UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
MESTRADO EM AGRONOMIA SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E ADUBAÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

JOSÉ VALDENOR DA SILVA JÚNIOR

BOM JESUS - PI
2011

JOSÉ VALDENOR DA SILVA JÚNIOR

SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E ADUBAÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para obtenção do título de "Mestre" em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas.

Orientadora: Profª. Drª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante

Co-oriendador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

BOM JESUS - PI

2011

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial Campus Professora Cinobelina Elvas

S586s Silva Júnior, José Valdenor da
Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.). / Silva Júnior, José Valdenor. – 2011.
68 f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, 2011.
"Orientadora: Profª. Drª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante".

1. Tomate – Produção de mudas. 2. Tomate – Adubação Foliar. 3. Solo – Fertilidade. 4. Lycopersicon esculentum Mill. I. Título. CDD 635.642

JOSÉ VALDENOR DA SILVA JÚNIOR

SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E ADUBAÇÃO FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para obtenção do título de "Mestre" em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas.

APROVADA em 11 de fevereiro de 2011

Profª. Drª. Carina Seixas Maia Dornelas (CDSA/UFCG)

Prof. Dr. Antonio Aécio de Carvalho Bezerra (CCA/UFPI)

Profª. Drª. Adriana Ursulino Alves (CPCE/UFPI)

Profª. Drª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante (CPCE/UFPI)
(Orientadora)

BOM JESUS - PI
2011

BIOGRAFIA

José Valdenor da Silva Júnior, nascido em 16 de julho de 1975, no povoado Patos (município de Jaicós-PI), hoje cidade de Patos do Piauí-PI. Cursou o segundo grau no Colégio São Lucas na cidade de Picos-PI, obtendo em 1998, habilitação profissional de nível técnico para o exercício do magistério de 1ª a 4ª série do ensino fundamental. No período de janeiro de 1997 a julho de 2008, foi servidor público da Prefeitura Municipal de Sussuapara-PI, exercendo cargos técnicos. Em fevereiro de 2002 efetivou-se como professor da Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Estado do Piauí - SEDUC/PI, exercendo suas atividades na Unidade Escolar Helvídio Nunes, na Cidade de Sussuapara-PI, onde, no período de 2002 a 2003 trabalhou como Professor das séries iniciais do ensino fundamental. De 2003 a 2004 exerceu o cargo de Diretor do ensino médio e de 2005 a 2008 trabalhou como professor da disciplina de Biologia do 2º e 3º ano do ensino médio. Em 2002 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Campus de Picos, obtendo em 2006 o título de Engenheiro Agrônomo. Em agosto de 2008 tornou-se Servidor Público Federal, exercendo o cargo de Técnico em Agropecuária na Universidade Federal do Piauí - UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas - Bom Jesus-PI, no qual é colaborador de diversos projetos de pesquisa. No ano de 2009 obteve, pela Universidade Federal do Piauí, o título de Especialista em Ensino, e no mesmo ano ingressou no curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, pela Universidade Federal do Piauí. É autor/co-autor de 7 (sete) resumos científicos.

“...
Há quem fale que a vida da gente é um nada no mundo,
É uma gota, é um tempo que nem dá um segundo,
Há quem fale que é um divino mistério profundo,
É o sopro do criador numa atitude repleta de amor

Você diz que é luta e prazer,
Ele diz que a vida é viver,
Ela diz que melhor é morrer
Pois amada não é, e o verbo é sofrer.

Eu só sei que confio na moça
E na moça eu ponho a força da fé,
Somos nós que fazemos a vida
Como der, ou puder, ou quiser,
Sempre desejada por mais que esteja errada,
Ninguém quer a morte, só saúde e sorte,
E a pergunta roda, e a cabeça agita.

Fico com a pureza da resposta das crianças:
É a vida! É bonita e é bonita!

Viver e não ter a vergonha de ser feliz,
Cantar, e cantar, e cantar,
A beleza de ser um eterno aprendiz.
...”

Gonzaguinha

Aos meus pais, José Valdenor da Silva e Maria José da Silva;
à Maria Neuma, minha amada esposa;
à Layane, Felipe e Fernando, meus amados e queridos filhos;
à Valdilene, Adriano, Eusébio, Valdiléia e Alzira, meus irmãos,
pelo amor e pelo incentivo.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida;

A Universidade Federal do Piauí - UFPI e à Secretaria de Educação e Cultura do Estado do Piauí - SEDUC/PI, pela oportunidade de aperfeiçoamento;

À Professora Dra. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante e ao Professor Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pela dedicação, paciência e orientação durante todo o período de elaboração e de execução deste trabalho;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, PPGASNP/CPCE-UFPI.

Ao Professor do Centro de Ciências Agrárias, CCA/UFPI, Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra, meu grande incentivador, pela colaboração e pelas sugestões.

Aos colegas e amigos do Grupo de Pesquisa em Fitotecnia e Sistemas de Produção Agrícola, especialmente aos amigos Leonardo Brito, Rodrigo Avelino, Gabriel Júnior e Genilda Amaral, pelos esforços e dedicação;

Aos colegas do curso de pós-graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, em especial a Raimundo Falcão, Alisson Torres e Larissa Diógens, incansáveis colaboradores;

Aos funcionários e colegas da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas – UFPI/CPCE, pela amizade e pelos serviços prestados;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI, pelo financiamento da pesquisa;

Ao Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmento, pela adequação do meu horário de trabalho ao horário da Pós-Graduação e pelas palavras de incentivo;

A todos aqueles que contribuíram de qualquer forma e em qualquer etapa, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

Resumo Geral..... I
General Abstract..... ii
Lista de tabelas..... iii
Lista de figuras..... iv
CAPÍTULO 1:..... 1
1. INTRODUÇÃO GERAL..... 1
2. REFERENCIAL TEÓRICO..... 3
2.1. Caracterização geral da cultura do tomateiro..... 3
2.2. Qualidade de mudas de hortaliças..... 5
2.3. Importância dos substratos..... 7
2.4. Nutrição mineral na produção de mudas..... 8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 12
CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO FOLIAR..... 19
Resumo..... 19
Abstract..... 20
1. INTRODUÇÃO..... 21
2. MATERIAL E MÉTODOS..... 22
2.1 Localização do experimento 22
2.2 Caracterização da área de cultivo 22
2.3 Tratamentos e delineamento experimental 23
2.4 Caracterização dos materiais utilizados como substratos 25
2.5 Condução do experimento e tratos culturais 26
2.6 Variáveis analisadas..... 27
2.7 Análise estatística..... 28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 28
4. CONCLUSÕES..... 35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 35

CAPÍTULO 3: ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO FOLIAR..... 38
Resumo..... 38
Abstract..... 39
1. INTRODUÇÃO..... 40
2. MATERIAL E MÉTODOS..... 41
2.1 Localização do experimento 41
2.2 Caracterização da área de cultivo 41
2.3 Tratamentos e delineamento experimental 43
2.4 Caracterização dos materiais utilizados como substratos 43
2.5 Condução do experimento e tratos culturais 45
2.6 Variáveis analisadas 46
2.7 Análise estatística 46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 46
4. CONCLUSÕES..... 50
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 51
ANEXOS..... 56
LISTA DE ANEXOS..... 57

RESUMO GERAL

SILVA JÚNIOR, JOSÉ VALDENOR DA. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro.** 2011. 68p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI, Brasil[1].

O aumento da competitividade e dos custos de produção tem motivado os produtores à adoção do sistema de produção de mudas em ambiente protegido com a utilização de bandejas de isopor ou plástico rígido, preenchidas com substrato orgânico ou organo-mineral dos mais variados tipos. Esse sistema de produção gera uma necessidade de informações a respeito dos materiais que podem ser utilizados como substratos. Neste contexto, objetivou-se avaliar as características agronômicas e a concentração de macronutrientes na parte aérea de mudas de tomateiro em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Campus Profª. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus-PI, no período de 29/03/2010 a 05/05/2010. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco materiais utilizados como substratos e presença e ausência de adubação foliar, com quatro repetições de 16 plantas. Os materiais foram: 1) solo+areia+esterco bovino; 2) paú de buriti; 3) resíduo de carnaúba + casca de arroz; 4)resíduo de carnaúba em pó; e 5) resíduo de carnaúba semi-decomposto. O cultivo foi feito em bandeja de poliestireno expandido com 128 células. Foram avaliados a porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência, altura de planta, número de folhas, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, volume de raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea. O resíduo de carnaúba + casca de arroz e resíduo de carnaúba semi-decomposto apresentaram médias significativamente superiores aos demais materiais para todas as variáveis estudadas, exceto porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. A aplicação de adubo foliar influenciou a concentração de enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea, com incrementos médios na ordem de 39,10%, 34,72%, 20,82% e 10,40%, respectivamente. Independentemente do material usado como substrato na formação de mudas de tomateiro, com exceção do resíduo de carnaúba em pó, a aplicação de adubação foliar proporciona mudas de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentu*m Mill, resíduos orgânicos, fertilização, concentração de nutrientes.

[1] Orientadora: Profª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante – UFPI/CPCE, Bom Jesus-PI, Brasil.

GENERAL ABSTRACT

SILVA JÚNIOR, JOSÉ VALDENOR DA. **Alternative substrates and foliar fertilization on the production of tomato seedlings.** 2011. 68p. Master thesis (Master in Agronomy: Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Piauí, Bom Jesus City, State of Piauí, Brazil[1].

The increase in competitiveness and production costs have encouraged farmers to adopt the system of seedling production in greenhouse with the use of use of polystyrene trays or rigid plastic filled with organic or organic-mineral substrates of all kinds. This production system generates a need for information about the materials that can be used as substrates. This context, aimed to evaluate the agronomic characteristics and concentration of macronutrients in the shoots of tomato seedlings based on five alternative materials used as substrate and foliar fertilization under the conditions of Bom Jesus City - State of Piauí. The experiment was conducted in protected environment on the campus of Federal University of Piauí, in Bom Jesus City, State of Piauí, in the period from April 29th, 2010 to May 5th, 2010. We used a randomized experimental design, with treatments arranged in a 5x2 factorial, for five materials used as substrates in the presence or absence of foliar fertilization, with four replications of 16 plants. The materials were: soil + sand + manure; *Buriti* wood; *Carnauba* residue + with rice husks; *Carnauba* powder residue; semi-decomposed *Carnauba* residue. The cultivation was done in polystyrene trays with 128 cells. Were evaluated the percentage of emergence, emergence rate index, plant height, number of leaves, stem diameter, longest root length, root volume, fresh weight of shoot, fresh weight of root, shoot dry weight, root dry Mass, total dry weight and the concentrations and the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur in the shoot. The residue *Carnauba* + with rice husk and residue *Carnauba* semi-decomposed had means significantly higher than other materials for all variables studied, except percentage of emergence and emergence rate index. The application of foliar fertilizer influenced the concentration of sulfur, nitrogen, phosphorus and potassium in shoot, with average increases of around 39.10%, 34.72%, 20.82% and 10.40% respectively. Regardless the material used as substrate in the formation of tomato seedlings, except for residue carnauba powder, the application of foliar fertilizer provides best seedlings.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill., organic waste, fertilizer, nutrient concentrations.

[1] Adviser: Profa. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante - UFPI/CPCE, Bom Jesus, State of Piauí, Brazil.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010 25

Tabela 2. Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP) de materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010 25

Tabela 3. Valores do percentual de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de tomateiro, cultivadas em diferentes materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010 29

Tabela 4. Altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), cumprimento da maior raiz (CMR) e volume de raiz (VR) em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010 30

Tabela 5. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010 33

Capítulo 3

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010 44

Tabela 2. Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP) de materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010 44

Tabela 3. Teores totais dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010 48

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e intensidade luminosa (C) no interior do ambiente protegido, monitorada diariamente a partir de 1 a 37 dias após a semeadura (DAS), Setor de Horticultura CPCE/UFPI. Bom Jesus-PI, 2010 24

Figura 2. Distribuição do tamanho das partículas (%) em materiais alternativos para uso como substrato. Bom Jesus-PI, 2010 26

Figura 3. Altura de plantas (A), número de folhas (B), comprimento da maior raiz (C) e volume de raízes (D) de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos e adubação foliar. Bom Jesus-PI, 2010 32

Figura 4. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca da raiz (D) e massa seca total (E) de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos e adubação foliar. Bom Jesus-PI, 2010 34

Capítulo 3

Figura 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e intensidade luminosa (C) no interior do ambiente protegido, monitorada diariamente a partir de 1 a 37 dias após a semeadura (DAS), Setor de Horticultura CPCE/UFPI. Bom Jesus-PI, 2010 42

Figura 2. Distribuição do tamanho das partículas (%) em materiais alternativos para uso como substrato. Bom Jesus-PI, 2010 45

Figura 3. Teores totais dos macronutrientes nitrogênio (N), cálcio (Ca) e enxofre (S) na parte aérea de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010 51

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

A globalização da economia tem causado alterações em todos os elos da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. Ao mesmo tempo em que tem possibilitado avanços tecnológicos e estruturais, esta mudança expõe os gargalos que ensejam superação para melhorar a sua competitividade.

Em 2006, a produção total de hortaliças foi de 5.239,770 mil toneladas e o valor total dessa produção foi estimado em R$ 2.652,845 milhões. Apenas seis hortaliças (tomate, alface, repolho, cenoura, batata-doce e chuchu), respondem por mais de 50% do volume total produzido (IBGE, 2011b).

Com uma população de 3.086.448 habitantes (IBGE, 2011a), o Estado do Piauí consome de 88% a 90% de frutas e hortaliças (de um total de 15 mil toneladas) provenientes de outras localidades, principalmente dos municípios de Tianguá, no Ceará; Petrolina, em Pernambuco; e Juazeiro, na Bahia, além dos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

A produção de hortaliças no Piauí está concentrada em poucos municípios, com um total de 779 toneladas, destacando-se a produção de melancia, abóbora e tomate (CEAPI, 2009). Mesmo com pouca expressividade, devido à pouca tradição de cultivo, canais de comercialização deficientes, carência de assistência técnica e de informações, o Estado apresenta significativa potencialidade para o desenvolvimento da olericultura como atividade geradora de emprego e renda, conforme concluiu estudo prévio da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Brasil, 2006).

Desta forma, o interesse na atividade exige a necessidade de incrementar e melhorar o atual sistema de produção, sendo imprescindível obter resultados satisfatórios, beneficiando em preço e qualidade o consumidor final, principalmente no período chuvoso – que prejudica a produtividade e a qualidade dos produtos, provocando descontinuidade de oferta, tornando necessária a total importação do produto.

Neste sentido, a formação de mudas constitui-se numa das etapas mais importantes no cultivo de hortaliças, uma vez que dela depende o desempenho final das plantas nos canteiros, tanto do ponto de vista nutricional e fitossanitário quanto do

tempo necessário à produção e, consequentemente, do número de ciclos produtivos possíveis por ano (Carmello, 1995).

Trabalhar com mudas de alta qualidade é uma estratégia fundamental para quem quer tornar mais competitiva a produção vegetal. De acordo com Minami (1995), 60% do sucesso de uma cultura residem no plantio de mudas de boa qualidade. Neste contexto, o produtor de mudas é um personagem emergente da cadeia produtiva de hortaliças.

O aumento da competitividade e dos custos de produção, principalmente das sementes, tem motivado os produtores à adoção do sistema de produção de mudas em ambiente protegido, com a utilização de bandejas de isopor ou plástico rígido, preenchidas com substrato orgânico ou organo-mineral dos mais variados tipos (Araújo, 2003).

Porém, este sistema de produção gera uma necessidade de informações a respeito dos materiais que podem ser utilizados como meio de crescimento, ou seja, na sua formulação, que é um dos insumos que tem se destacado em importância devido à sua ampla utilização na produção de mudas de plantas hortícolas.

Assim, na escolha de um substrato, devem ser observadas as características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além de considerar os aspectos econômicos (Schmitz et al., 2002; Silveira et al., 2002; Menezes, 2005; Beckmann-Cavalcante, 2007).

Existem substratos comerciais empregados nesta atividade que são de boa qualidade; porém, seu custo é elevado. Uma medida adequada consiste em utilizar materiais regionais que possam ser obtidos facilmente, tal como subprodutos da indústria, a exemplo da fibra de coco (Oliveira et al., 2006), compostos alternativos (Grigatti et al., 2007) e biossólidos (Papafotiou et al., 2004). Estes são resíduos que têm se mostrado como alternativas para a redução dos custos, com resultados positivos no desenvolvimento de mudas de diversas culturas.

A determinação de substratos alternativos que sejam viáveis para a produção de mudas é de grande relevância, pois o aproveitamento de resíduos da agroindústria em práticas agrícolas representa a solução de problemas sociais e ambientais (Silveira et al., 2002; Wendling et al., 2007).

Alguns subprodutos são considerados substratos praticamente inertes, que não reagem com os nutrientes da adubação e possuem longa durabilidade, sem alteração de suas características físicas. Como não possuem os nutrientes essenciais para as plantas,

devem ser utilizados em combinação com adubos (Carrijo et al., 2002). Assim, o uso de material como fornecedor de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa para diminuir o custo de produção das mudas (Alves & Passoni, 1997; Coutinho et al., 2006).

Tradicionalmente, no Estado do Piauí, a produção de mudas é realizada utilizando-se canteiros especialmente preparados, denominados de sementeiras, embora em alguns casos seja feita em recipientes individuais. Não existem produtores especializados em mudas de hortaliças, uma vez que grande parte dos produtores desconhece os demais sistemas.

