

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA e
ZOOTECNIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

PRODUÇÃO DE TOMATE EM SUBSTRATOS E EM NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO EM TANGARÁ DA SERRA - MT

ADALBERTO SANTI

CUIABÁ - MT

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA e
ZOOTECNIA

Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

PRODUÇÃO DE TOMATE EM SUBSTRATOS E EM NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO EM TANGARÁ DA SERRA - MT

ADALBERTO SANTI

Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. WALCYLENE L. M. P. SCARAMUZZA

Co-orientador: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO SCARAMUZZA

Tese apresentada à Faculdade de
Agronomia, Medicina Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de
Mato Grosso, para obtenção do título de
Doutor em Agricultura Tropical.

CUIABÁ - MT

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S235p	<p>Santi, Adalberto</p> <p>PRODUÇÃO DE TOMATE EM SUBSTRATOS E EM NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM TANGARÁ DA SERRA - MT /</p> <p>Adalberto Santi. -- 2014</p> <p>114f.: il.color; 30 cm.</p> <p>Orientadora: Walcyline Lacerda Matos Pereira Scaramuzza. Co-orientador: José Fernando Scaramuzza.</p> <p>Tese (doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Cuiabá, 2014.</p> <p>Inclui bibliografia.</p> <p>1. Tomate. 2. Cultivo protegido. 3. Nutrição mineral. 4. Fertirrigação. I. Título</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA e
ZOOTECNIA

Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: PRODUÇÃO DE TOMATE EM SUBSTRATOS E EM NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM TANGARÁ DA SERRA - MT

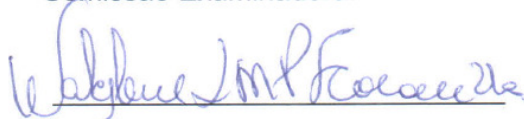
Autor: ADALBERTO SANTI

Orientadora: Dr^a. WALCYLENE L. M. P. SCARAMUZZA

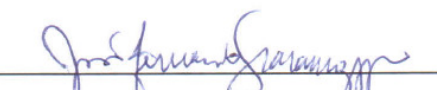
Co-orientador: Dr. JOSÉ FERNANDO SCARAMUZZA

Aprovada em 27 de novembro de 2014.

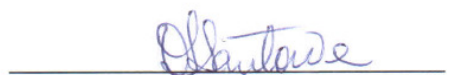
Comissão Examinadora:



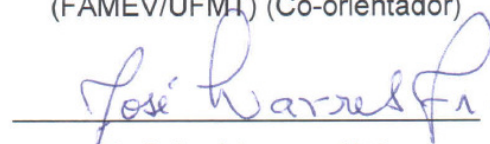
Prof^a. Walcyrene L. M. P. Scaramuzza
(FAMEV/UFMT) (Orientadora)



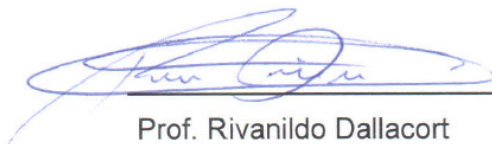
Prof. José Fernando Scaramuzza
(FAMEV/UFMT) (Co-orientador)



Prof^a. Oscarlina Lúcia dos S. Weber
(FAMEV/UFMT)



Prof. José Lavres Júnior
(USP/CENA)



Prof. Rivaniildo Dallacort
(UNEMAT)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Pedro Santi e Maria Nemeth Santi

À minha esposa: Marli Monteiro Rosa Santi

Aos meus filhos: Eduarda Monteiro Santi e Humberto Santi

AGRADECIMENTOS

"A cada vitória o reconhecimento devido ao meu Deus, pois só Ele é digno de toda honra, glória e louvor".

Senhor, obrigado pelo fim de mais essa etapa.

À minha família, pela base sólida que sempre me deu força para encarar a vida de frente. A minha mãe pelo amor intenso. Ao meu pai pelos pés no chão e pelo carinho sempre.

À minha esposa, melhor amiga e companheira de todas as horas, pelo carinho, compreensão e amor.

À Universidade do Estado de Mato Grosso e à Universidade Federal de Mato Grosso pela oportunidade de realização do curso.

Aos professores Dr^a. Walcyline Lacerda Matos Pereira Scaramuzza e Dr. José Fernando Scaramuzza pelo apoio, amizade e orientação, sempre eficiente, criteriosa e disponível.

Aos professores e funcionários que participam do Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical, pelos conhecimentos adquiridos.

Aos amigos e colegas de curso, pela ajuda mútua, amizade e agradável convivência.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	03
ABSTRACT	05
1 INTRODUÇÃO GERAL	07
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Tomate.....	10
2.2 Microclima em Ambiente Protegido.....	13
2.3 O Cultivo do Tomateiro em Substratos.....	15
2.4 Fertirrigação dos Substratos.....	22
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
4 ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS DE MALHAS DE SOMBREAMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO NO CULTIVO DO TOMATEIRO	37
Resumo.....	37
Abstract.....	38
4.1 Introdução.....	39
4.2 Material e Métodos.....	42
4.2.1 Localização experimental.....	42
4.2.2 Tratamentos.....	42
4.2.3 Execução do experimento	42
4.2.4 Monitoramento climático.....	43
4.2.5 Análise estatística.....	44
4.3 Resultados e Discussão.....	45
4.4 Conclusões.....	55
4.5 Referências Bibliográficas.....	56
5 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO CULTIVADOS EM DIFERENTES SOMBREAMENTOS E FONTES DE NUTRIENTES	59
Resumo.....	59
Abstract.....	61
5.1 Introdução.....	63
5.2 Material e Métodos.....	66
5.2.1 Localização experimental.....	66
5.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	66
5.2.3 Execução do experimento	68
5.2.4 Características avaliadas.....	69
5.2.5 Análise estatística.....	70
5.3 Resultados e Discussão.....	71
5.4 Conclusões.....	83
5.5 Referências Bibliográficas.....	84
6 PRODUÇÃO DO TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO CULTIVADO EM SUBSTRATOS	87

Resumo.....	87
Abstract.....	88
6.1 Introdução.....	89
6.2 Material e Métodos.....	92
6.2.1 Localização experimental.....	92
6.2.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	92
6.2.3 Execução do experimento	94
6.2.4 Variáveis analisadas.....	95
6.2.5 Análise estatística.....	96
6.3 Resultados e Discussão.....	98
6.4 Conclusões.....	109
6.5 Referências Bibliográficas.....	110
7. CONCLUSÕES GERAIS.....	114

PRODUÇÃO DE TOMATE EM SUBSTRATOS E EM NÍVEIS DE SOMBREAMENTO EM TANGARÁ DA SERRA - MT

RESUMO - A situação atual da economia brasileira proporciona esforços na busca de aumento da produção a custos mais baixos. Desse modo, é importante caracterizar as alterações microclimáticas de ambientes em função da cobertura empregada, bem como o manejo da produção de tomate em substrato a partir de resíduos agroindustriais. Assim, o presente estudo teve por objetivo: a) Avaliar as alterações microclimáticas provocadas pelo uso de malhas de sombreamento no cultivo do tomateiro; b) Avaliar as características do substrato de cultivo e a produtividade biológica (produção e distribuição de biomassa); e c) Avaliar a qualidade química dos substratos e as variáveis biométricas de seis genótipos de tomateiro ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max'), cultivados em ambiente protegido com diferentes tipos de cobertura, taxa de fornecimento de adubação orgânica, proporções de substrato de cultivo e sob diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada. O trabalho com tomate em substrato no cultivo protegido em Tangará da Serra foi delimitado por meio de matriz Baconiana com 24 tratamentos e cinco repetições dispostos em blocos casualizados, no período de junho a setembro de 2012, em que foram avaliados: a) os genótipos de tomate; b) as coberturas do ambiente protegido; c) o efeito da proporção de torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada formando o substrato de cultivo; d) a adubação orgânica com cama de frango adicionado ao substrato de cultivo; e) o efeito de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada ao tomateiro. Analisaram-se os dados de radiação solar global, temperatura e umidade relativa dos ambientes e os dados de temperatura do substrato de cultivo do tomateiro, bem como a produtividade de massa fresca e partição de assimilados das folhas, haste, racimos, frutos e raiz do tomateiro. Determinaram-se ainda os atributos químicos dos substratos e as variáveis biométricas do tomateiro: o número de frutos totais, número de frutos comerciais, número de frutos não comerciais, comprimento, diâmetro

e peso médio do fruto, bem como as produções comercial e total. Observou-se que o ambiente protegido reduziu a radiação solar global e ao longo do dia o seu valor flutuou, em função do ângulo zenital do sol e tipos de cobertura. O aumento de torta de filtro no substrato aumentou a densidade do substrato, a capacidade de retenção de água, o pH, a condutividade elétrica e o teor de nutrientes dos substratos. O cultivar Sweet Million foi o mais produtivo.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, torta de filtro, sombreamento, solução nutritiva.

EFFECT OF SUBSTRATES AND OF TYPES OF SHADE NETS ON TOMATO PRODUCTION IN TANGARÁ DA SERRA - MT

ABSTRACT - The current situation of the Brazilian economy provides efforts on increase of production at lower costs. Thus, it is important to characterize the microclimate changes due to the shade net employed as well as the management of tomato production in substrate from agro-industrial residues. Therefore, the present study aimed to: a) Evaluate the microclimatic changes caused by the use of shading netting in tomato cultivation; b) Evaluate the characteristics of the substrate and the biological productivity (yield and distribution of biomass); c) Evaluate the chemical quality of the substrates and the biometric variables of tomato six genotypes ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max'), grown under protected cultivation with different coverage types, rate of organic fertilizer, cultivation substrate ratios and under fertirrigation system with different ionic concentrations of nutrient solution. The study with tomato in substrate under protected cultivation in Tangará da Serra - MT, Brazil, was delimited by the matrix Baconian with 24 treatments and five replications in randomized block design, in the period of June to September of 2012, in which it was assessed: a) the tomato genotypes; b) covers of the protected cultivation; c) the effect of the proportion of filter cake mixed with carbonized rice hull forming the substrate; d) the organic fertilization with poultry litter added to the substrate; e) the effect of fertirrigation with different ionic concentrations of the nutrient solution for tomato. The data of solar radiation, temperature and relative humidity of ambient and the data of the substrate temperature were analyzed, as well as ,the productivity of fresh weight and assimilate partitioning of the leaves, rod clusters, fruit and root tomato. It was determined the chemical properties of the substrates and the tomato biometric variables: the number of total fruits, number of commercial fruits, number of unmarketable fruits, length, diameter and average weight of the fruit, as well as, the commercial production and total. It was observed that the protected cultivation reduces global solar radiation and throughout the day its

value fluctuated, depending on the zenith angle of the sun and types of coverage. The increase of filter cake on the substrate increased the density of the substrate, the water retention capacity, pH, electrical conductivity and nutrient content of the substrates. The cultivar Sweet Million was the most productive.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, filter cake, shading, nutrient solution.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os híbridos de tomate dos tipos caqui, cereja, italiano e santa cruz estão dentre as hortaliças de frutos mais cultivadas no Brasil, dado à sua grande aceitação no mercado e preços compensadores.

O mercado hortícola tem se tornado mais exigente, demandando alternativas viáveis para o aumento quantitativo da produção de tomate e a manutenção do fornecimento ao mercado o ano todo, especialmente a obtenção de produtos de qualidade. Frente a esses fatos os produtores têm procurado suprir essa demanda com novos sistemas de cultivo, em alternativa aos sistemas tradicionais em campo, buscando promover o cultivo fora de época, diminuir custos, aumentar a produtividade e o cultivo em ambiente protegido, que juntamente com as novas tecnologias aplicadas à área de irrigação, como a aplicação localizada, fertirrigação e mais recentemente o cultivo em substratos, tem propiciado bons resultados.

O cultivo protegido introduzido no Brasil surgiu como resposta à evolução da tecnologia para o cultivo de hortaliças a partir da década de 70, com o propósito nas épocas de alta disponibilidade energética, atenuar ou até mesmo reduzir a densidade de fluxo de radiação solar. Nesse contexto, o material de cobertura do ambiente protegido tem papel fundamental, pois é um agente modificador do clima local, ou seja, do microclima do ambiente protegido.

O ambiente protegido permite o aumento na produtividade e a obtenção de frutos com boa qualidade, pois acelera o crescimento das plantas, com redução no tempo entre os distintos estádios fenológicos e na intensidade de extração de água e de nutrientes quando comparado ao cultivo no campo.

Dentre as hortaliças de frutos cultivadas em ambiente protegido, destaca-se o tomateiro. A temperatura, a umidade relativa do ar, e a radiação solar são as variáveis climáticas que mais afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do tomateiro. A radiação solar global é a

variável meteorológica que mais afeta o processo de transpiração das plantas no interior de um ambiente protegido.

A escolha dos filmes plásticos, malhas de sombreamento para regiões de elevadas temperaturas, com altos índices pluviométricos e radiação solar elevada, tornam-se um fator essencial para o controle adequado do nível de radiação solar, temperatura e umidade no interior do ambiente protegido, principalmente em regiões tropicais, o que implica em escolher filmes plásticos, malhas de sombreamento com a finalidade de gerar um microclima favorável para o desenvolvimento da cultura. Assim, o uso de coberturas plásticas e malhas de sombreamento tornam-se viáveis para produção de tomate em épocas, ou em lugares, cujas condições climáticas são críticas.

Há um crescente interesse dos produtores brasileiros pelo cultivo de hortaliças em substratos e dos pesquisadores em estudá-lo. Provavelmente, baixa qualidade dos substratos utilizados no Brasil seja uma das razões, por não reunirem um conjunto de características físicas, químicas e biológicas adequadas do mesmo para o crescimento e produção de tomate.

O crescimento das plantas é influenciado por fatores como clima, composição da solução nutritiva, substrato de cultivo, frequência de irrigação, fertirrigação, estado fitossanitário da cultura e seu potencial genético, os quais certamente interagem com os substratos utilizados na produção do tomateiro.

O uso de torta de filtro, casca de arroz e cama de frango, que devido às atividades agropecuárias são resíduos disponíveis na região de Tangará da Serra, na composição de substratos no cultivo de tomate, por possuírem nutrientes na sua composição, possibilitam a redução no uso de fertilizantes fertirrigados aplicados na cultura. O emprego de malhas de sombreamento para cobertura de ambientes protegidos traz benefícios para o desenvolvimento, produção e qualidade do tomateiro, resultando em benefícios ao produtor, independente do cultivar e do manejo na produção de tomate em substrato.

Assim, o presente trabalho foi dividido em três capítulos em que os objetivos foram: a) Avaliar as alterações microclimáticas provocadas pelo uso de malhas de sombreamento no cultivo do tomateiro em ambiente protegido e sua relação com as condições externas; b) Avaliar os atributos do substrato de cultivo e a produtividade biológica (produção e distribuição de biomassa) de seis genótipos de tomateiro ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max'), cultivados em ambiente protegido com diferentes tipos de cobertura, taxa de fornecimento de adubação orgânica, proporções de substrato de cultivo em diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada; c) Avaliar a qualidade química dos substratos e as variáveis biométricas de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido com diferentes tipos de cobertura, taxa de fornecimento de adubação orgânica, proporções de substrato de cultivo e sob diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate

A espécie cultivada *Solanum lycopersicum* Mill. é uma hortaliça originária da parte ocidental da América do Sul, tendo como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando por Colômbia, Peru e Bolívia, até o norte do Chile. No período anterior à colonização espanhola foi levado para o México onde foi cultivado e melhorado e posteriormente introduzido na Europa, em meados do século XVI (Alvarenga, 2004; Costa e Heuvelink, 2005; Filgueira, 2008). Na Europa, a nova cultura foi rapidamente adotada pelos países do Sul, sobretudo Itália e Espanha, contudo, nos países do Norte e Centro foi temida como venenosa, tendo sido inicialmente utilizada principalmente como ornamental (Costa e Heuvelink, 2005; Filgueira, 2008).

O tomate foi introduzido no Brasil pelos imigrantes europeus, principalmente italianos, espanhóis e portugueses, no final do século XIX. Porém, a difusão e o incremento no consumo começaram a ocorrer apenas depois da Primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004).

O tomateiro é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, superada apenas pela batata. Segundo a FAO-Food and Agriculture Organization (2014), os dez países maiores produtores de tomate foram, em ordem decrescente: China, Índia, EUA, Turquia, Egito, Irã, Itália, Espanha, Brasil e México, sendo que a produção mundial foi de, aproximadamente, 161 milhões de toneladas provenientes de 4,8 milhões de hectares, e tem crescido rapidamente na última década, tanto em termos de produção, quanto em área e produtividade (FAO, 2014).

No Brasil a cultura ocupa uma área de 68,08 mil hectares, cuja produção atinge 4,1 milhões de toneladas (aproximadamente 3,0% da produção mundial). Desse total, aproximadamente 37% são destinados à indústria e 63% para consumo “in natura”. Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os principais estados produtores, respondendo por quase 65% da

produção nacional. Mato Grosso responde por área de 229,0 hectares e um rendimento de 19,3 toneladas por hectares (IBGE, 2011).

O agrupamento das cultivares e híbridos de tomate destinados ao consumo in natura é polêmico e regionalizado. As cultivares atualmente plantadas podem ser reunidas em cinco grupos ou tipos diferenciados: grupo santa cruz, grupo salada, grupo cereja, grupo italiano e grupo industrial (Filgueira, 2008). A norma de classificação de tomate elaborada pelo Centro de Qualidade em Horticultura do CEAGESP (CQH/ CEAGESP, 2003) define os grupos Caqui, Saladete, Santa Cruz, Italiano e Cereja através da relação comprimento e diâmetro equatorial, a exceção do grupo cereja, que se baseia apenas no diâmetro equatorial.

A produção de tomate para consumo in natura no Brasil sofreu grandes transformações tecnológicas. Um dos principais ajustes se refere à segmentação no campo das cultivares com a introdução de híbridos do tipo “longa vida”, a nova geração de híbridos vem substituindo as tradicionais cultivares. Della Vecchia e Koch (2000); Alvarenga (2004) relatam que a terminologia longa vida é designada aos frutos com características de maior conservação pós-colheita, ou seja, demoram mais tempo para completar o processo de amadurecimento, ao contrário das variedades tradicionais, que possuem uma curta vida pós-colheita (Quadro 1).

Quadro 1 – Vida média pós-colheita de tomates longa vida

Tipos de tomate	Vida média pós-colheita (dias)	
	Verão	Inverno
Tradicional	4	7
Longa vida estrutural	8 – 12	14 – 21
Longa vida Alc ⁽¹⁾	8 – 12	14 – 21
Longa vida Rin ⁽²⁾	12 – 16	21 – 28
Longa vida Nor ⁽³⁾	12 – 20	21 – 35
Longa vida Rin/Nor	16 – 20	28 – 35

Fonte: Della Vecchia e Koch (2000); Giordano et al. (2003); Alvarenga (2004);

⁽¹⁾ Alcobaça = condiciona menor velocidade de amadurecimento; ⁽²⁾ Ripening inhibitor = inibidor de amadurecimento; ⁽³⁾ Non ripening = não amadurece.

No entanto, a qualidade gustativa destes híbridos tem sido alvo de críticas, pois os mesmos genes que conferem a característica desejável “longa vida” causam também efeitos deletérios no sabor, aroma, textura e teor de licopeno (Gualberto et al., 2002; Melo, 2003).

Em vista do manejo diferenciado, a produção de tomate em ambiente protegido, demanda cultivares bem adaptada e que proporcionem o máximo de rendimento de produtos de elevado padrão de qualidade. Para obter o máximo de benefícios de cada um desses diferentes sistemas de cultivo, o conhecimento da interação genótipos x ambientes é fundamental, uma vez que ela se faz presente todas as vezes em que se testam diversas cultivares em diferentes condições ambientais (Gualberto et al., 2002). Melo et al. (2012) em seus trabalhos notaram que o desempenho das plantas pode ser diretamente influenciado pela interação entre cultivares e diferentes substratos.

As mudanças que ocorrem na composição do tomate cultivado em substratos têm sido estudadas por meio de algumas características de qualidade, tais como: tamanho do fruto, acidez, sólidos solúveis, teor de açúcares, textura, dentre outros (Fontes et al., 2004; Feltrin et al., 2005; Pires et al., 2009). Bernardi et al. (2007) verificaram que os diferentes tipos de substratos utilizados na pesquisa, influenciaram a qualidade dos frutos avaliadas em função da acidez titulável, pH, firmeza e concentração de ácido ascórbico (vitamina C), o mesmo não ocorrendo para o °Brix. Já Fontes et al. (2004) não encontraram diferenças significativas no valor de pH do tomate produzido em ambiente protegido, em diferentes substratos, esses autores atribuem aos valores de pH mais baixos, função da maior concentração de ácido cítrico nos frutos, uma vez que se observou uma relação significativa ($p < 0,05$) inversa com coeficiente de correlação (r) igual a 0,792 entre estas duas variáveis.

2.2 Microclima em Ambiente Protegido (Genótipo x Ambiente)

A utilização de ambiente protegido, principalmente para a produção de plantas e hortícolas, tem aumentado consideravelmente, devido às vantagens relacionadas à maior proteção quanto aos fenômenos climáticos, como geadas, excesso de chuvas, queda acentuada de temperatura durante a noite, proteção do solo contra a lixiviação e redução dos custos com fertilizantes e defensivos (Vasquez et al., 2005).

O tipo de material utilizado na cobertura de ambientes protegidos assume papel importante na definição do microclima desses. Em estudos em que se objetiva determinar a magnitude da radiação fotossinteticamente ativa sob condições de casa-de-vegetação, tal cobertura afeta a densidade de fluxo de radiação no interior do ambiente de cultivo, de acordo com a variação da sua transmissividade, além disso, a razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global sofre variações espaciais, sazonais e interanuais, dependendo das condições meteorológicas reinantes e do clima local (Finch et al., 2004; Steidle Neto et al., 2006).

O desenvolvimento das plantas depende fundamentalmente do clima, onde os fatores climáticos como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou não, no desenvolvimento da planta, sendo assim, controlar esses fatores é de suma importância (Santos et al., 2010). O tomateiro é uma planta muito sensível às condições climáticas e estas, quando desfavoráveis e aliadas a outros fatores, contribuem para que seu cultivo ocorra em condições protegidas, de modo que o ambiente protegido vem somar a busca por melhores resultados.

O clima ideal para o cultivo do tomate é aquele com temperatura amena durante o dia e noites frias. Regiões com temperatura média acima de 30 °C, não são recomendadas para o cultivo dessa hortaliça. Acima de 35 °C há uma tendência dos frutos maduros tornarem-se amarelos e não vermelhos (Luz et al., 2002). Formam-se frutos com coloração amarelada em razão da redução da síntese de licopeno (pigmento responsável pela coloração vermelha típica dos frutos) e aumenta a concentração de

caroteno, pigmento que confere coloração amarelada à polpa (Filgueira, 2008).

O tomateiro, normalmente, não tolera temperaturas extremas, entretanto a tolerância depende da cultivar, pois existem cultivares muito mais tolerantes que outras. Em cada fase do ciclo do tomateiro, existe uma temperatura considerada ótima, mas de maneira geral, temperaturas diurnas entre 25 a 30°C e noturnas entre 15 e 20°C são consideradas como favoráveis para seu bom desenvolvimento e produção (Brandão Filho e Callegari, 1999). Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG (2007), durante o pegamento dos frutos são necessárias temperaturas diurnas de 19 a 24°C e temperaturas noturnas de 14 a 17°C, onde temperaturas superiores a 30°C tanto à noite quanto durante o dia, têm-se a ocorrência de abortamento de frutos.

Temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa, representam condições climáticas que exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de forma geral (Ferreira et al., 2005). Os fatores climáticos que favorecem a fotossíntese e, conseqüentemente, a síntese de açúcares, melhoram a qualidade organoléptica dos frutos do tomateiro, pois o sabor, em hortaliças de fruto, depende principalmente do conteúdo de açúcares e aromas, assim como da acidez. Em tomate, o aumento da radiação favorece o conteúdo de açúcares e ácidos.

A crescente utilização de malhas de sombreamento denominadas sombrite, objetivando regularizar a produção, contornando problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais como alta luminosidade e altas temperaturas. Pois essas malhas reduzem a incidência direta dos raios solares, ocorrendo assim uma redução da temperatura favorável às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante. Essa menor incidência de energia solar pode contribuir para diminuir os efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração, e proporcionar melhores condições ambientais aumentando a produtividade e qualidade dos produtos hortícolas (Maciel et al., 2007). Contudo, o uso dessas malhas visando atenuar temperatura e irradiância

elevadas, pode apresentar o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade (Santos et al., 2010). Por outro lado, o uso das malhas termorefléticas e difusoras pode contornar esse problema, em razão da sua composição e proporcionar mais luz difusa ao ambiente, promovendo redução da temperatura, todavia não afetando significativamente os processos relacionados à fotossíntese (Polysack, 2012).

