de semeadura e dose ótima de torta de mamona, aplicada em cobertura no cultivo orgânico da beterraba, é positiva e responde por um efeito cumulativo na produtividade dessa hortaliça.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos traçados para o estudo foram cumpridos, com o desenvolvimento de formulações orgânicas, a partir de fontes renováveis, para a finalidade de produção de mudas de hortaliças. Importância especial deve ser direcionada ao fato constatado de que espécies de hortaliças apresentam desenvolvimento distinto quanto ao nível de enriquecimento do substrato com um fertilizante orgânico reconhecidamente capaz de fornecer nutrientes em curto espaço de tempo. Em vista disto, abrem-se possibilidades para ajustes finos quanto à composição de substratos orgânicos, considerando especificamente cada hortaliça. É possível, ainda, que cultivares pertencentes a uma mesma espécie olerícola tenham exigências nutricionais distintas, sendo recomendável a consecução de trabalhos científicos a respeito.

Verificou-se, no decorrer do presente estudo, certa dificuldade de ordem prática, principalmente com referência ao peneiramento do “fino de carvão vegetal”. Assim, para operações em maior escala haverá conveniência de se utilizar, ao invés de peneira elétrica, conforme foi o caso, um tipo de moinho apropriado, de modo a minimizar a dispersão do pó de carvão no local de preparo do substrato.

A expectativa é de sensibilizar associações de agricultores orgânicos e empresas do setor, visando à produção e comercialização de substratos constituídos de vermicomposto (componente básico), “fino de carvão vegetal” (complemento) e torta de mamona (aditivo), capazes de solucionar um dos reconhecidos gargalos da olericultura orgânica, qual seja a carência de produtos no mercado nacional cuja formulação obedeça as normas técnicas oficialmente estabelecidas e vigentes no Brasil.

Outra dificuldade encontrada no estudo foi a eliminação de ovos e formas jovens das minhocas durante o peneiramento final do vermicomposto. Se essa eliminação não for feita, o passo seguinte de solarização do vermicomposto em sacos plásticos selados e expostos a radiação solar fica prejudicado em virtude do odor exalado a partir da putrefação. Mais uma vez, em termos de escala, torna-se necessário encontrar alternativas capazes de contornar tal dificuldade, como, por exemplo, a solarização com emprego de passagem de ar para arraste dos odores.

Outrossim, a solarização do vermicomposto poderia ser dispensada pela pasteurização do esterco bovino, em medas submetidas a regas e revolvimentos periódicos. A elevação da temperatura durante este procedimento seria, muito possivelmente, bastante, para inviabilizar sementes de ervas espontâneas e propágulos ou formas vegetativas de microrganismos indesejáveis, antes do abastecimento do minhocário.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, MB; NOGUERA, PM. Los substratos em los cultivos sin suelo. In: GAVILÁN, M.U. ed. Manual de cultivo sin suelo. Almeria: Universidade de Almeria/ Mundi-Prensa, p.137-183, 2000.

ALMEIDA, DL; RIBEIRO, RLD; GUERRA, JGM. Sistema Integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003, 37p. (Embrapa - CNPAB. Documentos, 169).

ANDRIOLO, JL; LUZ, GL; WITTER, MH; GODOI, RS; BARROS, GT; BORTOLOTTI, OC. Growth and yield of lettuce plants under salinity. Horticultura Brasileira, v. 23, p. 931-934, 2005.

ANSORENA, JM. Sustratos: Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa, Madrid, 1994, 172p.

AQUINO, AM. Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 4 p (Embrapa – CNPAB.Circular Técnica, 12).

AQUINO, LA; PUIATTI, M; PEREIRA, PRG; PEREIRA, FHF; LADEIRA, IR; CASTRO, MRS. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. Horticultura Brasileira, v. 24, p. 199-203, 2006.

ARAÚJO, NSE; AZEVEDO, JMA; GALVÃO, RO; OLIVEIRA, EBL; FERREIRA, RLF. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. Ciência Rural, v.39, n.5, p.1408-1413, 2009.