A produção de mudas em recipientes apresenta uma série de vantagens sobre a técnica tradicional. Entre estas vantagens, citam-se: uniformidade da produção; diminuição de perda de sementes; precocidade da produção; excelente controle de infecções por fungos e nematóides; possibilidade de acelerar o desenvolvimento das mudas através do uso de substratos especialmente preparados; bom controle das condições de nutrição; produção de mudas com sistema radicular bem desenvolvido, sem danos e consequente facilidade no transplante; e possibilidade de cultivo em área de tamanho reduzido (Fretz, 1972; Platt & Opitz, 1973; Castle & Rouse, 1991; Carmello, 1995; Minami, 1995).

Portanto, busca-se, através da pesquisa, suprir a carência de informações, conduzindo na escolha de melhores fontes e combinações de substratos associados ao sistema produtivo convenientes para cada espécie, a fim de auxiliar o desenvolvimento da olericultura, em particular, na região de Bom Jesus-PI.

Mediante a importância da olericultura no Brasil e a necessidade de disponibilizar informações científicas e técnicas aos produtores, o presente trabalho objetivou avaliar as características agronômicas e a concentração de macronutrientes na parte aérea de mudas de tomateiro, em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização geral da cultura do tomateiro

Considerado uma das hortaliças mais comercializadas, seja para consumo ao natural, seja visando a propósitos industriais, o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma planta pertencente à família das Solanáceas e apresenta porte herbáceo.

Clima fresco e seco e alta luminosidade favorecem sua cultura (Filgueira, 2008). Segundo Murayama (1995), o tomateiro é originário da parte ocidental das Américas Central e Sul, de onde foi levado para o sul da Europa pelos exploradores espanhóis.

No Brasil, é dentre as hortaliças cultivadas a segunda em importância socioeconômica (Fonsêca, 2001; Filgueira, 2008). Na utilização como planta de interesse agrícola, é considerado recente, remontando apenas a 1800, pois ainda em 1700 um catálogo o considerava unicamente como espécie decorativa (Anderlini, 1982).

Várias características físico-químicas conferem às cultivares de tomateiro aparência, sabor e aroma desejáveis, tornando-as mais adequadas ao consumidor (Carvalho et al., 1985). Para desenvolver o ciclo vegetativo e assegurar a completa maturação dos frutos, o tomateiro necessita de temperaturas relativamente elevadas, sendo a diurna entre 20° e 25°C, e a noturna entre 11° e 18° C. Acima de 35° C ocorrem problemas na frutificação, com fecundação prejudicada e queda acentuada de flores e frutos, sendo que este problema também ocorre em temperaturas excessivamente baixas (-2° C) (Messiaen et al., 1995; Filgueira, 2008).

O tomateiro possui caule flexível, incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. A forma natural lembra uma "moita" com abundante ramificação lateral (Grisa, 2008). Embora seja uma planta perene, o cultivo é anual, sendo que da semeadura até a produção de novas sementes o ciclo varia de quatro a sete meses, incluindo um a três meses de colheita. As flores formam cachos e são hermafroditas, o que dificulta a fecundação cruzada (Fontes & Silva, 2002).

A produção de tomate e de outras hortaliças em cultivo protegido encontra-se em franca expansão, sobretudo nos Estados do Sudeste e do Sul e, em particular, no Estado do Goiás, com a produção de tomate em estufas. Em vista do manejo diferenciado, o cultivo em ambiente protegido demanda cultivares bem adaptadas e que proporcionem o máximo de rendimento de produtos de elevado padrão de qualidade.

Embora a disponibilidade de cultivares especialmente adaptadas ao cultivo protegido seja ainda limitada, o tomate, ao lado do pimentão, é a espécie que tem mostrado crescimento mais consistente, constituindo-se em uma das alternativas mais rentáveis do setor (Melo, 1997).

A instalação do cultivo comercial do tomateiro faz-se com mudas produzidas em bandejas de isopor (Perdigão, 1996), com a quantidade de células, por bandejas, variando de regiões para regiões, considerando o tipo de cultivo e a destinação da produção.

2.2 Qualidade das mudas de hortaliças

O sucesso do cultivo de hortaliças depende em grande parte da utilização de mudas de alta qualidade, o que torna seu cultivo mais competitivo, com o aumento de produtividade e diminuição dos riscos de produção (Minami, 1995).

A produção de hortaliças é intensiva e variada. Diferentes espécies e diversas tecnologias em comum são aplicadas (Petrevska & Popsimonova, 1997). Isto representa uma realidade na produção de mudas, pois esta, realizada em bandejas, como nova tecnologia, foi amplamente adotada para muitas espécies de hortaliças e flores (Oviedo, 2007).

Uma das etapas mais importantes do sistema produtivo de hortaliças é a produção de mudas, influenciando diretamente no desempenho final das plantas nos canteiros de produção, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ciclo produtivo da cultura (Carmello, 1995).

De acordo com Oviedo (2007), a utilização de bandejas multicelulares, considerando alguns cuidados básicos, como volume de recipiente, tipo de substrato, idade de transplante, controle ambiental, entre outros, tem proporcionado melhor qualidade na formação de mudas.

A grande vantagem do sistema de produção de mudas é o estabelecimento da cultura com espaçamento ou população predeterminada de plantas, como o tamanho selecionado e uniforme, diminuição dos problemas fitossanitários e menor competição inicial com as plantas daninhas (Minami, 1995). A muda debilitada, má formada, afeta todo o desenvolvimento futuro da cultura, aumentando seu ciclo e, em muitos casos, acarretando perdas na produção (Minami, 1995; Souza & Ferreira, 1997; Guimarães et al., 2002).

Em olericultura, a produção de mudas para transplante tem constituído uma atividade normal e obrigatória para a maioria das culturas (Minami, 1995; Oviedo, 2007), as quais podem ser produzidas pelo próprio agricultor. No entanto, quase sempre fica em segundo plano o local reservado para sua produção, pois muitas vezes não é adequado e o sistema pode ser deficiente quanto à fitossanidade (Minami, 1995).

De acordo com Tessarioli Neto (1995) a produção de mudas de alta qualidade apresenta os seguintes aspectos: alta tecnificação da atividade; elevado grau de especialização do produtor; e adequado controle ambiental. Portanto, segundo Tessarioli Neto e Minami (1994) e Minami (1995), é necessário atingir os seguintes atributos: constituição genética exigida, ser bem formada, com todas as características desejáveis,

sadia, livre de pragas, doenças e danos mecânicos e físicos; custo compatível com a necessidade do produtor; transporte e manuseio facilitado.

Já Gonçalves (1994) e Scarpare Filho (1994) citam que para a produção de mudas de alta qualidade, é importante considerar os seguintes fatores: a seleção de matrizes, sementes, substratos e recipientes; escolha criteriosa do local de produção de mudas; nutrição mineral adequada; tratos fitossanitários eficientes e controle sanitário do local; e irrigação criteriosa.

A produção de mudas em recipiente viabilizou sua produção e comercialização em larga escala e está sendo empregada em várias espécies olerícolas, nas mais importantes regiões do Brasil e de outros países (Coelho, 1980; Fonsêca, 2001).

Para Fonsêca (2001), o tamanho do recipiente e o tipo do substrato são os primeiros aspectos a serem avaliados para garantir a produção de mudas de boa qualidade. Segundo Jesus et al. (1987) e Latimer (1991), o primeiro afeta diretamente o volume disponível para o desenvolvimento das raízes, permitindo o desenvolvimento sem que haja restrições significativas do sistema radicular. E o segundo exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular (Spurr & Barnes, 1982), nas associações biológicas com o meio e no estado nutricional das plantas, afetando profundamente a qualidade das mudas (Carneiro, 1983; Maciel et al., 2000).

De acordo com Taveira (1996), as principais funções dos recipientes para a produção de mudas são: proporcionar um meio para suportar e nutrir as plantas; proteger as raízes dos danos mecânicos e da dissecação; dar uma conformação vantajosa para as raízes das mudas; e maximizar a sobrevivência no campo.

A utilização de recipientes evita ou diminui a incidência das várias doenças, por proporcionar menor interferência no sistema radicular, devido ao não rompimento das raízes por ocasião do transplante, ocasionando maior proteção, maior porcentagem de pegamento e maior uniformidade (Fonsêca, 2001). Além disso, há maior facilidade de seu manuseio com torrão e possibilidade do uso intensivo da área disponível para o cultivo (Silva Júnior & Visconti, 1991).

Conforme Filgueira (2008), o sistema *speedling* de produção de mudas foi introduzido no Brasil entre os tomaticultores paulistas, e consiste na semeadura em bandejas de poliestireno expandido, na qual as células apresentam o formato de pirâmide invertido, com abertura na parte inferior, que regula o direcionamento das raízes e impede o seu enovelamento e, consequentemente, as mudas transplantadas retomarão o desenvolvimento com maior rapidez, o que reduz o ciclo cultural.

De acordo com Hartmann et al. (1990) e Dole & Gibson (2006), o crescimento e a partição de massa seca entre parte aérea e sistema radicular; a fotossíntese; o teor de clorofila nas folhas; a absorção de nutrientes e de água; a respiração; o florescimento e a produção das plantas são afetados pela restrição ao crescimento das raízes, dada pela qualidade e propriedades do substrato e tamanho do recipiente.

2.3 Importância dos Substratos

Substrato é o composto adequado para a sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em teores tóxicos e condutividade elétrica adequada (Guerrini & Trigueiro, 2004).

No entanto, no que se refere às plantas, entende-se como o meio onde estas desenvolvem suas raízes antes do plantio definitivo, servindo de suporte e regulando a disponibilidade de nutrientes. Pode ser constituído de material sólido distinto do solo, natural ou artificial, mineral ou orgânico, de um só ou de diversos materiais misturados (Kämpf, 2000).

O uso do solo mineral como meio de cultivo para produção de mudas de hortaliças vem sendo substituído por substratos provenientes de casca de pinus, casca de arroz carbonizada, vermiculita, turfa etc., principalmente em recipientes, quando então a relação raízes e substratos são alterados, ou seja, elevado volume de raízes em pequeno volume restrito de substrato, o que pode causar a falta de oxigenação, bem como a lixiviação de nutrientes devido à alta frequência de irrigação, dentre outros.

Cultivos em substratos demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferecem vantagens como o manejo mais adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e a redução da ocorrência de problemas fitossanitários, que se traduzem em benefícios diretos no rendimento e qualidade dos produtos colhidos (Andriolo et al., 1999). Dentre as características desejáveis dos substratos, destacam-se o custo, a disponibilidade, o teor de nutrientes, a capacidade de troca de cátions, a esterilidade biológica, a aeração, a retenção de umidade, a boa agregação às raízes (torrão) e a uniformidade (Gonçalves, 1995).

De acordo com Fermino (1996), resíduos da agroindústria disponíveis regionalmente podem ser utilizados como componentes para substratos, proporcionando a redução de custos e auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo

desses materiais no meio ambiente, onde vários deles podem oferecer as características desejáveis quando em misturas.

A necessidade de caracterizarem-se produtos encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substratos agrícolas é fundamental para reduzir os custos da produção (Andriolo et al., 1999). Além disso, a questão ambiental deve ser considerada na escolha dessas matérias primas para produção de substratos. Na Europa, por exemplo, existe a preocupação em se desenvolver novos substratos a fim de substituir a utilização da turfa, pois é um recurso natural não renovável (Baumgarten, 2002).

É importante desenvolver substratos de baixo custo, de fácil utilização, de longa durabilidade e recicláveis ou, ainda, desenvolver métodos para reaproveitá-los no cultivo convencional e na melhoria das condições químicas e físicas do solo (Sassaki, 1997).

Na região Nordeste, principalmente no Estado do Piauí, em que a produção de mudas de hortaliças ainda é considerada uma atividade promissora, não se tem fácil acesso à aquisição de substrato para plantas.

Neste sentido, uma boa oportunidade seria desenvolver meios para utilização de materiais regionais, a exemplo do paú de buriti, originado da decomposição natural do caule da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) e bagana de carnaúba (*Copernicia prunifera*), sendo esta última resídua das fábricas que extraem o pó cerífero das folhas da carnaúba na região do Nordeste brasileiro. Outro exemplo, segundo Carrijo et al. (2002), é a casca de coco, que também pode ser usada como substrato alternativo, evitando, assim, problemas nas cidades, pois ocupam grande volume e apresentam decomposição lenta.

2.4 Nutrição mineral na produção de mudas

Os nutrientes minerais exercem papel essencial e específico no metabolismo das plantas, desempenhando função estrutural; fazem parte da estrutura de qualquer composto orgânico vital para a planta; como constituinte de enzima, parte de uma estrutura específica; ou como ativador de reações enzimáticas, não faz parte da estrutura, mas pode tanto ativar como inibir sistemas enzimáticos, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal (Marschner, 2005).

Pelos critérios de essencialidade, os nutrientes minerais são igualmente importantes para a produção vegetal, mas existe uma classificação, baseada na

proporção em que são exigidos e se acumulam na massa seca das plantas, podendo ser macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl e Mo). Naturalmente, devido à baixa concentração, os micronutrientes não afetam diretamente a osmorregulação ou a manutenção do equilíbrio eletroquímico nas plantas (Marschner, 2005; Malavolta, 2006).

De acordo com Furlani et al. (1999), ao se proceder à análise das exigências nutricionais de plantas visando ao cultivo sem solo, deve-se enfocar as relações entre os nutrientes, pois esta é uma indicação da relação de extração do meio de crescimento, diferentemente do cultivo em solo, onde se procura fornecer as quantidades de nutrientes exigidas pela cultura através do conhecimento prévio das quantidades disponíveis no solo.

Ao avaliarem o desempenho de mudas de tomateiro cultivadas sob diferentes condições, Weston e Zandstra (1986) concluíram que as plantas originadas de mudas nutridas de forma adequada com N, P e K, apresentaram produtividades maiores e foram mais precoces do que aquelas originadas de mudas nutridas apenas com quantidades mínimas desses nutrientes. Do mesmo modo, Melton e Dufault (1991) encontraram influência da adubação das mudas na produção de plantas de tomateiro, principalmente no que diz respeito à precocidade da produção.

É indiscutível a importância da nutrição mineral adequada de qualquer tipo de planta. Cada nutriente desempenha sua função específica no crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Verifica-se que a cultura do tomateiro é altamente exigente em nutrientes, sendo os mais absorvidos, em ordem decrescente: N, K, Ca, S, P, Mg, B, Cu, Mn, Fe e Zn (FAYAD et al., 2002).

De acordo com Marschner (2005), o nitrogênio é necessário para a síntese de aminoácidos, aminas, proteínas e ácidos nucleicos; também faz parte da molécula de clorofila, e a sua quantidade relativa nas plantas reflete a relação entre proteínas e carboidratos estocados, assim como o tipo e a qualidade de crescimento e florescimento. Segundo Malavolta et al. (1997), é o nutriente responsável pela maior vegetação, perfilhamento e teor de proteína, estimulando a formação e o desenvolvimento de gemas vegetativas e produtivas, sendo absorvido prioritariamente pela planta nas formas de NH_4+ e NO_3-.

A elevação no nível de N fornecido às plantas de tomateiro aumenta o crescimento, a frutificação e a produtividade da cultura (Ferreira et al., 2003). Porém, o uso excessivo de adubos nitrogenados pode induzir a um desenvolvimento acentuado

dos órgãos vegetativos aéreos em detrimento do sistema radicular que permanece demasiadamente pequeno e ineficiente. Consequentemente, as plantas tornam-se sensíveis a secas (Deichmann, 1967).

Adicionalmente, adubações com nitrogênio em doses excessivas, principalmente nos primeiros estádios de desenvolvimento, predispõem as mudas ao ataque de patógenos causadores de *damping-off* (termo usado para um número de diferentes doenças causadas por fungos que podem matar as sementes ou mudas antes ou depois de germinar), uma vez que prolonga o seu período de suscetibilidade, tornando-as mais tenras por maior período de tempo (Krügner, 1980). Também aumentar a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que possivelmente tem maior influência no desenvolvimento das doenças e pragas (Marschner, 2005).

Diversos trabalhos constataram a importância da nutrição em mudas de alface, principalmente no que diz respeito à interação entre nutrientes e o desenvolvimento de parte aérea e raízes, como Masson et al. (1991), que estudaram as interações entre doses de N e crescimento do sistema radicular e da parte aérea.

Tremblay & Senecal (1988) notaram que a relação de fornecimento de N e K de 1:1 promoveu crescimento da parte aérea das plantas de pimentão, aipo e alface. Kratky & Mishima (1981) observaram que plantas de alface com diferentes doses de NPK apresentaram diferenças quanto ao peso fresco.

Schneider & Petry (1985) destacam estudos com mudas de erva-mate, demonstrando que bons resultados foram obtidos através da aplicação de ureia, na dosagem de 2 kg em 100 litros de água, aplicada a cada vinte dias, por meio de regadores, até que se atingia a capacidade de campo.

Mudas de maracujazeiro cultivadas em solução nutritiva, com omissão de N ou mesmo com níveis baixos do nutriente, apresentaram diminuição no seu desenvolvimento (Blondeau & Bertin, 1978). Trabalhos têm indicado também resposta positiva de mudas de maracujazeiro à adubação com N e K em relação à produção de massa seca (Lopes et al., 1997). Prado et al. (2004) trabalharam com adubação potássica na forma de cloreto de potássio, com dose fixa de nitrogênio (300 mg de N dm^{-3}) em mudas de maracujazeiro, e concluíram que a dose de 225 mg de K dm^{-3} resultou em maior desenvolvimento das mudas, além de melhor nutrição e maior produção de massa seca.

O potássio é o segundo nutriente mais extraído pelo tomateiro e está relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos. Ele promove o armazenamento de açúcares

e amido, além de estimular o crescimento vegetativo da planta, a melhor utilização da água e a resistência a pragas e doenças. A regulação do potencial osmótico das células das plantas, a expansão celular, a abertura e fechamento dos estômatos, também, estão ligados à nutrição potássica (Malavolta et al., 1997).