2.3 O Cultivo do Tomateiro em Substratos

O aumento na demanda por hortaliças de alta qualidade e ofertadas durante o ano todo, tem impulsionado alterações nas técnicas de produção, visando o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam a produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente (Carrijo et al., 2004; Fernandes et al., 2006a).

No Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido, vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto, valendo-se também da substituição do cultivo em solo pelo cultivo em substrato, principalmente quando a presença de patógenos no solo impossibilita seu cultivo (Carrijo et al., 2004; Fernandes et al., 2006a; Costa et al., 2009).

Em algumas regiões, esses problemas, limitam a produção no cultivo diretamente no solo, os produtores nem sempre dominam técnicas para solucioná-los, o que provoca uma intensa mudança de áreas de cultivo, ou a necessidade de tratamento do solo, causando grandes impactos ambientais. Uma saída para este problema é o cultivo em recipientes, ou seja, vasos ou sacos “slabs” preenchidos por substratos, prevenindo a degradação do solo em ambiente protegido e promovendo incrementos na produtividade e na qualidade dos frutos (Charlo et al., 2009a).

O termo “substrato para plantas” refere-se ao meio de crescimento utilizado no cultivo em recipientes. É um meio poroso, formado por partículas sólidas e poros. As partículas sólidas, de origem mineral, orgânica ou

sintética podem variar muito em aspectos físicos como aparência, forma, tamanho e massa específica (Fermino e Kämpf, 2012).

Guerrini e Trigueiro (2004) ressaltam ainda que substratos podem ser definidos como sendo o meio adequado para sustentação da planta e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos tóxicos e condutividade elétrica adequada. Sendo a matéria orgânica um componente indispensável por proporcionar redução na densidade aparente, global e aumento na porosidade do substrato em função da participação positiva dos materiais orgânicos.

Uma alternativa para contornar problemas citados anteriormente no cultivo protegido, está a utilização de substratos removíveis como suporte para as plantas, associados à técnica hidropônica em sistema aberto, ou seja, a fertirrigação por gotejamento em cuja prática se observa uma retenção maior de umidade e diminuição no consumo de energia elétrica, não havendo recirculação da solução nutritiva fertirrigada podendo-se daí evitar problemas com patógenos que atacam o sistema radicular das plantas (Gusmão et al., 2006; Factor et al., 2008). Com o incremento desta prática, houve necessidade do desenvolvimento de tecnologias, buscando aliar custos reduzidos de produção e manutenção de altas produtividades, para viabilizar o cultivo de hortaliças sob estruturas de proteção (Carrijo et al., 2004).

A modalidade de cultivo em substratos representa grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, uma vez que reduz os riscos da umidade excessiva em torno das raízes. Em períodos de elevada precipitação pluviométrica é comum o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, de acordo com a maior demanda do ciclo da cultura. Esta prática diminui ainda, os riscos de salinização do solo do meio radicular e a redução da ocorrência de problemas fitossanitários da cultura, que se traduzem em benefícios diretos no rendimento e qualidade dos produtos colhidos (Fontes et al., 2004). Costa et al. (2009) relatam que o substrato,

exerce a função do solo, fornecendo à planta, sustentação, nutrientes, água e oxigênio.

Fontes et al. (2004), Fernandes et al. (2006b) relatam que entre as propriedades dos substratos, o mesmo deve possuir boa aeração, boa retenção de água e nutrientes além de permitir drenagem eficiente, propiciando, deste modo, maior produtividade e melhor qualidade de frutos do tomateiro. A densidade de um substrato é definida como a massa de material sólido por unidade de volume do substrato e integra a relação das características exigidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2004) a serem informadas no rótulo dos produtos “substratos” comerciais registrados no país (Fermino e Kämpf, 2012).

Fonteno (2012) ressalta a importância de conhecer as propriedades físicas dos componentes de substratos, o que permitirá direcioná-los para as necessidades da planta. Da mesma forma, dirigindo-se a pesquisadores, afirma que protocolos de pesquisa com substratos devem incluir mensurações das propriedades físicas e hidráulicas.

O substrato deve apresentar algumas propriedades físicas e químicas intrínsecas importantes para sua utilização como, boa capacidade de retenção de água, na faixa de 1 a 5 kPa, alta disponibilização de oxigênio para as raízes, capacidade de manutenção da proporção correta entre fase sólida e líquida, alta capacidade de troca catiônica (CTC), baixa relação C/N entre outras, o que proporcionará maior crescimento e desenvolvimento do tomateiro e conseqüentemente maior produtividade (Martínez, 2002). Um substrato ideal deve possuir, entre outras características, uma porosidade acima de 85%, uma capacidade de aeração entre 10 e 30% e água facilmente assimilável de 20 a 30% (Carrijo et al., 2002)

Há necessidade de se verificar através de estudos, para cada espécie vegetal, o tipo de substrato ou a melhor mistura de substratos que permita a produção eficiente de plantas de qualidade. Para reduzir custos gerais, não raro o produtor rural elaborar seu próprio substrato, misturando materiais disponíveis. Elaborar uma mistura de qualidade não é uma tarefa fácil pois, a qualidade final depende de cada componente e da interação entre eles

(Fermino e Kämpf, 2012). Caracterizar os produtos encontrados nas diferentes regiões do país nas suas propriedades físicas e químicas e torná-los disponíveis como substrato agrícola, faz-se necessário, pois os mesmos devem ser de longa durabilidade, não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos, ter custo compatível, fácil utilização, disponível nas regiões de cultivo e não poluir (Fontes et al., 2004; Fernandes et al., 2006a; Costa et al., 2009; Lima et al., 2011).

Os materiais utilizados como substratos para plantas são vários, tais como, turfa, areia, isopor, espuma fenólica, argila expandida, perlita, vermiculita, casca de arroz, casca de pínus, fibra da casca de coco, serragem, entre outros (Fontes et al., 2004; Fernandes et al., 2006b, Fermino et al., 2010).

Considerando-se a disponibilidade e o baixo custo, tem sido investigada a possibilidade de utilizar, como componentes de substratos, os resíduos agrícolas. A utilização destes resíduos na formulação de substratos, além de contribuir para a redução do impacto dos mesmos ao meio ambiente, também proporciona redução de custo, quando disponíveis na região de produção. Assim, observa-se pesquisas com os materiais predominantes em suas regiões como a casca de arroz (Marouelli et al., 2005; Costa et al., 2009), casca de café (Pires et al., 2009; Lima et al., 2011), casca do fruto da mamoneira (Lopes et al., 2011), bagaço de cana-de-açúcar (Fernandes et al., 2006a), casca de amendoim (Melo et al., 2012), fibra da casca de coco (Costa et al., 2009; Domeño et al., 2010; Pires et al., 2009; Lima et al., 2011), maravalha (Carrijo et al., 2004; Marouelli et al., 2005; Domeño et al., 2009) e húmus (Hernández et al., 2008).

O interesse na utilização de resíduos orgânicos, se justifica não apenas pelos aspectos de reciclagem de nutrientes no próprio meio, aumento nos rendimentos das culturas mas, também pelo aproveitamento de uma fonte renovável de energia, reduzindo custos de produção, através da substituição ou diminuição do uso de fertilizantes minerais por fontes alternativas, que buscam uma agricultura sustentável, conservadora de recursos, eficiente no uso de energia e economicamente viável (Factor et al.,

2008; Melo et al., 2012). Fatos esses verificados por Factor et al., (2008) que, notaram a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes minerais, pela utilização de resíduos orgânicos, alcançando padrões semelhantes de qualidade e com boa produtividade das hortaliças.

O uso potencial de compostos orgânicos residuais da agroindústria sucroalcooleira no Brasil, como substratos na horticultura e como fontes de nutrientes tem se tornado cada vez mais um objeto de estudo (Santos et al., 2005, Vicente et al., 2008; Santana et al., 2012). A torta de filtro é um subproduto da indústria canaveira, composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, proveniente do processo de tratamento do caldo na clarificação do açúcar (Santos et al., 2010; Santos et al., 2011). Sua produção é da ordem de 30,0 a 40,0 kg por tonelada de cana moída (Santos et al., 2005; Santos et al., 2010).

A torta de filtro, composto basicamente orgânico tem composição química variável, teores de macronutrientes, N - 9,5 a 48,0; P (P_2O_5) – 7,6 a 22,5; K (K_2O) - 3,0 a 5,5; Ca – 9,1 a 24,3; Mg – 2,5 a 4,5; S – 3,1 a 7,2 g Kg^{-1} e teores de micronutrientes, B - 256,0; Cu – 43,0 a 124,0; Fe – 20.545,0 a 23.808,0; Mn 518,0 a 758,0 e Zn – 140,0 a 282,0 mg Kg^{-1} (Fravet et al., 2010; Santana et al., 2012; Santos et al., 2011). Na torta de filtro o fósforo presente é orgânico e sua liberação, se dá gradativamente por mineralização e por ataque de microorganismos, o mesmo fato ocorrendo para o nitrogênio que também é encontrado na torta de filtro. Já o cálcio que aparece em grande quantidade é resultado da chamada caleação do caldo durante o processo de tratamento para a fabricação do açúcar, já o fósforo provém da adição de produtos auxiliares de floculação das impurezas do caldo (Santos et al., 2010; Santos et al., 2011).

Segundo Rosseto e Dias (2005) quando incorporada ao solo, a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos, em doses elevadas apresenta propriedades corretivas da acidez do solo, devido aos efeitos quelantes da matéria orgânica sobre o alumínio. Por ser um material orgânico, a torta de filtro mostra elevada capacidade de retenção de água a baixas tensões.

Por sua composição química, a torta de filtro pode ser utilizada no cultivo das plantas, favorecendo o crescimento, a produção de biomassa, e melhorando as propriedades químicas do ambiente de produção das plantas, seja ele solo ou substrato de cultivo (Vicente et al., 2008). Fravet et al. (2010) verificaram que a aplicação de torta de filtro diminuiu o Brix do caldo e o Pol da cana, entretanto notaram aumento na produtividade de colmos e produtividade de sacarose por hectare. Já Santos et al. (2011) verificaram aumento do Brix ao se elevar as doses de fosfato pela elevação das doses de torta de filtro, também verificaram resultados crescentes na produtividade de açúcar. Portanto a torta de filtro apresentou potencial para substituir parte da adubação química.

O uso da torta de filtro representa grande reciclagem de nutrientes e de matéria orgânica. No momento de alta no preço dos fertilizantes, a utilização deste resíduo significa melhor aproveitamento e economia no uso do fósforo (Santos et al., 2010).

Resíduos da agroindústria disponíveis regionalmente podem ser utilizados como componentes para substratos propiciando a redução de custos, e auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente. Nesse sentido, a casca de arroz carbonizada, também vem sendo utilizada como componente da mistura para composição de substratos para o crescimento de plantas, por apresentar elevada disponibilidade e características favoráveis ao desenvolvimento vegetal (Steffen et al., 2010). Tem como característica a baixa densidade, elevado espaço de aeração, pH levemente alcalino e baixa retenção de umidade favorecendo o ambiente ao desenvolvimento da raízes por não promover a retenção excessiva de água (Carrijo et al., 2004; Guerrini e Trigueiro, 2004).

A casca de arroz carbonizada tem apresentado uma composição química variável, teores de macronutrientes, N–1,8 a 5,6; P – 0,7 a 2,6; K – 1,8 a 5,2; Ca – 0,6 a 6,3; Mg – 1,0 a 1,1; S – 0,2 a 6,5 g Kg⁻¹ e teores de micronutrientes, B – 97,8; Cu – 1,7 a 11,5; Fe – 372,9 a 440,0; Mn – 42,8 a

546,9 e Zn – 27,6 a 105,6 mg Kg⁻¹ (Carrijo et al., 2004; Guerrini e Trigueiro, 2004; Vidal et al., 2006).

Berar et al. (2010) relatam que a obtenção de substratos de boa qualidade é feito através da mistura de um material um pouco mais orgânico e inorgânico. Sendo assim, o substrato de resíduos agroindustriais contendo torta de filtro e casca de arroz carbonizada, assume tanto o efeito orgânico com o uso da torta de filtro como o efeito inorgânico da casca de arroz carbonizada, pois no processo de carbonização da casca o material passa de orgânico para inorgânico, afetando diretamente o processo de decomposição do material.

A casca de arroz carbonizada trata-se de um material leve e inerte à hidratação, seu acréscimo as misturas de substratos, promovem aumento na porosidade do substrato à medida que se eleva a sua porcentagem como componente na mistura, principalmente pela elevação no percentual de macroporos, promovendo redução na proporção de microporos do substrato, reduzindo sua capacidade de retenção de água. Desta forma o uso de altas doses desse componente promove o alto consumo de água para irrigação, devido ao aumento da frequência de irrigação pelo fato do excessivo espaço de aeração do substrato (Guerrini e Trigueiro, 2004; Soares et al., 2012).Esses mesmos autores relatam ainda que, para a composição física do substrato há uma necessidade da concentração de casca de arroz carbonizada no substrato estar entre 40 e 70%.

Para Pelizer et al., (2007) ao se desenvolver materiais alternativos para formulação de substratos, têm-se iniciativas interessantes na utilização de resíduos agroindustriais disponíveis regionalmente, como componente para substratos, promovendo redução nos custos da sua formulação, bem como auxiliando na redução da poluição ambiental, decorrente da deposição destes materiais em locais impróprios.

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). Tem-se também a utilização de fertilizantes e corretivos de natureza não renováveis, isto é, tendem a se esgotar, com o consumo crescente e contínuo, num futuro próximo. A extração e ou produção dos mesmos, geram impactos ambientais, que colaboram na degradação do ambiente.

Charlo et al. (2009a) destacam que vale salientar que a condução das plantas se torna mais fácil no sistema de cultivo em recipientes contendo substratos, pois as plantas desenvolvem seu sistema radicular normalmente, e assim ficam fixas, não sendo arrancadas por ocasião de ventos fortes, como pode ocorrer em cultivo hidropônico sem substrato.

2.4 Fertirrigação dos Substratos

As técnicas de cultivo protegido do tomateiro buscam minimizar as perdas causadas pelas adversidades climáticas e ambientais, além de otimizar o uso de insumos (Genuncio et al., 2010). A nutrição das hortaliças estabelecidas em substratos normalmente é realizada pelo uso de soluções nutritivas, fornecidas as plantas via fertirrigação, no entanto, devem ser adequadas a cada planta (Costa et al., 2009). Dentre os sistemas de cultivo protegido destacam-se a fertirrigação onde os fertilizantes são aplicados em conjunto com a irrigação, propiciando menores perdas de nutrientes (Moraes, 1997; Hebbar et al., 2004).

Para a sustentabilidade na produção do tomateiro em ambiente protegido é importante atender às exigências nutricionais da cultura, especialmente na época em que ocorre maior demanda por nutrientes, período definido em estudos de marcha de absorção e que podem contribuir para programas de adubação mais eficientes e, conseqüentemente, para maiores produtividades da cultura (Prado et al., 2011).

Para o adequado desenvolvimento da planta, faz-se necessário o suprimento correto de nutrientes em uma mistura adequada de composto orgânico, visando a obtenção de características de qualidade e produção satisfatórias do tomateiro, de forma a viabilizar o uso de substrato para a produção de tomate (Fontes et al., 2004). A fertirrigação oferece maior versatilidade para a aplicação de fertilizantes, podendo-se dosar

rigorosamente as quantidades de nutrientes e fornecê-los segundo as necessidades das plantas, buscando assim, otimização dos custos de produção e melhoria da qualidade dos frutos produzidos (Feltrin et al., 2005).

Moraes e Furlani (1999), Fontes et al. (2004), relatam que o uso intensivo do solo em condições de ambiente protegido, promove sua contaminação por bactérias, fungos e nematóides fitopatogênicos, além da salinização do mesmo. Esses problemas, em algumas regiões, têm limitado a produção nesse sistema e, os produtores nem sempre dominam técnicas para solucioná-los. Entretanto, uma alternativa para contornar esses problemas em cultivo protegido é a utilização de substratos removíveis associados com a fertirrigação por gotejamento, promovendo o incremento de produtividade e da qualidade dos frutos produzidos, pois fornece às plantas quantidades de nutrientes adequadas cada estágio de desenvolvimento da cultura (Gusmão et al., 2006; Charlo et al., 2009b).

Segundo Savvas et al. (2007), a frequência de fertirrigação interfere na salinidade do substrato, pois modifica a concentração de íons no meio de cultivo e sua distribuição. A elevada salinidade no ambiente radicular das plantas em ambiente protegido é bastante comum e pode ser oriunda do manejo inadequado da fertirrigação, causa freqüente em muitas regiões, acarretando redução no desenvolvimento vegetativo das culturas e posteriormente no rendimento (Medeiros et al., 2012). O acúmulo de sais em cultivos protegidos é bastante comum devido principalmente a falta de lixiviação dos sais, bem como pela intensificação da evaporação no local de cultivo e da evapotranspiração pelas plantas. Os pesquisadores Blanco e Folegatti (2008) relatam que aplicação de doses elevadas de N potencializa os efeitos de salinidade, reduzindo a tolerância da cultura do tomate.

Entre os principais fatores que afetam a concentração salina do substrato de cultivo, onde se desenvolve o sistema radicular está a transpiração, na qual consome quase a totalidade da água absorvida pelas raízes. Portanto a transpiração assume a função reguladora da relação entre consumo de nutrientes e o de água pelas plantas, influenciando o volume e a concentração de sais presentes nos efluentes do substrato de cultivo

(Steidle Neto et al., 2010). Em condições de alta transpiração do tomateiro cultivado em substratos, a fração lixiviada dos recipientes se reduz e a condutividade elétrica (CE) da solução drenada aumenta consideravelmente. Já em dias com baixa transpiração do tomateiro, verificam-se maiores frações lixiviadas e menores valores de CE da solução drenada (Steidle et al., 2010, Arruda Júnior et al., 2011).

O aumento da CE, também pode restringir a absorção de nutrientes, em especial a absorção de cálcio, aumentando a incidência de podridão apical e de rachaduras em tomateiro (Terraza et al., 2008). Arruda Júnior et al. (2011) registraram a necessidade de se investigar valores adequados de CE, para a obtenção de produtividade e qualidade satisfatória, pois a CE expressa nos solos a capacidade do meio em conduzir eletricidade, devido a presença de sais no meio utilizado através da fertirrigação (Fermino et al., 2010).

Para Haag et al. (1978) os teores e os conteúdos de nutrientes no tomateiro variam com o desenvolvimento da cultura, sendo que o seu conhecimento é importante para decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes. A quantidade de nutrientes absorvidos pela planta de tomate, durante o ciclo, depende de fatores bióticos e abióticos, como temperatura do ar e solo, luminosidade e umidade relativa, época de plantio, genótipo e concentração de nutrientes no solo. Esses e outros fatores, como a fertirrigação, condução vertical das plantas e cobertura plástica, presentes de forma diferenciada nos sistemas de cultivo do tomateiro conduzido em condições de campo e em ambiente protegido influem na sua absorção de nutrientes (Fayad et al., 2002).

Fertilizantes contendo macro e micronutrientes, exceto os adubos nitrogenados e o potássicos podem ser misturados com os substratos, antes do transplante das mudas para os recipientes (Fontes et al., 2004). Em ambiente protegido tem-se empregado grande quantidade de fertilizantes orgânicos e químicos, visando maximizar a produtividade de hortaliças. Alta produtividade é, em grande parte, resultado de adequado suprimento, distribuição e acúmulo de nutrientes pela planta (Fontes et al., 2005). Para

se atingir altos rendimentos, são necessárias doses adequadas de nutrientes, normalmente elevadas. Inúmeras recomendações de adubação para uso regional encontram-se na literatura, com forte discrepância entre valores. Conseqüentemente, problemas nutricionais são frequentes (Rattin et al., 2003).

Uma solução nutritiva hidropônica pode favorecer o rápido crescimento e desenvolvimento de plantas, pois as concentrações dos elementos são estabelecidas no nível mais adequado possível, com ampla disponibilidade e sem produzir sintomas de toxicidade. Já no sistema fertirrigado, a disponibilidade dos nutrientes pode ser modificada pela capacidade de retenção de cátions do substrato, que pode diferir para cada elemento adicionado, modificando a disponibilidade e o balanço dos nutrientes fornecidos ao cultivo (Genuncio et al., 2010).

Fayad et al. (2002) relatam a necessidade de realização das adubações, irrigações serem realizadas em maior frequência e em baixo volume, devido ao fato da taxa diária de absorção de nutrientes pelo tomateiro e do volume de água disponível às plantas em função do reduzido tamanho dos recipientes de cultivo contendo substrato. Como resultado, o sucesso do cultivo em substratos depende da otimização do manejo da irrigação e nutrição (Marouelli et al., 2005).

Os autores Fernandes et al. (2002), verificaram que a absorção de macronutrientes e micronutrientes seguiu a respectiva ordem decrescente $K > N > Ca > S > P > Mg > Mn > Fe = B > Zn > Cu$. Já Prado et al. (2011) notaram a seguinte ordem decrescente $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu$, verificaram ainda que o acúmulo de matéria seca de folhas e raízes do tomateiro foi relativamente mais rápido que o de outros órgãos, como caule e frutos, ao longo do cultivo, havendo predomínio da matéria seca de frutos (45%) em relação às folhas (27%), caule (24%) e raízes (4%) no final do ciclo da cultura.

Informações mais detalhadas sobre a nutrição mineral do tomateiro em cultivo protegido são essenciais para a definição de dosagens

adequadas de fertilizantes, objetivando o máximo rendimento e elevado padrão de qualidade dos frutos (Genuncio et al., 2010).

O uso de substratos está relacionado, em geral, com o cultivo em recipientes, seja em sacos plásticos, latas, vasos ou bandejas, limitando assim o volume explorado pelo sistema radicular da cultura, assim como a retenção de água pelo substrato é reduzida pela limitação do espaço disponibilizado pelo recipiente. Assim, as irrigações devem ser realizadas em regime de alta frequência e a baixo volume, o que torna o manejo de água um fator limitante para a obtenção de altos rendimentos e a racionalização no uso de água e nutrientes (Gusmão et al., 2006).

O suprimento de nutrientes em cultivo sem solo através do fornecimento de soluções nutritivas com altas concentrações de íons tem reduzido a eficiência no uso dos nutrientes, podendo causar um consumo de luxo desses íons pelas plantas com consequente desequilíbrio entre o crescimento reprodutivo e vegetativo. E ainda acarretando a salinização com todas as suas consequências no cultivo em recipientes contendo substratos. Portanto havendo à necessidade de se desenvolver critérios específicos de manejo da nutrição mineral em cultivos em substratos (Duarte et al., 2008). Um fato, a ser considerado no manejo de produção de hortaliças em substrato é que os nutrientes presentes no substrato estão sendo desconsiderados e tem levado ao acúmulo de nutrientes nos substratos e na planta, sugerindo que a concentração desses nutrientes na solução nutritiva pode ser reduzida, para melhor se adequar às necessidades da planta (Fernandes et al., 2006a; Fernandes et al., 2007).

Duarte et al. (2008) avaliando soluções nutritivas contendo nutrientes na concentração de 75%, 100% e 125% de força iônica, verificaram na concentração de 75% que foi possível promover um crescimento da planta similar nas concentrações mais altas, verificou-se ainda que nas concentrações salinas mais altas as plantas tenderam a reduzir a alocação de matéria seca para os frutos, favorecendo a alocação de fotoassimilados para a fração vegetativa (relação matéria seca vegetativa/planta), provavelmente devido a uma maior disponibilidade de nutrientes no meio

radicular. A maior disponibilidade de nutrientes favorece a atividade específica do sistema radicular e aumenta a distribuição proporcional de fotoassimilados para a parte aérea, favorecendo o crescimento vegetativo.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: _____. (Ed.). Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, p. 13-23, 2004.

ARRUDA JÚNIOR, S. J. de; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; RESENDE, L. V. Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 20-26, 2011.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: Encontro nacional de substratos para plantas, 3., Campinas: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: IAC, p.7-15. 2002.

BERAR, V.; POSTA, G.; SALA, F.; RADULOV, I; LUNGU, I. Researches concerning the use of zeolites in the culture substrate of tomatoes in greenhouses. Bullet. UASVM Horticulture, V.67, n.1, p.219-223, 2010.

BERNARDI, A. C. C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; BOTREL, N.; OIANO-NETO, J.; MONTE, M. B. de M.; BERNARDI, M. R. V. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 25, n.3, p. 306-311, 2007.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.12, n.2, p.122-127, 2008.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p.64-68, 1999.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. Horticultura Brasileira, Brasília, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B. de; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.05-09, 2004.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.155-159. 2009a.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Desempenho de híbridos de melão-rendilhado cultivados em substrato. *Científica, Jaboticabal*, v.37, n.1, p.16 - 21, 2009b.