ARAÚJO, WP. Manejo da fertirrigação em mudas de alface produzidas em substrato. Campinas: 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado)- Instituto Agrônomo de Campinas, 2004.

BAILEY, DA. et al. Substrates pH and water quality. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2010.

BEZERRA, FC; FERREIRA, FVM; SILVA T C. Produção de mudas de berinjela em substratos à base de resíduos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 2, p.1348-1352, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa n.17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio. 2007. Seção 1, p.8.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p.8.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008. Aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal e as listas de substâncias permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção animal e vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, DF 19 dez. 2008. Seção 1, p. 21-26.

BROWN, GG; JAMES, SW. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. (Ed.). Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545p.

CABALLERO, R. Iron chlorosis in gerber as related to properties of various types of compost used as growing media. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Philadelphia, v. 38, p. 2357–2369, 2007.

CALVETE, EO; SANTI, R. Produção de mudas de brócolis em diferentes substratos comerciais. *Horticultura Brasileira*, v. 18, p.483-484, 2000.

CARDOSO, AII; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. *Horticultura Brasileira*, v.19, p. 328-331, 2001.

CASTRO, CM; RIBEIRO, RLD; ALMEIDA, DL; Caracterização e avaliação de substratos orgânicos para produção de mudas de beterraba. *Revista Agronomia*, v. 37, n 2, p. 19 - 24, 2003.

CHAQUI, HI ; ZIBILSKE, LM; OHNO, T. Effects of earth-worm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford, v.35, p.245-302, 2003.

DeBOOT, M; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, v. 26, p. 37-44, 1972.

ECHER, MM; GUIMARÃES VF; ARANDA, AN; BORTOLAZZO, ED; BRAGA, JS. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 1, p. 45-50, 2007.

EDWARDS, CA; NORMAN, QA. The use of earthworms in the breakdown of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein. In: EDWARDS, CA. *Earthworm Ecology*. 2. ed. CRC Press , 2004. 425 p.

ENSINAS, SC; BISCARO, GA; BORELLI, AB; MÔNACO, KA; MARQUES, RJR.; ROSA, YBCJ. Níveis de fertirrigação nas características morfológicas de mudas de rúcula. *Agrarian*, v.2.n.3.p.7-17, 2009.

FACHINELLO, JC; HOFFMANN, A; NACHTIGAL, JC. Propagação de plantas frutíferas. Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERMINO, MH. Métodos de análise para caracterização física de substratos para planta. Porto Alegre: 2003. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

FERNANDES, C; CORÁ, JE; BRAZ, L. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. Horticultura Brasileira, v. 24, n.1, p. 42-46, 2006.

FERNANDES, RC; MATEUS, JS; LEAL, MAA. Utilização de composto orgânico com diferentes níveis de enriquecimento, como substrato para produção de mudas de alface e beterraba. Revista Brasileira de Agroecologia, v.4 n.2, p.113-116, 2009.

FERRAZ, MV; CENTURION JF; BEUTLER AN. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. Acta Scientia Agronomica v. 27, p. 209-214, 2005.

FERREIRA, DF. 2003. Sistemas de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 145p.

FONTES, PCR. Olericultura: teoria e prática. Viçosa: 2005. 486p.

FRANCH, CMC. Sistema orgânico para produção de beterraba (*Beta vulgaris* L.). Seropédica: 2000. 140 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.

GOMES LAA; RODRIGUES AC; COLLIER LS; FEITOSA SS. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. Horticultura Brasileira v.26, p.359-363, 2008.

GRASSI FILHO, H; SANTOS, CH. Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. In: BARBOSA, JG; MARTINEZ, HEP; PEDROSA, MW; SEDIYAMA, MAN. (Eds.) Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, 2004. p. 78-91.

GRUSZYNSKI C. Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas. Porto Alegre: 2002. 100 p. (Dissertação mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GUERRINI, A; TRIGUEIRO, RM. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.28, p.1069-1076, 2004.

GUIMARÃES, VF; ECHER, MM; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. Horticultura Brasileira v.20, n.3, p. 505-509, 2002.