Aliado a um bom substrato, deve ser utilizado adubo de qualidade, em doses adequadas e de liberação lenta de nutrientes, evitando perdas por lixiviação. Dentre os adubos de liberação controlada, está o *Osmocote*, que atualmente vem sendo cada vez mais usado na produção de mudas em recipientes.

Alguns autores, como Oliveira et al. (1995), testaram o efeito de diferentes doses deste adubo na produção de mudas de cafeeiro e verificaram que aquelas que receberam o formulado de liberação lenta de nutrientes, apresentaram melhor qualidade, alto vigor, melhor sanidade e excelente aspecto visual.

Dependendo dos materiais usados na formulação de substratos, os teores de nutrientes nem sempre são suficientes para promover o desenvolvimento satisfatório das mudas. Para se corrigir essa carência de nutrientes, muitos produtores lançam mão da suplementação de nutrientes, que tem como objetivo produzir mudas mais vigorosas, tornando-as menos suscetíveis aos danos provocados por ocasião do transplantio e, também, possibilitando melhor desempenho da cultura no solo.

Nesse sentido, Dufault (1986) mostrou que plantas de melão apresentavam melhor ramificação no campo quando as mudas eram tratadas com doses elevadas de NPK do que aquelas tratadas com baixas doses desses nutrientes. Para Santos et al. (2000), a produção e a qualidade de beterraba foram mais elevadas quando as mudas foram fertirrigadas em bandejas em relação àquelas sem o acréscimo de nutrientes.

A suplementação de nutrientes no substrato pode ser feita tanto por enriquecimento com fertilizantes adicionados por ocasião de sua formulação (Nunes, 2000; Peixoto et al., 2000) como também por meio de irrigações/pulverizações periódicas com solução nutritiva, durante o desenvolvimento das mudas (Kratky & Mishima, 1981; Tremblay & Gosselin, 1989).

A aplicação de fertilizantes foliares tem se desenvolvido rapidamente nos últimos anos, não só no exterior como também no Brasil, em virtude, dentre outros fatores, da necessidade de buscar altas produtividades das culturas.

Neste contexto, produtos cada vez mais eficientes e econômicos têm sido desenvolvidos para satisfazer as exigências nutricionais das plantas. Atualmente, um grande número de fertilizantes foliares está disponível no mercado como fornecedor de

um ou mais elementos essenciais. Dentre eles, os sais e os quelatos são os mais comumente utilizados pelos agricultores.

3. REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth)) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 58-62, 1997.

ANDERLINI, R. **A cultura do tomate**. Lisboa: Litexa, 1982. 164 p.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.

ARAÚJO, W. P. **Manejo da fertirrigação em mudas de alface produzidas em substrato**. 2003. 70p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p.94.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. **Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso**. 2007. 145p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

BLONDEAU, J. P.; BERTIN, Y. Carences minérales chez la grenadille*(Passiflora edulis* Sims var. flavicarpa) I. Carencestotalesen N, P, K, Ca, Mg. Crissance et symptômes. **Fruits**, Paris, v. 33, n. 6, p. 433-443, 1978.

BRASIL. Companhia de Desenvolvimento do São Francisco e do Parnaíba. **Plano de ação para o desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP:** Território Chapada das Mangabeiras**.** Brasília: Toda Desenhos e Arte Ltda., 2006. 72p.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. (Org.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995. p. 27-37.

CARNEIRO, J. G. A. Variações na metodologia de produções de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam a sua qualidade. **Série Técnica FUPEP**, Curitiba, v. 12, p. 1-40, 1983.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; PAULA, M. B.; ROSA, L. A. Mudanças nas características de qualidade dos frutos durante o desenvolvimento de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 10, p. 1217-1221, 1985.

CASTLE, W. S.; ROUSE, R. E. Total mineral nutrient content of Florida Citrus nurseries plants. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society,** Lake Alfred, v. 103, p. 42-44. 1991.

CEAPI. Central de Abastecimento do Piauí. **Produtos comercializados**. Disponível em <http://www.ceapi.com.br> Acesso em: 12 ago. 2009.

COELHO, R. G. **Métodos de produção e idade de transplante de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1980. 117p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; RODRIGUES, L. A.; SIQUEIRA, J. Substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos para produção de mudas de sesbânia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2006.

DEICHMANN, V. V. **Noções sobre sementes e viveiros florestais.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná - Escola de Florestas, 1967. 196 p.

DOLE, J. M.; GIBSON, J. L. **Cutting propagation: a guide to propagating and producing floriculture crops.** Batavia: Ball, 2006. 385p.

DUFAULT, R. J. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 698-703, 1986.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1996.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 21, n. 3, p. 468-473, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONSÊCA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO2 na água de irrigação.** 2001. 72p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 195 p.

FRETZ, T. A. **Performance of herbicides on container-grown nursery stock**. Griffin: College of Agriculture Experiment Stations, University of Georgia, 1972. 11 p.

FURLANI, P. R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L. C. P.; FAQUIN, F. Nutrição mineral de hortaliças: preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 90-98, 1999.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. (Org.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: QUEIROZ, T.A., 1995, p. 107-116.

GONÇALVES, F. C. **Armazenamento de melão "Piele de Sapo" sob condições ambiente.** 1994. 42p. Monografia (Graduação). Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1994.

GRIGATTI, M.; GIORGIONI, M. E.; CIAVATTA, C. Compost-based growing media: influence on growth and nutrient use of bedding plants. **Bioresource Technology**, Amsterdã, v. 98, p. 3526-3534, 2007.

GRISA, S. **Cultura do tomateiro: relação entre o uso de biofertilizante e os danos causados pela traça do tomateiro.** 2008. 47p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon, 2008.

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

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira***,* Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509, 2002.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T. **Plantpropagation:** principles and practices. 5. ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1990. 647 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados do Censo 2010 publicados no **Diário Oficial da União do dia 04/11/2010**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/censo2010/dados_divulgados/index.php?uf=22> Acesso em: 24 jan. 2011a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática** (SIDRA), Censo Agropecuário 2006, Rio de Janeiro, IBGE. Disponível: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em 03 jan. 2011b.

JESUS, R. M.; MENANDRO, M. S.; BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. (*Cordiatrichotoma* (Vell) Arrab.) e gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, n. 37, p. 13-19, 1987.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substrato para plantas:** a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2000. p. 139-145.

KRATKY, B. A.; MISHIMA, H. Y. Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.106, n.1, p. 3-7, 1981.

KRÜGNER, T. L. Doenças do eucalipto. *Eucalyptus*s pp. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia.** v. 2. Doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 275-96.

LATIMER, J. G. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedling. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 124-126, 1991.

LOPES, P. S. N.; RAMOS, J. D.; RODRIGUES, M. G. V.; VICENTINI. Efeito de nitrocálcio e cloreto de potássio sobre o desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo propagadas em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 387-391, 1997.

MACIEL, A. L. R.; SILVA, A. B.; PASQUAL, M. Aclimatação de plantas de violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl) obtidas *in vitro*: efeitos do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 9-12, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 281 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 2005. 889 p.

MASSON, J.; TREMBLAY, N.; GOSSELIN, A. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lightning influence on vegetable transplants production. **Journal of American Society for Horticultural Science,** Alexandria, v. 116, p. 594-598, 1991.

MELO, A. M. T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbrido de pimentão**. 1997. 112p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.

MELTON, R. R.; DUFAULT, R. J. Tomato seedling growth, earliness, yield, and quality following pretransplant nutritional conditioning and low temperatures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, n. 3, p. 421-425, 1991.

MENEZES, J. C. **Uso do pó de coco na formulação de substratos para produção de mudas olerícolas, e alface, rabanete e pepino em casa de vegetação**. 2005. 70p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2005.

MESSIAEN, C. M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; LAFON, R. **Enfermedades de las hortalizas**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 576 p.

MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 128 p.

MURAYAMA, S. **Horticultura**. São Paulo: Instituto de Ensino Agrícola, 1995, 321 p.

NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó de coco.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica).

OLIVEIRA, I. V. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MARTINS, A. B. G. Influência do substrato na emergência de plântulas de sapota preta. **Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 383-386, 2006.

OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R.; FAVORETO, A. J. Efeito do osmocote adicionado ao substrato plantmax na produção de mudas de café em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu. **Anais...** Caxambu: PROCAFE-DENAC, 1995. p. 70-72.

OVIEDO, V. R. S. **Produção de tomate em função da idade da muda e volume do recipiente.** 2007. 80 p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

PAPAFOTIOU, M.; PHSYHALOU, M.; KARGAS, G.; CHATZIPAVLIDIS, I.; CHRONOPOULOS, J. Olive mill wastes compost as growing medium component for the production of *poinsettias*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 102, p. 167-175, 2004.

PEIXOTO, J. R.; SILVA, E. F.; MATOS, J. K. A.; RAMOS, M. L. G. Uso de fertilizantes na produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18 (Suplemento), p. 815-817, 2000.

PERDIGÃO, J. C. Mais segurança na cultura estaqueada. In: FNP CONSULTORIA & COMERCIO. **AGRIANUAL 1996:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 1996. p. 359-360.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para cultivo e hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 24-31, 1999.

PETREVSKA, J. K. O.; POPSIMONOVA, G. The influence of the type of substrate on growth and development of tomato transplants. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 462, p. 659-662, 1997.

PLATT, R. G.; OPITZ, K. W. The propagation of citrus. In: REUTHER, W. (Ed.). **The citrus industry**. Berkeley: University of California, 1973. p. 1-47.

PRADO, R. M.; BRAGHIROLLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria

seca de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 295-299, 2004.

SANTOS, H. S.; CABRERA NETTO, H. I.; COLOMBO, M.; TITATO, L. G.; PERIN, W. H. Fertirrigação de mudas de beterraba produzidas em bandejas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18 (Suplemento), p. 554-555, 2000.

SASSAKI, O. K. Resultados preliminares da produção de hortaliças sem o uso de solo no Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 165-169, 1997.

SCARPARE FILHO, J. A. Mudas de frutíferas de alta qualidade. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. (Org.). **Produção de mudas hortícolas de alta qualidade.** Piracicaba: ESALQ/SEBRAE, 1994. p. 16-21.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A .N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 937-944, 2002.

SCHNEIDER, C.; PETRY, G. Aspectos da cultura da erva-mate na região de Erebango, Município de Getúlio Vargas-RS, em propriedades da Empresa Hoppen, Petry e Cia. Ltda. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10.: Silvicultura da erva-mate (*llexparaguariensis*St. Hil.) 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba, EMBRAPA-CNPF, 1985. p. 64-70. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 15).

SEABRA JÚNIOR, S. **Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substratos**. Botucatu, SP2002. 51p. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Agronomia, Botucatu, 2002.

SILVA JÚNIOR, A. A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 4, p. 20-23, 1991.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira***,* Brasília, v. 20, p. 211-216, 2002.

SOUZA, R. J.; FERREIRA, A. Produção de mudas de hortaliças em bandejas: economia de sementes e defensivos. **A lavoura**, Rio de Janeiro, v. 100, n. 623, p. 19-21, 1997.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Ecologia florestal**. México: AGT, 1982. 571 p.

TAVEIRA, J. A. M. **Produção de mudas.** Curitiba: SENAR, 1996. 86 p.

TESSARIOLI NETO, J. Recipientes, embalagens e acondicionamento de mudas de hortaliças, In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. (Org.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 59-64.

TESSARIOLI NETO, J.; MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade:** cursos agrozootécnicos. Piracicaba: ESALQ, 1994. 155 p.

TREMBLAY, N.; GOSSELIN, A. Growth and nutrient status of celery seedling in response to nitrogen fertilization and NO3: NH4 ratio. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n. 2, p. 284-288, 1989.

TREMBLAY, N.; SENECAL, M. Nitrogen and potassium in nutrient solution influence seedling growth of four vegetable species. **HortScience,** Alexandria, n. 23, p.1018-1020, 1988.

WENDLING, I.; GUASTLA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.

WESTON, L. A.; ZANDSTRA, B. H. Effect of root container size and location on growth and yield of tomato transplants. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 4, p. 498-501, 1986.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO FOLIAR

RESUMO

SILVA JÚNIOR, José Valdenor da. **Desenvolvimento de mudas de tomateiro em função de diferentes substratos e adubação foliar.** 2011, Cap. 2, p. 19-37. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI, Brasil[1]**.**

A utilização dos resíduos orgânicos na composição dos substratos para mudas significa uma alternativa à reciclagem destes materiais. Objetivou-se avaliar as características agronômicas de mudas de tomateiro em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Campus da Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus-PI, no período de 29 de março de 2010 a 05 de maio de 2010. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco materiais utilizados como substratos, e presença e ausência de adubação foliar, com quatro repetições de dezesseis plantas. Os materiais utilizados foram: 1) solo + areia + esterco bovino; 2) paú de buriti; 3) resíduo de carnaúba + casca de arroz; 4) resíduo de carnaúba em pó; e 5) resíduo de carnaúba semidecomposto. O cultivo foi feito em bandeja de poliestireno expandido com cento e vinte e oito células. Foram avaliados porcentagem de emergência; índice de velocidade de emergência; altura de planta; número de folhas; diâmetro do caule; comprimento da maior raiz; volume de raiz, massa fresca e massa seca da parte aérea e da raiz, e massa seca total. O resíduo de carnaúba+casca de arroz e resíduo de carnaúba semidecomposto apresentaram médias significativamente superiores aos demais materiais para todas as variáveis estudadas, exceto porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Independentemente do material usado como substrato na formação de mudas de tomateiro, exceto resíduo de carnaúba em pó, a aplicação de adubação foliar proporciona mudas de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* Mill., adubação de mudas, resíduos orgânicos.

[1] Orientadora: Profª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante – UFPI/CPCE, Bom Jesus-PI, Brasil.

ABSTRACT

SILVA JÚNIOR, José Valdenor da. **Development of tomato seedlings with different substrates and foliar fertilization.** 2010, Cap. 2, p. 19-37. Master thesis (Master in Agronomy: Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Piauí, Bom Jesus City, State of Piauí, Brazil[1].

The use of organic wastes in the composition of the substrate for seedlings means an alternative to recycling of these materials. The objective was to evaluate the agronomic characteristics of tomato seedlings against five alternative materials used as substrates and foliar fertilization under the conditions of Bom Jesus City, State of Piauí. The experiment was conducted in protected environment on the campus of Federal University of Piauí, in Bom Jesus City, State of Piauí, in the period from April 29th, 2010 to May 5th, 2010. We used a randomized experimental design, with treatments arranged in a 5x2 factorial, for five materials used as substrates in the presence or absence of foliar fertilization, with four replications of sixteen plants. The materials were: soil + sand + manure; *Buriti* wood; *Carnauba* residue + with rice husks; *Carnauba* powder residue; semi-decomposed *Carnauba* residue. The cultivation was done in polystyrene trays with 128 cells. Were measured the percentage of emergence, emergence rate index, plant height, number of leaves, stem diameter, longest root length, root volume, fresh weight and dry weight of shoot and root and total dry weight**.** The residue *Carnauba* + rice husk and waste *Carnauba* semi-decomposed had means significantly higher than other materials for all variables, except emergence percentage and emergence speed index. Regardless of material used as substrate in the formation of tomato seedlings, except carnauba powder residue, application of foliar fertilizer provides seedlings of best quality.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill., fertilization of seedlings, organic waste.

[1]Adviser: Profa. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante - UFPI/CPCE, Bom Jesus, State of Piauí, Brazil.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas de hortaliças constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente no desempenho nutricional e produtivo das plantas, o qual se baseia no grau de desenvolvimento empresarial e, principalmente, na pesquisa de melhores fontes e combinações de substratos com propriedades físicas e químicas ideais (Menezes Júnior, 2000; Silveira et al., 2002).

Segundo Carmello (1995), o desempenho final das plantas nos canteiros de produção, tanto do ponto de vista nutricional e fitossanitário, quanto do tempo necessário à produção e, consequentemente, o número de ciclos produtivos possíveis por ano depende da formação de mudas.

De acordo com Santos et al. (2004) e Beckmann-Cavalcante (2007), o uso do substrato ideal, adequado a cada cultura, deve ser considerado na produção de mudas. Para Minami (1995), 60% do sucesso de uma cultura são dependentes do plantio de mudas de boa qualidade. Porém, esta produção necessita de informações a respeito dos materiais que podem ser utilizados como meio de crescimento, ou seja, na formulação de substratos.

A produção de mudas hortícolas depende da utilização de substratos, sendo limitada, muitas vezes, pelo seu alto custo. Neste sentido, a utilização dos resíduos orgânicos na sua composição significa uma alternativa para a reciclagem de resíduos agroindustriais, bem como para obtenção de misturas ideais que sirvam de suporte para o desenvolvimento das plantas (Pragana, 1998). Assim, o uso de material como fornecedor de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa para diminuir o custo de produção das mudas hortícolas (Carrijo et al., 2002).

O substrato é um dos insumos que tem se destacado em importância devido à sua ampla utilização na produção de mudas hortícolas (Silveira et al., 2002), uma vez que exerce grande influência no crescimento das plantas. A utilização dos resíduos da agroindústria como componente de substratos minimiza o descarte a céu aberto ou em aterros sanitários e, consequentemente, o acúmulo dos mesmos no ambiente (Correia et al., 2003).

Segundo Braga et al. (2008), pode-se obter um material alternativo, de baixo custo e de fácil disponibilidade, que beneficia a reciclagem de nutrientes, melhora a produtividade e torna os sistemas agrícolas mais sustentáveis.

No entanto, antes de recomendar o uso de qualquer resíduo, é preciso conhecer o potencial de utilização e determinar critérios técnicos para seu máximo aproveitamento, tornando-se necessário caracterizar os diferentes materiais encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substratos agrícolas (Andriolo et al., 1999).

De acordo com Costa et al. (2007) substratos à base de compostagem de resíduo de algodão, procedentes da indústria têxtil, mostraram eficiência na produção de mudas de tomateiro produzidas em bandejas de cento e vinte e oito células.