COSTA, J. M.; HEUVELINK, E. Introduction: The tomato crop and industry. In: HEUVELINK, E. (Ed.), *Tomatoes*. Cambridge: CABI Publishing, p.1-20, 2005.

COSTA, L. M.; ANDRADE, J. W. de SÁ; ROCHA, A. C. da; SOUZA, L. de P.; FLÁVIO NETO, J. Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) *Global Science and Technology*, v.2, n.2, p.21-26, 2009.

CQH/CEAGESP - Centro de Qualidade em Horticultura. PROGRAMA Brasileiro para Modernização da Horticultura. Normas da classificação do tomate.. 2003. São Paulo. (CQH. Documento 26).

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.1, p.3-4, 2000.

DOMEÑO, I; IRIGOYEN, N.; MURO, J. Evolution of organic matter and drainages in wood fibre and coconut fibre substrates. *Scientia Horticulturae, Science Direct*, V.122, P.269–274, 2009.

DOMEÑO, I; IRIGOYEN, N.; MURO, J. New wood fibre substrates characterization and evaluation in hydroponic tomato culture. *Europ. J. Hort. Sci*, v.75, n.2, p.89–94, 2010.

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGUER, A. S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do

meloeiro cultivado em substrato. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.3, p.348-353, 2008.

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – 101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, P.735-750, 2007.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. v.12, n.2, p.143–149, 2008.

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOESTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 25/03/2014.

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.

FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; FURLANI, P. R.; CARVALHO, C. R. L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.4, n.1, p.17-24, 2005.

FERMINO, M. H.; GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A.; SILVEIRA, J. R. P.; BUSNELLO, A. C.; TREVISAM, M. Aproveitamento dos resíduos da produção de conserva de palmito como substrato para plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.3, p.282-286, 2010.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.1, p.75-79, 2012.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, C. P. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.4, p.564-570, 2002.

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

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.1, p.94-98, 2006b.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Reuse of sand, crushed sugarcane and peanut hull-based substrates for cherry tomato cultivation. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.64, n.6, p.630-635, 2007.

FERREIRA, M. D.; FRANCO, A. T. O.; KASPER, R. F.; FERRAZ, A. C. O.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M. Post-harvest quality of fresh-marketed tomatoes as a function of harvest periods. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.62, n.5, p. 446-451, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura*. Viçosa: UFV. 2008. 421p.

FINCH, D. A.; BAILEY, W. G.; MCARTHUR, L. J. B.; NASITWITWI, M. Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna environment. *Agricultural and Forest Meteorology*, Science Direct, v.122, p.229-238, 2004.

FONTENO, W. C. A common misconception about substrates. Disponível em: http://www.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/Grower_Article.PM.pdf. Acesso em: 22 de outubro de 2012.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; GRAÇA, R. N. Acúmulo de nutrientes e método para estimar doses de nitrogênio e de potássio na fertirrigação do pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.275-280, 2005.

FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVÃO, J. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p.614-619, 2004.

FRAVET, P. R. F. de; SOARES, R. A. B.; LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito de doses de torta de filtro e modo de aplicação

sobre a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.34, n.3, p.618-624, 2010.

GENUNCIO, G. C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.4, p.446-452, 2010.

GIORDANO, L. de B.; ARAGÃO, F. A. S. de; BOITEUX, L. S. Melhoramento genético do tomateiro. In: EPAMIG. Tomate para mesa. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.24, n.219, p.43-57. 2003.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.1, p.81-88, 2002.

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.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.4, p.431-436, 2006.

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

HEBBAR, S. S.; RAMACHANDRAPPA, B. K.; NANJAPPA, H. V.; PRABHAKAR, M.. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *European Journal of Agronomy*, Science Direct, v.21, p.117-127, 2004.

HERNÁNDEZ, C. M.; RÍOS, P. C.; DIMAS, N. R. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica*, México, v.34, n.1, p.69-74, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro: IBGE. v.37, p.1-91. 2011.

LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J. G. de. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. Horticultura Brasileira, Brasília, v.29, n.1, p.63-69, 2011.

LOPES, G. E. M.; VIEIRA, H. D.; JASMIM, J. M.; SHIMOYA, A.; MARCIANO, C. R. Casca do fruto da mamoneira como substrato para as plantas. Rev. Ceres, Viçosa, v.58, n.3, p.350-358, 2011.

LUZ, F. J. de F.; SABOYA, R. de C. C; PEREIRA, P. R. V. das. O cultivo do tomate em Roraima. Embrapa Roraima, Boa Vista, 2002, 29p.

MACIEL, S. P. A.; ZANELLA, F.; LIMA, A. L. S. Efeito do sombreamento sobre a produção de alface em hidroponia. Revista Ciência & Consciência, Ji-Paraná, v.2, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.revista.ulbrajp.edu.br/seer/inicia/ojs/viewarticle.php?id=1066>. Acesso em: 01/10/12.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 14, de 15 de dezembro de 2004. Publicado no Diário Oficial da União 15/12/2004, Seção 1, Página 24. Aprova as Definições e Normas sobre as Especificações e as Garantias, as Tolerâncias, o Registro, a Embalagem e a Rotulagem dos Substratos para Plantas, constantes do anexo desta instrução normativa.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substratos. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.1, p.57-60, 2005.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: Encontro nacional de substratos para plantas, 3, Campinas: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: IAC, p.53-76. 2002.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, J. F. de. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo

em ambiente protegido. Rev. Brás. Eng. Agrícola e Ambiental, Campina Grande. v.16, n.1, p.51–55, 2012.

MELO, D. M.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. de O.; GALATTI, F. de S.; BRAZ, L. T. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. Revista Caatinga, Mossoró, v.25, n.1, p.58-66, 2012.

MELO, P. C. T. Panorama atual da tomaticultura de mesa no Brasil. Cultivar-Hortaliças e Frutas. v.4, n.17, 2003.

MORAES, C. A. G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: DISQ Ed. 143p. 1997.

MORAES, C. A. G. ; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, p.105-113, 1999.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. de O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. Journal Technology Management and Innovation, v.2, n.1, p.118-127. 2007.

PIRES, C. R. F.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, R. R. Qualidade textural de tomates cultivados em substratos orgânicos submetidos à aplicação de substâncias húmicas. Pesquisa Agropecuária Brasileira., Brasília, v.44, n.11, p.1467-1472, nov. 2009.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. Malhas termorefletoras aluminizadas. Disponível em:<http://www.polysack.com/index.php?page_id=744> Acesso em: 17/10/12.

PRADO, R. de M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. de O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.32, n.1, p.19-30, 2011.

RATTIN, J. E.; ANDRIOLO, J. L.; WITTER, M. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.1, p.26-30, 2003.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 110, p. 6-11, 2005.

SANTANA, C. T. C.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENESES, C. B. de. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.43, n.1, p.22-29, 2012.

SANTOS, A. C. P.; BALDOTTO, P. V.; MARQUES, P. A. A.; DOMINGUES, W. L.; PEREIRA, H. L. Utilização de torta de filtro como substrato para a produção de hortaliças. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, v. 1, n. 2, p. 1-5, 2005.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.443-449, 2011.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Rev. de Ciências Agro-Ambientais*, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010b.

SAVVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIANNIS, I. L.; MANTZOS, N.; BAROUCHAS, P.E.; KATSOULAS, N.; KITTAS, C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agricultural Water Management*, v.91, n.1, p.102-111, 2007.

SOARES, F. C.; MELLO, R. P.; PEITER, M. X.; BELLE, R. A.; ROBAINA, A. D.; VIVAN, G. A.; PARIZI, A. R. C. Consumo de água pela cultura do lírio, cultivado em substratos alternativos em condições de ambiente protegido. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.6, p.1001-1006, 2012.

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* (n.s.) Número Especial 2, p.333-343, 2010.

STEIDLE NETO, A. J.; RIBEIRO, A.; ZOLNIER, S.; LEITE, F. P. Variabilidade sazonal da relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global na Bacia do Rio Doce, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v.28, n.3, p.427-31, 2006.

STEIDLE NETO, A. J.; ZOLNIER, S.; MAROUELLI, W. A. Transpiração do tomateiro cultivado em substrato e sua influência na fração lixiviada e na condutividade elétrica da solução nutritiva drenada. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v.32, n.4, p.721-727, 2010.

TERRAZA, S. P.; ROMERO, M. V.; PEÑA, P. S.; MADRID, J. L. C.; VERDUGO, S. H. Efecto del calcio y potencial osmótico de la solución nutritiva em la pudrición apical, composición mineral y rendimiento de tomate. *Interciencia*, Caracas, v.33, n. 6, p. 449-456, 2008.

VASQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. da S.; SILVA, C. R. da. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.137-143, 2005.

VICENTE, E. C.; MAIA, E.; D'OLIVEIRA, P. S. Produção de plantas medicinais adubadas com torta de filtro. *Cesumar*, Marília v.10, n.1, p.7-12, 2008.

VIDAL, L. H. I.; SOUZA, J. R. P. ; FONSECA, E. P.; BORDIN, I. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.1, p.26-30, 2006.

4. ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS DE MALHAS DE SOMBREAMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO NO CULTIVO DO TOMATEIRO

Resumo – Com o objetivo de avaliar as alterações microclimáticas causadas pelo uso de malhas de sombreamento no cultivo do tomateiro, foi desenvolvido um experimento com tomate italiano, cultivado em substrato contendo 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de torta de filtro na região de Tangará da Serra, localizada a 14°37'10"S e 57°29'09"O no período de junho a setembro de 2012. A unidade experimental constituiu-se por um ambiente protegido, modelo túnel alto e cobertura com película de polietileno transparente de baixa densidade aditivada anti-UV. Para compor os sombreamentos foram utilizadas malha vermelha (chromatinet®) 35 e 50%, malha termorefletora (aluminet®) 35 e 50% e malha preta (polysombra®) 35 e 50% de sombreamento e tratamento sem sombreamento. Analisaram-se os dados de radiação solar global, temperatura e umidade relativa dos ambientes de cultivo e os dados de temperatura do substrato de cultivo do tomateiro. No tratamento coberto com polietileno transparente (150 µm) foi encontrada transmitância média da ordem de 70% e radiação solar global interna de 13,2 MJ m⁻² dia⁻¹, sendo que para as malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50% os valores de radiação solar global médios foram 9,7; 8,3; 7,3; 5,4; 6,7 e 5,0 MJ m⁻² dia⁻¹, respectivamente. Observou-se que o ambiente protegido reduz a radiação solar global e ao longo do dia o seu valor flutua, em função do ângulo zenital do sol e tipos de cobertura. As malhas de sombreamento e o polietileno não sofrem influência da cobertura do céu na sua retenção dos níveis de irradiação.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar global.

MICROCLIMATIC CHANGES OF SHADE NETS IN PROTECTED CULTIVATION IN TOMATO CROP

Abstract - Aiming to evaluate the microclimatic changes caused by the use of shade nets in tomato crop, an experiment was developed with Italian tomatoes, grown in substrate containing 50% of carbonized rice husk and 50% of filter cake in the region of Tangará da Serra - MT, Brazil, located at 14°37'10"S and 57°29'09"W in the period of June to September 2012. The experimental unit was constituted by a greenhouse, high tunnel model and cover with transparent polyethylene film of low density additive anti-UV. To compose the shade nets were used red mesh (chromatinet®) 35 and 50%, mesh thermal shading (aluminet®) 35 and 50% and black mesh (polysombra®) 35 and 50% of shading and the treatment without shading (control). The data analyzed were solar radiation, temperature and relative humidity of the protected cultivation, and the data of temperature of the substrate of tomato crop. The mean of transmittance of the treatment covered with transparent polyethylene (150 µm) was about 70% and internal solar radiation of 13.2 MJ m⁻² day⁻¹, and for the red shade net of 35% and 50%, thermal shading 35% and 50%, black mesh 35% and 50% the global solar radiation means were 9.7; 8.3; 7.3; 5.4; 6.7 and 5.0 MJ m⁻² day⁻¹, respectively. It was observed that the protected cultivation reduces the global solar radiation and throughout the day its value fluctuates, depending on the zenith angle of the sun and types of shade nets. The shade nets and polyethylene were not influenced by the kind of coverage in their retention levels of irradiation.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, temperature, air relative humidity, global solar radiation.

4.1 Introdução

A utilização de ambiente protegido na produção hortícola tem aumentado consideravelmente, devido às vantagens relacionadas à sua influência no microclima local, como as geadas, o excesso de chuvas, a queda acentuada de temperatura durante a noite, a proteção do solo contra a lixiviação de nutrientes e a redução dos custos com fertilizantes e defensivos (Vasquez et al., 2005).

O tipo de material utilizado na cobertura de ambientes protegidos assume papel importante na definição de seu microclima. Em estudos de determinação da magnitude da radiação solar fotossinteticamente ativa, sob condições de ambiente protegido, a cobertura afeta a densidade de fluxo de radiação no interior do ambiente de cultivo, de acordo com a variação da sua transmissividade. Além disso afeta a razão entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação solar global sofre variações espaciais, sazonais e interanuais, dependendo das condições meteorológicas reinantes e do clima local (Steidle Neto et al., 2006).

O desenvolvimento das plantas depende, fundamentalmente do clima. Os fatores climáticos, como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou não, no desenvolvimento da planta. Sendo assim, controlar esses fatores é de suma importância (Santos et al., 2010). O tomateiro é uma planta sensível às condições climáticas e essas, quando desfavoráveis e aliadas a outros fatores, contribuem para que seu cultivo ocorra em condições protegidas, de modo que essas condições venham dar melhores resultados fitotécnicos (Caliman et al., 2005).

O tomateiro, normalmente, não tolera temperaturas extremas, entretanto a tolerância depende do cultivar. Em cada fase do ciclo do tomateiro, existe uma temperatura considerada ótima, mas de maneira geral, temperaturas diurnas entre 25 a 30°C e noturnas entre 15 e 20°C são consideradas favoráveis para seu bom desenvolvimento (Brandão Filho e Callegari, 1999).

Temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa representam condições climáticas que exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos. Os fatores climáticos que favorecem a fotossíntese e,

consequentemente a síntese de açúcares, melhoram a qualidade organoléptica dos frutos do tomateiro, pois o sabor em hortaliças de fruto depende, principalmente do conteúdo de açúcares e aromas, assim como da acidez. Em tomate, o aumento da radiação favorece o conteúdo de açúcares e ácidos (Ferreira et al., 2005).

A crescente utilização de malhas de sombreamento denominadas sombrite, objetiva regular a produção, contornando problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais como alta luminosidade e altas temperaturas. Essas malhas reduzem a incidência direta dos raios solares, ocorrendo assim, redução da radiação e da temperatura às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante. Essa menor incidência de energia solar pode contribuir para diminuir os efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração, e proporcionar melhores condições ambientais (Maciel et al., 2007).

As malhas de sombreamento de cor preta têm como objetivo principal proteger as plantas da radiação. Atualmente, novas tecnologias na utilização de malhas têm sido empregadas em substituição à de cor preta. Esses materiais de polietileno de baixa densidade (PEBD) são de várias colorações (azul, vermelho, amarelo, cinza) com funções específicas na sua utilização, como por exemplo, a malha termorefletora de alumínio promove boa ventilação, distribuição uniforme da luz e aporte máximo da luz difusa e da reflexão da radiação infravermelha, tanto para evitar o excesso da temperatura como para economizar energia (Huertas, 2006).

As telas de coloração vermelha transferem mais a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante e difundem a luz que passa através da malha, promovendo melhor qualidade luz e luz difusa, sendo então eficiente no desenvolvimento vegetativo, enraizamento e produção das plantas (Li, 2006).

O uso de malhas de sombreamento, visando atenuar a temperatura e irradiância elevadas, tem o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade (Santos et al., 2010).

Por outro lado, o uso das malhas termorefletoras e difusoras pode contornar esse problema, em razão da sua composição, proporcionando mais luz difusa ao ambiente e redução da temperatura, todavia não afeta, os processos relacionados à fotossíntese (Polysack, 2012). As malhas de sombreamento têm sido utilizadas isoladamente, ou em associação com os ambientes protegidos, causando, assim, uma condição microclimática apropriada ao desenvolvimento do tomateiro, pois reduz os efeitos nocivos da alta taxa de incidência da irradiação solar global.

Apesar da importância que o microclima representa para o cultivo do tomate em ambiente protegido, ainda são escassos os trabalhos no Brasil, que avaliam seu ambiente de produção. O conhecimento e o entendimento de fatores que afetam a fisiologia e, conseqüentemente, a produtividade das plantas faz-se necessário para a obtenção de hortaliças de melhor qualidade. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações microclimáticas causadas pelo uso de malhas de sombreamento no cultivo do tomateiro em ambiente protegido e sua relação com as condições externas.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Localização experimental

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra (14°37'10"S; 57°29'09"O; 440 m de altitude), no período de junho a setembro de 2012. O clima da região é caracterizado por índices pluviométricos de precipitação média anual de 1.800 mm e temperatura média anual de 24,4°C.

4.2.2 Tratamentos

A área de estudo foi constituída por duas estruturas de proteção (ambiente protegido), modelo túnel alto, com 21,0 m de comprimento e 5,20 m de largura, sendo 2,30 m de pé-direito e revestida com película de polietileno transparente de baixa densidade aditivada anti-UV de 150 µm de espessura onde foram realizados os experimentos com sombreamentos.

Foram utilizados para compor os sombreamentos: malha vermelha (chromatinet®) 35%; malha vermelha (chromatinet®) 50%; malha termorefletores (aluminet®) 35%, malha termorefletores (aluminet®) 50%, malha preta (polysombra®) 35%, malha preta (polysombra®) 50% e tratamento sem sombreamento (polietileno). As malhas de sombreamento foram fixadas a uma altura de 2,30 m; no tamanho de 3,0 m x 5,2 m abaixo da cobertura de polietileno, sendo que a lateral do ambiente protegido permaneceu aberta.

4.2.3 Execução do experimento

As mudas de tomate italiano Giuliana foram produzidas em bandejas de poliestireno e o transplante foi realizado 25 dias após a semeadura, quando as mudas tinham quatro a cinco folhas definitivas, transplantou-se uma planta por recipiente de 5,0 dm³, preenchidos com substrato na

proporção de 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de torta de filtro procedente de usina canavieira.

As plantas foram tutoradas em haste única até 2,0 m de altura no espaçamento de 1,0 m x 0,5 m e fertirrigadas com solução nutritiva na concentração de: N – 20,5; P – 6; K – 36; Ca – 21; Mg – 6; S – 15,5; B – 0,05; Cu – 0,01; Fe – 0,205; Mn – 0,075; Zn – 0,01 e Mo 0,001 g/planta(Moraes, 1997). Para fornecimento de macronutrientes foram utilizados o nitrato de cálcio, cloreto de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de magnésio, sulfato de potássio e para micronutrientes o sulfato de manganês, sulfato de zinco, ácido bórico; Libferr® (Fe-quelatado), sulfato de cobre e molibdato de sódio.

4.2.4 Monitoramento Climático

O monitoramento das condições meteorológicas foi realizado em ambiente externo e interno aos ambientes protegidos. Os dados foram coletados por meio de dois sistemas de aquisição de dados datalogger CR1000 (Campbell Scientific) programados para realizar leituras automáticas a cada segundo e armazenar as médias de 10 minutos, médias horárias e médias diárias dos dados meteorológicos durante o período do experimento compreendido de junho a setembro de 2012.

O ambiente externo estava equipado com uma estação meteorológica da Campbell Scientific, localizada a 50 metros dos ambientes protegidos, equipada com sensores de temperatura modelo CS215-L12, sensor de irradiação solar modelo CMP3 (Kipp e Zonen), sensor de velocidade e direção do vento modelo 03002-L34 e pluviômetro para medida da precipitação modelo TB4-L34-PT.

No ambiente protegido, para monitoramento da radiação solar global foram instalados 08 piranômetros modelo CMP3 (Kipp e Zonen) fixados a 2,0 m de altura, no centro de cada cobertura de sombreamento. O monitoramento da umidade relativa, temperatura do ar interna e da temperatura do substrato a 5,0 cm e a 10,0 cm de profundidade, foram realizadas três vezes ao dia às 07:00; 13:00 e 18:00 horas, durante 15 dias. A temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas por meio de

termo-higrômetro mod. THAL-300, protegido da incidência direta da radiação. A temperatura do substrato foi monitorada por meio de termômetro tipo espeto mod. TE-300 a 5,0 cm distante da borda do recipiente.

Foram considerados como umidade relativa mínima e temperatura do ar máxima interna aos ambientes protegidos e como temperaturas máximas dos substratos as médias das leituras às 13:00 horas. A temperatura do ar média e temperatura do substrato, seguiu metodologia de Sentelhas et al. (1998). A umidade relativa média foi adaptada do mesmo autor por meio da seguinte expressão:

$$UR_{média} = \frac{UR_7 + UR_{13} + 2 \cdot UR_{18}}{4}$$

Onde:

UR_{média} = Umidade Relativa média;

UR₇ = Leitura da Umidade Relativa às 7:00 horas;

UR₁₃ = Leitura da Umidade Relativa às 13:00 horas;

UR₁₈ = Leitura da Umidade Relativa às 18:00 horas;

A classificação da cobertura do céu (KT) que é a razão entre a irradiação solar global e a irradiação no topo da atmosfera, foi baseada no trabalho de Dallacort et al. (2004) que, no intervalo de $0 \leq KT \leq 0,3$ foi definido como céu nublado, entre $0,3 \leq KT \leq 0,65$ como céu parcialmente nublado e entre $0,65 \leq KT \leq 1$ como céu limpo.

4.2.5 Análise estatística

Os dados de umidade e temperatura após serem tabulados e analisados quanto à normalidade, foram submetidos a análise de variância e comparados por Tukey a 5%, utilizando o aplicativo computacional de análise das variáveis SISVAR (Ferreira, 2011).

4.3 Resultados e Discussão

O uso de polietileno e malhas de sombreamentos afetaram os níveis de radiação solar global. Foram maiores no ambiente externo com média de $18,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, enquanto para a cobertura com polietileno e para as malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50% os valores de radiação solar global médios foram 13,2; 9,7; 8,3; 7,3; 5,4; 6,7 e $5,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente (Figura 1), sendo a malha preta e a termorefletora as que reduziram com maior intensidade os níveis de irradiação incidente.

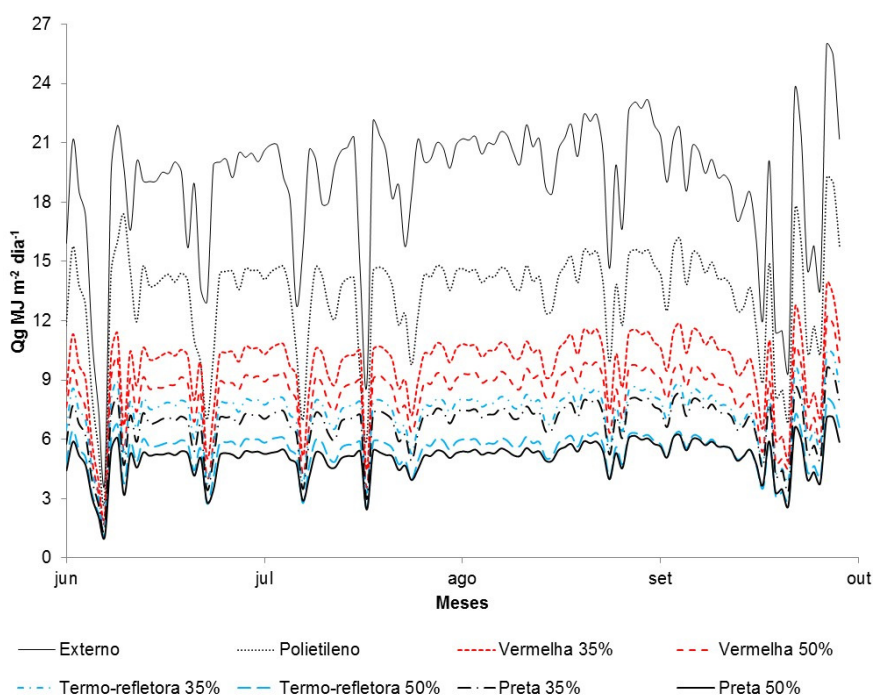


FIGURA 1. Variação da radiação solar global (Q_g) diária do ambiente externo e nos cultivos protegidos com tomateiro.

A irradiação solar é um dos elementos do clima de suma importância na agricultura, e estudos desta natureza são importantes para obter o máximo de produtividade das culturas. No entanto, para se obter sucesso são necessários conhecimento e entendimento dos fatores que afetam a fisiologia e, conseqüentemente, a produtividade das plantas (Caliman et al., 2005; Hernández et al., 2009 e Guiselini et al., 2010).