HAMERSCHMIDT, I. Panorama da agricultura orgânica no Paraná. Disponível em: http://www.planetaorganico.com.br/trab_iniberto06.htm. Acesso em: 17 de junho de 2009.

HIGUTI, ARO; SALATA, ACS; GODOY, AR; CARDOSO, AII. Produção de mudas de abóbora com diferentes doses de nitrogênio e potássio Bragantia, Campinas, v.69, n.2, p.377-380, 2010.

HOFFMANN, G. Verbindliche Methoden zur Untersuchung von TKS und Gartnerischen Erden. Mitteilungen der VDLUFA, Heft v. 6, p. 129-153, 1970.

HORTA, ACS; SANTOS, HS; SCAPIM, CA; CALLEGARI, O. Relação entre produção de beterraba, beta vulgaris var. conditiva, e diferentes métodos de plantio. Acta Scientiarum. Agronomy, v.23, n.5, p.1123-1129, 2001.

IBD (Instituto Biodinâmico) Diretrizes para o padrão de qualidade orgânico. 16^a Ed., Botucatu, 2008.121p.

KÄMPF, AN. Seleção de materiais para uso como substrato. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 1. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, p. 139 -145, 2000.

KÄMPF, AN. Análise física de substratos para plantas. Viçosa: SBCS. v. 26, p. 5-7, 2001. (Boletim Informativo).

KÄMPF, AN; TAKANE, RJ; SIQUEIRA, PTV. Floricultura: técnicas de preparo de substrato. Brasília: L K Editora e Comunicação, 2006. 132p.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 635-660.

LALLANA, VH; VALENZUELA, OR; LALLANA, MC; TELLI, BB; ROTHMAN, SM. Valoración física, química y biológica de lombricompostos de resíduos de conejera. In: KÄMPF, AN; FERMINO, MH. (Ed.) Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Genesis: Porto Alegre, 2000, p. 217-223.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LEAL, MAA. Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas, Seropédica: 2006. 133 p. Tese. (Doutorado em Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

LEAL, MAA; GUERRA, JGM; PEIXOTO, RTG; ALMEIDA, DL. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. Horticultura Brasileira. v. 25, n. 3, p. 392-395, 2007.

LIMA, CJG; OLIVEIRA, FA; OLIVEIRA, MKT; GALVÃO, DC. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. Revista Ciência Agrônômica, v. 40, n.1, p. 123-128, 2009.

LIZ, RS; CARRIJO, OA. Substratos para produção de mudas e cultivo de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 83 p.

LUDKE, I; SOUZA, RB; BRAGA, DO; LIMA, JL; RESENDE, FV. Produção de mudas de pimentão em substratos a base de fibra de coco verde para agricultura orgânica. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO. II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2008. Resumos... Brasília. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

LUDWIG, F. Características dos substratos no desenvolvimento, nutrição e produção de gébera (*Gerbera jamesonii*) em vaso. Botucatu: 2010. 132 p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2010.

MENDONÇA, V; ARAÚJO NETO, SE; RAMOS, JD; PIO R; GONTIJO, TCA. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise Solo'. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25, n.1, p.127-130, 2003.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, AMC. et. al, Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Ed., IAC, p.45-51, 2002. (Documentos IAC, 70).

MINAMI, K; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. Horticultura Brasileira, v. 18, p.162-163, 2000.

MIRANDA, S. C; RIBEIRO, R. L. D; RICCI, M. S. F; ALMEIDA, D. L; Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface em bandejas; Comunicado técnico nº24. dez./1998 p.1(Embrapa Agrobiologia – CNPAB).

NOMURA, ES; LIMA, JD; GARCIA, VA; RODRIGUES, DS. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicão, em diferentes substratos e fontes de fertilizantes. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, n.3, p. 359-363, 2008.

OLIVEIRA, SJC. Minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*): um estudo de preferência alimentar. In: BROWN, GG; FRAGOSO, C. (Ed.). Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 545 p.

PURQUERIO LFV; FACTOR TL; LIMA JR S; TIVELLI SW; TRANI PE; BREDA JR JM; ROCHA MAV. Produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio direto em função do nitrogênio e molibdênio. Horticultura Brasileira, v. 27, p.366-372, 2009.