Rodrigues et al. (2010), avaliando a produção de mudas de tomateiro utilizando bandejas de diferentes volumes de células e substratos à base de solo e composto orgânico, verificaram que a interação entre bandeja de setenta e duas células e substrato com 7% de composto orgânico foi a mais viável para o crescimento das mudas.

Steffen et al. (2010), estudando diferentes formulações de substratos compostos por solo e vermicompostos obtidos pela combinação de diferentes proporções de casca de arroz (natural e carbonizada) e esterco bovino, concluíram que a casca de arroz, assim como o húmus de minhoca, constitui-se de materiais com potencial para serem utilizados como substratos para produção comercial de mudas de tomateiro e alface.

Mediante a importância do uso e formulação de substratos para a produção hortícola, o presente estudo objetivou avaliar o desenvolvimento de mudas de tomateiro a partir de características agronômicas, em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de 29 de março de 2010 a 05 de maio de 2010, totalizando trinta e oito dias, em ambiente protegido, no Setor de Horticultura do Campus Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí – CPCE/UFPI, situado no município de Bom Jesus, Piauí, localizado às coordenadas geográficas 09º04’28’’ de latitude Sul, 44º21’31’’ de longitude Oeste, altitude média de 277,0 m.

2.2 Caracterização da área de cultivo

A condução do experimento foi realizada sob ambiente protegido do tipo “capela”, com as seguintes dimensões: 5,0m de comprimento e 3,0m de largura como

medidas internas (área total de 15,0m²) e pé direito de 3,0m, orientado no sentido leste-oeste, protegido com tela de polipropileno com 50% de sombreamento, sobre todos os lados da estrutura metálica (parte superior e lateral) e coberto com polietileno de baixa densidade, com 150μ de espessura.

O cultivo foi realizado em bandejas de poliestireno expandido (isopor), com cento e vinte e oito células dispostas em duas bancadas perpendiculares (dimensões: 4,9m de comprimento por 1,0m de largura e 1,0m de altura).

Monitoraram-se, diariamente, durante a execução do experimento, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a intensidade luminosa no interior do ambiente, três vezes ao dia (8h, 12h e 16h). Os dados de temperatura do ar (Figura 1A) e umidade relativa do ar (Figura 1B) foram obtidos através de termo-higrômetro digital (Quimis®), instalado na parte central do ambiente, com o sensor disposto a 1,5m de altura do solo. A intensidade luminosa foi aferida através de luxímetro digital (Instrutherm®), e os dados encontram-se na Figura 1C.

2.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco materiais utilizados como substratos e presença ou ausência de adubação foliar. Os materiais usados como substratos foram: 1) solo (LATOSSOLO AMARELO) + areia (lavada) + esterco bovino (curtido) (SAEB), na proporção 1:1:1 (v/v); 2) paú de buriti (PaB), originado da decomposição natural do caule da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*); 3) resíduo de carnaúba (*Copernicia prunifera*) + casca de arroz (*Oriza sativa*) *in natura* (RCCA); 4) resíduo de carnaúba em pó (RCP); e 5) resíduo de carnaúba semidecomposto (RCSD). Foram utilizadas quatro repetições, cada uma composta por dezesseis plantas centrais de cada bandeja.

Os resíduos RCCA e RCP são provenientes de usinas de transformação, pelo processo industrial, do pó de carnaúba em cera. RCCA é o resíduo gerado no processo de destilação do pó, processo no qual é adicionada casca de arroz *in natura* para facilitar a extração da cera (Alves & Coelho, 2006). Este resíduo é descartado a céu aberto e encontra-se em grande quantidade no município de Sussuapara-PI.

RCP também é resíduo gerado no processo de destilação. No entanto, a casca de arroz é retirada deste resíduo pelo processo de peneiramento para ser reutilizada por

algumas usinas. O resíduo RCSD é a bagana semidecomposta, obtida pela trituração mecânica da folha de carnaúba, seca ao sol por um período de seis a doze dias, para retirada do pó (Alves & Coelho, 2006) e "deixada em repouso" na própria área de extração.

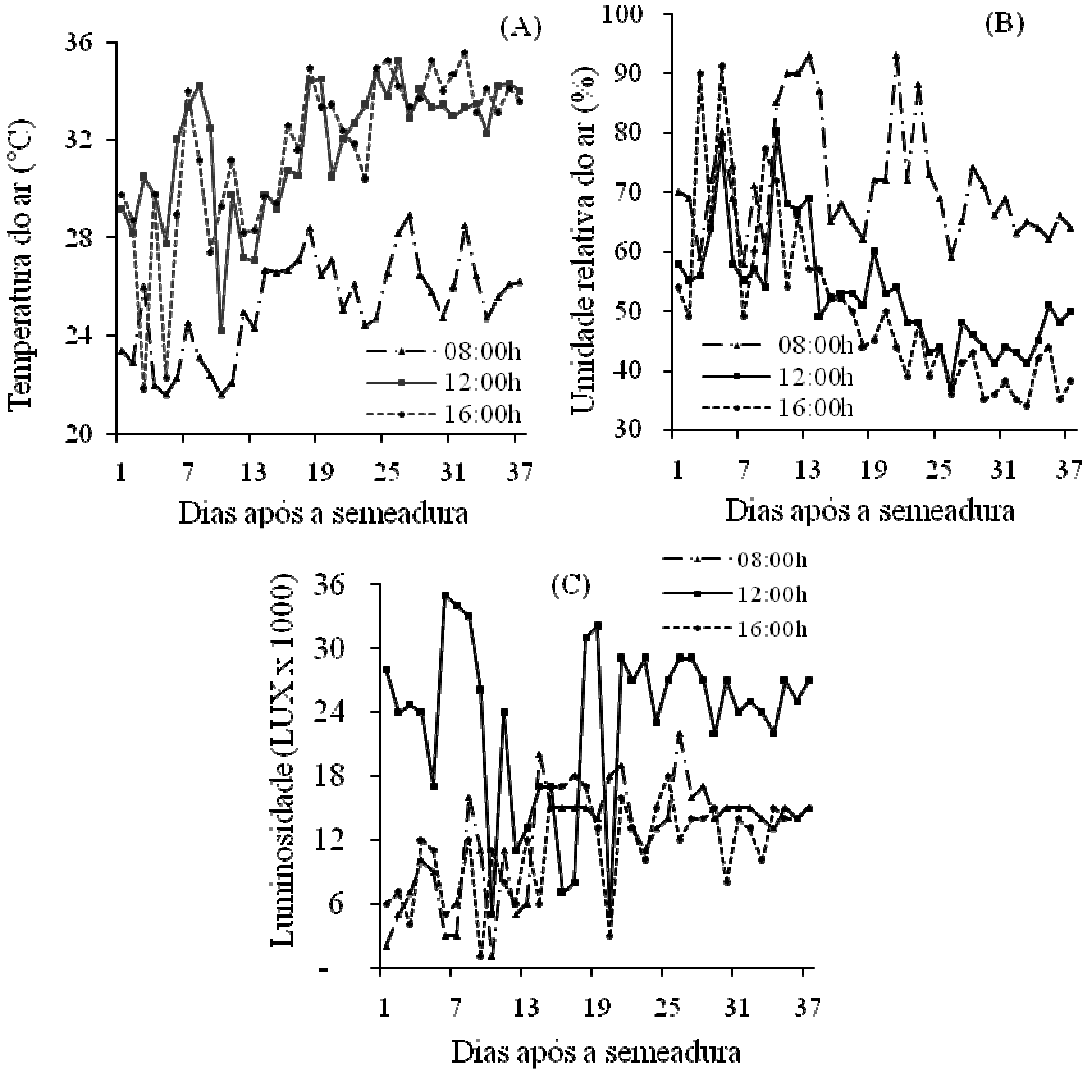


Figura 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e intensidade luminosa (C) no interior do ambiente protegido, monitorada diariamente a partir de 1 a 37 dias após a semeadura (DAS). Setor de Horticultura, CPCE/UFPI. Bom Jesus-PI, 2010.

Os materiais utilizados com substratos foram esterilizados em autoclave vertical com temperatura de 120ºC por um período de uma hora, para prevenir a ação de possíveis patógenos do solo presentes nesses materiais.

2.4 Caracterização dos materiais utilizados como substratos

A caracterização física e química dos materiais utilizados como substratos para a produção de mudas foi desenvolvida no Laboratório de Biociências, CPCE/UFPI, Bom Jesus-PI.

Para a caracterização química (Tabela 1), foram analisados: pH e condutividade elétrica (CE), de acordo com MAPA (2007), e os teores totais dos macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), determinados em extrato nítrico-perclórico (Malavolta et al., 1997).

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010.

Substratos	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg
	(1:5)	mS cm^{-1}	----------	----------	g kg^{-1}	----------	----------
SAEB	7,2	0,56	3,57	2,59	0,05	0,96	1,02
PaB	7,3	0,31	17,56	2,48	1,55	9,49	1,86
RCCA	4,9	0,46	16,33	2,44	0,67	2,56	1,09
RCP	5,8	0,87	19,62	3,02	1,02	2,03	2,37
RCSD	4,7	0,27	22,23	2,27	0,75	2,08	0,77

SAEB: solo+areia+esterco bovino (1:1:1); PaB: paú de buriti; RCCA: resíduo da carnaúba+casca de arroz; RCP: resíduo da carnaúba em pó; RCSD: resíduo da carnaúba semi-decomposto.

Para caracterização física (Tabela 2) foram realizadas análises de densidade úmida (DU) e densidade seca (DS), segundo procedimento de MAPA (2007), e capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP), determinados conforme os procedimentos descritos por Beckmann-Cavalcante (2007).

Tabela 2. Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP) de materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010.

	DU	DS	CRA	EA	VP
Substratos	--------- kg m^{-3}----------		----------%----------		
SAEB	1467	1208	39	10	49
PaB	625	124	57	35	93
RCCA	582	219	41	48	89
RCP	615	185	70	20	90
RCSD	633	172	45	45	90

SAEB: solo+areia+ esterco bovino; PaB: paú de buriti; RCCA: resíduo da carnaúba+casca de arroz; RCP: resíduo da carnaúba em pó; RCSD: resíduo da carnaúba semi-decomposto.

A granulometria foi determinada pelo tamisamento via seca. Os materiais foram inicialmente passados por uma peneira com malha de 5,0mm para homogeneização; em seguida, foi pesado 100g de cada material seco ao ar, os quais foram peneirados em um jogo acoplado de peneiras com malha de 2,0 – 1,7 – 0,85 – 0,6 – 0,3 – 0,25mm, e agitado por cinco minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas e calculada a porcentagem sobre o peso total das amostras (Figura 2).

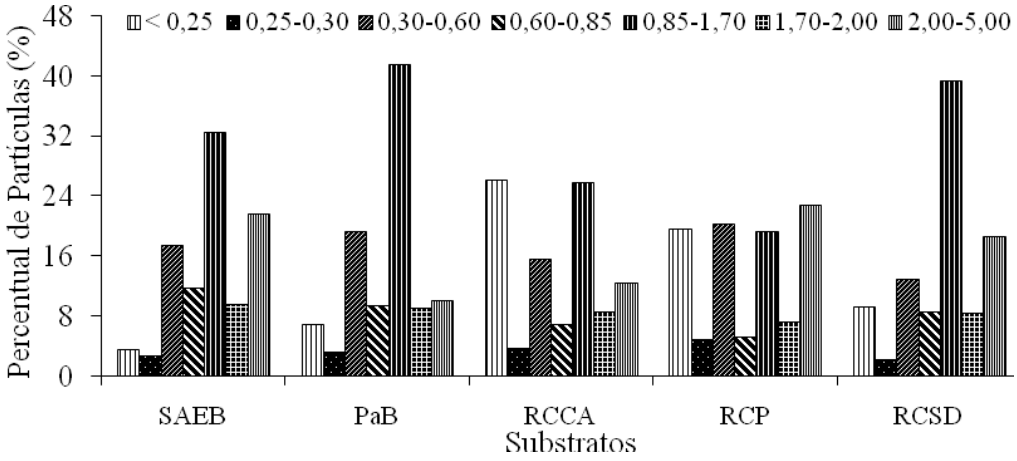


Figura 2. Distribuição do tamanho das partículas (%) em materiais alternativos para uso como substrato. Bom Jesus-PI, 2010.

2.5 Condução do experimento e tratos culturais

As mudas foram conduzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo cento e vinte e oito células, dispostas a 1,0m de distância da superfície do solo, suspensas linearmente sobre estrados de madeira.

A hortaliça utilizada foi o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivar Caline IPA 6, de hábito de crescimento indeterminado, pertencente ao grupo industrial.

A semeadura ocorreu no dia 29 de março de 2010, colocando-se duas sementes por célula. Nove dias após a semeadura (DAS) foi feito o desbaste das mudas, deixando uma planta por célula e aplicado, com o auxílio de pulverizador costal, oito litros de calda de fertilizante foliar organo-mineral classe B (Vitan®), na dosagem 100 mL/100 litros nos tratamentos com adubação foliar (CAF). As adubações foliares foram repetidas a cada sete dias até o final do experimento, conforme recomendações do fabricante, totalizando quatro aplicações. O adubo foliar organo-mineral apresenta em sua composição macro e micronutrientes, com as seguintes garantias, em gL^{-1}: N - 87; P_2O_5- 116; K_2O - 116; Ca - 14,5; S - 34,8; Mg - 7,2; B - 8,7; Cu - 2,9; Mn - 7,2;Mo - 2,9 e Zn - 14,5.

As plantas foram irrigadas duas vezes por dia, em intervalos de oito horas, utilizando um pulverizador costal com capacidade para 20l (Vonder®).

Os tratamentos fitossanitários corresponderam a uma aplicação de 1,3 litros de calda do inseticida metomil (Lannate® BR), na dosagem de 100 mL/100 litros de água, para controle do pulgão-verde (*Myzus persicae*), e uma desinfecção com hipoclorito de sódio 2,5% por vinte minutos, para esterilização prévia das bandejas de cultivo.

2.6. Variáveis analisadas

Durante os primeiros nove dias após a semeadura foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas nas oito células centrais de cada bandeja e, com a obtenção desses dados, realizaram-se análises de porcentagem de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE). Consideraram-se sementes emergidas aquelas cujos cotilédones emergiram do substrato.

O índice de velocidade de emergência foi determinado pelo somatório do número de plântulas normais, emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, de acordo com a fórmula descrita por Maguire (1962).

As trinta e sete das dezesseis plantas centrais de cada bandeja foram separadas em parte aérea e sistema radicular, e foram determinadas as seguintes características: a) *altura de planta*, expressa em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a gema apical; b) *número de folhas*; c) *diâmetro do caule*, expresso em mm, medido na base do coleto, utilizando-se um paquímetro digital (Digimess®), com precisão de 0,01mm; d) *comprimento da maior raiz*, expresso em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a extremidade da maior raiz; e) *volume de raiz*, expresso em cm^3, realizado por meio de medição do deslocamento da coluna de água em proveta graduada, ou seja, colocando-se as raízes, após lavagem, em proveta contendo um volume conhecido de água (100 mL) – pela diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades (1 mL = 1 cm^3), segundo metodologia descrita por Basso (1999); f) *massa fresca e massa seca da parte aérea e da raiz*, expressa em grama, pesada em balança com precisão de 0,001g (Bioprecisa®). Para determinação da massa seca, o material vegetal foi conduzido à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65ºC até atingir peso constante; g) *massa seca total*, expressa em gramas, obtida pela soma das massas secas da parte aérea e da raiz.

2.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F", para diagnóstico de efeito significativo, e os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey, para avaliação de diferença significativa (Ferreira, 2000) através do programa computacional Assistat (Silva & Azevedo, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de emergência (%E) foi influenciado pelos diferentes materiais utilizados como substratos. Os materiais paú de buriti (PaB), resíduo de carnaúba semidecomposto (RCSD), resíduo de carnaúba+casca de arroz (RCCA) e resíduo de carnaúba em pó (RCP) não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, foram superiores estatisticamente ao solo+areia+esterco bovino (SAEB) (Tabela 3).

Os melhores percentuais de emergência observados nos materiais PaB, RCCA, RCP e RCSD podem ser atribuídos à maior capacidade de retenção de água destes materiais (Tabela 2), mantendo a água nas proximidades das sementes, o que é desejável para obtenção da uniformidade de emergência e um bom estande (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Adicionalmente, deve-se ressaltar que as interações entre os fatores que influenciam na germinação e emergência de sementes são importantes, visto que a capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem ser responsáveis por diferentes respostas germinativas (Figliola et al., 1993), inclusive pH e densidade, variáveis com o substrato.

Comparativamente aos resultados apresentados por Costa et al. (2007), ao estudar a fibra da casca de coco como substrato para obtenção de mudas de tomateiro, observa-se que os resultados do trabalho em apreço são compatíveis e, em muitas situações, superiores, uma vez que os referidos autores obtiveram médias de emergência variando de 36,06% a 92,18%.

Ademais, é pertinente destacar que no referido trabalho o substrato comercial Hortimix promoveu média de 90,62% de emergência, resultado inferior a todos os tratamentos do presente trabalho, exceto o material SAEB, que obteve média de 87,74% de percentual de emergência (Tabela 3).

Há compatibilidade de emergência de plântulas também com os resultados registrados por Luz et al. (2004), que estudou a combinação de vermiculita com

composto de lixo urbano para produção de mudas de tomateiro, obtendo médias do percentual de emergência variando de 93,00% a 96,10%.

Tabela 3. Valores do percentual de emergência (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de tomateiro, cultivadas em diferentes materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010.