Conforme determinado e apresentado por Beckmann et al. (2006) e Albuquerque Neto e Peil (2012) que relataram como limite trófico para o tomateiro de $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para radiação solar global, sendo assim nas malhas de sombreamento termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50%, a radiação solar global foi abaixo do limite trófico, já na malha de sombreamento vermelha 50% a radiação solar global ficou próxima ao limite trófico estabelecido.

Albuquerque Neto e Peil (2012) mencionaram que quando o limite trófico de radiação global não é alcançado, as plantas não terão crescimento adequado e desenvolvimento satisfatório, pois o desenvolvimento normal das culturas ocorre quando a quantidade de radiação recebida é maior que o nível trófico. No entanto, quando a radiação solar é elevada, pode ocorrer aumento na taxa transpiratória das plantas resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese.

No tratamento coberto com polietileno transparente ($150 \mu\text{m}$) foi encontrada transmitância média da ordem de 70% e radiação solar global interna de $13,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, sendo que, para o mesmo tipo de cobertura, Vasquez et al. (2005) encontraram transmitância média da ordem de 73% e valores médios diários de radiação solar global de $14,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para o interior do ambiente protegido e $19,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ para o exterior do ambiente em estudo do microclima, mantendo os valores acima do limite trófico da cultura. Os maiores valores tanto para transmitância quanto para radiação solar global devem-se ao fato da avaliação ter ocorrido no período de outubro à janeiro, período esse de elevação da radiação solar global.

Comparando-se a radiação solar global externa e o ambiente com cobertura de polietileno, verificou-se que o valor acumulado foi de 2.194,4 e 1.536,7 MJ m^{-2} . No entanto, Reis et al. (2012) encontraram, ao avaliarem a cultura do tomate sob condições de ambiente protegido em Alagoas, valores de irradiação solar incidente média diária de $12,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e acumulado de $1.035,2 \text{ MJ m}^{-2}$, enquanto a radiação global acumulada externa, para o mesmo período foi de $1.629,3 \text{ MJ m}^{-2}$, com média diária de $17,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ apresentando uma transmitância de 62% da irradiação solar global para o ambiente protegido coberto com polietileno de $120 \mu\text{m}$ de espessura.

O valor acumulado para radiação solar global nas malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50% foram de 1.127,35; 959,2; 842,2; 624,3; 781,2 e 582,4 MJ m⁻² respectivamente, durante o ciclo do tomateiro (Figura 1), esses valores evidenciam a variabilidade de redução da irradiação proporcionada pelas diferentes malhas de sombreamento.

As curvas da radiação solar interna no cultivo protegido e curva externa possuem dias com proximidade de valores (Figura 1), fato associado, basicamente à ocorrência de nebulosidade. Esses dados estão de acordo com Beckmann et al. (2006) que ainda apontam a influência da precipitação nos valores da radiação solar, evento verificado no mês de setembro, em que houve pequena precipitação. Isso evidencia que o efeito redutor das diferentes coberturas em dias com nebulosidade não é tão grande, mas, por outro lado, nos dias completamente claros, sem nebulosidade, o distanciamento entre as curvas foi bem acentuado.

Reduziu 30,0; 48,6; 56,3; 61,6; 71,5; 64,4 e 73,4% a radiação solar global para as coberturas com polietileno e malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50%, respectivamente (Figura 1), devido ao fato das malhas restringirem a radiação solar tanto pelo fato do tipo, como pelo nível de sombreamento. Enquanto Caliman et al. (2005) e Hernández et al. (2009) observaram um aumento de 20% na intensidade luminosa em campo em comparação ao cultivo protegido.

A energia incidente tem complexa influência no crescimento, desenvolvimento e na produção das culturas, onde o aumento da irradiância pode elevar a produção de fotoassimilados e sua disponibilidade para o crescimento, para o desenvolvimento da planta e para a produção de frutos.

A radiação solar no interior do ambiente protegido pode variar com o tipo de cobertura, o nível de sombreamento, o horário do dia, a época do ano, entre outros (Cabrera et al., 2009). E o fluxo de radiação transmitido em um ambiente protegido também é afetado por fatores extrínsecos, tais como: condensação da umidade atmosférica na superfície da cobertura, deposição de poeira, envelhecimento do material plástico, e arranjo do ambiente protegido, ou seja, estruturas de sustentação.

Analisando-se a variação da radiação solar global a cada 10 min ao longo do dia (Figura 2), para um dia de céu limpo (Figura 2A), observa-se mesma variação encontrada na Figura 1, ou seja, maior transmitância para a cobertura apenas com o polietileno, seguido pelas coberturas de malha de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50% e uma menor variação entre as malhas termorefletora 35% e malha preta 35%, bem como para as malhas termorefletora 50% e malha preta 50%. Fatos esses também ocorrido para um dia de céu nublado (Figura 2B) e encontrado por Guiselini et al.(2010) em seu trabalho.

O estudo da radiação solar na superfície é importante, pois o balanço de radiação determina a energia disponível para processos como evaporação, aquecimento ou resfriamento do ar e do solo para a fotossíntese Pezzopane et al. (2004). Pois a redução no saldo de radiação entre os tratamentos (Figura 2) em relação ao ambiente externo pode resultar em modificações microclimáticas significativas, com alterações no crescimento e no desenvolvimento das plantas sob cultivo protegido.

Ajustando-se os modelos matemáticos para estimativas da irradiação solar interna nos diferentes sombreamentos, observa-se a relação entre a radiação solar global interna nos ambientes de cultivo protegido e ambiente externo Figura 3, com altos índices de correlação ($R^2 > 0,940$) (Figura 3A a 3F), encontrados para todos os sombreamentos, demonstrando boa associação linear entre as variáveis estudadas, essa observação também verificada por Guiselini et al. (2010) e Reis et al. (2012).

Os valores de transmitâncias obtidas pelas regressões (valores dos coeficientes angulares) com os dados de 10 min (Figura 3) foram similares aos encontrados pelos dados médios, obtidos a partir da Figura 1, na qual foram observadas para a cobertura com polietileno e malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50%, as seguintes transmitâncias: 70,3; 51,4; 43,7; 38,4; 28,4; 36,6 e 26,5, respectivamente.

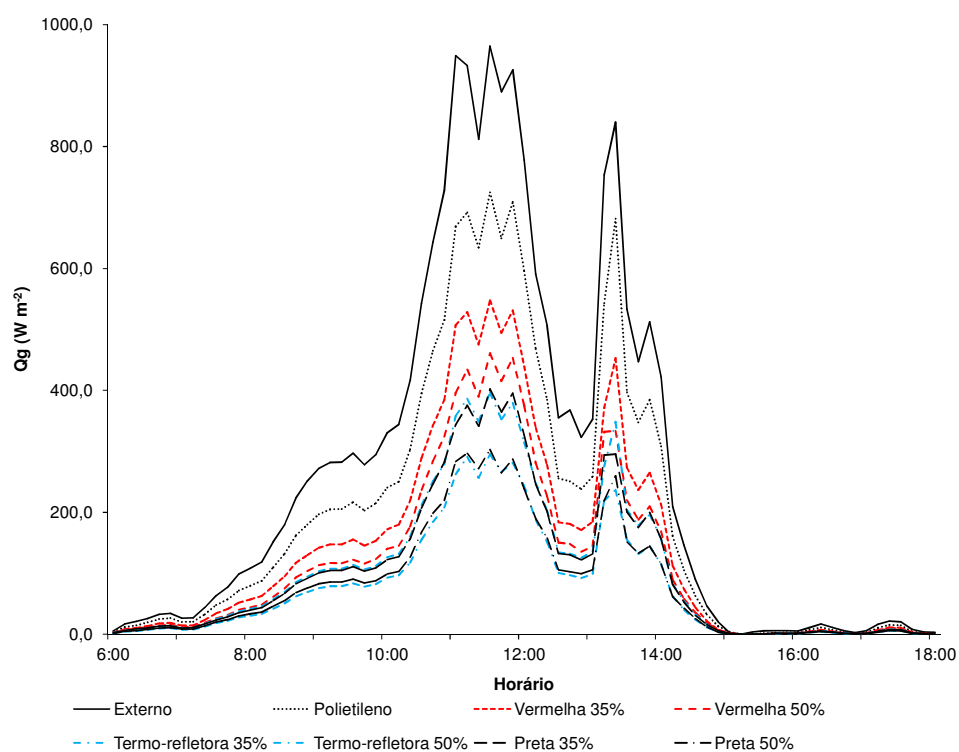
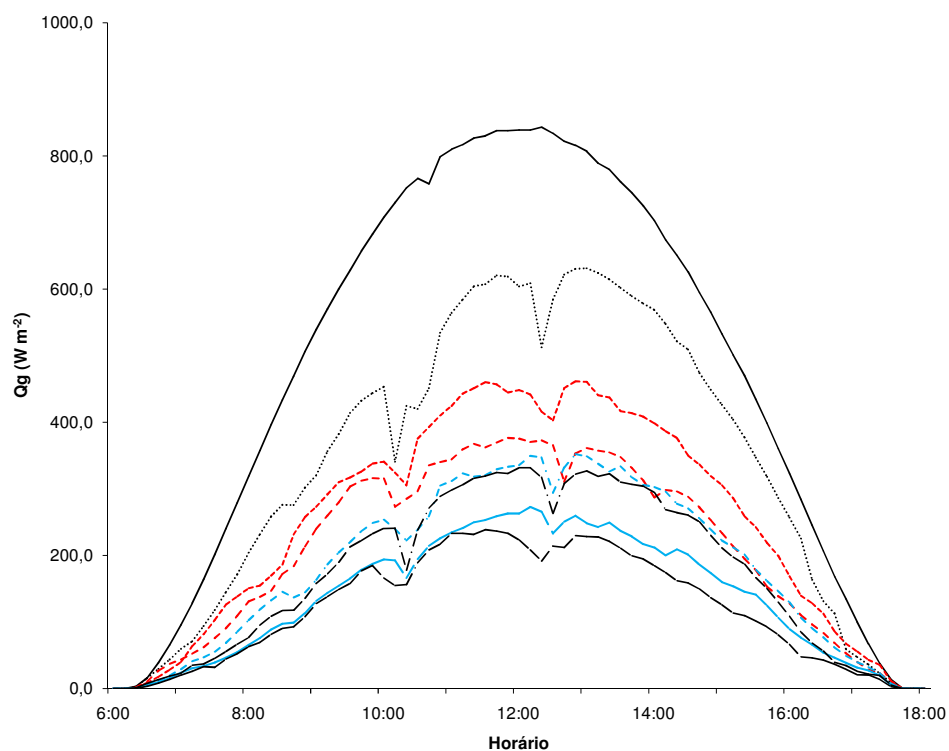


FIGURA 2. Variação horária da radiação solar global (Q_g) nos diferentes ambientes de cultivo do tomateiro e na estação meteorológica (ambiente externo): a) dia de céu limpo; b) dia de céu nublado.

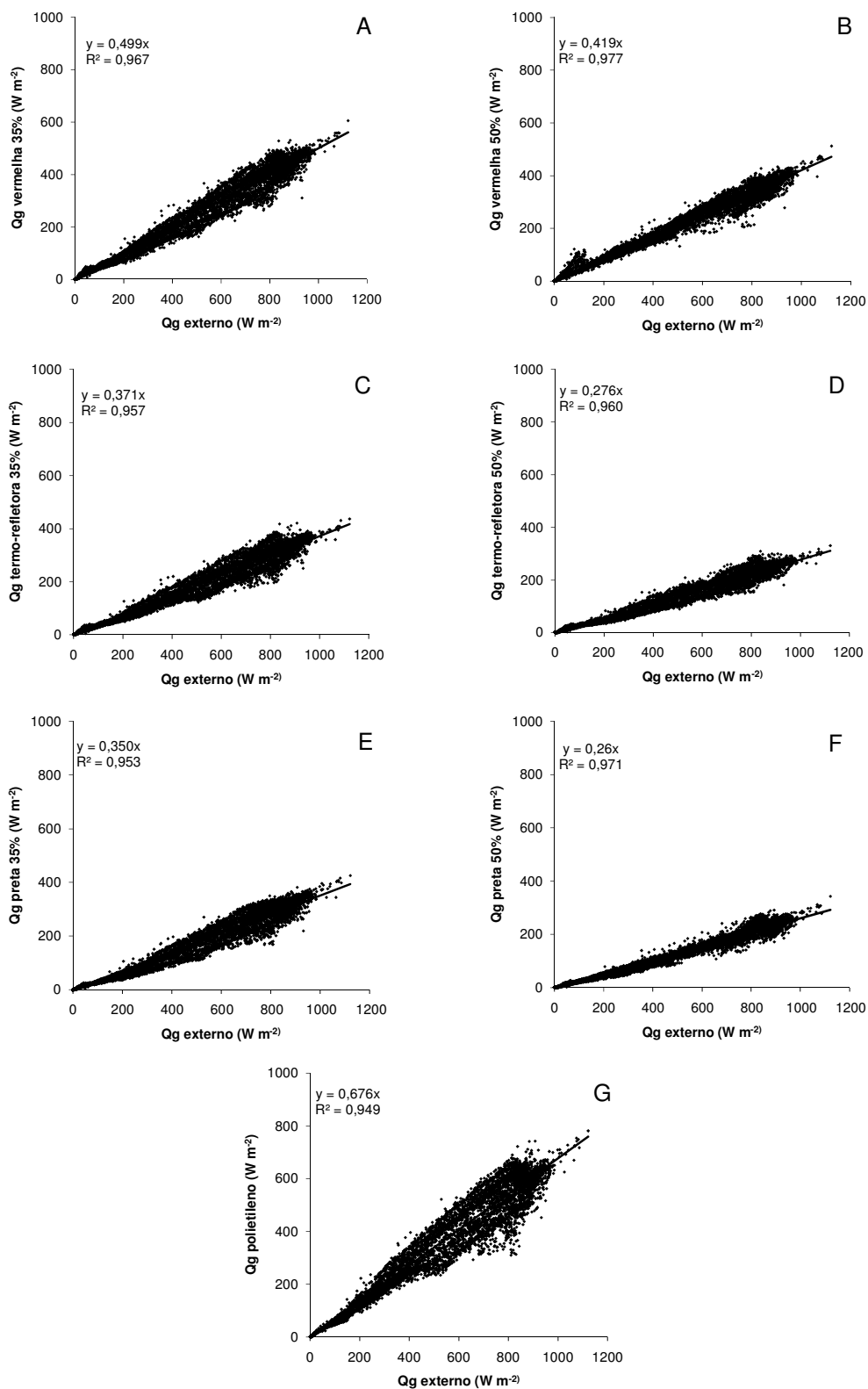


FIGURA 3. Relação entre a radiação solar global (Q_g) nos tratamentos com: (a) malha vermelha 35% e (b) 50%; (c) malha termoreflatora 35% e (d) 50%; (e) malha preta 35% e (f) 50%; (g) cobertura com polietileno e ambiente externo, respectivamente.

Conforme Ricieri (1998) e Dallacort et al. (2004), em estudos de irradiação solar, cada vez mais estão sendo considerados a influência do tipo de cobertura do céu na variabilidade desse componente. Considerando-se os valores de irradiação solar modelados, de acordo com os tipos de coberturas do céu (nublado, parcialmente nublado e limpo) (Tabela 1), para todos os tipos de sombreamentos os índices de correlação foram maiores que 0,920 ($R^2 > 0,920$).

TABELA 1. Modelos ajustados de irradiação solar global interna e externa (Q_{gInt} e Q_{gExt}) e nos tratamentos com malha de sombreamento e cobertura com polietileno em diferentes tipos de cobertura do céu

Malhas de sombreamento	Tipo de cobertura do céu					
	Nublado		Parcialmente nublado		Limpo	
	Modelo	R^2	Modelo	R^2	Modelo	R^2
Vermelha 35%	$Q_{gInt} = 0,489Q_{gExt}$	0,955	$Q_{gInt} = 0,502Q_{gExt}$	0,975	$Q_{gInt} = 0,497Q_{gExt}$	0,943
Vermelha 50%	$Q_{gInt} = 0,412Q_{gExt}$	0,972	$Q_{gInt} = 0,419Q_{gExt}$	0,981	$Q_{gInt} = 0,418Q_{gExt}$	0,934
Termorefletores 35%	$Q_{gInt} = 0,365Q_{gExt}$	0,942	$Q_{gInt} = 0,372Q_{gExt}$	0,967	$Q_{gInt} = 0,371Q_{gExt}$	0,934
Termorefletores 50%	$Q_{gInt} = 0,273Q_{gExt}$	0,955	$Q_{gInt} = 0,275Q_{gExt}$	0,968	$Q_{gInt} = 0,277Q_{gExt}$	0,938
Preta 35%	$Q_{gInt} = 0,344Q_{gExt}$	0,937	$Q_{gInt} = 0,354Q_{gExt}$	0,965	$Q_{gInt} = 0,348Q_{gExt}$	0,931
Preta 50%	$Q_{gInt} = 0,255Q_{gExt}$	0,973	$Q_{gInt} = 0,264Q_{gExt}$	0,977	$Q_{gInt} = 0,256Q_{gExt}$	0,936
Polietileno	$Q_{gInt} = 0,672Q_{gExt}$	0,938	$Q_{gInt} = 0,678Q_{gExt}$	0,961	$Q_{gInt} = 0,675Q_{gExt}$	0,926

Pelos modelos ajustados, observa-se que os tipos de coberturas do céu não influenciaram nos níveis de incidência internos de irradiação para as diferentes malhas de sombreamento (Tabela 1). Esta tendência pode ser observada para todas as malhas de sombreamento utilizadas, sendo a variação interna dependente da intensidade de luz incidente externa e das características da malha de sombreamento.

Para todos os tipos de coberturas utilizadas, a umidade relativa média e a umidade relativa mínima no interior do ambiente protegido aumentaram (Tabela 2). Esse aumento da umidade relativa está relacionado com a interceptação da radiação solar global pelos diferentes tipos de cobertura (Caliman et al., 2005). Elevada umidade do ar favorece a expansão foliar do tomateiro, que com maior área foliar, pode promover maior interceptação de energia luminosa e, como resultado, maior produção de fotoassimilados nas plantas cultivadas no ambiente protegido, resultando em maior produção.

TABELA 2. Dados microclimáticos coletados durante a execução do experimento, em um período de 15 dias (28/06/2012 a 12/07/2012), sob ambiente protegido com diferentes malhas e níveis de sombreamento no cultivo do tomateiro

Ambientes	UR*	UR	Tar**	Tar	Tsub5***	Tsub5	Tsub10	Tsub10
	média	mínima	média	máxima	média	máxima	média	máxima
	%		°C					
Polietileno	44,63 b	33,71 b	28,58 a	33,64 a	24,83 a	28,22 a	25,61 a	29,82 a
Vermelha 35%	46,51 a	36,44 a	27,95 b	32,19 b	24,82 a	28,04 a	25,26 b	28,27 b
Vermelha 50%	46,53 a	36,67 a	27,88 b	32,02 b	24,61 a	27,48 b	25,18 b	28,24 b
Termorefletores 35%	46,17 a	36,24 a	27,99 b	32,40 b	24,50 a	26,89 cd	24,82 c	27,67 c
Termorefletores 50%	46,44 a	36,49 a	27,89 b	32,13 b	24,10 b	26,49 de	24,39 d	26,87 d
Preta 35%	46,44 a	36,44 a	28,00 b	32,25 b	24,56 a	27,14 bc	24,53 cd	27,29 cd
Preta 50%	46,72 a	36,58 a	27,89 b	32,10 b	23,81 b	26,26 e	23,85 e	26,03 e
CV %	1,98	3,06	1,44	1,91	1,24	1,57	1,07	1,58

Obs: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey, $p < 0,05$. * UR - Umidade relativa do ar, **Tar – Temperatura do ar, ***Tsub5 – Temperatura do substrato a 5 cm de profundidade, Tsub10 - Temperatura do substrato a 10 cm de profundidade.

Verificou-se que no horário das 13:00 horas a umidade relativa (UR) mínima foi menor em relação à UR média e que as malhas vermelhas 35 e 50%, termorefletora 35 e 50% e preta 35 e 50% tiveram maior umidade relativa média e mínima em relação ao tratamento cobertura com apenas polietileno, em razão da intensidade da radiação solar atingir ápice próximo das 12:00 horas e as malhas de sombreamento reduzirem a intensidade luminosa no interior do ambiente protegido (Tabela 2). Mazuchowski et al. (2007) estudaram os dados médios de UR do ar e verificaram que próximo das 13:00 horas eram encontrados os menores valores, em qualquer época do ano, independente do tipo de luminosidade estudada, ou seja, 30; 50; 70 ou 100% de luminosidade, evidenciando o fato radiação solar reduzir a UR.

Com as temperaturas média e máxima do ar ocorreram semelhança à distribuição de umidade relativa nas diferentes coberturas, porém em processo inverso, ou seja, onde houve sombreamento as temperaturas média e máxima no período avaliado foram menores que o ambiente sem sombreamento, mas não variaram entre os tipos de malhas, bem como em relação aos níveis de sombreamento das malhas (Tabela 2).

Foram encontradas similaridades entre a temperatura máxima nos diferentes sombreamentos em relação ao tratamento sem sombreamento, com os dados de Santos et al. (2010). Quando se compara ambiente externo sem cobertura e ambiente protegido constata-se que, de modo geral, a temperatura média e máxima do ar no ambiente protegido foram maiores que a temperatura média e máxima do ar do ambiente externo sendo 23,30 °C e 29,71 °C, respectivamente.

No interior dos ambientes protegidos ocorreram valores de temperatura do ar maiores que o ambiente externo. Essas diferenças variaram e pressupõe-se que a temperatura no interior do ambiente protegido é sempre mais elevada que no exterior. Isso, normalmente ocorre devido ao efeito das coberturas plásticas que funcionam como barreiras físicas ao movimento de ascensão do ar quente (movimento convectivo), possuindo grande eficiência em “aprisionar” calor sensível (Vasquez et al., 2005).

Estudando a transpiração do tomateiro cultivado em substrato e em ambiente protegido Steidle Neto et al. (2010) notaram que a temperatura do ar está diretamente relacionada com a radiação solar, onde a medida que se tem aumento na radiação solar recebida, tem-se a elevação da temperatura do ar no ambiente protegido. A temperatura afeta diversos processos biológicos da planta, em especial o crescimento e a produção. A elevação da temperatura, dentro de limites favoráveis à cultura, pode resultar no aumento da atividade metabólica do fruto e maior importação de carbono e água. Como resultado, tem-se aumento (expansão e peso) do fruto (Caliman et al., 2005).

Na análise das temperaturas do substrato nas profundidades de 5 e de 10 cm observaram-se variação nos dados, tanto para temperatura média, quanto para temperatura máxima do substrato (Tabela 2). Na profundidade de 10 cm, o tratamento sem sombreamento promoveu a maior temperatura média e máxima do substrato, seguida pelas coberturas que reduziram a radiação solar no interior do ambiente protegido, ou seja, seguida pelas malhas vermelha e essas por sua vez pelas malhas termorefloras e preta 35%, que também não variaram entre si. Já a menor temperatura média e máxima do substrato foi obtida com a malha preta 50%. Esses resultados foram semelhantes aos observados por Mazuchowski et al. (2007) e Santos et al. (2010). Pezzopane et al. (2004), os quais relataram que essas diferenças serão maiores em dias com céu claro, pela alta disponibilidade energética, principalmente nos horários mais quentes do dia.

4.4 Conclusões

O ambiente protegido reduz os níveis de radiação solar global incidente;

A atenuação da radiação solar global pelas coberturas utilizadas flutuam ao longo do dia em função do ângulo zenital do sol;

A retenção de irradiação das malhas de sombreamento e o polietileno não é influenciada pelo tipo de cobertura do céu;

As coberturas com malhas de sombreamento pretas e termorefletoras são limitantes ao desenvolvimento do tomateiro, devido a elevada redução nos índices de irradiação solar;

A maior transmitância de radiação solar global é obtida com a malha de sombreamento vermelha 35%, seguida pela de 50%;

A radiação solar global afeta a temperatura do substrato;

O nível de sombreamento para as malhas termorefletora e preta reduz a temperatura do substrato.

4.5 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.4, p.613-619, 2012.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, V.36, n.1, p.86-92, 2006.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p.64-68, 1999.

CABRERA, F. J.; BAILLE, A.; LÓPEZ, J. C.; GONZÁLEZ-REALB, M. M.; PÉREZ-PARRAA, J. Effects of cover diffusive properties on the components of greenhouse solar radiation, *Biosystems Engineering*, v.103, p.344-356, 2009.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGHUETA, P. C.; MOREIRA, G. R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, p.255-259, 2005.