RAMOS, JD; CHALFUN, NNJ; PASQUAL, M; RUFINI, JCM. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. Informe Agropecuário, v. 23, p. 64-72, 2002.

REGHIN, MY; OTTO, RF; OLINK, JR; JACOBY, CFS. Produtividade da chicória (*Cichorium endivia* L.) em função de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas. Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 3, p. 739-747, 2007.

REINERT, DJ; REICHERT, JM. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. Ciência Rural, v.36, n.6, p.1931-1935, 2006.

RODRIGUES, JR. Caracterização e avaliação de composto a base de capim Napier (*Pennisetum purpureum*) e esterco de “cama” de aviário para produção de hortaliças em sistema orgânico. Seropédica: 2004.105 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ROSA, CM; CASTILHOS, RMV; MORSELLI, TBGA; GONÇALVES, VC; SANTOS, DC; FRANCO, AMP; COSTA, PFP. Substancias húmicas solúveis no desenvolvimento de mudas de alface. In: FERTIBIO 2004, Lages, 2004. CD ROM, Anais. Lages.

ROSSI, F; MELO, PCT. MINAMI, K; AMBROSANO, EJ; GUIRADO, N; AMBROSANO, GMB; SCHAMMASS, EA; MENDES, PCD; SAKAY, RH; BREFERE, FAT. Substrato composto por húmus de minhoca e areia na produção de mudas de alface. Horticultura Brasileira, v. 22, n. 2, 2004.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTIN, MM; SANTOS, HS; SCAPIN, CA. Relação entre substratos e métodos de aplicação de solução nutritiva na produção de mudas e a posterior resposta produtiva da beterraba; Acta Scientia, 27:423-432, 2005.

SANTOS, MR; SEDIYAMA, MAN; SALGADO, LT; VIDIGAL, SM; REIGADO, FR. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de Vermicomposto. Bioscience Journal, v. 26, n. 4, p. 572-578, 2010.

SANTOS, HS. Fertirrigação de mudas de beterraba produzidas em bandejas Horticultura Brasileira, v. 18, p. 554-555, 2000.

SCHMITZ, JAK; SOUZA, PVD; KÄMPF, NA. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. Ciência Rural, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SEVERINO, LS; COSTA, FX; BELTRÃO, NEM.; LUCENA, AMA; GUIMARÃES, MMB. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e casca de mamona estimada pela respiração microbiana. Revista de Biologia e Ciência da Terra, v.5, n.1, 2005.

SILVA, SS; NETO, SEA; KUSDRA, JF; FERREIRA, RLF. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólito de minhocas. Revista Caatinga - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. v.20, n.4, p.78-83 2007.

SILVA, F. C. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVEIRA, EB; RODRIGUES, VJB; GOMES, AMA; MARIANO, RLR; MESQUITA, JCP. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOUSA, VFL; OLIVEIRA, FA; OLIVEIRA, FRA; CAMPOS, MS; MEDEIROS, JF. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento da berinjela. Revista Verde v.5, n.3, p. 80 – 88, 2010.

SOUZA, JL; RESENDE, P. Manual de olericultura orgânica. Viçosa-MG Aprenda Fácil Editora, 2003. 555 p.

TOMÉ JUNIOR, JB. Manual para Interpretação de Análise de Solo. Editora Guaíba: Agropecuária, 247 p., 1997.

TRANI, PE; CANTARELLA, H; TIVELLI, SW. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. Horticultura Brasileira, v.23, n.3, p.726-730, 2005.

VERDONCK, O; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. Acta Horticultura, Wageningen, v.21, p.19-23,1988.

ZANETTI, M. Uso de sub-produtos da fabricação de carvão vegetal na formação do porta-enxerto de limoeiro cravo em ambiente protegido. Jaboticabal: 2004. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2004.

ZANETTI, M; FERNANDES, C; CAZETTA, JO; CORÁ, JE; MATTOS JUNIOR. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação de porta enxerto limoeiro “Cravo” em ambiente protegido. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25, n.3, p.508-512, 2003.