Causa de variação	%E	IVE
S (Valor "F")	6,42**	28,09**
SAEB	87,74 b	2,89 c
PaB	98,93 a	3,78 a
RCCA	98,44 a	3,44 b
RCP	98,15 a	2,84 c
RCSD	97,46 a	3,48 ab
DMS	7,67	0,32
AF (valor "F")	0,11 ns	0,46 ns
CAF	96,43	3,26
SAF	95,86	3,31
DMS	3,41	0,14
Interação S x AF ("F")	0,13 ns	0,46 ns
C.V. (%)	5,49	6,61

DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; S = substrato; SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; AF = condição de adubação foliar; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; ns = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; as médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

O material PaB obteve o maior índice de velocidade de emergência (IVE), não diferindo estatisticamente do RCSD, enquanto o menor índice foi pelos materiais SAEB e RCP (Tabela 3), o que se deve, provavelmente, ao menor espaço de aeração conferido a estes materiais (Tabela 2), permitindo-se inferir que o espaço de aeração do substrato pode constituir uma característica mais incisiva na velocidade do processo de emergência da plântula do que as demais características físicas do substrato.

Quanto ao IVE, as médias contidas na Tabela 3 são compatíveis e muitas vezes superiores àquelas de Costa et al. (2007), bem como às de Sampaio et al. (2008), também em estudo de produção de mudas de tomateiro usando composições alternativas de substratos.

Pelos resultados da análise de variância para as variáveis altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz e volume de raiz, contidos na Tabela 4, observam-se diferenças significativas entre os substratos (S) para

todas as variáveis estudadas, assim como para a presença ou não de adubação foliar (AF).

Para a variável diâmetro do caule, a interação substrato x condição de adubação foliar não exerceu efeitos significativos, caracterizando que não houve interdependência entre as composições dos substratos e a adubação foliar com macro e micronutrientes.

RCCA e o RCSD apresentaram médias significativamente superiores aos demais substratos para as variáveis altura de planta (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) (Tabela 4), o que pode ser atribuído às características intermediárias destes compostos quanto às características químicas (Tabela 1) e físicas (Tabela 2), exceto pela densidade úmida e pH, características nas quais o RCCA apresentou os menores valores e, pH, CE e os teores de P e Mg, nas quais o RCP se apresenta com os menores valores.

Segundo Leal et.al. (2007), as características físicas adequadas para a produção de mudas de tomateiro são, por exemplo, baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, elevado espaço de aeração, relativa estabilidade de estrutura e baixa densidade, e fornecimento de oxigênio e nutrientes.

Tabela 4. Altura de plantas (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), cumprimento da maior raiz (CMR) e volume de raiz (VR) em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010.

Fonte de Variação	AP	NF	DC	CMR	VR
	cm	----	mm	cm	cm^3
S (valor "F")	55,25**	53,87**	40,95**	21,88**	74,07**
SAEB	5,76b	2,06b	1,50b	10,52 bc	0,32 d
PaB	6,85b	2,47b	1,80b	12,14ab	0,42c
RCCA	12,67a	3,19a	3,01a	13,90a	1,10a
RCP	3,63c	1,02c	1,33b	8,82c	0,05 e
RCSD	11,05a	3,51a	2,73a	13,42a	0,86b
DMS	2,08	0,55	0,48	1,84	0,06
AF (valor "F")	54,65**	62,41**	17,73**	23,43**	437,44**
CAF	9,66	2,92	2,30	12,73	0,70
SAF	6,32	1,98	1,85	10,79	0,40
DMS	0,92	0,24	0,21	0,82	0,02
Interação SxAF ("F")	5,45**	5,28**	$1,87^{ns}$	15,82**	259,48 **
C.V. (%)	17,90	15,42	16,00	10,79	7,94

DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; S = substrato; SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; AF = condição de adubação foliar; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; as médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

Por outro lado, RCP promoveu significativamente as menores médias para as variáveis AP, NF e volume de raiz (VR), não diferindo estatisticamente de SAEB e PaB para a variável DC, e de SAEB para a variável comprimento da maior raiz (CMR) (Tabela 4).

Este substrato apresentou elevada capacidade de retenção de água (Tabela 2), bem como valores de CE e N (Tabela 1), bastante superiores às demais composições de substrato, o que deve ter contribuído sobremaneira para a redução das características agronômicas das plântulas cultivadas neste substrato. Esta situação concorda com a encontrada por Sampaio et al. (2008) para a característica condutividade elétrica, onde se verifica que nas mudas de tomateiro cultivadas no substrato com maior CE (100% pó de rocha) foram obtidas as menores médias para todas as variáveis estudadas.

Porém, discorda desses mesmos autores quanto às características capacidade de retenção de água e teor de nitrogênio, observando-se que as mudas cultivadas nos substratos que apresentaram a menor capacidade de retenção de água e o menor teor N obtiveram as menores médias.

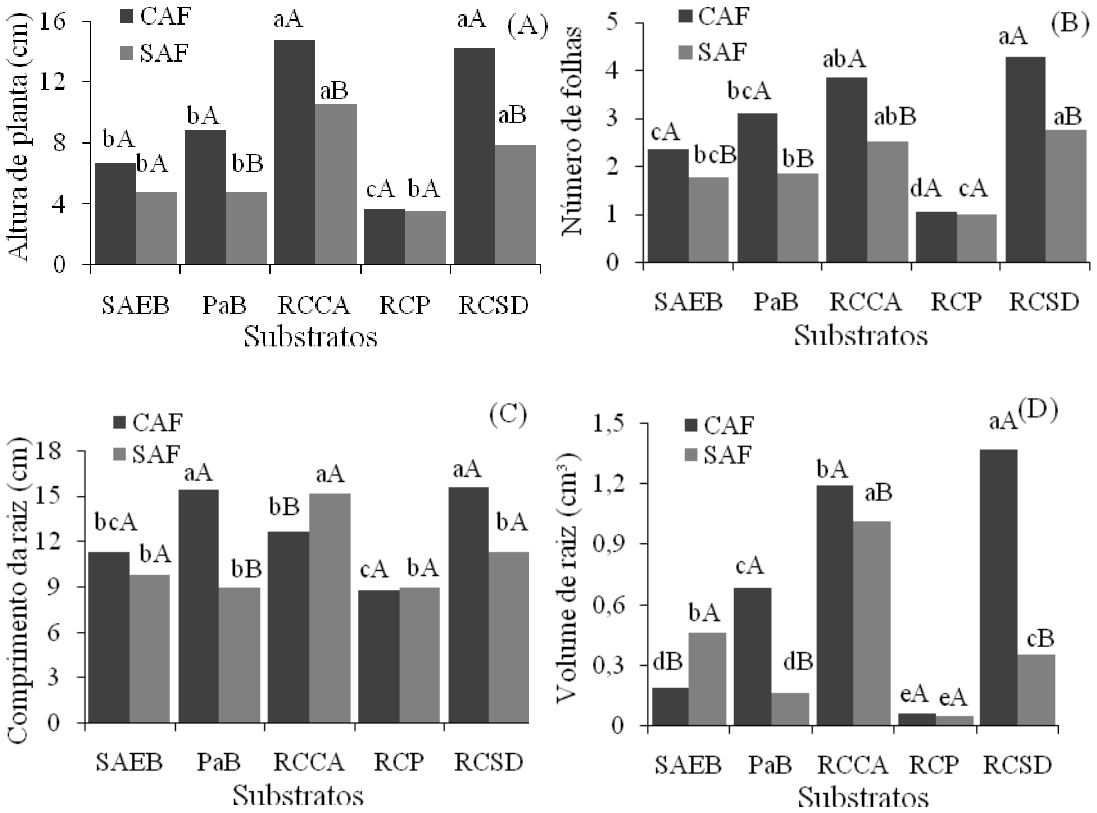
De acordo com a Figura 3, verifica-se que as plantas que receberam adubação foliar apresentaram resultados significativamente superiores àquelas não adubadas, indicando que nenhuma das composições de substrato apresentou características químicas suficientes para promover, sem a necessidade de adubação, o ótimo desenvolvimento das mudas de tomateiro, apesar das diferentes composições químicas (Tabela 1).

Entretanto, as plântulas cultivadas no substrato RCP foram as não influenciadas pela adubação foliar, provavelmente devido a esse material apresentar em sua composição componentes químicos acima dos demais, o que permite concluir que suas características físicas não são adequadas.

Comparando-se a Figura 3C com a 3D, observa-se a importância do espaço de aeração no desenvolvimento do sistema radicular, visto que as raízes de substratos com SAEB e RCP, aqueles com menor espaço de aeração, apresentaram volume radicular bem abaixo dos demais, enquanto o comprimento da maior raiz aproximou-se em média dos demais tratamentos.

No entanto, quanto ao desenvolvimento do sistema radicular, Bloom et al. (2003) afirmam que as reações envolvidas neste processo ainda não são totalmente conhecidas, em parte, devido às diferentes respostas em função das espécies e

adicionalmente, aos fatores externos que influenciam no desenvolvimento radicular, incluindo nitrogênio inorgânico, pH e potencial redox, que atuam simultaneamente.



SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade; letra minúscula compara os substratos e maiuscula compara a presença ou ausência de adubação foliar.

Figura 3. Altura de plantas (A), número de folhas (B), comprimento da maior raiz (C) e volume de raízes (D) de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos e adubação foliar. Bom Jesus-PI, 2010.

Para a produção de massa fresca e seca (Tabela 5), houve influência dos substratos e da adubação, bem como interação significativa entre estes fatores. Seguindo a tendência das demais variáveis, os substratos RCCA e RCSD foram superiores aos outros, enquanto o RCP, invariavelmente, promoveu os menores valores, o que teve influência direta das características químicas e físicas destes substratos (Tabelas 1 e 2).

As médias da massa seca da parte aérea (MSPA) dos substratos RCCA e RCSD são amplamente superiores às maiores médias obtidas por Costa et al. (2007), Sampaio et al. (2008), Steffen et al. (2010) e Rodrigues et al. (2010), respectivamente: 0,06 g;

0,11 g; 0,04 g e 0,06 g, todos em estudos sobre produção de mudas de tomateiro em diferentes composições de substratos.

Tabela 5. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010.

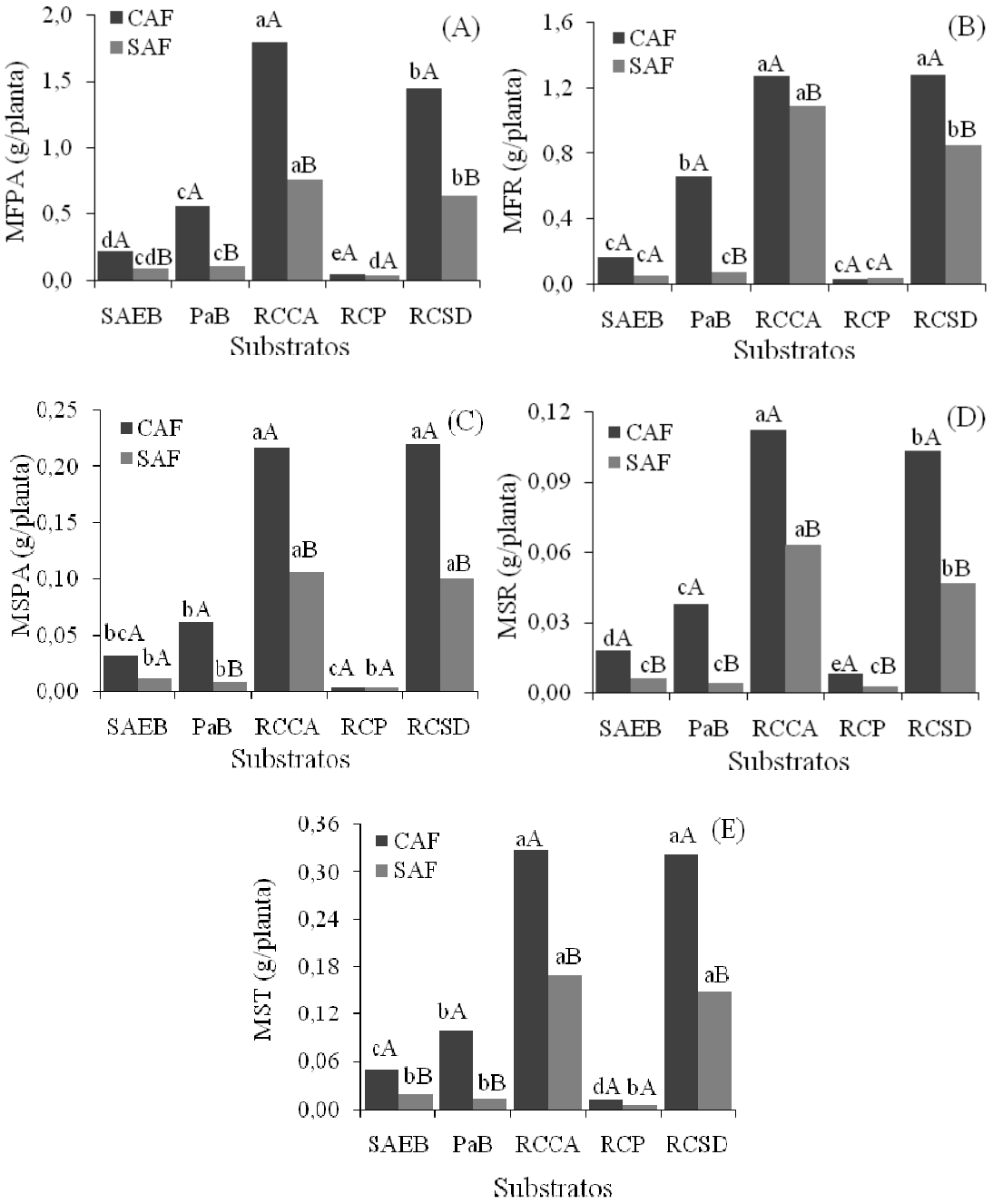
Fonte de Variação	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MST
	----------	----------	g planta^{-1}	----------	----------
S (valor "F")	3327,05 **	218,40**	209,93**	839,38**	393,00**
SAEB	0,150 d	0,116 c	0,022 bc	0,012 d	0,034 b
PaB	0,330 c	0,364 b	0,036 b	0,021 c	0,056 b
RCCA	1,276a	1,180a	0,162a	0,087a	0,249a
RCP	0,040 e	0,036 c	0,004 c	0,005 e	0,009 c
RCSD	1,038 b	1,066a	0,161a	0,075 b	0,235a
DMS	0,040	0,150	0,022	0,005	0,024
AF (valor "F")	3207,35**	63,50**	156,20**	705,69**	305,53**
CAF	0,810	0,680	0,107	0,056	0,162
SAF	0,323	0,421	0,047	0,024	0,071
DMS	0,018	0,067	0,010	0,002	0,011
Interação SxAF("F")	520,57**	11,29**	24,19**	72,04**	41,20**
C.V. (%)	4,80	18,71	19,76	9,30	14,13

DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; S = substrato; SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; AF = condição de adubação foliar; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; as médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

Quanto à massa seca de raiz, a maior média registrada no presente trabalho (0,087 g para RCCA, Tabela 5) é 33,33 % superior à encontrada por Sousa et al. (2009); 96,67 % à de Sampaio et al. (2008), 81,11% à de Rodrigues et al. (2010) e 57,22 a de Costa et al. (2007).

Destaca-se que os parâmetros utilizados para determinar a qualidade da muda baseiam-se em aspectos morfológicos e fisiológicos, como: altura da parte aérea, desenvolvimento do sistema radicular, diâmetro do colo, produção de massa fresca e seca das partes aérea e radicular, aspectos nutricionais (Hartmann et al., 2002).

Na Figura 4, destaca-se o efeito da aplicação da adubação foliar sobre as mudas de tomateiro em todas as variáveis estudadas e entre os materiais utilizados como substratos, com exceção para as variáveis MFPA (Figura 4A), MFR (Figura 4B), MSPA (Figura 4C) e MST (Figura 4E) para o material RCP e MFR (Figura 4B), e MSPA (Figura 4C) para o material SAEB.



SAEB = Solo + areia + esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade; letra minúscula compara os substratos e maiuscula compara a presença ou ausência de adubação foliar.

Figura 4. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca da raiz (D), e massa seca total (E) de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos e adubação foliar. Bom Jesus-PI, 2010.

Em uma avaliação global da Figura 4 ressalta-se que os tratamentos que receberam adubação mineral com macro e micronutrientes promoveram resultados

significativamente superiores àqueles sem o fornecimento do insumo, seguindo, assim, a tendência das demais variáveis estudadas e relevando a importância do balanço nutricional adequado na formação de mudas de tomateiro, como também enfatizam, de acordo com Carrijo et al. (2002), que quando os substratos não possuem os nutrientes essenciais para as plantas, devem ser utilizados em combinação com adubos.

4. CONCLUSÕES

Os diferentes materiais utilizados nas composições dos substratos influenciam na produção de mudas de tomateiro.

Os materiais resíduo de carnaúba+casca de arroz (RCCA) e resíduo de carnaúba semidecomposto (RCSD) podem ser usados como substratos na produção de mudas de tomateiro de qualidade agronômica.

Independentemente do material usado como substrato na formação de mudas de tomateiro, com exceção do resíduo de carnaúba em pó (RCP), a aplicação de adubação foliar proporciona mudas de melhor qualidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44, 2006, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. 9p. 1 CD-ROM.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.

BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. E Lotus L**. 1999. 268 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. **Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso**. 2007. 145 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

BLOOM, A. J.; MEYERHOFF, P. A.; TAYLOR, A. R,; ROST, T. L. Root Development and Absorption of Ammonium and Nitrate from the Rhizosphere. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 21, p. 416-431, 2003.

BRAGA, M. M.; CÔRREA, M. C. M.; OLIVEIRA, C. H. A.; OLIVEIRA, O. R.; PINTO, C. M. Propriedades químicas de substrato produzido com resíduo orgânico da

indústria processadora de caju. **VI Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas - materiais regionais como substrato**, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/viensub/Trab_PDF/sub_56.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2010.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995. p. 27-37.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NOROES, E .R. V.; ARAUJO, F. B. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.