DALLACORT, R., RICIERI, R. P., SILVA, S. L., FREITAS, P. S. L., SILVA, F. F. Análise do comportamento de um actinógrafo bimetalico (R. Fuess-Berlin-Steglitz) em diferentes tipos de cobertura do céu. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.26, n.4, p.413-419, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. D.; FRANCO, A. T. O.; KASPER, R. F.; FERRAZ, C. O.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M. Post-harvest quality to fresh-marketed tomatoes as a function of harvest periods. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.62, n.5, p.446-451, 2005.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: Radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.14, n.6, p.645–652, 2010.

HERNÁNDEZ, M. I.; CHAILLOUX, M.; MORENO, V. Relaciones nitrógeno-potasio em fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su efecto em La acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. *Cultivos Tropicales*, vol.30, n.4, p.71-78, 2009.

HUERTAS, L. Control ambiental em el vivero. *Horticultura Internacional*, n. extra, p. 77-84, 2006.

LI, J. C. Uso de mallas em invernaderos. *Horticultura Internacional*, n. extra, p. 86-91, 2006.

MACIEL, S. P. A.; ZANELLA, F.; LIMA, A. L. S. Efeito do sombreamento sobre a produção de alface em hidroponia. *Revista Ciência e Consciência, Ji-Paraná*, v.2, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.revista.ulbrajp.edu.br/seer/inicia/ojs/viewarticle.phpid=1066>. Acesso em: 01/10/12.]

MAZUCHOWSKI, J. Z.; SILVA, E. T.; MACARI JUNIOR, A. Efeito da luminosidade e da adição de nitrogênio no crescimento de plantas de *Ilex paraguariensis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.31, n.4, p.619- 627, 2007.

MORAES, C. A. G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143p.

PEZZOPANE, J. E. M.; OLIVEIRA, P. C. de; REIS, E. F. dos; LIMA, S. de S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.9-15, 2004.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. Malhas termorefletoras aluminizadas. Disponível em: <http://www.polysack.com/index.php?page_id=744> Acesso em: 17/10/12.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V.; LYRA, G. B.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; LIMA, V. L. A. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. *Revista Brasileira de*

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.16, n.7, p.739–744, 2012.

RICIERI, R. P. Modelos de estimativa e avaliação dos métodos de medida da radiação solar difusa. 1998. 81f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, São Paulo, 1998.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SENTELHAS, P. C.; VILLA NOVA, N. A.; ANGELOCCI, L. R. Efeito de diferentes tipos de cobertura, em mini-estufas, na atenuação da radiação solar e da luminosidade. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n.1, p.479-481, 1998.

STEIDLE NETO, A. J.; RIBEIRO, A.; ZOLNIER, S.; CARRIJO, O. A. Variabilidade sazonal da relação entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global na Bacia do Rio Doce, Estado de Minas Gerais. Acta Scientiarum: Agronomy, Maringá, v.28, n.3, p.427-431, 2006.

STEIDLE NETO, A. J.; ZOLNIER, S.; MAROUELLI, W. A. Transpiração do tomateiro cultivado em substrato e sua influência na fração lixiviada e na condutividade elétrica da solução nutritiva drenada. Acta Scientiarum: Agronomy, Maringá, v.32, n.4, p.721-727, 2010.

VASQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. S.; SILVA, C. R. S. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.1, p.137-143, 2005.

5. ALOCAÇÃO DE BIOMASSA EM GENÓTIPOS DE TOMATEIRO CULTIVADOS EM DIFERENTES SOMBREAMENTOS E FONTES DE NUTRIENTES

Resumo – O crescimento da planta de tomateiro cultivado em substrato e em ambiente protegido depende de fatores, entre os quais se podem mencionar o genótipo; o tipo de cobertura do ambiente protegido; o tipo de substrato de cultivo; a nutrição e concentração de nutrientes fornecidos à planta, bem como do suprimento de água, que atuam conjuntamente em complexa interação. Com o objetivo de avaliar os atributos do substrato de cultivo e a alocação de biomassa de genótipos de tomateiro, cultivados em recipientes sob ambiente protegido, desenvolveu-se um experimento em Tangará da Serra. Delimitou-se o trabalho por meio de matriz Baconiana, avaliando-se: Genótipos de tomate ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max'); Tipos de cobertura do ambiente protegido (Sem sombreamento, malha vermelha 35 e 50%, termorefletora 35 e 50% e preta 35 e 50%); Substrato combinando torta de filtro e casca de arroz carbonizada (0, 25, 50, 75 e 100% de torta de filtro); Taxa de fornecimento de adubação orgânica – cama de frango (0, 5, 10, 15 e 20 g L⁻¹ de substrato) e Diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada (0, 25, 50, 75 e 100%). Totalizando 24 tratamentos em cinco repetições dispostos em blocos casualizados, cultivados no período de junho a setembro de 2012. Realizou-se a análise física e química do substrato; o monitoramento da radiação solar global sob todas as coberturas e a análise da produção de biomassa vegetativa e reprodutiva dos genótipos de tomate. Os tomateiros tipo cereja ('Sweet Million' e 'Cocktail Mascot') e tipo salada ('Sheila Victory' e 'Sophia F3') disponibilizaram maior proporção de fotoassimilados para o desenvolvimento da parte generativa: 67; 54; 56 e 56%, nessa ordem. A adição de torta de filtro aumenta a densidade seca, a capacidade de retenção de água, o pH e a condutividade elétrica dos substratos; A cultivar 'Sweet Million' apresenta maior produção de frutos; Os genótipos de tomateiro, as coberturas do ambiente protegido, a composição

do substrato e a força iônica da solução nutritiva influencia na partição de massa seca e fresca do tomate.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, cultivo protegido, crescimento, partição de assimilados, substratos.

BIOMASS ALLOCATION IN TOMATO GENOTYPES CULTIVATED IN DIFFERENT SHADE NETS AND NUTRIENTS SOURCES

Abstract - The growth of tomato plants cultivated in substrate and in protected cultivation depends of factors, among which can be mention the genotype; the type of coverage of the protected cultivation; the type of substrate; the nutrition and concentration of nutrients supplied to the plant, as well as the water supply, which act together in complex interaction. In order to evaluate the attributes of the substrate and biomass allocation of the tomato genotypes, grown in recipients under protected cultivation, was developed an experiment in Tangara da Serra - MT, Brazil. This study was delimited by Baconian matrix, and was evaluated: Tomato genotypes ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' and 'Debora Max'); Types of the cover of the protected cultivation (No shading, red mesh 35 and 50%, thermal shading 35 and 50% and black 35 and 50%; Substrate combining with filter cake and carbonized rice husk (0, 25, 50, 75 and 100% of filter cake); Rate of organic fertilizer - poultry litter (0, 5, 10, 15 and 20 g L⁻¹ substrate) and different fertigation ionic concentrations of the nutrient solution (0, 25, 50, 75 and 100%). Totaling 24 treatments in five replicates in randomized block design, cultivated from June to September 2012. It was carried out the physical and chemical analysis of the substrate; the monitoring of global radiation under all covers and the analysis of the yield of vegetative and reproductive biomass of tomato genotypes. The tomato crop of type cherry ('Sweet Million' and 'Cocktail Mascot') and type salad ('Sheila Victory' and 'Sophia F3') have provided greater proportion of photoassimilates in the development of the generative part: 67; 54; 56 and 56%, respectively. The addition of filter cake increases the dry density, the water retention capacity, the pH, and the electric conductivity of the substrates; The cultivar 'Sweet Million' has a higher fruit yield; The tomato genotypes, the covers of the protected cultivation, the substrate composition

and ionic concentration of the nutrient solution influences the partitioning of dry and fresh mass of tomato crop.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, protected cultivation, growth, assimilate partitioning, substrates.

5.1 Introdução

O cultivo protegido vem expandindo seu campo de atuação em relação, à sazonalidade e regionalidade. Épocas e regiões que anteriormente não se mostravam propícias à produção, caracterizando-a pelas baixas temperaturas, excesso de chuva ou, por altas temperaturas, altos níveis de radiação e chuvas escassas, hoje em dia, podem ser pólos de produção de tomate (Albuquerque Neto e Peil, 2012).

O tomateiro é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, superada apenas pela batata. Segundo a FAO-Food and Agriculture Organization (2012), os dez países maiores produtores de tomate foram, em ordem decrescente: China, Índia, EUA, Turquia, Egito, Irã, Itália, Espanha, Brasil e México, sendo que a produção mundial foi de, aproximadamente, 161 milhões de toneladas provenientes de 4,8 milhões de hectares, e tem crescido rapidamente na última década, tanto em termos de produção, quanto em área e produtividade (FAO, 2014).

Devido ao manejo diferenciado a produção de tomate em ambiente protegido demanda genótipos bem adaptada e que proporcionem o máximo de rendimento de produtos de elevado padrão de qualidade. Para obter o máximo de benefícios de cada um desses diferentes sistemas de cultivo, o conhecimento da interação genótipos x ambientes é fundamental, pois essa intenção se faz presente todas às vezes que se testam diversos genótipos em diferentes condições ambientais (Gualberto et al., 2002). Melo et al. (2012), em seus trabalhos, afirmaram que o desempenho das plantas pode ser diretamente influenciado pela interação entre genótipos e diferentes substratos.

Gualberto et al. (2002), Caliman et al. (2005), Gusmão et al., (2006), Genúncio et al. (2010) ao avaliarem a adaptação de genótipos e/ou híbridos para o cultivo protegido do tomate observaram variações nas produtividades, em razão de interações entre genótipos, ambientes e práticas culturais adotadas nos diferentes ensaios.

Há crescente utilização de malhas de sombreamento denominadas de sombrite em ambiente protegido, objetivando regularizar a produção, contornando problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais como alta luminosidade e altas temperaturas. As malhas reduzem a incidência direta dos raios solares, diminuindo a temperatura, o que é favorável às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante (Maciel et al., 2007).

No Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto, valendo-se também da substituição do cultivo em solo pelo cultivo em substrato, principalmente quando a presença de patógenos no solo impossibilita o plantio (Carrijo et al., 2004; Fernandes et al., 2006; Costa et al., 2009).

Guerrini e Trigueiro (2004) ressaltaram que substratos podem ser definidos como meio adequado para sustentação da planta e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos tóxicos e condutividade elétrica adequada. A matéria orgânica é um componente indispensável por proporcionar redução na densidade aparente, global e aumento na porosidade do substrato em função da participação positiva dos materiais orgânicos.

Uma alternativa para contornar problemas citados anteriormente no cultivo protegido, está na utilização de substratos removíveis como suporte às plantas, associados à técnica hidropônica em sistema aberto, ou seja, a fertirrigação por gotejamento em cuja prática se observa maior retenção de umidade e diminuição no consumo de energia elétrica, não havendo recirculação da solução nutritiva fertirrigada podendo-se, desse modo, evitar problemas com patógenos que atacam o sistema radicular das plantas (Gusmão et al., 2006; Factor et al., 2008).

Dentre os fatores de produção, a nutrição mineral é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade do produto. Sendo assim, a

adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento agrícola. Todos os nutrientes devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada espécie. Genúncio et al. (2006) afirmaram que concentrações mínimas de nutrientes devem ser objeto de estudo, tendo em vista as diferenças genóticas, ambientais e as demandas associadas às diferentes fases do desenvolvimento.

A radiação solar interceptada pela cultura, temperatura, densidade de cultivo, poda de folhas, carga de frutos, disponibilidade de nutrientes e genótipos são fatores que influenciam no acúmulo e repartição da massa seca entre órgãos da planta de tomate, também sendo necessário o seu estudo (Rattin et al., 2003; Albuquerque Neto e Peil, 2012).

No entanto, mesmo que se tenham informações gerais acerca dos diversos aspectos técnicos do cultivo em ambiente protegido, há carência de informações específicas relativas ao comportamento de genótipos de tomate, bem como do manejo de coberturas no seu cultivo e do fornecimento de nutrientes ao substrato de cultivo em recipientes.

O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos do substrato de cultivo e a alocação de biomassa de genótipos de tomateiro, cultivados em recipientes sob ambiente protegido em Tangará da Serra.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Localização experimental

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra (14°37'10"S; 57°29'09"O; 440 m de altitude), de junho a setembro de 2012. O clima da região é caracterizado por índices pluviométricos com precipitação média anual de 1.800 mm e temperatura média anual de 24,4 °C.

5.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

A área do estudo foi constituída por dois ambientes protegidos, modelo túnel alto (com 21,0 m de comprimento e 5,20 m de largura, contendo 2,30 m de pé-direito), revestida com película de polietileno transparente de baixa densidade aditivada anti-UV de 150 µm de espessura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições e uma planta por recipiente de 5,0 dm³.

Os tratamentos em número de 24 (Tabela 1) foram constituídos de acordo com uma matriz baconiana (Alvarez V., 1994), em que os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 avaliaram-se os genótipos de tomate; 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12 foram avaliadas as coberturas do ambiente protegido; 1, 13, 14, 15, 16 o efeito da proporção de torta de filtro, subproduto da usina canavieira em mistura com casca de arroz carbonizada formando o substrato de cultivo; 1, 17, 18, 19, 20 o efeito da adubação orgânica com cama de frango adicionado ao substrato; 1, 21, 22, 23 e 24 o efeito de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada ao tomateiro. O tratamento 1 refere-se ao tratamento de referência, que utilizou a cultivar 'Giuliana' sob ambiente protegido sem sombreamento, cultivada em substrato com 50% de torta de filtro, mais o fornecimento de 5 g L⁻¹ de cama de frango e fertirrigada com solução nutritiva de 50% de força iônica.

TABELA 1. Distribuição dos tratamentos utilizados no experimento de tomate, cultivado em recipientes no ambiente protegido, em razão de diferentes fatores, distribuídos em matriz baconiana

Trat.	Fatores				
	Genótipos	Coberturas	Substrato Torta de filtro (%)	Ad. Orgânico (g L ⁻¹)	Força iônica da solução nutritiva (%)
1	Giuliana	Polietileno	50	5	50
2	Sweet Million	Polietileno	50	5	50
3	Cocktail Mascot	Polietileno	50	5	50
4	Sheila Victory	Polietileno	50	5	50
5	Sophia F3	Polietileno	50	5	50
6	Déborá Max	Polietileno	50	5	50
7	Giuliana	Vermelha 35%	50	5	50
8	Giuliana	Vermelha 50%	50	5	50
9	Giuliana	Termorefl.35%	50	5	50
10	Giuliana	Termorefl.50%	50	5	50
11	Giuliana	Preta 35%	50	5	50
12	Giuliana	Preta 50%	50	5	50
13	Giuliana	Polietileno	0	5	50
14	Giuliana	Polietileno	25	5	50
15	Giuliana	Polietileno	75	5	50
16	Giuliana	Polietileno	100	5	50
17	Giuliana	Polietileno	50	0	50
18	Giuliana	Polietileno	50	10	50
19	Giuliana	Polietileno	50	15	50
20	Giuliana	Polietileno	50	20	50
21	Giuliana	Polietileno	50	5	0
22	Giuliana	Polietileno	50	5	25
23	Giuliana	Polietileno	50	5	75
24	Giuliana	Polietileno	50	5	100

A composição química da torta de filtro, casca de arroz carbonizada e cama de frango utilizadas na composição dos substratos de cultivo, foi determinada pelos métodos descritos por Abreu et al. (2009) (Tabela 2).

Para a análise física e química seguiu-se o método adotado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2007), instrução normativa SDA nº17 para substratos hortícolas, determinados antes do plantio (Tabela 2) e após os componentes serem misturados, conforme Tabela 1.

TABELA 2. Características físicas e químicas dos substratos, com base na matéria seca

Determinações	Unidade	Casca de arroz carbonizada	Torta de filtro	Cama de frango
Nitrogênio (N) total	g Kg ⁻¹	4,16	16,91	25,32
Fósforo (P) total	g Kg ⁻¹	2,26	7,98	18,85
Potássio (K) total	g Kg ⁻¹	7,17	2,93	42,21
Cálcio (Ca) total	g Kg ⁻¹	0,65	13,74	15,73
Magnésio (Mg) total	g Kg ⁻¹	1,49	3,24	4,28
Enxofre (S) total	g Kg ⁻¹	0,93	3,87	7,06
Zinco (Zn) total	mg Kg ⁻¹	29,49	138,20	274,59
Cobre (Cu) total	mg Kg ⁻¹	1,12	3,85	4,96
Manganês (Mn) total	mg Kg ⁻¹	150,48	336,12	249,93
Boro (B) total	mg Kg ⁻¹	165,47	235,96	166,88
Ferro (Fe) total	mg Kg ⁻¹	1.204,74	1.306,87	601,58
pH em CaCl ₂		6,18	6,60	7,8
CE*	mS cm ⁻¹	0,23	2,64	n.d
D**	Kg m ⁻³	179,93	702,09	n.d
CRA ₁₀ ***	%	16,33	70,06	n.d

* Condutividade elétrica (CE); ** Densidade seca (D) e *** Capacidade de retenção de água a 10 cm (CRA₁₀).

As malhas de sombreamento foram fixadas a uma altura de 2,30 m, no tamanho de 3,0 m x 5,2 m, abaixo da cobertura de polietileno, onde a lateral do ambiente protegido permaneceu aberta.

5.2.3 Execução do experimento

As mudas de tomate foram produzidas em substrato comercial e acomodadas em bandejas de poliestireno de 144 células e o transplântio foi realizado 25 dias após a semeadura, quando os genótipos apresentavam quatro a cinco folhas definitivas.

Os recipientes com capacidade de 5,0 dm³ foram preenchidos com substrato resultante da combinação de diferentes proporções torta de filtro e casca de arroz carbonizada, suplementada com cama de frango como adubo orgânico e fertirrigada com solução nutritiva em diferentes concentrações (força iônica), conforme a Tabela 1.

A fertirrigação foi realizada constantemente, ou seja, os fertilizantes foram aplicados em todas as irrigações. A quantidade total aplicada de cada nutriente ao longo do ciclo da cultura (143 dias) forneceu: N – 41; P – 12; K – 72; Ca – 42; Mg – 12; S – 31; B – 0,1; Cu – 0,02; Fe – 0,41; Mn – 0,15; Zn – 0,02 e Mo 0,002 g planta⁻¹, respectivamente, com a solução nutritiva de 100% de força iônica (Moraes, 1997).

Para o preparo de 1000 L de solução nutritiva, foram utilizados 286,0 g de fosfato monoamônico; 833,0 g de sulfato de magnésio; 1382,0 g de nitrato de cálcio; 516,0 g de sulfato de potássio; 377,0 g de cloreto de potássio; 3,6 g de sulfato de manganês; 0,62 g de sulfato de zinco; 3,7 g de ácido bórico; 42,7 g de Libferr® (Fe-quelatado); 0,96 g de sulfato de cobre e 0,032 g de molibdato de sódio.

As plantas foram desbrotadas e tutoradas verticalmente em haste única até 2,0 m de altura, nessa altura foi realizada a poda do ponteiro, momento em que as plantas apresentavam sete a oito cachos.

O espaçamento utilizado foi de 1,0 m x 0,5 m. Para o controle de pragas foram realizadas, de acordo com a necessidade, pulverizações com defensivos nas doses e épocas recomendadas pelo fabricante para o tomateiro, sendo utilizados duas aplicações de Tiametoxam + Lambda-cialotrina (dose 75,0 mL 100L⁻¹), uma aplicação de Metomil (dose 100 mL 100L⁻¹) e uma aplicação de Imidacloprid 700 WG (dose 200 g ha⁻¹). O período de colheita dos frutos iniciou-se 64 dias após o transplântio e teve duração de 54 dias, em que as colheitas dos frutos foram realizadas duas vezes por semana.

5.2.4 Características avaliadas

A radiação solar global foi monitorada a céu aberto, e sob todas as coberturas, por meio de piranômetros mod. CMP3 (Kipp e Zonen) que foram fixados a 2,0 m de altura e ao centro de cada cobertura. A fim de se avaliar e caracterizar as condições micrometeorológicas dos tratamentos obtiveram-se registros contínuo de dados dos sensores que foram ligados ao sistema

de aquisição de dados datalogger mod. CR1000 (Campbell Scientific) programados para realizar leituras automáticas a cada segundo e armazenar as médias de 10 minutos, médias horárias e médias diárias dos elementos variáveis meteorológicos.

As avaliações realizadas foram em relação à análise física e química do substrato e em relação à produção (g m^{-2}) da biomassa (massa fresca e seca) vegetativa (folhas, haste e raiz) e reprodutiva (racimos e frutos).

A massa fresca e seca, acumulada pelas plantas ao final do trabalho (143 dias após a semeadura), foram avaliadas e separadas em cinco frações: folhas, hastes, racimos, frutos (considerando-se a totalidade dos frutos colhidos, durante o processo produtivo e acrescentados a fração correspondente) e raiz. As frações foram medidas quanto sua massa, obtendo-se a massa fresca, sendo então secas separadamente em estufa de ventilação forçada a 65°C , até massa constante. Após secagem, as diferentes frações foram novamente medidas, obtendo-se as suas respectivas massas secas. A partir dessas análises, determinou-se a distribuição de biomassa entre os órgãos das plantas.

5.2.5 Análise estatística

Os dados após serem tabulados e analisados quanto à normalidade, foram submetidos a análise de variância, sendo as variáveis qualitativas comparadas por Tukey a 5% e as variáveis quantitativas analisadas por regressão polinomial.

5.3 Resultados e Discussão

Na análise de variância dos dados físico e químicos do substrato verificou-se que houve diferença pelo teste F ($p < 0,05$) para densidade do substrato seco (D), capacidade de retenção da água a 10 cm (CRA_{10}), pH e condutividade elétrica (CE). As características físicas e químicas do substrato, após a combinação entre torta de filtro e casca de arroz carbonizada, utilizadas no cultivo do tomate em ambiente protegido estão na Figura 1.

O aumento da proporção de torta de filtro e consequente redução de casca de arroz carbonizada proporcionou aumento linear nos valores de D, CRA_{10} , pH e CE, Figuras 1A, 1B, 1C e 1D, respectivamente. Assim, a torta de filtro foi um componente determinante no valor final da D, CRA_{10} , pH e CE dos diferentes substratos, pelo seu maior valor nos atributos avaliados em relação à casca de arroz carbonizada.

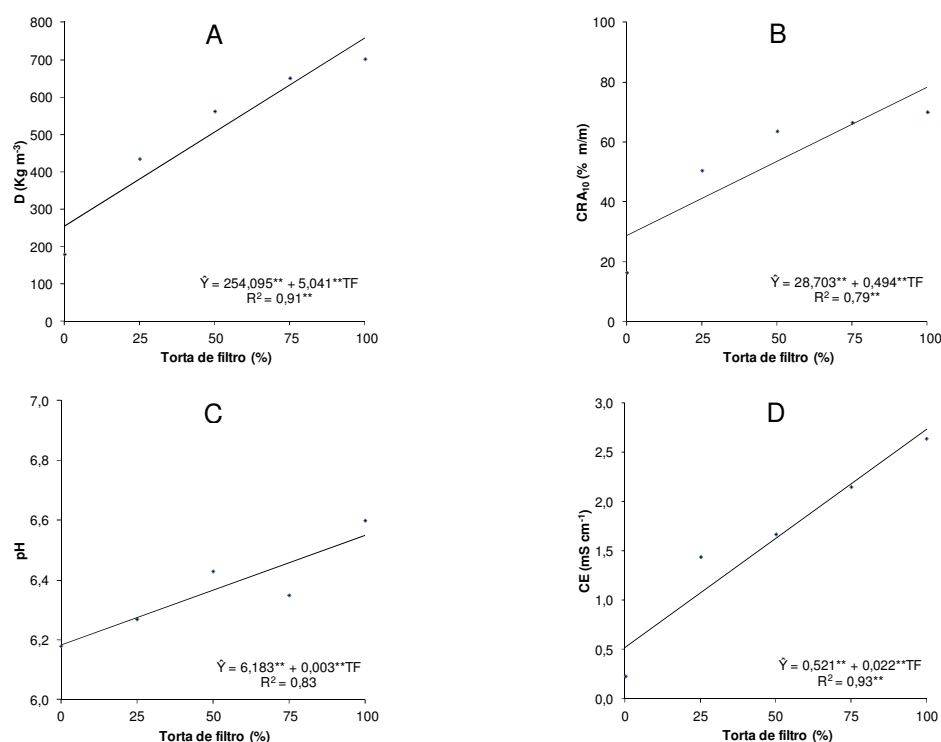


FIGURA 1. Densidade (D), capacidade de retenção de água a 10 cm (CRA_{10}), pH e condutividade elétrica (CE) do substrato torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada

As diferenças observadas para D e CRA_{10} foram influenciadas pela granulometria dos substratos utilizados, pois afeta a distribuição do tamanho dos poros formados. O conhecimento do valor da densidade tem várias aplicações, como no cultivo em recipientes, servindo como parâmetro para o manejo da irrigação (Fermino e Kämpf, 2012).