COSTA, C. A.; RAMOS S. J.; SAMPAIO R. A.; GUILHERME D. O.; FERNANDES L. A. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 25, p. 387-391, 2007.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 604 p.

FIGLIOLA, Márcia Balistiero; OLIVEIRA, Eurico Cabral de.; PIÑA-RODRIGUES, Fátima Conceição Marquez. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation:** principles and practices. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. G.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 25, p. 392-395, 2007.

LUZ J. M. Q.; BELLODI A. L.; MARTINS S. T.; DINIZ K. A.; LANA R. M. Q. Composto orgânico de lixo urbano e vermiculita como substrato para produção de mudas de alface, tomate e couve-flor. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 67-74, 2004.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection aid evolution for sidling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MAPA. Instituição normativa. DAS nº 17, de 21 de maio de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de maio de 2007, seção 1, p.8

MENEZES JÚNIOR F. O. G.; FERNANDES H. S.; MAUCH C. R.; SILVA J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 18, p. 164-170, 2000.

MINAMI, K. **Produção de Mudas de Alta Qualidade Em Horticultura**. SÃO PAULO: T. A. QUEIROZ, EDITOR, LTDA, 1995. v. 1. 135 p.

PRAGANA, R. B. **Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola**. 1998. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v. 29, n. 4, p. 483-488, 2010.

SAMPAIO, R. A.; RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 499-503, 2008**.**

SANTOS, M. R. A.; TIMBÓ, A. L. O.; CARVALHO, A. C. P. P.; MORAIS, J. P. S. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatação de plântulas de *Heliconia psittacorum.* **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 1049-1051, 2004.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A. New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira***,* Brasília, v. 20, p. 211-216, 2002.

SOUSA, C. S.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 195-203, 2009.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, Xalapa, n.2, p. 333-343, 2010.

CAPÍTULO 3

ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO FOLIAR

RESUMO

SILVA JÚNIOR, José Valdenor da. **Estado nutricional de mudas de tomateiro em função de diferentes substratos e adubação foliar.** 2010, Cap. 3, p. 38-55. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus-PI, Brasil[1]**.**

As concentrações de nutrientes no tomateiro variam com o desenvolvimento da cultura, sendo que seu conhecimento é de suma importância para decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes. Objetivou-se avaliar a concentração de macronutrientes na parte aérea de mudas de tomateiro em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no Campus da Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus-PI, no período de 29 de março de 2010 a 05 de maio de 2010. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco materiais utilizados como substratos, e presença e ausência de adubação foliar, com quatro repetições de dezesseis plantas. Os materiais foram: 1) solo + areia + esterco bovino; 2) paú de buriti; 3) resíduo de carnaúba + casca de arroz; 4) resíduo de carnaúba em pó; e 5) resíduo de carnaúba semidecomposto. O cultivo foi feito em bandeja de poliestireno expandido com cento e vinte e oito células. Foram avaliados as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea. A aplicação de adubo foliar influenciou na concentração de enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea, com incrementos médios na ordem de 39,10%, 34,72%, 20,82% e 10,40%, respectivamente. Os materiais utilizados nas composições dos substratos influenciam nas concentrações de macronutrientes em mudas de tomateiro.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentu*m Mill., resíduos orgânicos, nutrição mineral.

[1] Orientadora: Profª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante – UFPI/CPCE, Bom Jesus-PI, Brasil.

ABSTRACT

SILVA JÚNIOR, José Valdenor da. **Nutritional status of tomato seedlings with different substrates and foliar fertilization.** 2010, Cap. 2, p. 38-55. Master thesis (Master in Agronomy: Soil Science and Plant Nutrition) – Federal University of Piauí, Bom Jesus City, State of Piauí, Brazil[1].

Nutrient concentrations in tomatoes vary with the development of culture, and it knowledge is of paramount importance for decisions on the rational application of fertilizer. The objective of this study was to evaluate the nutritional status in tomato seedlings based on alternative materials used as substrates and foliar fertilization under conditions of Bom Jesus City - State of Piauí. The experiment was conducted in protected environment of the Federal University of Piauí, in Bom Jesus City, State of Piauí - Brazil, from April 29th, 2010 to May 5th, 2010. A completely randomized design with treatments arranged in a 5x2 factorial arrangement was used referring to five materials used as substrates in the presence or absence of foliar fertilization with four replications of sixteen plants. The materials were: soil + sand + manure; *Buriti* wood; *Carnauba* residue + with rice husks; *Carnauba* powder residue; semi-decomposed *Carnauba* residue. The cultivation was done in polystyrene trays with 128 cells. Were evaluated the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur in the shoot. The application of foliar fertilizer influenced the concentration of sulfur, nitrogen, phosphorus and potassium uptake, with average increases of around 39.10%, 34.72%, 20.82% and 10.40% respectively. The material used as substrate influenced the concentration of macronutrients in tomato seedlings. The foliar fertilization increases the concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur in the area the tomato seedlings.

Key words: *Lycopersicon esculentu*m, organic waste, mineral nutrition.

[1] Orientadora: Profª. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante – UFPI/CPCE, Bom Jesus-PI, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A conscientização da população em busca de uma dieta alimentar mais rica e saudável tem provocado aumento no consumo de hortaliças (Sousa et al., 2009; Soares et al., 2010), de modo que o desenvolvimento de sistemas de cultivo com hortaliças, visando à produtividade otimizada, exige dos produtores esforços para reduzir, ou até mesmo eliminar, deficiências do setor produtivo, como desarranjos nutricionais e fitossanitários das mudas (Montezano & Peil, 2006).

Dentre estas hortaliças, a cultura do tomateiro, do ponto de vista agronômico, é complexa e de elevado risco econômico, principalmente em virtude da susceptibilidade a diversos fitopatógenos (Filgueira, 2008). Mesmo assim, é a mais importante hortaliça cultivada no Brasil (Soares et al., 2010).

A produção de mudas de hortaliças, incluindo o tomateiro, constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente no desempenho final das plantas nos campos de produção, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ciclo produtivo da cultura (Carmello, 1995). Mudas de qualidade inferior debilitam e comprometem todo o desenvolvimento da cultura, aumentando o seu ciclo e, consequentemente, a perda na produção (Guimarães et al., 2002).

Neste sentido, as concentrações de nutrientes no tomateiro variam com o desenvolvimento da cultura, sendo que seu conhecimento é de suma importância para decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes (Haag et al., 1978; Fayad et al., 2002).

Gargantini & Blanco (1963) realizaram no Brasil um dos primeiros trabalhos visando a conhecer a marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro, utilizando a cultivar Santa Cruz-1639 e conduzindo em ambiente protegido, onde se conclui que o nutriente mais absorvido foi o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. As absorções de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de cem a cento e trinta dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

Em estudo objetivando determinar a dinâmica de absorção de nutrientes pelo tomateiro, Fayad et al. (2002) obteve como resultado da marcha de absorção maior acúmulo de K na parte aérea da cultivar Santa Clara, sob condições de campo, seguido pelo (em ordem decrescente) N, Ca, S, P e Mg; e maior acúmulo de K seguido de (em ordem decrescente) N, Ca, S, Mg e P na parte aérea, quando se utilizou o híbrido EF-50 em ambiente protegido.

A quantidade de nutrientes absorvidos pela muda de tomateiro depende de fatores bióticos e abióticos, como luminosidade e umidade relativa do ar; temperatura do solo e do ar (Papadopoulos, 1991); genótipo e concentração de nutrientes no solo ou substrato (Fontes & Wilcox, 1984); irrigação e adubação (Filgueira, 2008).

A produção de tomate no Estado do Piauí não atende à demanda do Estado, sendo cultivado, em sua maioria, por pequenos agricultores familiares. Alguns dos fatores mais comuns e que limitam a produção do tomateiro no Piauí é a utilização da prática das sementeiras para a produção de mudas, e a indisponibilidade de fertilizantes e substratos de baixo custo para os agricultores da região.

Portanto, para se obter alta produtividade de frutos comercializáveis faz-se necessário implementar a produção de mudas em recipientes e conhecer novas alternativas de adubação e substratos, e a compatibilidade destes com os requisitos nutricionais da cultura.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a concentração de macronutrientes na parte aérea de mudas de tomateiro em função de cinco materiais alternativos utilizados como substrato e da adubação química foliar nas condições de Bom Jesus-PI.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de 29 de março de 2010 a 05 de maio de 2010, totalizando trinta e oito dias, em ambiente protegido, no Setor de Horticultura do Campus Profª. Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí – CPCE/UFPI, situado no município de Bom Jesus, Piauí, localizado às coordenadas geográficas 09º04’28’’ de latitude Sul, 44º21’31’’ de longitude Oeste, altitude média de 277,0 m.

2.2. Caracterização da área de cultivo

A condução do experimento foi realizada sob ambiente protegido do tipo “capela”, com as seguintes dimensões: 5,0 m de comprimento e 3,0 m de largura como medidas internas (área total de 15,0 m²) e pé direito de 3,0m, orientado no sentido leste-oeste, protegido com tela de polipropileno com 50% de sombreamento, sobre todos os lados da estrutura metálica (parte superior e lateral) e, coberto com polietileno de baixa densidade, com 150μ de espessura.

O cultivo foi realizado em bandejas de poliestireno expandido (isopor), com cento e vinte e oito células dispostas em duas bancadas perpendiculares (dimensões: 4,9m de comprimento por 1,0m de largura e 1,0m de altura).

Monitoraram-se, diariamente, durante a execução do experimento, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a intensidade luminosa no interior do ambiente, três vezes ao dia (8h, 12h e 16h). Os dados de temperatura do ar (Figura 1A) e umidade relativa do ar (Figura 1B) foram obtidos através de termo-higrômetro digital (Quimis®), instalado na parte central do ambiente, com o sensor disposto a 1,5m de altura do solo. A intensidade luminosa foi aferida através de luxímetro digital (Instrutherm®), e os dados encontram-se na Figura 1C.

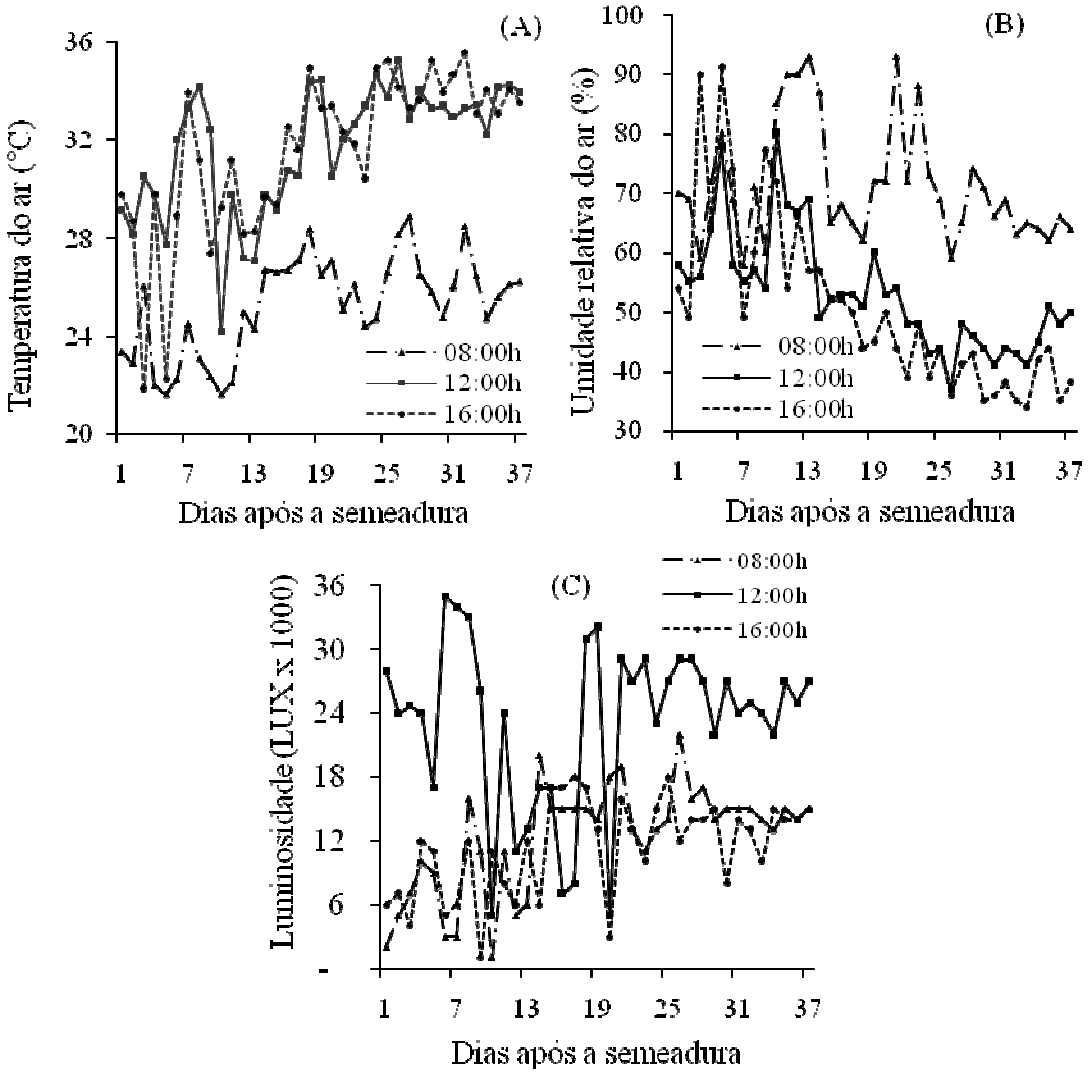


Figura 1. Temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B) e intensidade luminosa (C) no interior do ambiente protegido, monitorada diariamente a partir de 1 a 37 dias após a semeadura (DAS). Setor de Horticultura, CPCE/UFPI. Bom Jesus-PI, 2010.

2.3. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5x2, referentes a cinco materiais utilizados como substratos e presença ou ausência de adubação foliar. Os materiais usados como substratos foram: 1) solo (LATOSSOLO Amarelo) + areia (lavada) + esterco bovino (curtido) (SAEB), na proporção 1:1:1 (v/v); 2) paú de buriti (PaB), originado da decomposição natural do caule da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*); 3) resíduo de carnaúba (*Copernicia prunifera*) + casca de arroz (*Oriza sativa*) *in natura* (RCCA); 4) resíduo de carnaúba em pó (RCP); e 5) resíduo de carnaúba semidecomposto (RCSD). Foram utilizadas quatro repetições, cada uma composta por dezesseis plantas centrais de cada bandeja.

Os resíduos RCCA e RCP são provenientes de usinas de transformação, pelo processo industrial, do pó de carnaúba em cera. RCCA é o resíduo gerado no processo de destilação do pó, processo no qual é adicionada casca de arroz *in natura* para facilitar a extração da cera (Alves & Coelho, 2006). Este resíduo é descartado a céu aberto e encontra-se em grande quantidade no município de Sussuapara-PI.

RCP também é resíduo gerado no processo de destilação. No entanto, a casca de arroz é retirada deste resíduo pelo processo de peneiramento, para ser reutilizada por algumas usinas. O resíduo RCSD é a bagana semidecomposta, obtida pela trituração mecânica da folha de carnaúba, seca ao sol por um período de seis a doze dias, para retirada do pó (Alves & Coelho, 2006) e "deixada em repouso" na própria área de extração.

Os materiais utilizados com substratos foram esterilizados em autoclave vertical com temperatura de 120ºC por um período de uma hora, para prevenir a ação de possíveis patógenos do solo presentes nesses materiais.

2.4. Caracterização dos materiais utilizados como substratos

A caracterização física e química dos materiais utilizados como substratos para a produção de mudas foi desenvolvida no Laboratório de Biociências, CPCE/UFPI, Bom Jesus-PI.

Para a caracterização química (Tabela 1), foram analisados: pH e condutividade elétrica (CE), de acordo com MAPA (2007), e os teores totais dos macronutrientes:

nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), determinados em extrato nítrico-perclórico (Malavolta et al., 1997).

Tabela 1. Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010.

Substratos	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg
	(1:5)	mS cm^{-1}	---------- g kg^{-1} ----------				
SAEB	7,2	0,56	3,57	2,59	0,05	0,96	1,02
PaB	7,3	0,31	17,56	2,48	1,55	9,49	1,86
RCCA	4,9	0,46	16,33	2,44	0,67	2,56	1,09
RCP	5,8	0,87	19,62	3,02	1,02	2,03	2,37
RCSD	4,7	0,27	22,23	2,27	0,75	2,08	0,77

SAEB: solo+areia+esterco bovino (1:1:1); PaB: paú de buriti; RCCA: resíduo da carnaúba+casca de arroz; RCP: resíduo da carnaúba em pó; RCSD: resíduo da carnaúba semidecomposto.

Para caracterização física (Tabela 2) foram realizadas análises de densidade úmida (DU) e densidade seca (DS), segundo procedimento de MAPA (2007), e capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP), determinados conforme os procedimentos descritos por Beckmann-Cavalcante (2007).

Tabela 2. Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), capacidade de retenção de água (CRA), espaço de aeração (EA) e volume dos poros (VP) de materiais alternativos utilizados como substratos. Bom Jesus-PI, 2010.

	DU	DS	CRA	EA	VP
Substratos	--------- kg m^{-3} ----------		---------- % ----------		
SAEB	1467	1208	39	10	49
PaB	625	124	57	35	93
RCCA	582	219	41	48	89
RCP	615	185	70	20	90
RCSD	633	172	45	45	90

SAEB: solo+areia+ esterco bovino; PaB: paú de buriti; RCCA: resíduo da carnaúba+casca de arroz; RCP: resíduo da carnaúba em pó; RCSD: resíduo da carnaúba semidecomposto.

A granulometria foi determinada pelo tamisamento via seca. Os materiais foram inicialmente passados por uma peneira com malha de 5,0 mm para homogeneização; em seguida, foi pesado 100g de cada material seco ao ar, os quais foram peneirados em um jogo acoplado de peneiras com malha de 2,0 – 1,7 – 0,85 – 0,6 – 0,3 – 0,25 mm, e agitado por cinco minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas e calculada a porcentagem sobre o peso total das amostras (Figura 2).

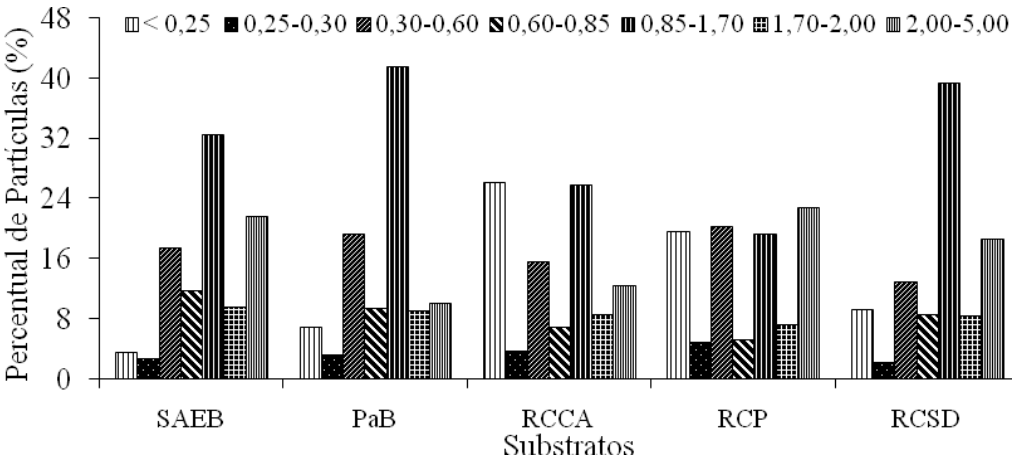


Figura 2. Distribuição do tamanho das partículas (%) em materiais alternativos para uso como substrato. Bom Jesus-PI, 2010.

2.5. Condução do experimento e tratos culturais

As mudas foram conduzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo cento e vinte e oito células, dispostas a 1,0m de distância da superfície do solo, suspensas linearmente sobre estrados de madeira.

A hortaliça utilizada foi o tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivar Caline IPA 6, de hábito de crescimento indeterminado, pertencente ao grupo industrial.

A semeadura ocorreu no dia 29 de março de 2010, colocando-se duas sementes por célula. Nove dias após a semeadura (DAS) foi feito o desbaste das mudas, deixando uma planta por célula e aplicado, com o auxílio de pulverizador costal, oito litros de calda de fertilizante foliar organo-mineral classe B (Vitan®), na dosagem 100 mL/100 litros nos tratamentos com adubação foliar (CAF). As adubações foliares foram repetidas a cada sete dias até o final do experimento, conforme recomendações do fabricante, totalizando quatro aplicações. O adubo foliar organo-mineral apresenta em sua composição macro e micronutrientes, com as seguintes garantias, em gL^{-1}: N - 87; P_2O_5- 116; K_2O - 116; Ca - 14,5; S - 34,8; Mg - 7,2; B - 8,7; Cu - 2,9; Mn - 7,2;Mo - 2,9 e Zn - 14,5.

As plantas foram irrigadas duas vezes por dia em intervalos de oito horas, utilizando um pulverizador costal com capacidade para 20L (Vonder®).

Os tratamentos fitossanitários corresponderam a uma aplicação de 1,3 litros de calda do inseticida metomil (Lannate® BR), na dosagem de 100mL/100 litros de água, para controle do pulgão-verde (*Myzus persicae*), e uma desinfecção com hipoclorito de sódio 2,5% por vinte minutos, para esterilização prévia das bandejas de cultivo.

2.6. Variáveis analisadas

Aos trinta e sete dias após a semeadura, as dezesseis plantas centrais de cada bandeja foram separadas em parte aérea e sistema radicular, lavadas duas vezes com água destilada, secas em estufa com circulação forçada de ar a $\pm$ 65°C até atingirem massa constante, seguindo a metodologia de Malavolta et al. (1997). O material vegetal seco da parte aérea foi moído e analisado quimicamente para a determinação dos elementos N, P, K, Ca, Mg e S.

O nitrogênio foi determinado pelo método Semi-Microkjoeldahl e titulação com NaOH a 1N (Bremner, 1965). O fósforo foi quantificado em extrato preparado a partir da digestão nitroperclórica, efetuando a leitura de absorbância em fotocolorímetro (Fiske, 1952). Os teores de potássio foram obtidos por meio de leituras em fotômetro de chama acoplado com filtro de comprimento de onda 766 e 589 μm, respectivamente. Os conteúdos de cálcio e magnésio foram obtidos através de leituras empregando-se o espectrofotômetro de absorção atômica (Chapman & Pratt, 1961). A determinação do enxofre foi feito por turbidometria (Butters & Chenery, 1959).

2.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F", para diagnóstico de efeito significativo, e os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey, para avaliação de diferença significativa (Ferreira, 2000) através do programa computacional Assistat (Silva & Azevedo, 2006). Realizou-se, ainda, análise de correlação simples entre as concentrações nutricionais na parte aérea das mudas entre si, e entre os componentes químicos das composições de substratos estudadas, por meio do programa estatístico "Sigma Plot" (SPSS Inc. 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância para os teores dos macronutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea das mudas de tomateiro, contidos na Tabela 3, observam-se diferenças significativas entre os substratos (S) para todos os nutrientes estudados, assim como para a presença ou não de adubação foliar (AF), com exceção de cálcio e magnésio.

Para as concentrações de fósforo, potássio e magnésio a interação substrato x condição de adubação foliar não exerceu efeitos significativos, caracterizando que não houve interdependência entre os substratos e a adubação foliar.

A concentração do nitrogênio na massa seca da parte aérea das mudas de tomateiro apresentou variação média de 19,49 g kg^{-1}, ou seja, aproximadamente 70% entre o menor valor, 8,35 (RCP), e o maior valor, 27,84 (PaB) (Tabela 3), embora o último tenha apresentado em sua composição, antes da instalação do experimento, o terceiro menor valor desse elemento (Tabela 1).

Este resultado pode ser explicado pelas condições físicas do PaB, que apresentou baixa densidade, menor do que todos os substratos estudados por Schmitz et al. (2002), e o maior valor de volume de poros (Tabela 2), e reforçado pela maior resposta deste substrato em relação aos demais quando houve aplicação de adubação foliar com macro e micronutrientes, pois o PaB apresentou o maior incremento médio.

O fósforo, na parte aérea das mudas de tomateiro, assim como o N, também apresentou grande variação média entre os substratos, destacando-se o RCP como significativamente superior aos demais (Tabela 3), o que deve ter sido atribuído ao conteúdo superior de P no substrato RCP (Tabela 1), visto que a sequência decrescente do P nos substratos (Tabela 1) foi repetida nas plantas (Tabela 3) com correlação positiva significativa ($r = 0,8$, $p < 0.01$).

As médias apresentadas na Tabela 3, independentemente do substrato, são bastante superiores às apresentadas por Soares et al. (2010), que registraram amplitude média de 0,2 a 1,0 $g.kg^{-1}$. Destaca-se, ainda, a correlação positiva e significativa entre as concentrações de P na parte aérea das mudas de tomateiro e a condutividade elétrica (CE) do substrato ($r = 0,96$, $p < 0,01$), indicando que o incremento da CE não limitou a absorção do P pelo tomateiro até a CE máxima de 0,87 mS cm^{-1}, o que é relevante, pois o tomateiro é uma cultura classificada como moderadamente sensível (Ayers & Westcot, 1991) ou moderadamente tolerante (ELOI et al., 2007).

As concentrações de potássio na parte aérea de mudas de tomateiro foram significativamente superiores para o substrato RCP, que não diferiu do PaB (Tabela 3), seguindo os maiores conteúdos que estes substratos apresentaram antes da instalação do experimento (Tabela 1). As concentrações contidas na Tabela 3 encontram-se muito acima das apresentadas por Soares et al. (2010), também em estudo com mudas de tomateiro.

Tabela 3. Teores totais dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função dos substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	----------g.kg^{-1}----------					
S (valor "F")	9612,23 **	50,44 **	122,02 **	4,32 **	5,42 **	144,31 **
SAEB	16,30 b	1,59 c	23,38 b	5,77 a b	3,44 a	1,80 b
PaB	27,84 a	3,31 b	32,93 a	6,43 a	3,66 a	1,51 b c
RCCA	9,95 c	2,69 b	18,48 c	5,46 a b	2,85 b	1,32 c
RCP	8,35 d	5,11 a	33,80 a	5,23 b	3,65 a	3,92 a
RCSD	16,30 b	0,83 c	12,81 d	5,04 b	3,34 a b	0,76 d
DMS	0,32	0,96	3,39	1,07	0,59	0,42
AF ("F")	4429,78 **	6,02 *	10,63 **	1,69 ns	0,54 ns	44,98 **
CAF	18,08	2,96	25,48	5,74	3,44	2,17
SAF	13,42	2,45	23,08	5,44	3,34	1,56
DMS	0,15	0,42	1,51	0,48	0,26	0,18
S x AF ("F")	889,27 **	2,16 ns	0,30 ns	11,57 **	2,17 ns	3,44 *
C.V. (%)	1,40	24,27	9,60	13,24	11,92	15,34

DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; S = substrato; SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semi-decomposto; AF = condição de adubação foliar; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; ns = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; as médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

As concentrações de cálcio e magnésio (Tabela 3) também seguiram a tendência de conteúdo apresentada pelo K, isto é, invariavelmente substratos com maiores concentrações de Ca e Mg em suas composições também promoveram maiores concentrações destes elementos nas respectivas mudas de tomateiro.

No presente trabalho não se caracterizou, através de análise de correlação, a conhecida competição entre potássio, cálcio e magnésio por sítios ativos de absorção descrita por Marschner (2005), resultado que pode ser atribuído inicialmente às concentrações balanceadas destes elementos nos substratos, uma característica desejável na composição de substratos para produção de mudas hortícolas, conforme afirma também Zhang et al. (2009) em estudo com o tomateiro. Comparativamente às médias apresentadas por Soares et al. (2010), para o Ca apenas o PaB encontra-se acima, enquanto para o Mg todos os valores contidos na Tabela 3 são superiores ao trabalho supracitado.

Para a concentração foliar do enxofre (Tabela 3), houve variação significativa entre 0,76 gkg^{-1} (RCSD) e 3,92 gkg^{-1} (RCP). Apenas a concentração referente ao substrato RCP encontra-se dentro da faixa reportada por Marschner (2005), ao afirmar

que o S é encontrado em teores que variam de 2 a5 g kg^{-1} da matéria seca. Quanto à absorção de S em mudas, Silva et al. (2009) afirmam que a absorção de S é afetada nos tratamentos sob omissão de Ca e de Mg.

De acordo com Malavolta et al. (1997), a velocidade de absorção do sulfato, forma de S predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes, depende do cátion acompanhante, e obedece à seguinte série decrescente: Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, NH_4^{+} e K^{+}.

Neste sentido, no presente trabalho, houve uma correlação positiva e significativa ($r = 0,8$; $p < 0,01$) entre o valor do Mg no substrato e a concentração do S na planta, indicando que maiores valores de Mg do substrato implicaram em maior concentração de S na planta, concordando com as afirmações de Malavolta et al. (1997).

Nas cinco composições de substrato foram observadas semelhanças quanto à ordem de absorção nutricional dos macronutrientes (Tabela 3). O K foi o nutriente mais absorvido pelas plantas, seguido pelo N, Ca e Mg, com exceção para o resíduo de carnaúba semidecomposto (RCSD), em que o nutriente mais absorvido foi o N, seguido pelo K, Ca e Mg. Seguindo a mesma ordem decrescente ou com pequena alternância, os outros nutrientes absorvidos em menor quantidade pelo tomateiro foram S e P, exceto o Mg, que foi o macronutriente menos absorvido pelas plantas cultivadas no resíduo de carnaúba em pó (RCP).

A aplicação de adubo foliar influenciou apenas na concentração de N, P, K e S na parte aérea de mudas de tomateiro, com incrementos médios nas concentrações de S, N, P e K, na ordem de 39,10%, 34,72%, 20,82% e 10,40%, respectivamente, em relação aos tratamentos que não receberam adubação foliar (Tabela 3), o que era previamente esperado devido ao fertilizante aplicado apresentar os respectivos elementos em sua composição (87,0 gL^{-1} de N; 116,00 gL^{-1} de P; 116,00 gL^{-1} de K e 34,80 gL^{-1} de S).

A ausência de influência da adubação foliar nas concentrações de Ca podem ser atribuídas aos conteúdos deste elemento nos substratos estudados, suficientes para o adequado suprimento das mudas, visto que não foram identificados durante a execução do experimento sintomas de deficiência nutricional deste elemento.

Conforme se pode observar na Figura 3, a adubação foliar promoveu concentrações significativamente superiores para N e S, independentemente da composição do substrato; quanto ao Ca, para os substratos RCCA, RCP e RCSD, houve superioridade das plântulas não submetidas à adubação foliar, o que deve ter sido

causado pela maior concentração do cálcio na composição destes substratos (Tabela 1), o que pode ter suprido estas plantas. Por outro lado, o PaB possuía, antes da instalação do experimento, a maior concentração de cálcio, mas respondeu à adubação foliar, o que permite concluir que as condições físicas do substrato foram também determinantes na nutrição das mudas.

Para a adubação foliar (AF) com macro e micronutrientes, observa-se que os tratamentos com adubação foliar (CAF) e sem adubação foliar (SAF) apresentaram a mesma ordem de absorção dos macronutrientes: K > N > Ca > Mg > P > S (Tabela 3).

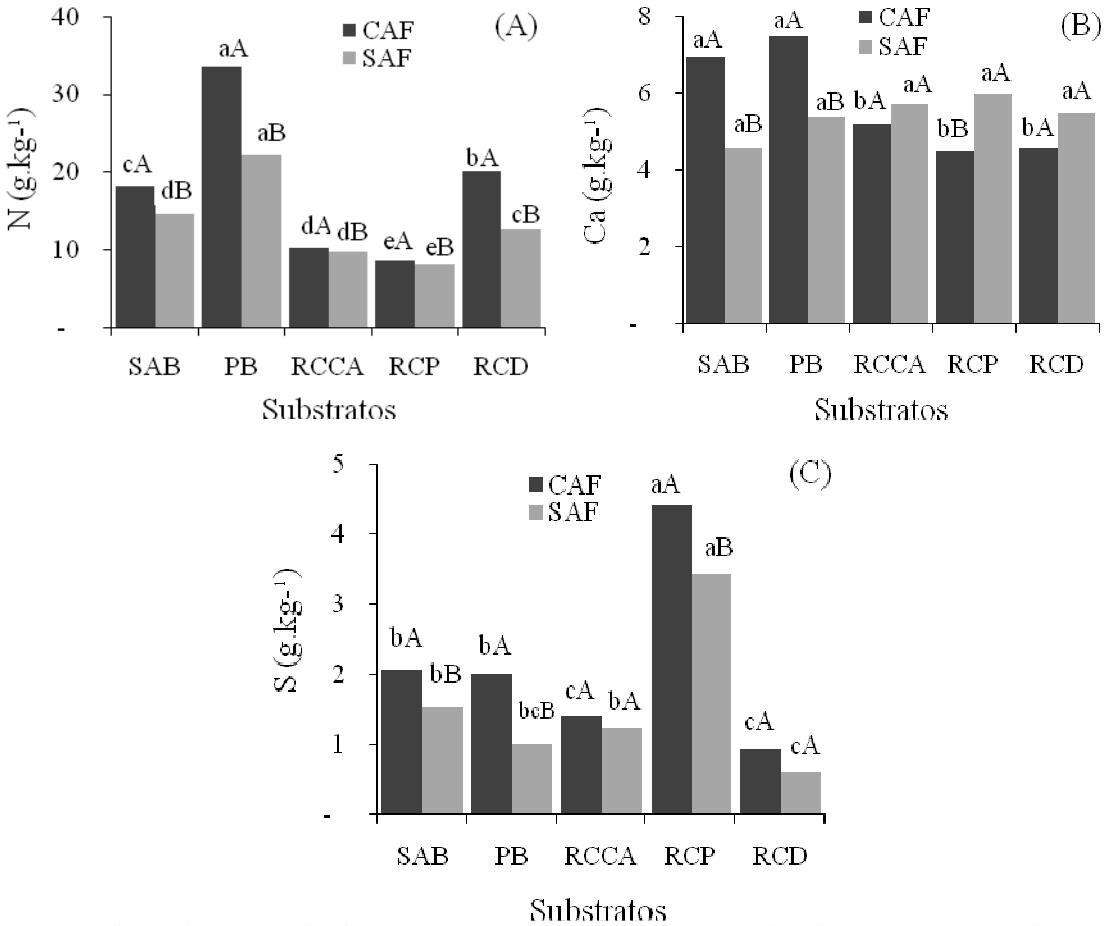
Soares et al. (2010), avaliando o efeito da inoculação e incubação de solo com isolados de estreptomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro, verificaram a mesma ordem de absorção dos macronutrientes, com exceção do nitrogênio, os quais não avaliaram este nutriente.

Ordem de absorção nutricional semelhante à obtida por Fayadet al. (2002) e Barbosa (1993), que trabalharam com a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro de porte determinado, cv Roma VF, em LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO. No entanto, ordem de absorção diferente da obtida por Silva et al. (2009), que avaliando o efeito de dois materiais orgânicos na nutrição do tomateiro, cv Santa Cruz, cultivados em vaso em um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso argissólico do município de Rio Largo-AL, encontrou a seguinte ordem decrescente de acúmulo de nutrientes: N > K > Ca > S > Mg > P. Salienta-se que em ambos os trabalhos, os autores pesquisaram a marcha de absorção de nutrientes do tomateiro a partir do transplantio das mudas até a fase adulta, e não com a produção de mudas propriamente dita.