Verificou-se com maiores níveis de casca de arroz carbonizada em mistura com a torta de filtro (Figura 1B), redução na capacidade de retenção de água do substrato, consumindo grande coluna de água para irrigação ou ainda podendo proporcionar deficiência hídrica às plantas, especialmente no caso de irrigações pouco frequentes. Guerrini e Trigueiro (2004) descreveram que a casca de arroz carbonizada trata-se de um material leve e inerte à hidratação, a qual promove acréscimo na porosidade à medida que seu percentual aumenta na composição do substrato, de modo a reduzir a capacidade de retenção de água do substrato.

A capacidade do meio de conduzir eletricidade é expressa em CE e devido à salinidade observada em solos, em substratos a salinidade refere-se ao teor total de sais solúveis, que faz referência à concentração de sais em determinado volume de substrato. Assim, Fermino et al. (2010) relataram que em substratos não basta observar o valor da CE, mas considerar a densidade do material, pois para o mesmo valor CE, maior será a salinidade no recipiente, quanto maior for a densidade do substrato.

Na análise de variância a produção de massa fresca (MF) houve diferença para MF das folhas, da haste, dos racimos, dos frutos e da raiz, tanto para fator genótipos quanto para coberturas, doses do substrato (torta de filtro), adubação orgânica e força iônica da solução nutritiva e exceto para MF da haste e racimos para o fator substrato.

Na Tabela 3 observa-se que a produção de MF das folhas foi maior nos genótipos 'Giuliana' e 'Débora Max', enquanto a parte generativa (frutos) foi menor nos referidos genótipos, em relação aos demais genótipos, possivelmente pela grande quantidade de folhas.

TABELA 3. Massa fresca das folhas, da haste, dos racimos, dos frutos e da raiz de seis genótipos de tomateiro em tipos de coberturas do ambiente protegido, utilizados no cultivo do tomate

Tratamentos	Massa fresca (g m ⁻²)				
	Folhas	Haste	Racimos	Frutos	Raiz
Genótipos					
Giuliana	1.940,5 a	656,0 ab	207,5 c	3.749,6 d	661,0 a
Sweet Million	1.094,5 b	500,6 b	459,4 b	8.260,4 a	106,5 d
Cocktail Mascot	850,1 c	702,3 a	472,6 a	5.303,1 c	188,7 c
Sheila Victory	1.144,0 b	738,3 a	121,7 c	6.657,9 b	337,8 b
Sophia F3	1.268,9 b	571,2 ab	112,7 d	6.920,8 b	207,9 c
Débora Max	1.930,5 a	755,1 a	301,8 c	3.259,6 d	726,6 a
Coberturas/Cultivar Giuliana					
Polietileno	1.940,5 a	656,0 a	207,5 a	3.749,6 d	661,0 a
Vermelha 35%	1.850,2 a	587,9 ab	154,6 ab	4.178,2 bcd	406,5 b
Vermelha 50%	1.596,1 bc	519,9 ab	150,7 ab	3.787,9 cd	347,3 bc
Termorefletora 35%	1.726,6 ab	486,7 ab	153,0 ab	4.698,1 b	396,3 b
Termorefletora 50%	1.366,2 cd	550,2 ab	136,6 ab	4.553,9 bc	280,4 c
Preta 35%	1.360,1 cd	409,2 b	120,7 b	5.770,3 a	185,1 d
Preta 50%	1.242,6 d	416,5 b	109,6 b	4.943,6 ab	168,1 d
CV %	8,40	18,35	20,34	10,24	9,66

Médias seguidas pela mesma letra na coluna dentro de cada fator (genótipos e coberturas), não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

A produção de MF de frutos foi maior no genótipo ‘Sweet Million’, seguido pelos genótipos ‘Sheila Victory’ e ‘Sophia F3’ que foram semelhantes, evidenciando a maior adaptabilidade desses genótipos ao ambiente de cultivo. A produção de MF de frutos 8.260,4 g m⁻² do genótipo ‘Sweet Million’ o faz um dos mais promissores para o cultivo em substrato cultivado em ambiente protegido, superando a produção de 1.490,0 e 3.050,0 g m⁻² observada por Albuquerque Neto e Peil (2012), para diferentes genótipos de tomateiro, como o ‘Cereja Vermelho’ e ‘Yubi’, respectivamente e de 6.020,0 a 7.670,0 g m⁻² para o genótipo ‘Sweet Million’ cultivado em diferentes substratos, observados por Gusmão et al. (2006) que verificaram ainda produção de 5.160,0 a 7.640,0 g m⁻² para o híbrido ‘Cocktail Mascot’.

A maior MF de racimos observada nos genótipos ‘Cocktail Mascot’ e ‘Sweet Million’ foi devido aos referidos genótipos pertencerem ao grupo de tomates cerejas, em que os mesmos têm maior número de inflorescência com elevado número de frutos, correspondendo ao fator genético do grupo,

demonstrando sua grande influência na formação de frutos (Tabela 3). Gusmão et al. (2006) evidenciaram em seus trabalhos que o tomate 'Sweet Million' são híbridos característicos de tomates tipo cereja, por apresentarem inflorescência com elevado número de frutos, enquanto 'Cocktail Mascot' formam frutos maiores (mini) com inflorescências menores e pouco ramificadas.

No fator coberturas do ambiente protegido nota-se que tanto a MF da haste quanto de racimos foi maior no tratamento sem sombreamento em relação aos sombreamentos de 35 e 50% com malha preta, estes por sua vez não diferiram dos demais tipos e níveis de sombreamento, evidenciando a maior eficiência do material com apenas polietileno na geração de condições microclimáticas mais adequadas.

Observa-se em relação à MF das folhas que os tratamentos sem sombreamento, malha vermelha e termorefletora com o nível de 35% de sombreamento apresentaram maior MF das folhas e que houve redução na produção de MF das folhas com o aumento do nível de sombreamento de 35% para 50% nos diferentes tipos de sombreamento, ou seja, redução na MF das folhas de 1.850,2 para 1.596,1; de 1.726,6 para 1.366,2 e de 1.360,1 para 1.242,6 g m⁻², em relação às malhas vermelha, termorefletora e preta, por essa ordem. Em razão da redução da taxa de radiação solar global, à medida que se restringe a mesma de 35 para 50% de sombreamento, independente do tipo de malha (Figura 2).

O valor acumulado para radiação solar global para polietileno e as malhas de sombreamento vermelha 35%, vermelha 50%, termorefletora 35%, termorefletora 50%, malha preta 35% e malha preta 50% foi de 1.536,71; 1.127,35; 959,20; 842,23; 624,35; 781,19 e 582,42 MJ m⁻² respectivamente, durante o ciclo do tomateiro (Figura 2).

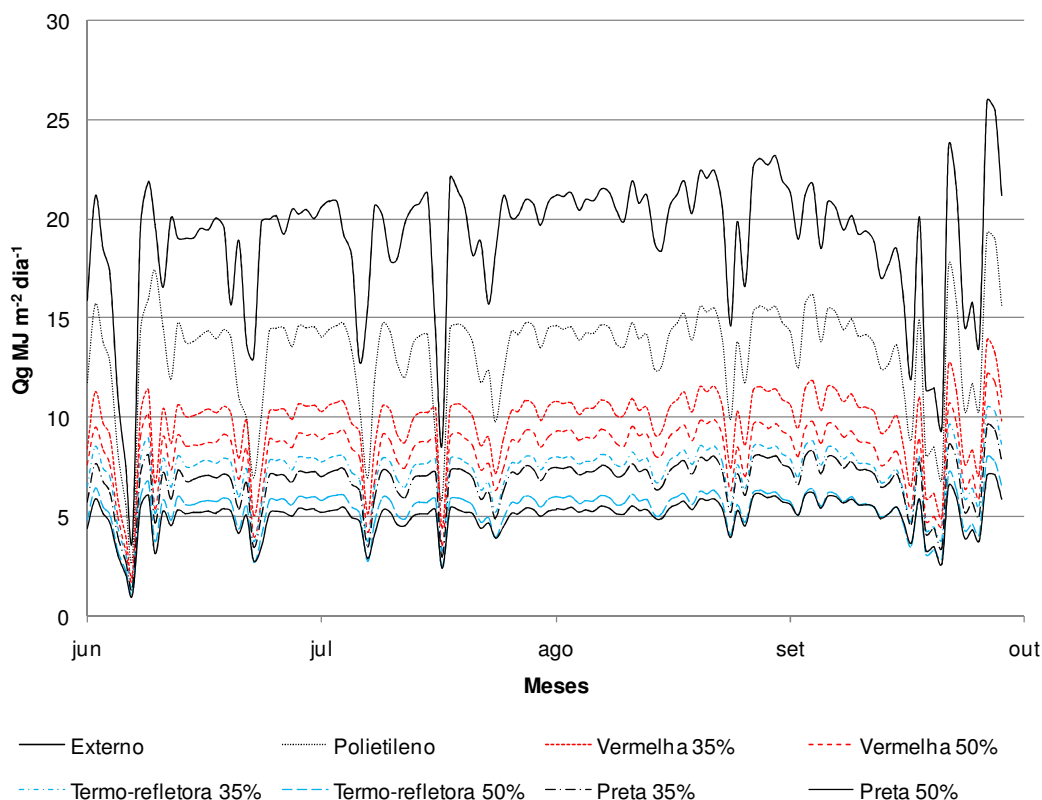


FIGURA 2. Radiação solar global (Qg) diária do ambiente externo e nos cultivos protegidos com tomateiro

A medida que se aumentou o nível de sombreamento em relação a cobertura com apenas polietileno houve redução na produção de MF das folhas, fato não evidenciado no tratamento com as coberturas vermelha e termorefletora 35%, em razão das referidas coberturas apresentarem um valor médio diário de radiação solar global de 9,7 e 7,3 MJ m⁻² dia⁻¹, próximo ao limite trófico da cultura de 8,4 MJ m⁻² dia⁻¹ apresentados por Beckmann et al. (2006) e Albuquerque e Peil (2012), mesmo o valor para cobertura termorefletora 35% estando abaixo 1,1 MJ m⁻² dia⁻¹ abaixo do limite trófico, pois a radiação solar global incidente no decorrer do experimento variou de 1,6 a 10,5 MJ m⁻² dia⁻¹, ficando próximo ao limite trófico.

O mesmo fato ocorrido para MF das folhas, foi verificado na produção MF dos frutos para o sombreamento vermelho 35% em relação ao 50%, onde verificou-se uma redução de 1,4 MJ m⁻² dia⁻¹ no valor médio diário de radiação solar global. Com base neste valor pode-se inferir que a redução na radiação limitou o crescimento e o desenvolvimento reprodutivo satisfatório,

sendo que o desenvolvimento normal das culturas ocorre quando a quantidade de energia recebida é superior ao nível trófico, concordando com Souza et al. (2010), que relataram em seus estudos que a redução da radiação, reduz o desenvolvimento e produção das plantas por reduzir a disponibilidade de fotoassimilados.

Na produção de MF das folhas medidas aos 143 dias após a semeadura, registra-se resposta quadrática às doses de torta de filtro (Figura 3A) na composição do substrato de cultivo. Os valores foram 1.586,22; 1.770,54; 1.940,51; 1.933,04 e 1.613,72 g m⁻², na devida ordem para 0; 25; 50; 75 e 100% de torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada.

Verificou-se ainda efeito quadrático para MF da haste e raiz com valores de 584,44 e 400,94; 622,44 e 477,76; 656,03 e 661,01; 604,53 e 656,64; 567,21 e 540,08 g m⁻²; para 0; 25; 50; 75 e 100% de torta de filtro, nessa ordem. Não foi possível ajuste linear ou quadrático para MF dos racimos e frutos, foi obtido uma média de 201,50 g m⁻² para MF dos racimos e 3.889,14 g m⁻² para MF dos frutos. A máxima produção de MF das folhas, haste e raiz foi 53,2; 46,1 e 63,9 %, de torta de filtro (Figura 3A).

Para o fator adubação orgânica com cama de frango não foi possível ajuste linear ou quadrático para MF das folhas; haste; racimos e raiz com valores médios de 1.763,34; 612,36; 176,89 e 561,89 g m⁻², respectivamente. Verificou-se efeito linear decrescente para MF dos frutos com valores de 4.649,88; 3.749,60; 4.009,32; 3.667,10 e 2.581,90 g m⁻², na devida ordem para 0; 5; 10; 15 e 20 g de cama de frango por litro de substrato de cultivo (Figura 3B).

Em relação a força iônica da solução nutritiva na produção de MF das folhas, da haste, dos racimos, dos frutos e da raiz foi possível ajustar uma função quadrática (Figura 3C), em que foram verificados produção máxima fresca com 77,7; 77,6; 70,0; 92,1 e 90,2% de força iônica da solução nutritiva, respectivamente na produção de MF.

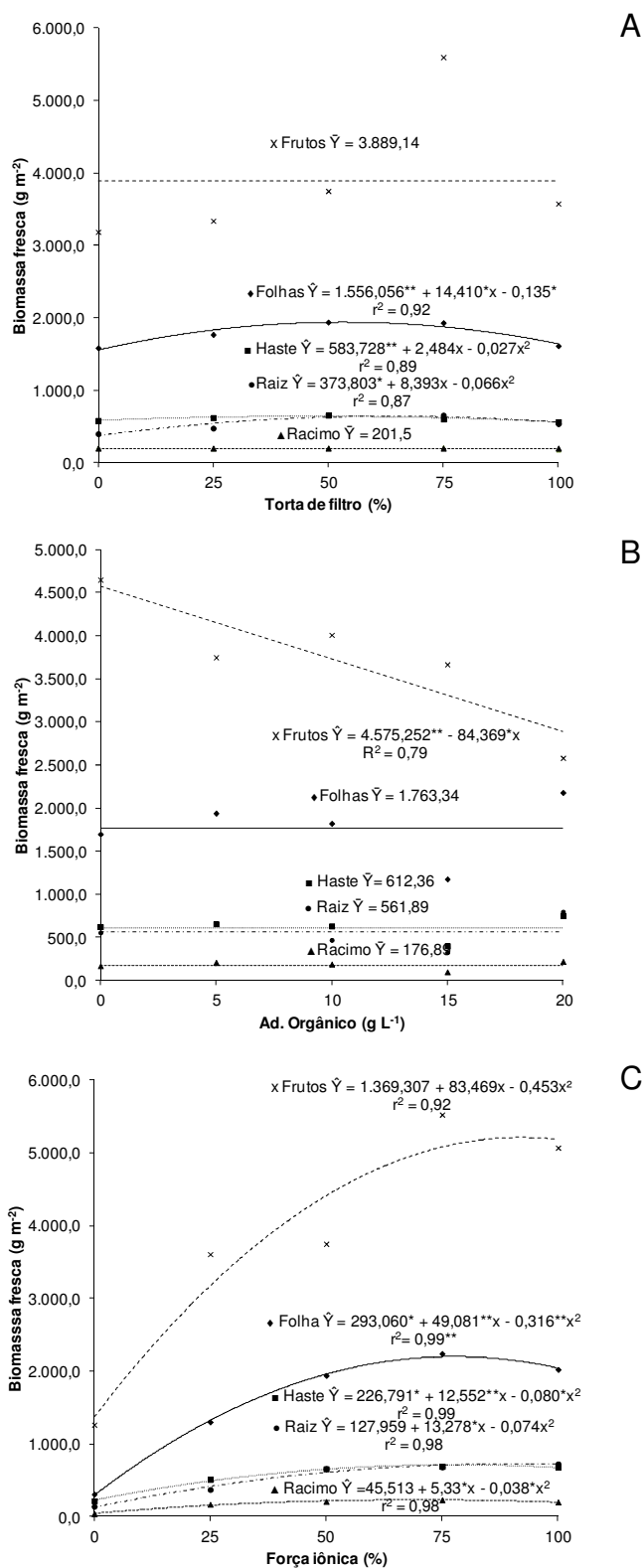


FIGURA 3. Produção de massa fresca das folhas, da haste, dos racimos, dos frutos e da raiz, em função do efeito da torta de filtro (A), da adubação orgânica (B) e força iônica da solução nutritiva (C), fornecida ao tomate ‘Giuliana’

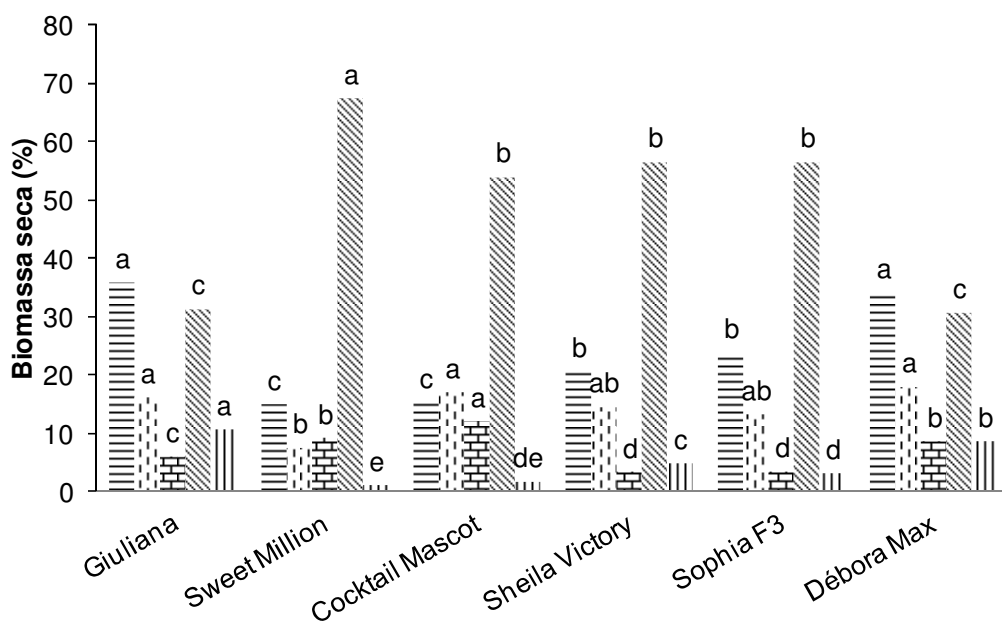
Os valores alcançados para produção máxima fresca com força iônica da solução nutritiva entre 70,0 e 92,1%, nos arremetem que o tomateiro é capaz de sobreviver há uma gama variada de soluções nutritivas. No entanto, Martinez (2002) relatou que a formulação de uma solução que garanta o desenvolvimento máximo sem excedentes e nem falta é difícil, porque as exigências nutricionais variam entre espécies, genótipos, estágio de desenvolvimento, fotoperíodo, intensidade luminosa e temperatura, dentre outros.

Genúncio et al. (2006) verificaram que a redução foi ainda maior, com valores em até 50% da força iônica da solução nutritiva de Hoagland não influenciando a produção e o acúmulo de massa fresca e seca dos tomateiros, possibilitando uma redução no uso de adubos na composição da solução nutritiva fornecida.

A distribuição de fotoassimilados dos genótipos se diferenciara em relação à partição de massa seca, fato evidenciado também por Albuquerque Neto e Peil (2012), Figura 4A. Os genótipos 'Giuliana' e 'Débora Max' obtiveram maiores acúmulos de massa seca na parte vegetativa (52%) em detrimento da parte generativa, sendo que os frutos representaram aproximadamente 31% da massa seca da planta nestes genótipos, evidenciando a menor adaptabilidade desses ao ambiente de cultivo.

Os tomateiros tipo cereja ('Sweet Million' e 'Cocktail Mascot') e tipo salada ('Sheila Victory' e 'Sophia F3') disponibilizaram maior proporção de fotoassimilados para o desenvolvimento da parte generativa: 67; 54; 56 e 56%, nessa ordem. Esse maior desenvolvimento reflete a maior adaptabilidade dos grupos cereja e salada, ao sistema de cultivo utilizado e a concentração iônica da solução nutritiva usada, fato não verificado com o genótipo 'Giuliana' do grupo italiano.

A



B

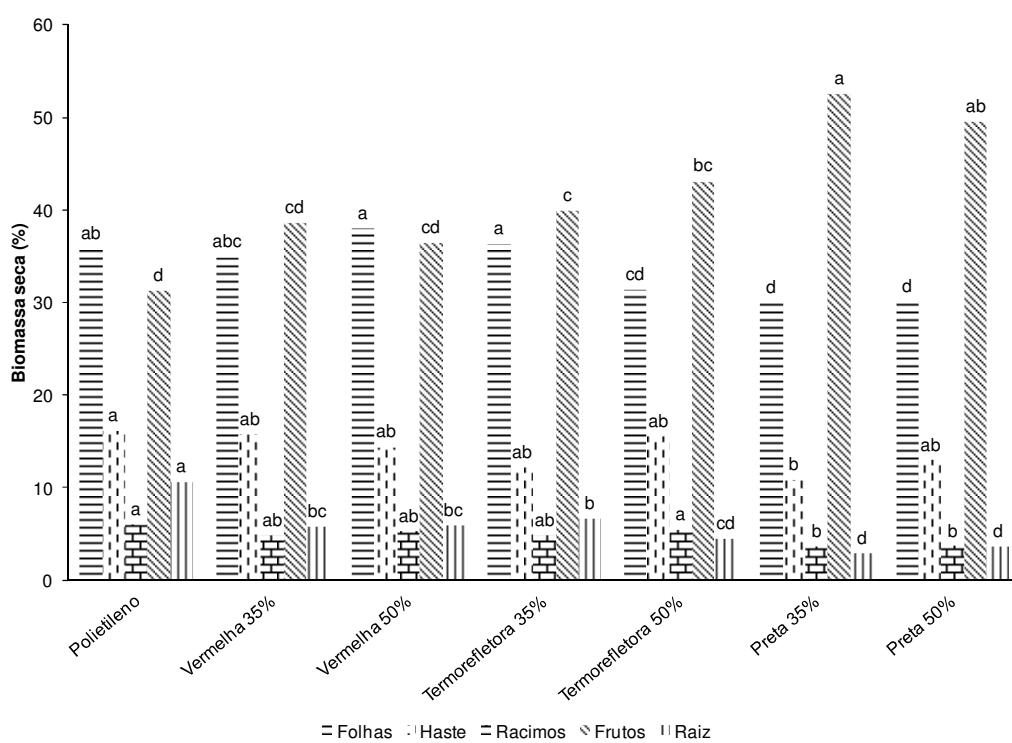


FIGURA 4. Partição da massa seca entre folhas, haste, racimos, frutos e raiz: (a) genótipos de tomateiro; (b) tipos de coberturas do ambiente protegido no cultivo do tomate 'Giuliana'

Verifica-se que houve variação de 30,7 até 67,4% para massa seca dos frutos acumulada para os tomates 'Débora Max' e 'Sweet Million'. Ao avaliar os genótipos variação de 14,8 a 35,8%; 7,6 a 18%; 3,4 a 12,0% e 1,0 a 10,6% para a partição de massa seca de folha, haste, racimo e raiz, respectivamente. Assim, Lopes et al., (2011) trabalhando com o tomate 'SM-16' em diferentes coberturas do solo, no ano agrícola de 2008, também constataram que os frutos foram o dreno preferencial na planta, atingindo ao final do ciclo com 52,5% do total da massa seca acumulada, enquanto as folhas acumularam apenas 28,5%, hastes 14,8% e racimo 4,3% da massa seca produzida pelo tomate 'SM-16'.

No entanto Andriolo et al. (2000), estudando a posição dos frutos e seu efeito na repartição da massa seca da planta do tomate híbrido longavida 'Diva', constataram que, na média, as plantas acumularam mais massa seca e mobilizaram aproximadamente 29 a 38% dos fotoassimilados para a formação e crescimento dos frutos. Já Albuquerque Neto e Peil (2012) encontraram valores de 14 a 63% de mobilização de fotoassimilados para os genótipos estudados.

Verificou-se através dos dados de partição de massa seca, que houve distribuição diferenciada de fotoassimilados em função das coberturas (Figura 4B). As coberturas com apenas polietileno e vermelha 35 e 50% e termorefletora 35% apresentaram maiores acúmulos de massa seca na parte vegetativa, acima de 34,9%. Revelando a maior eficiência desses materiais na geração de condições microclimáticas mais adequadas ao desenvolvimento vegetativo, permitindo a passagem de uma quantidade de radiação solar favorável a esse desenvolvimento.

Nota-se na Tabela 4 que a composição entre torta de filtro e casca de arroz carbonizada na produção de substrato para o cultivo de tomate resultou em ajuste linear para a partição da massa seca das folhas e quadrático para partição da massa seca dos racimos e raiz, com pontos de máxima de 77,5 e 56,5% de torta de filtro na geração de 5,7 e 9,8% na partição da massa seca dos racimos e raiz, podendo estar relacionados as

condições químicas e físicas dos substratos na disponibilização de água e nutrientes à planta.