4. CONCLUSÕES

Os materiais utilizados nas composições dos substratos influenciam nas concentrações de macronutrientes em mudas de tomateiro.

A adubação foliar com macronutriente incrementa as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre na parte área de mudas de tomateiro.



SAEB = Solo+areia+esterco bovino; PaB= paú de buriti; RCCA = resíduo de carnaúba+casca de arroz; RCP = resíduo de carnaúba em pó; RCSD = resíduo de carnaúba semidecomposto; CAF = com adubação foliar; SAF = sem adubação foliar; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; letra minúscula compara os substratos e maiuscula compara a presença ou ausência de adubação foliar.

Figura 3. Teores totais dos macronutrientes nitrogênio (N), cálcio (Ca) e enxofre (S) na parte aérea de mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 DAS, em função da interação substratos (S) e adubação foliar (AF). Bom Jesus-PI, 2010.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I. N.; PINTO, J. E. B. P.; FURTINI NETO, A. E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; LADEIRA, A.; GEROMEL, C. Nitrogênio e fósforo na produção vegetal e na indução de mucilagem em plantas de insulina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 536-540, 2002.

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44, 2006, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. 9 p. 1 CD-ROM.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Qualidade da água na agricultura**. FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, Campina Grande: UFPB, 218 p, 1991.

BARBOSA, V. Nutrição e adubação de tomate rasteiro. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 323-339.

BARKER, A. V.; VOLK, R. J.; JACKSON, W. A. Root environment acidity as a regulatory factor in ammonium assimilation by the bean plant. **Plant Physiology,** Rockville, v. 41, n. 7, p. 1193-1199, 1966.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. **Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso**. 2007. 145 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

BREMMER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C. A. (ed.). **Methods of analysis**. part 2, Agronomy 9, New York: Academic Press, 1965. p. 1149-1178.

BUTTERS, B.; CHENERY, E. M. A rapid method for the determination of total sulfur in soils and plants. **Analyst**, Cambridge, v. 84, p. 239-245, 1959.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. QUEIROZ, 1995. p. 27-37.

CARVALHO, M. G.; SOUZA, V. A. B.; LIMA, A.C.; BRITO, E. S.; ALVES, R. E.; BEZERRA, T. S. Características nutricionais de três tipos de nozes nativas do Meio-norte. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 3., 2005, Gramado, RS. **Anais...**(CDRom). EmbrapaTrigo/SBMP, 2005. 2008.

CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F. **Method of analysis for soils, plants and waters.** Berkeley: Agriculture Publishing Office. 1961. 309p.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, p. 83-89, 2007.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Ed. Plantas, 2004. 403p.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 604 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.

FISKE, S. 1952. The colormetric determination of phosphorus. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 66, p. 375-400, 1952.

FONTES, P.C.R., WILCOX, G.E. Growth and phosphorus uptake by tomato cultivars as influenced by P concentration in soil and nutrient solution. **Journal of the American Society for Horticultural Science,** Alexandria, v. 109, n. 5, p. 633-636, 1984.

GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia,** Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.

GLASS, A.D.M. Plant Nutrition. In: JONES, L. BERTLETT, A. (Ed.). **An introduction to current concepts**. Boston: Academic Press, 1989. p. 234-254.

GOMES, K. C. O. **Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento e nutrição mineral de mudas de angico-branco e garapa.** 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2002.

GOMES, K. C. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; SILVA, S. R. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 785-792, 2004.

GONÇALVES, E. O. **Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e a nutrição mineral de mudas de angico-vermelho (*Anadenantheramacrocarpa* (Benth.) Brenan) e sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia*Benth.).** 2007. 151 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

GUIMARÃES, A. R. C.; SOUZA, V. A. B.; VALE, E. M. Estudo de quebra de dormência em sementes de castanheira-do- gurguéia (Dipteryxlacunifera DUCKE). In. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Anais...** Vitória, 2008.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira***,* Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509, 2002.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA, J. M. Nutrição mineral de hortaliças. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro destinado ao processamento industrial. **Anais daESALQ**, Piracicaba, v. 35, p. 243-270, 1978.

HAGEMAN, R. H.; BELOW, F. E. Role of nitrogen metabolism in crop productivity. *In:* ABROL, Y.P. (Ed.). **Nitrogen in higher plants.** Taunton: Research Studies, 1990. p. 313-334.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

MACIEL, A. L. R.; SILVA, A. B.; PASQUAL, M. Aclimatação de plantas de violeta (*Saintpaulia ionantha* wendl) obtidas *in vitro*: efeitos do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 9-12, 2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 631p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.319 p.

MAPA. Instituição normativa. DAS nº 17, de 21 de maio de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de maio de 2007, seção 1, p.8.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobiumamazonicum* Herb.) na fase de muda. **RevistaCerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, A. E. **Principles of Plant Nutrition**. 5. ed. Berna: International Potash Institute, 2001. 864 p.

MILLER, M. H. Effects of nitrogen on phosphorus absorption by plants. In: CARSON, E.W. (Ed.). **The plant root and is environment.** Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p. 643-668.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência,** Pelotas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2006.

PAPADOPOULOS, A.P. **Grow in greenhouse tomatoes in soil and soilless media**. Ontário: Agriculture Canada Publication, 1991. 79 p.

PAREDES, J. Q.; RUIVO, M. L. P.; COSTA, J. P. V.; DIAS, L. E.; RUIZ DIAZ, R. Formação de mudas de Mimosa tenuiflora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1995. p. 813-815.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 116 p.

PURITCH, G.S.; BARKER, A.V. Structure and function of tomato leaf chloroplasts during ammonium toxicity. **Plant Physiology***,* Rockville, v. 42, n. 7, p. 1229-1238, 1967.

QEIROGA NETO, V. **Caracterização físico-química e nutricional do óleo e proteínas de amêndoas de fava-de-morcego (*Dipteryx lacunifera* Ducke).** 2005. 142 p. TESE (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: CERES/POTAFÓS, 1991, 343 p.

RAMOS, M. R. C.;PINTO, J. E. P. B.; FURTINI NETO, A. E.; DAVIDE, A.C. Influência da Aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio no Crescimento e Composição Mineral de Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 79-86, 2000.

RENÓ, N. B.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em LATOSSOLO

VERMELHO-AMARELO. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 17-25, 1997.

ROCHA, L. F. Fava-de-morcego e araçá do cerrado: dormência de sementes e substrato para mudas. XVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPI. **Anais...** Teresina, Universidade Federal do Piauí, 2009. CD-ROM.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 937-944, 2002.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. A. New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...**Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. A. New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...**Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, J. A. C.; COSTA, J. P. V.; REIS, L. S. R; BASTOS, A. L.; LIMA, D. F. Nutrição do tomateiro (*Lycopersiconesculentum*) em função de doses de fertilizantes orgânicos. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 242-253, 2009.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Isolados de estreptomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 447-453, 2010.

SOUSA, C. S.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 195-203, 2009.

SPSS Inc. 2000. **SigmaPlot_ 2000 user's guide**. SPSS Inc., Chicago, IL.

VIEIRA JÚNIOR, G. M.; SILVA, H. R.; BITTENCOURT, T. C.; CHAVES, M. H. Terpenos e ácidos graxos de *Dipterix lacunifera* Ducke. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 1658-1662, 2007.

ZHANG, S.; HU, F.; LI, H.; LI, XIUQIANG. Influence of earthworm mucus and amino acids on tomato seedling growth and cadmium accumulation. **Environmental Pollution**, New York, v. 157, n.10, p. 2737-2742, 2009.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Área de carnaubal (*Copernicia prunifera*) nativo, município de Sussuapara - PI, 2010 59

Anexo 2. Bagana de carnaúba (*Copernicia prunifera*) "deixada em repouso" na própria área de extração, município de Sussuapara - PI, 2010 59

Anexo 3. Resíduo gerado no processo de destilação do pó de carnaúba (*Copernicia prunifera*), usina instalada no município de Picos - PI, 2010 60

Anexo 4. Resíduo gerado no processo de destilação do pó de carnaúba (*Copernicia prunifera*) descartado a céu aberto, município de Sussuapara - PI, 2010 60

Anexo 5. Processo de esterilização física de resíduos orgânicos utilizados como substratos, Bom Jesus - PI, 2010 61

Anexo 6. Detalhe do processo de esterilização física de resíduos orgânicos utilizados como substratos, Bom Jesus - PI, 2010 61

Anexo 7. Vista do ambiente protegido utilizado na condução do experimento. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 62

Anexo 8. Preenchimento de bandejas, com substratos, para plantio das sementes de tomate. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 62

Anexo 9. Semeadura das bandejas de plantio, utilizando sementes de tomate não peletizadas. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 63

Anexo 10. Disposição das bandejas de plantio no ambiente protegido, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 63

Anexo 11. Plântulas de tomateiro aos 9 (nove) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 64

Anexo 12. Mudas de tomateiro aos 16 (dezesseis) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 64

Anexo 13. Irrigação com pulverizador costal, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 65

Anexo 14. Detalhe da irrigação com pulverizador costal, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010..... 65

Anexo 15. Posicionamento do termo-higrômetro digital instalado no interior do ambiente protegido, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010..... 66

Anexo 16. Mudas de tomateiro aos 28 (vinte e oito) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 66

Anexo 17. Avaliação de características agronômicas em mudas de tomateiro. Laboratório de Genética e Melhoramento de Plantas, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010 67

Anexo 18. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, em função de diferentes substratos (S) e da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010 67

Anexo 19. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, em função de diferentes substratos (S3 = resíduo de carnaúba + casca de arroz; S5 = resíduo de carnaúba semi-decomposto) e da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010 68

Anexo 20. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, no substrato S5 (resíduo de carnaúba semi-decomposto) em função da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010 68

Anexo 1. Área de carnaubal (*Copernicia prunifera*) nativo, município de Sussuapara - PI, 2010.

Anexo 2. Bagana de carnaúba (*Copernicia prunifera*) "deixada em repouso" na própria área de extração, município de Sussuapara - PI, 2010.

Anexo 3. Resíduo gerado no processo de destilação do pó de carnaúba (*Copernicia prunifera*), usina instalada no município de Picos - PI, 2010.

Anexo 4. Resíduo gerado no processo de destilação do pó de carnaúba (*Copernicia prunifera*) descartado a céu aberto, município de Sussuapara - PI, 2010.

Anexo 5. Processo de esterilização física de resíduos orgânicos utilizados como substratos, Bom Jesus - PI, 2010.

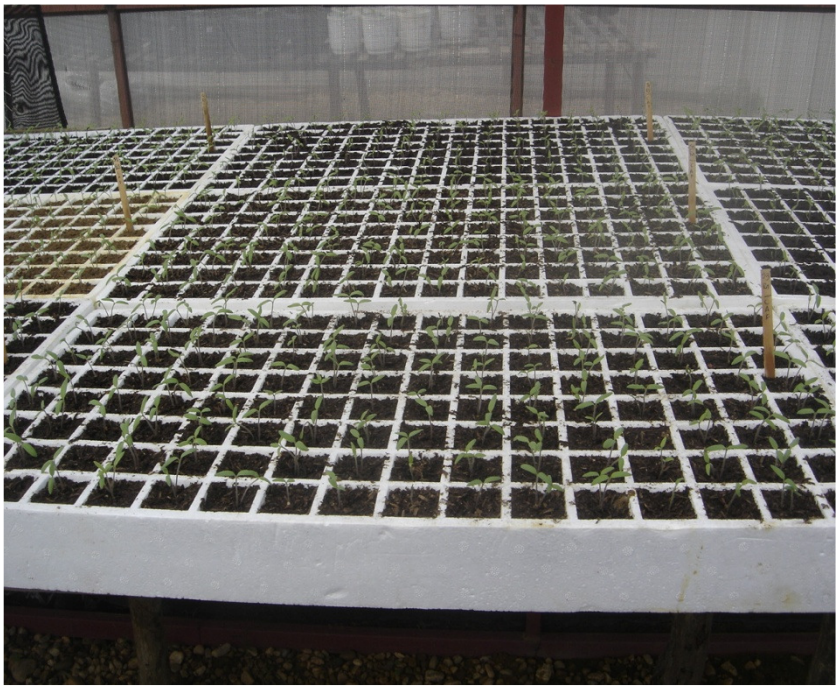
Anexo 6. Detalhe do processo de esterilização física de resíduos orgânicos utilizados como substratos, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 7. Vista do ambiente protegido utilizado na condução do experimento. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

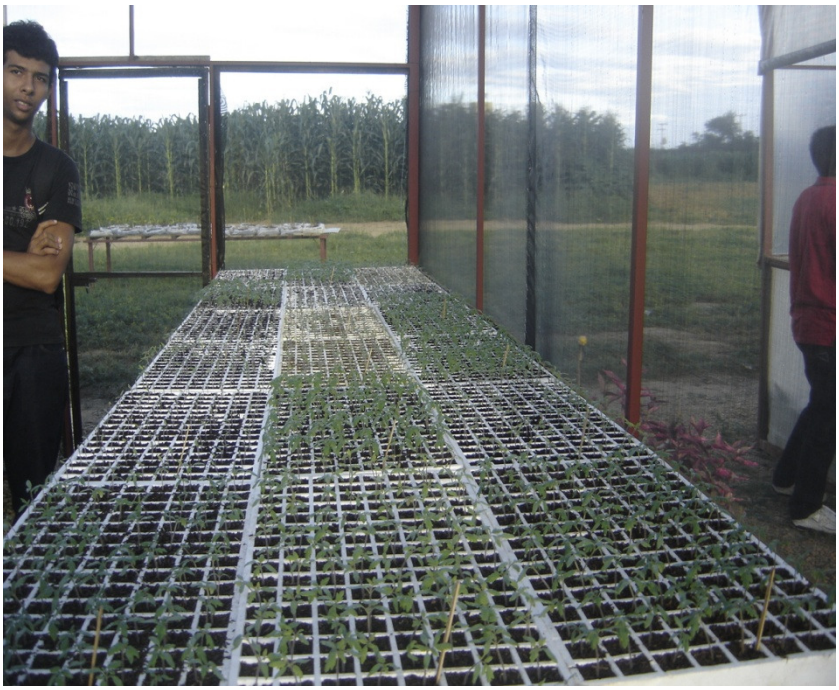
Anexo 8. Preenchimento de bandejas, com substratos, para plantio das sementes de tomate. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 9. Semeadura das bandejas de plantio, utilizando sementes de tomate não peletizadas. Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 10. Disposição das bandejas de plantio no ambiente protegido, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.



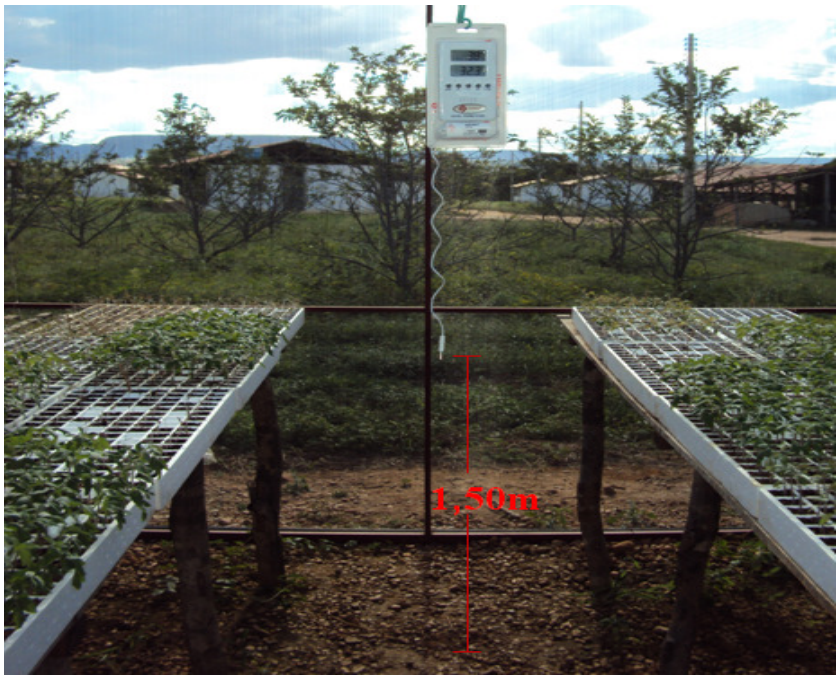
Anexo 11. Plântulas de tomateiro aos 9 (nove) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.



Anexo 12. Mudas de tomateiro aos 16 (dezesseis) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 13. Irrigação com pulverizador costal, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 14. Detalhe da irrigação com pulverizador costal, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.



Anexo 15. Posicionamento do termo-higrômetro digital instalado no interior do ambiente protegido, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 16. Mudas de tomateiro aos 28 (vinte e oito) dias após a semeadura, Setor de Horticultura, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 17. Avaliação de características agronômicas em mudas de tomateiro. Laboratório de Genética e Melhoramento de Plantas, CPCE/UFPI, Bom Jesus - PI, 2010.

Anexo 18. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, em função de diferentes substratos (S) e da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010.

Anexo 19. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, em função de diferentes substratos (S3 = resíduo de carnaúba + casca de arroz; S5 = resíduo de carnaúba semi-decomposto) e da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010.

Anexo 20. Gradiente apresentado em mudas de tomateiro cv. Caline IPA 6 aos 37 dias após a semeadura, no substrato S5 (resíduo de carnaúba semi-decomposto) em função da adubação foliar (SAF = sem adubação foliar; CAF = com adubação foliar). Bom Jesus-PI, 2010.