Tabela 4. Efeito da torta de filtro e força iônica da solução nutritiva na partição da massa seca (%) das diferentes partes do tomate 'Giuliana'

Característica	Equação	r ²
Torta de filtro		
Folhas	$\hat{Y} = 38,99^{**} - 0,064^{**}TF$	0,97*
Racimos	$\hat{Y} = 7,29 - 0,040^{**}TF + 0,0003TF^2$	0,75
Raiz	$\hat{Y} = 7,174^* + 0,092TF - 0,001TF^2$	0,71
Força iônica		
Folhas	$\hat{Y} = 28,124^{**} + 0,252^*F - 0,002^*F^2$	0,97*
Haste	$\hat{Y} = 22,027^{**} - 0,195^*F + 0,001F^2$	0,97*
Frutos	$\hat{Y} = 37,401^{**} - 0,156F + 0,002F^2$	0,57

Para a partição da haste (15,6%) e frutos (33,7%) não foi possível ajuste linear ou quadrático, fato semelhante ocorrendo para o fator adubação orgânica com a partição da massa seca das folhas, haste, racimos, frutos e raiz, em que obtiveram 36,6; 15,9; 5,3; 33,3 e 8,8% de partição da massa seca, respectivamente.

Em relação a força iônica da solução nutritiva na partição da massa seca nota-se ainda efeito quadrático para as folhas, haste e frutos com produção máxima de partição da massa seca na ordem de 56,8%, 79,5% e 44,2% de força iônica, enquanto que para racimos e raiz não foi possível ajuste quadrático ou linear, e que com média de 5,9 e 8,6% de partição da massa seca.

Teorias têm sido propostas para descrever e, ou, explicar a distribuição de assimilados e, conseqüentemente, a partição da massa seca nos órgãos das plantas. Há hipótese de que a distribuição da massa seca na planta seja regulada pela força do dreno dos órgãos, termo usado para descrever a habilidade competitiva de um órgão atrair assimilados, quantificada pelas suas taxas de crescimentos potenciais (Heuvelink, 1996).

Por outro lado, diversos fatores podem interferir na repartição da massa seca entre as partes vegetativas e os frutos, ou seja, fontes e drenos,

entre estes, destacam-se a carga de frutos da planta, à distância entre os drenos e as fontes Albuquerque Neto e Peil (2012). Além dos fatores descritos acima verificou-se efeito dos genótipos, coberturas, composição do substrato e da força iônica da solução nutritiva na partição de massa seca do tomateiro nas diferentes partes.

5.4 Conclusões

A adição de torta de filtro aumenta a densidade, a capacidade de retenção de água, o pH e a condutividade elétrica dos substratos;

A cultivar 'Sweet Million' apresenta maior produção de frutos;

Os genótipos de tomateiro, as coberturas do ambiente protegido, a composição do substrato e a força iônica da solução nutritiva influencia na partição de massa seca e fresca do tomate.

5.5 Referências Bibliográficas

ANDRIOLO, J. L.; LUDKE, L.; DUARTE, T. S.; SKREBSKY, E. C. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 235-240, 2000.

ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.4, p.613-619, 2012.

ALVAREZ, V. V. H. Avaliação da fertilidade do solo (superfície de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta). Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 75p.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B. de; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.1, p.05-09, 2004.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGHETA, P. C.; MOREIRA, G. R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n.3, p.255-259, 2005.

COSTA, L. M.; ANDRADE, J. W. de SÁ; ROCHA, A. C. da; SOUZA, L. de P.; FLÁVIO NETO, J. Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) *Global Science and Technology*, Rio Verde, v.2, n.2, p.21-26, 2009.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. v.12, n.2, p.143–149, 2008.

FAO - Food and Agriculture Organization. FAOESTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 25/03/2014.

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

FERMINO, M. H.; GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A.; SILVEIRA, J. R. P.; BUSNELLO, A. C.; TREVISAM, M. Aproveitamento dos resíduos da produção de conserva de palmito como substrato para plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.3, p.282-286, 2010.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.1, p.75-79, 2012.

GENÚNCIO, G. C.; MAJEROWICZ, N.; ZONTA, E.; SANTOS, A. M.; GRACIA, D.; AHMED, C. R. M.; SILVA, M. G. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.175-179, 2006.

GENÚNCIO, G. C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A. P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.4, p.446-452, 2010.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.1, p.81-88, 2002.

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.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.4, p.431-436, 2006.

HEUVELINK, E. Re-interpretation of an experiment on the role of assimilate transport resistance in partitioning in tomato. *Annals of Botany*. V. 78, p.467-470, 1996.

LOPES, W. de A. R.; NEGREIROS, M. Z. de; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. D. de O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. de P. Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, V.29, n.4, p.554-561, 2011.

MACIEL, S. P. A.; ZANELLA, F.; LIMA, A. L. S. Efeito do sombreamento sobre a produção de alface em hidroponia. *Revista Ciência e Consciência*, Ji-Paraná, v.2, n.1, 2007. Disponível em: <http://www.revista.ulbrajp.edu.br/seer/inicia/ojs/viewarticle.php?id=1066>. Acesso em: 01/10/12.

MARTINEZ, H. E. P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: UFV, 2002. 61p.

MELO, D. M.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. de O.; GALATTI, F. de S.; BRAZ, L. T. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.25, n.1, p.58-66, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 17, de 21 de maio de 2007. Publicado diário Oficial da União de 24/05/2007 seção 1, Página 8. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de substratos e Condicionadores de Solos.

MORAES, C. A. G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143p.

RATTIN, J. E.; ANDRIOLO, J. L.; WITTER, M. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.1, p.26-30, 2003.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SOUZA, J. A. R. de; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. de; MOREIRA, D. A. Nutrição de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. *Revista de Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.18, n.1 p. 40-49. 2010.

6. PRODUÇÃO DO TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO CULTIVADO EM SUBSTRATOS

Resumo – Com o objetivo de avaliar os atributos químicos dos substratos e as variáveis biométricas de genótipos de tomateiro, cultivados em ambiente protegido, desenvolveu-se um experimento em Tangará da Serra – MT no período de junho a setembro de 2012. Foi delimitado por meio de matriz Baconiana, avaliando-se: Cultivares de tomate ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max'); Tipos de cobertura do ambiente protegido (Sem sombreamento, malha vermelha 35 e 50%, termorefletora 35 e 50% e preta 35 e 50%); Substrato combinando torta de filtro e casca de arroz carbonizada (0, 25, 50, 75 e 100% de torta de filtro); Taxa de fornecimento de adubação orgânica – cama de frango (0, 5, 10, 15 e 20 g L⁻¹ de substrato) e Diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada (0, 25, 50, 75 e 100%), totalizando 24 tratamentos em cinco repetições dispostos em blocos casualizados. Foi determinado os atributos químicos dos substratos, o número de frutos totais, número de frutos comerciais, número de frutos não comerciais, comprimento, diâmetro e peso médio do fruto, bem como as produções comercial e total. Houve acréscimo do pH, condutividade elétrica e de nutrientes com a adição de torta de filtro; A cultivar 'Sweet Million' foi a mais produtiva; Os ambientes sombreados condicionaram melhor desempenho agrônômico para o tomateiro 'Giuliana'; A torta de filtro pode ser utilizada na composição de substratos na proporção de aproximadamente 73% para a cultivar 'Giuliana'; A adição de 3,6 g de cama de frango por litro de substrato proporcionou maior produção comercial da cultivar 'Giuliana'; O uso de solução com 64% de força iônica proporcionou maior produção do tomate 'Giuliana'.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, cultivo protegido, cultivo sem solo, substratos, telas de sombreamento.

TOMATO PRODUCTION UNDER PROTECTED CULTIVATION GROWN IN SUBSTRATES

Abstract - In order to evaluate the chemical properties of the substrates and the biometric variables of tomato genotypes grown in protected cultivation, was developed an experiment in Tangara da Serra - MT from June to September 2012. It was delimited by Baconian matrix, and was evaluated: Tomato cultivars ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' and 'Debora Max'); Types of the cover of the protected cultivation (No shading, red mesh 35 and 50%, thermal shading 35 and 50% and black 35 and 50%; Substrate combining with filter cake and carbonized rice husk (0, 25, 50, 75 and 100% of filter cake); Rate of organic fertilizer - chicken manure (0, 5, 10, 15 and 20 g L⁻¹ substrate) and different fertigation ionic concentrations of the nutrient solution (0, 25, 50, 75 and 100%), totaling 24 treatments in five replicates in randomized block design. It was determined the chemical properties of the substrates, the number of total fruits, number of marketable fruits, number of unmarketable fruits, length, diameter and weight of the fruit, as well as the commercial and total production. There was the increase of pH, electrical conductivity and nutrients with the addition of filter cake; The cultivar 'Sweet Million' was the most productive; The protected cultivation (shade nets) conditioned better agronomic performance for tomato 'Giuliana'; The filter cake may be used in the substrate composition in a proportion of approximately 73% in the cultivar 'Giuliana'; The addition of 3.6 g of poultry litter per liter of substrate provided greater commercial production of the cultivar 'Giuliana'; The use of solution with 64% of ionic concentration proportioned highest yield of tomato 'Giuliana'.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, protected cultivation, soilless, substrates, shading screens.

6.1 Introdução

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido, vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto, valendo-se também da substituição do cultivo em solo pelo cultivo em substrato (Carrijo et al., 2004; Fernandes et al., 2006a; Costa et al., 2009).

Em algumas regiões, essa limitação da produção provoca uma intensa mudança de áreas de cultivo, ou a necessidade de tratamento do solo, causando grandes impactos ambientais, onde nem sempre os produtores dominam técnicas para solucioná-los. Uma saída para este problema é o cultivo em recipientes, ou seja, vasos ou sacos “slabs” preenchidos por substratos, prevenindo a degradação do solo em ambiente protegido e promovendo incrementos na produtividade e na qualidade dos frutos (Charlo et al., 2009).

Com o incremento da fertirrigação, houve necessidade do desenvolvimento de tecnologias, buscando aliar custos reduzidos de produção e manutenção de altas produtividades, para viabilizar o cultivo de hortaliças sob estruturas de proteção em substrato (Carrijo et al., 2004).

Para reduzir custos gerais, o produtor rural elabora seu próprio substrato, misturando materiais disponíveis e uma mistura de qualidade não é uma tarefa fácil, pois a qualidade final depende de cada componente e da interação entre eles (Fermino e Kämpf, 2012).

Vários são os materiais utilizados como substratos para plantas, tais como: turfa, areia, isopor, espuma fenólica, argila expandida, perlita, vermiculita, casca de arroz, casca de pínus, fibra da casca de coco, serragem, entre outros (Fontes et al., 2004; Fernandes et al., 2006b, Fermino et al., 2010), destacamos a torta de filtro devido às suas características químicas e físicas, bem como, sua disponibilidade para composição de substratos de cultivo.

O uso potencial de compostos orgânicos residuais da agroindústria sucroalcooleira no Brasil, como substratos na horticultura e como fontes de nutrientes tem se tornado cada vez mais um objeto de estudo, em face a apresentação de nutrientes, pela disponibilidade de material e pela necessidade de dar um destino final ao material, que não o acúmulo no meio ambiente (Santos et al., 2005, Vicente et al., 2008; Santana et al., 2012).

A torta de filtro é um subproduto da indústria canavieira, composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, proveniente do processo de tratamento do caldo na clarificação do açúcar (Santos et al., 2010; Santos et al., 2011). Sua produção é da ordem de 30,0 a 40,0 kg por tonelada de cana moída (Korndörfer, 2003; Santos et al., 2005; Santos et al., 2010).

Resíduos da agroindústria disponíveis regionalmente podem ser utilizados como componentes para substratos propiciando a redução de custos, e auxiliando na minimização da poluição decorrente do acúmulo desses materiais no meio ambiente. Nesse sentido, a casca de arroz carbonizada, também vem sendo utilizada como componente da mistura para composição de substratos e crescimento de plantas, por apresentar elevada disponibilidade e características favoráveis ao desenvolvimento vegetal (Steffen et al., 2010) e tem como característica a baixa densidade, elevado espaço de aeração, pH levemente alcalino e baixa retenção de umidade, favorecendo o ambiente ao desenvolvimento da raízes por não promover a retenção excessiva de água (Carrijo et al., 2004; Guerrini e Trigueiro, 2004).

Caracterizar os produtos encontrados nas diferentes regiões do país nas suas propriedades químicas e torná-los disponíveis como substratos agrícolas faz-se necessário, pois os mesmos devem ser de longa durabilidade, não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos, ter custo compatível, fácil utilização, acessível nas regiões de cultivo e não poluir (Carrijo et al., 2004; Fontes et al., 2004; Fernandes et al., 2006a; Costa et al., 2009; Lima et al., 2011).

Há necessidade de se verificar através de estudos, para cada espécie vegetal, o tipo de substrato ou a melhor mistura de substratos que permita a

produção eficiente de plantas de qualidade, em ambiente protegido. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos dos substratos e as variáveis biométricas de genótipos de tomateiro, cultivados em ambiente protegido em Tangará da Serra – MT.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Localização experimental

O estudo foi realizado em ambiente protegido localizado na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra, durante o período de junho a setembro de 2012. A altitude local é de 440,0 m, com latitude de 14°37'10"S e longitude 57°29'09"W. O clima da região é caracterizado por índices pluviométricos de precipitação média anual de 1.800 mm e temperatura média anual de 24,4°C.

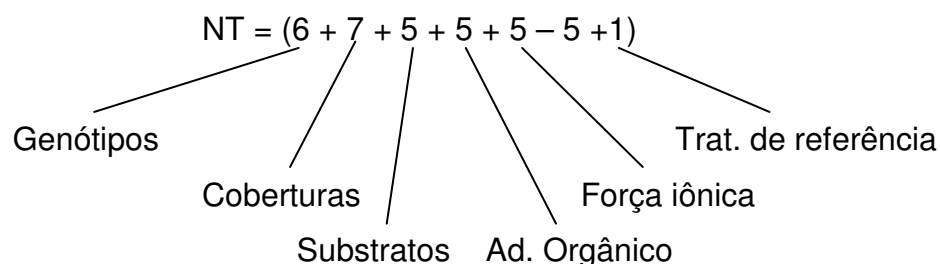
6.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

Os ambientes protegidos foram construídos com teto tipo arco, sendo a área do estudo constituída por duas estruturas de proteção, com 2,3 m de pé-direito, 21,0 m de comprimento e 5,20 m de largura, coberta com polietileno transparente de baixa densidade aditivada contra raios ultravioleta com 150 µm de espessura e abertura lateral do ambiente protegido.

A unidade experimental foi representada por um vaso, contendo uma planta por recipiente, dispostos em um delineamento experimental de blocos casualizados e cinco repetições. Os recipientes utilizados foram de polietileno preto, com capacidade para 5,0 L, com 20,0 cm de boca, 16,0 cm de diâmetro de fundo, 20,0 cm de altura e 4 furos na base, dispostos sobre um outro recipiente de 25,0 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, evitando que a solução drenada fosse perdida.

Os tratamentos que consistiram de cinco fatores em estudo, cujo arranjo foi obtido pela Matriz Baconiana, $NT = (n - k + 1)$, sendo NT o número de tratamentos, no somatório dos níveis e k o número de fatores em estudo (Alvarez V., 1994).

De modo esquemático temos o arranjo dos tratamentos na matriz assim representado:



O primeiro fator em estudo foi genótipos de tomate ('Giuliana', 'Sweet Million', 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory', 'Sophia F3' e 'Débora Max') nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Os tratamentos 1, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, constituíam o segundo fator, que foi avaliado a cobertura do ambiente protegido (Sem sombreamento - polietileno, malha vermelha 35 e 50%, termorefletora 35 e 50% e preta 35 e 50%).

O terceiro fator foi o efeito da proporção da torta de filtro (0, 25, 50, 75 e 100% de torta de filtro), subproduto da usina canavieira em mistura com casca de arroz carbonizada formando o substrato de cultivo nos tratamentos 1, 13, 14, 15 e 16.

O quarto fator compreendeu o estudo da taxa de fornecimento de adubação orgânica "cama de frango" (0, 5, 10, 15 e 20 g L⁻¹ de substrato), adicionado ao substrato, tratamentos 1, 17, 18, 19 e 20.

Os tratamentos 1, 21, 22, 23 e 24 constituíram o último fator que foi avaliado às diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada (0, 25, 50, 75 e 100%).

O tratamento 1 refere-se ao tratamento de referência, que utilizou a cultivar 'Giuliana' sob ambiente protegido sem sombreamento, cultivada em substrato com 50% de torta de filtro, mais o fornecimento de 5 g L⁻¹ de cama de frango e fertirrigada com solução nutritiva de 50% de força iônica.

6.2.3 Execução do experimento

As mudas das cultivares de tomate foram transplantadas 25 dias após a semeadura (DAS) no estágio de quatro a cinco folhas definitivas. Para o fator sombreamento fixou-se as malhas de sombreamento a uma altura de 2,30 m, no tamanho de 3,0 m x 5,2 m; abaixo da cobertura de polietileno, de modo que as laterais do ambiente protegido permanecessem abertas.

Os recipientes foram preenchidos com substrato resultante da combinação de diferentes proporções torta de filtro (0, 25, 50, 75 e 100%) e casca de arroz carbonizada (100, 25, 50, 75 e 0%), essa mistura foi suplementada com adubo orgânico a partir de cama de frango na dose de 5,0 g L⁻¹. Para o fator taxa de adubo orgânico utilizado na suplementação do substrato cultivo preparado com 50% de casca de arroz carbonizada e 50% de torta de filtro foram utilizadas as doses de 0,0; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 g L⁻¹ de cama de frango.

A torta de filtro e a casca de arroz carbonizada tiveram as seguintes características físicas: densidade seca (Ds) 702,1 e 179,9 Kg m⁻³; capacidade de retenção de água a 10 cm (CRA₁₀ – v/v) 70,1 e 16,3%.

A fertirrigação foi realizada constantemente, ou seja, os fertilizantes foram aplicados em todas as irrigações. Para o fornecimento de nutrientes, utilizou-se a solução nutritiva recomendada por Moraes (1997) para o cultivo do tomateiro em sistema NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes). Para o preparo de 100 L de solução nutritiva, foram utilizados 28,6 g de fosfato monoamônico; 83,3 g de sulfato de magnésio; 138,2g de nitrato de cálcio; 51,6 g de sulfato de potássio; 37,7 g de cloreto de potássio; 0,36 g de sulfato de manganês; 0,062 g de sulfato de zinco; 0,368 g de ácido bórico; 4,27 g de Libferr® (Fe-quelutado); 0,096 g de sulfato de cobre e 0,0032 g de molibdato de sódio. A quantidade total de cada nutriente aplicada ao longo do ciclo da cultura (143 dias) com solução nutritiva de 100% de força iônica foi de: N – 41; P – 12; K – 72; Ca – 42; Mg – 12; S – 31; B – 0,1; Cu – 0,02; Fe – 0,41; Mn – 0,15; Zn – 0,02 e Mo 0,002 g/planta respectivamente. Independentemente da quantidade de nutrientes 0; 25; 50; 75 ou 100% de

força iônica da solução nutritiva fornecida por meio da fertirrigação as plantas receberam a mesma quantidade de água aplicada.

As plantas em número de uma planta por recipiente foram tutoradas verticalmente em haste única até 2,0 m de altura, nessa altura realizou-se a poda do ponteiro, momento em que as plantas apresentavam sete a oito racimos. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m x 0,5 m.

No controle de pragas foram realizadas, de acordo com a necessidade, pulverizações com defensivos nas doses e épocas recomendadas pelo fabricante para o tomateiro, sendo utilizados duas aplicações de Tiametoxam + Lambda-cialotrina (dose 75,0 mL/100L), uma aplicação de Metomil (dose 100 mL/100L) e uma aplicação de Imidacloprid 700 WG (dose 200 g ha⁻¹). O período de colheita dos frutos iniciou-se 64 dias após o transplântio, com duração de 54 dias, sendo que a colheita dos frutos foi realizada duas vezes por semana.

6.2.4 Variáveis analisadas

As amostras de substratos para análise da qualidade química foram coletadas e analisadas quanto ao teor de N, em que o mesmo foi mineralizado e determinado pelo método do Kjeldahl. Os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram analisados após a mineralização pela digestão ácido nítrico + ácido clorídrico (SW 846 – método 3050B), em que o P foi determinado pela colorimetria; o K pela fotometria de emissão de chama; o Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; o S por turbidimetria e o B foi extraído por meio de digestão por via seca (incineração) seguida de determinação colorimétrica por azometina-H (Abreu et al.,2009).

A determinação do pH e da condutividade elétrica dos materiais seguiu-se o método adotado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2007), instrução normativa SDA nº17 para substratos hortícolas, determinados antes do plantio.

Para análise das variáveis biométricas, os frutos foram colhidos duas vezes por semana, no período entre 89 e 143 DAS, ao apresentarem coloração rosada ou vermelha, quantificados quanto ao número de frutos totais (NFT), número de frutos comerciais (NFC), alcançados pela contagem do frutos que atingiram padrão comercial; número de frutos não comerciais (NFNC), obtidos pela contagem do frutos que não atingiram padrão comercial e que exibiram os sintomas característicos da podridão apical.

Nos frutos comerciais determinou-se o comprimento médio dos frutos, medindo-se através de paquímetro digital da região peduncular a região estilar do fruto; para o diâmetro médio do fruto utilizou-se a medida transversal ao comprimento do fruto, realizando-se a média de duas medidas tomadas perpendiculares no terço médio do fruto. Os frutos foram ainda pesados individualmente em balança de precisão para a obtenção do peso médio dos frutos.

As colheitas dos frutos comerciais foram acumuladas para a obtenção da produção comercial, os frutos não comerciais também foram pesados em balança de precisão e unidos aos frutos comerciais para se obter a produção total.

6.2.5 Análise estatística

Através da matriz baconiana (Alvarez V., 1994), cada fator foi estudado individualmente, após serem tabulados e analisados quanto à normalidade, fazendo-se análises de variância para genótipos de tomate (tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6), cobertura do ambiente protegido (1, 7, 8, 9, 10, 11, 12), efeito da proporção de torta de filtro (1, 13, 14, 15, 16), efeito da adubação orgânica com cama de frango (1, 17, 18, 19, 20) e efeito de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada ao tomateiro (1, 21, 22, 23 e 24).

O estudo dos genótipos de tomate e as coberturas do ambiente protegido foram comparadas por Tukey a 5%. O efeito da proporção de torta de filtro, a adubação orgânica com cama de frango e o efeito de

diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva fertirrigada ao tomateiro foram avaliados por regressão polinomial testada pelo teste F a 5%. A significância dos coeficientes foi testada pelo teste t a 1 e 5%.

6.3 Resultados e Discussão

Na análise dos atributos químicos dos substratos (Tabela 2), constatou-se que a torta de filtro teve teores de nutrientes com destaque para N, P e Ca. A casca de arroz carbonizada, por sua vez, é um material carente em nutrientes apresentando somente o teor de K mais elevado. A alteração da mistura refletiu significativamente na composição química dos substratos. Dessa forma, à medida que aumentou a quantidade de torta de filtro no substrato, houve acréscimo nos teores dos nutrientes N, P, Ca, Mg e S. Por outro lado, o teor de K elevou-se devido o aumento na dose de casca de arroz carbonizada, que contém maior quantidade desse nutriente que a torta de filtro, observações essas que corroboram com Guerrini e Trigueiro (2004).

Com relação ao adubo orgânico utilizado na suplementação da adubação do substrato verificou-se efeito reduzido da sua ação em função do volume aplicado, apesar da concentração de N, P, K, Ca, Mg e S ser maior em relação à torta de filtro e à casca de arroz carbonizada.

Verificaram-se teores mais elevados para B, Cu, Fe, Zn e Mn na torta de filtro, em relação a casca de arroz carbonizada (CAC). Portanto, assim como para macronutrientes, à medida que se aumentou a dosagem de torta de filtro no substrato obteve-se acréscimo nos teores dos referidos nutrientes. No entanto, todos os tratamentos apresentaram valores de pH (CaCl_2) dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento do tomateiro 6,0 a 6,5 (Alvarenga et al., 2013).

A condutividade elétrica se elevou à medida que se acrescentou torta de filtro na mistura, em razão da carga de sais deste material. Segundo Fonteno (2014), a condutividade elétrica do substrato de cultivo estando entre 2,0 e 3,5 mS cm^{-1} , representa um teor total de sais adequado para a produção, em substratos, da maioria das espécies vegetais.

TABELA 2. Atributos químicos dos substratos nos diversos tratamentos e dos materiais utilizados na composição dos substratos de cultivo do tomateiro

Substrato	CE mS cm ⁻¹	pH CaCl ₂	N	P	K	Ca	Mg	S	mg Kg ⁻¹				
									B	Cu	Fe	Zn	Mn
Torta de filtro (%)													
0	0,2	6,2	4,9	2,3	9,9	2,1	1,4	0,5	95,1	1,1	1.207,3	46,9	161,0
25	1,4	6,3	14,6	2,6	6,0	8,0	2,5	1,0	117,8	2,3	1.081,6	77,2	246,0
50	1,7	6,4	15,3	5,1	5,6	10,0	2,6	2,9	111,9	2,9	990,2	99,3	259,9
75	2,1	6,4	15,9	6,3	6,0	11,0	3,1	2,8	219,6	3,0	1.225,3	117,6	302,1
100	2,6	6,6	19,0	8,0	4,8	13,9	3,5	4,1	245,0	3,9	1.266,9	150,7	365,5
Ad. Orgânico (g L ⁻¹)													
0	1,9	6,1	13,8	4,9	4,0	8,3	2,6	3,0	106,9	2,8	1.295,9	97,6	230,3
5	1,7	6,4	15,3	5,1	5,6	10,0	2,6	2,9	111,9	2,9	990,2	99,3	259,9
10	2,2	6,2	14,3	5,4	6,6	10,4	2,8	3,3	193,8	2,9	1.390,7	114,1	278,7
15	1,9	6,3	14,6	5,8	7,8	10,0	2,9	3,7	199,4	3,0	1.447,7	116,5	280,9
20	2,7	6,2	15,2	6,0	7,3	9,5	3,1	4,0	213,6	2,8	1.286,2	117,3	283,1
CAC*	0,2	5,9	4,2	2,3	7,2	0,6	1,5	0,9	165,5	1,1	1.204,8	29,5	150,5
Torta de filtro	2,7	6,6	16,9	8,0	2,9	13,7	3,2	3,9	236,0	3,9	1.306,9	138,2	336,1
Ad. Orgânico	nd	7,8	25,3	18,9	42,2	15,7	4,3	7,1	166,6	5,0	601,6	274,6	249,9

*Casca de arroz carbonizada (CAC)

Observa-se os dados de comprimento, diâmetro, peso médio do fruto, número de frutos comerciais, número de frutos não comerciais, número de frutos totais, produção comercial e produção total do tomateiro que houve diferença para os dados, tanto para fator cultivares quanto para coberturas, doses do substrato (torta de filtro), adubação orgânica e força iônica da solução nutritiva e exceto para comprimento do fruto, número de frutos comerciais, número de frutos totais para o fator coberturas.

Efeito nos genótipos de tomate

Os resultados apresentados na Tabela 3 evidenciam o fator genético dos grupos de tomate, ou seja, em relação ao comprimento e peso médio dos frutos, em que o comprimento é o principal diferencial de cada tipo de tomate, evidenciando-os em grupos: Italiano ('Giuliana'), Salada ('Sheila Victory' e 'Sophia F3'), Santa Cruz ('Débora Max') e Cereja ('Sweet Million' e 'Cocktail Mascot'). Para o diâmetro a evidência foi maior apenas para o grupo cereja em relação aos demais grupos.

As cultivares 'Sheila Victory' e 'Sophia F3' produziram frutos com peso médio menor que seu potencial genético, considerando-se que eram esperadas massas de 210 a 230 g (Sakata, 2014). Esse resultado pode ter ocorrido devido à adaptação das cultivares às condições climáticas do ambiente protegido e a solução nutritiva fertirrigada.

Ao analisar o NFC e NFT, verificou-se que o fator genético teve grande influência na formação de frutos, fatos esses equivalentes aos obtidos por Gusmão et al. (2006). 'Sweet Million' e 'Cocktail Mascot' são híbridos característicos dos tomates cereja, que apresentam inflorescência com elevado número de frutos. Gusmão et al. (2006) relatam ainda que esse fato pode ser positivo em regiões quentes, em que é significativa a queda de flores, podendo haver alguma compensação pela quantidade remanescente na planta originando os frutos.

TABELA 3. Comprimento, diâmetro, peso médio do fruto, número de frutos comerciais (NFC), número de frutos não comerciais (NFNC), número de frutos totais (NFT), produção comercial (Prod comercial) e produção total (Prod total) de seis genótipos de tomateiro e do tomate 'Giuliana' cultivado com diferentes tipos de coberturas do ambiente protegido, utilizados na pesquisa

Tratamentos	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Peso médio (g)	NFC	NFNC	NFT	Prod Comercial (g planta ⁻¹)	Prod Total (g planta ⁻¹)
Genótipos								
Giuliana	107,8 a	63,0 b	204,0 a	6,4 c	35,6 c	42,0 c	1.367,2 d	1.874,8 d
Sweet Million	26,4 c	26,8 d	10,9 e	789,8 a	0,6 a	790,4 a	4.127,3 a	4.130,2 a
Cocktail Mascot	39,7 c	25,3 d	13,5 e	464,6 b	9,2 a	473,8 b	2.628,4 b	2.653,1 c
Sheila Victory	62,0 b	70,4 a	169,0 b	16,2 c	26,0 b	42,2 c	2.567,5 bc	3.328,9 b
Sophia F3	59,0 b	67,1 ab	147,1 c	14,4 c	25,2 b	39,6 c	2.328,9 c	3.460,4 b
Débora Max	61,7 b	55,0 c	101,7 d	6,0 c	55,6 d	61,6 c	610,0 e	1.629,8 d
Coberturas/Giuliana								
Polietileno	107,8 a	63,0 a	204,0 a	6,7 a	35,6 ab	42,0 a	1.367,2 c	1.874,8 d
Vermelha 35%	99,9 a	57,6 ab	176,1 b	9,2 a	29,8 a	39,0 a	1.620,6 bc	2.089,1 cd
Vermelha 50%	106,7 a	55,5 b	162,8 bc	9,0 a	34,8 ab	43,8 a	1.465,7 bc	1.894,0 d
Termorefletora 35%	101,2 a	54,4 b	153,6 cd	10,7 a	36,2 ab	46,8 a	1.656,5 bc	2.277,0 bcd
Termorefletora 50%	100,7 a	54,4 b	160,6 bc	10,8 a	38,2 b	49,4 a	1.721,9 b	2.349,1 bc
Preta 35%	94,6 a	55,2 b	146,4 cd	14,8 a	39,0 b	53,2 a	2.165,6 a	2.885,2 a
Preta 50%	100,3 a	52,9 b	137,9 d	15,5 a	42,2 b	57,2 a	2.143,2 a	2.471,8 ab
CV %	12,34	6,02	6,47	15,21	11,97	20,65	9,76	10,24

O NFNC relacionaram-se diretamente com os frutos que tiveram os sintomas característicos da podridão apical (Tabela 3). Carrijo et al. (2004) relataram que a podridão apical pode ser decorrente de distúrbios nutricionais relacionados principalmente a deficiência de Ca e que sob algumas condições, como baixa umidade relativa contínua, mesmo com a disponibilidade de Ca, a maior parte da água absorvida é dirigida às folhas maduras para manter a hidratação da planta e desta forma muito pouco Ca chega aos pontos de crescimento e frutos, e esses se tornam deficientes.

O aumento da podridão apical pode estar relacionado também ao aumento da CE, que pode restringir a absorção de cálcio, devendo-se investigar valores adequados para a obtenção de produtividade e qualidade satisfatórias (Terraza et al., 2008). Outro fato é que a grande absorção de água motivada pela elevada transpiração promove aumento da condutividade elétrica da solução existente no substrato (Arruda Júnior et al., 2011).

A Prod comercial foi maior no genótipo 'Sweet Million', seguido pelos genótipos 'Cocktail Mascot', 'Sheila Victory' e 'Sophia' que foram semelhantes. A Prod comercial de 4.127,3 g de frutos por planta do genótipo 'Sweet Million' o faz um dos mais promissores para o cultivo em substrato cultivado em ambiente protegido, superando a produtividade de 382 e 782 g de frutos por planta observada por Albuquerque Neto e Peil (2012), para diferentes cultivares de tomateiro, como o 'Cereja Vermelho' e o 'Yubi' e de 1.543,6 a 1.966,7 g de frutos por planta para o genótipo 'Sweet Million' cultivado em diferentes substratos, observados por Gusmão et al. (2006) que verificaram ainda produtividades de 2.012,4 a 2.979,6 g de frutos por planta para o híbrido 'Cocktail Mascot'.

Esta maior Prod comercial e total do genótipo 'Sweet Million' pode ser devido a maior adaptabilidade da cultivar à solução nutritiva fertirrigada no recipiente de cultivo ou ainda à adaptação do genótipo às condições climáticas do ambiente protegido, fato não verificado de modo geral com o genótipo 'Giuliana' na Prod comercial e total, em que de certo modo

apresentou baixa produção no fator coberturas, ou seja, baixa adaptabilidade do genótipo.

Efeito das coberturas

O emprego de diferentes coberturas de sombreamento no ambiente protegido não interferiu, de modo geral, no comprimento, NFC, NFT e diâmetro do fruto do tomate Giuliana, exceto para diâmetro e peso médio do fruto em relação ao tratamento sem sombreamento, ou seja, apenas polietileno em relação aos demais sombreamentos, verificou-se ainda que a cobertura com polietileno não diferiu da cobertura vermelha 35% em relação ao diâmetro dos frutos (Tabela 3).

O peso médio dos frutos foi significativamente maior no ambiente com apenas polietileno, seguido pela cobertura vermelha 35%, apesar da mesma não diferir dos tratamentos vermelha e termorefletora 50%, evidenciando a maior eficiência do material de cobertura na geração de condições microclimáticas mais adequadas, no que refere-se a qualidade da energia radiante disponível, pois acresce a taxa assimilatória aumentando a alocação de reservas para formação dos frutos da planta. Esses resultados se devem também, à alteração fonte/dreno das plantas que apresentavam maior número de frutos, elevando o teor de assimilados disponíveis por fruto nas plantas com um número reduzido de frutos comerciais por planta.

Nos tratamentos sob cobertura preta 35 e 50% observou-se as maiores Prod comercial e total, nesses ambientes há menor taxa de radiação e de acordo com Andriolo et al. (2000), quando a radiação solar é excessivamente elevada, pode haver acréscimo na taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese, e conseqüentemente a redução na produção de frutos, que justifica a menor Prod comercial e total do tratamento sob polietileno sem sombreamento.

Efeito do substrato

Verificou-se efeito quadrático para o comprimento e diâmetro dos frutos com valores de 100,42 e 51,49; 103,99 e 57,47; 107,8 e 63,05; 106,94

e 61,55; 100,69 e 58,07 mm; para 0; 25; 50; 75 e 100% de torta de filtro, respectivamente. Em que o comprimento e diâmetro máximo do fruto foi obtidos com aproximadamente 73 e 61% de torta de filtro usada na composição do substrato de cultivo (Figura 1A).

Registra-se para o peso médio do fruto medido durante 54 dias após o início da colheita, resposta quadrática às doses de torta de filtro (Figura 1A) na composição do substrato de cultivo. Os valores foram 182,95; 198,16; 204,02; 198,06 e 190,14 g fruto⁻¹, para 0; 25; 50; 75 e 100% de torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada, respectivamente, sendo que o peso médio máximo dos frutos foi obtido com aproximadamente 60% de torta de filtro. Esses resultados podem estar relacionados à capacidade de disponibilização de nutrientes e água de cada substrato (Carrijo et al., 2004).

Na Figura 1B, percebe-se que não foi possível ajuste linear e quadrático, para o NFC e NFT em relação ao fator torta de filtro, enquanto para NFNC os resultados se ajustaram a uma função quadrática para fator torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada na produção de substrato para o cultivo de tomate. Onde o NFNC mínimo, foi alcançado com de 79,2% na concentração de torta de filtro em mistura com casca de arroz carbonizada.

Para o fator torta de filtro utilizado na mistura com casca de arroz carbonizada, formando o substrato de cultivo, não houve ajuste linear ou quadrático para Prod total com valor médio de 1.944,57 g planta⁻¹. Verificou-se efeito quadrático para Prod com de 822,41; 861,84; 1.367,19; 1.686,64 e 1.214,48 g planta⁻¹; para 0; 25; 50; 75 e 100% de torta de filtro na mistura, respectivamente (Figura 1C). A Prod com máxima de frutos foi obtida com aproximadamente 73% de torta de filtro usada na composição do substrato de cultivo.

A expectativa de aumento em produção com o uso de substratos a partir de torta de filtro no cultivo do tomate Giuliana em recipientes não foi confirmada. Esse tipo de resposta também foi obtido por outros autores quando o tomateiro foi cultivado em recipientes (Fernandes et al., 2002; Gusmão et al., 2006).

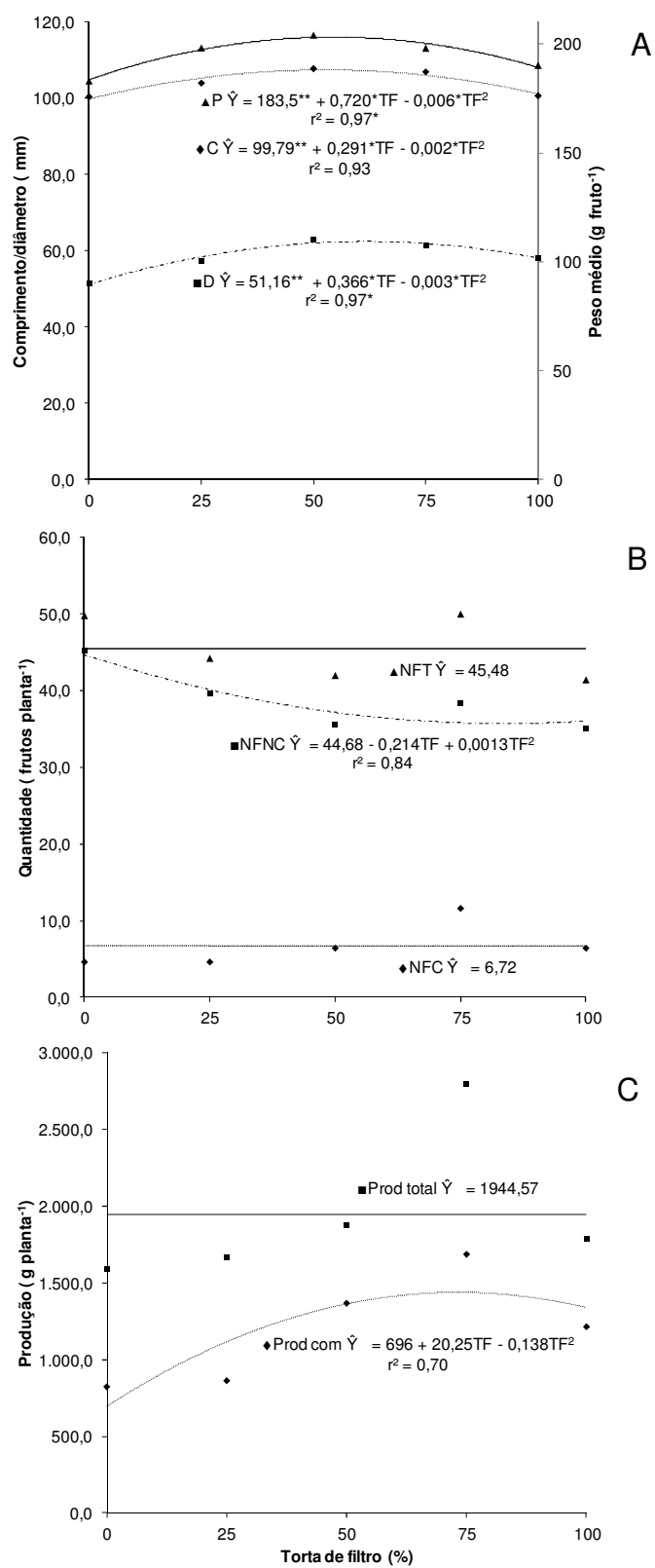


FIGURA 1. a) Comprimento (C), diâmetro (D) e peso médio do fruto (P); b) NFC, NFNC e NFT; c) Prod com e Prod total de tomate Giuliana ajustado, em função da torta de filtro.

Efeito da adubação orgânica

Para o fator adubação orgânica com cama de frango não foi encontrado ajuste linear ou quadrático para comprimento e diâmetro dos frutos, bem como para o peso médio do fruto com valores médios de 113,1; 60,34 mm e 196,4 g fruto⁻¹.

Não foi verificado ajuste linear e quadrático, para o NFC, NFNC e NFT em relação ao fator adubo orgânico, com valores de 38,04; 31,20 e 6,84, respectivamente.

Os fatos acima poderiam ser explicados em parte, pelo desequilíbrio nos suprimentos das quantidades principalmente de macronutrientes, limitando as respostas do tomateiro à adubação orgânica, visto que os nutrientes não estariam na proporção exigida pela cultura do tomate. Mueller et al. (2013) também verificaram fato semelhante com a aplicação crescente de cama de frango na cultura combinada com a adubação mineral, não sendo afetado o peso médio do fruto, bem como, a produção total do tomateiro. Por outro lado, pode ter ocorrido uma falta de sincronismo entre a mineralização dos nutrientes da cama de frango, substrato e as épocas de maior acúmulo de nutrientes pelo tomateiro.

Registra-se para a Prod com e total de frutos ao final do trabalho, resposta quadrática às doses de 0; 5; 10; 15 e 20 g adubação orgânica com cama de frango por litro de substrato de cultivo, com valores de: 1.176,23 e 2.324,94; 1.367,19 e 1.874,80; 1.636,58 e 2.004,66 e 1.328,31 e 1.833,55; 701,49 e 1.290,95 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 2A) e Prod comercial máxima com 3,6 g de adubo orgânico a base de cama de frango por planta.

Efeito da força iônica da solução nutritiva

O efeito da força iônica da solução nutritiva no comprimento, diâmetro e peso médio do fruto foi verificado ajuste quadrático (Figura 3A), em que foram verificados pontos de máxima com 68,5; 82,2 e 72,5% de força iônica da solução nutritiva.

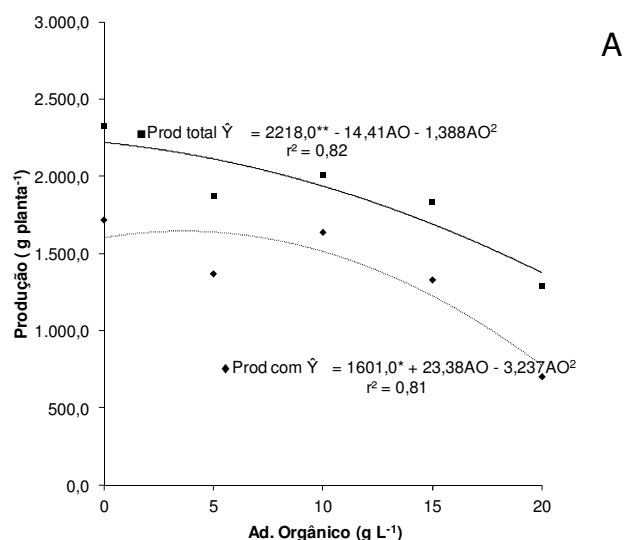


FIGURA 2. a) Comprimento (C), diâmetro (D) e peso médio do fruto (P); b) NFC, NFNC e NFT; c) Prod com e Prod total de tomate 'Giuliana' ajustado, em função da taxa de adubação com cama de frango (Ad. Orgânico).

Em relação a força iônica da solução nutritiva no NFC e NFNC nota-se efeito quadrático para ambos, com valores de: 2,6 e 11,2; 7,4 e 28,8; 6,4 e 35,6; 11,6 e 44,8; 5,8 e 46,8 frutos planta⁻¹ e para NFT valores de 13,8; 36,2; 42,0; 56,4; 52,6 frutos planta⁻¹ para 0; 25; 50; 75 e 100% de força iônica da solução nutritiva. O NFC, NFNC e NFT máximo por planta foi obtido com aproximadamente 62,5; 100,0 e 89,0%, respectivamente, de força iônica da solução nutritiva usada no cultivo (Figura 3B).

Na Prod com e total foi possível ajuste quadrático (Figura 3C) em função da força iônica da solução nutritiva, onde foram verificados: 221,47 e 631,13; 1.236,06 e 1.803,43; 1.367,19 e 1.874,80; 2.122,92 e 2.763,00; 1.127,15 e 2.535,40 g planta⁻¹, respectivamente. Os pontos de máxima Prod com e total de frutos foram 64 e 92% para a cultivar 'Giuliana'. Genúncio et al. (2006) verificaram que a redução foi maior, com valores em até 50% da força iônica da solução nutritiva de Hoagland não influenciando a produtividade dos tomateiros, possibilitando uma redução no uso de adubos na composição da solução nutritiva fornecida, bem como verificou-se no presente trabalho a Prod com de 4.127,3 g planta⁻¹ com 50% de força iônica da solução nutritiva.

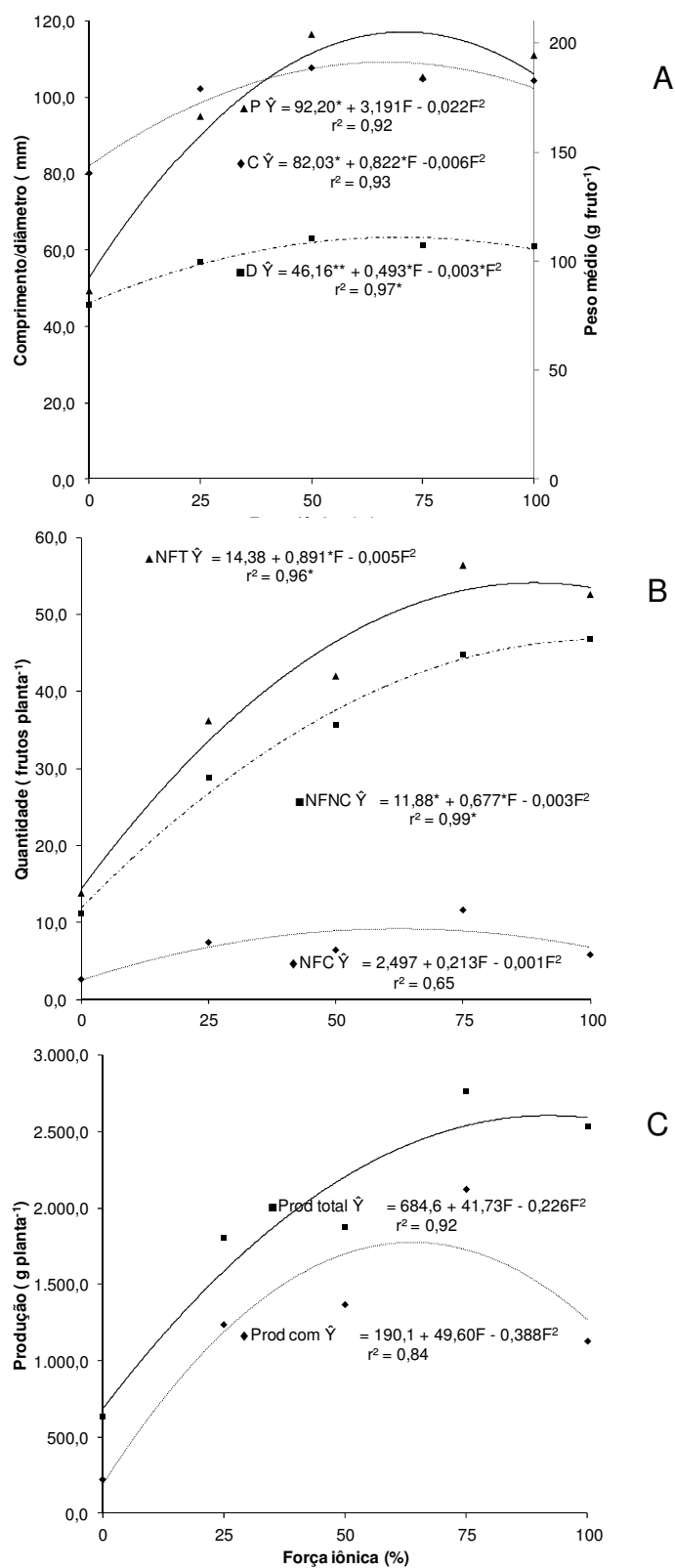


FIGURA 3. Comprimento (C), diâmetro (D), peso médio do fruto (P), NFC, NFNC, NFT, Prod com e Prod total de tomate 'Giuliana' ajustado, em função força iônica da solução nutritiva.

6.4 Conclusões

Houve acréscimo do pH, CE e de nutrientes com a adição de torta de filtro;

A cultivar 'Sweet Million' foi a mais produtiva;

Os ambientes sombreados condicionaram melhor desempenho agrônômico para o tomateiro 'Giuliana';

A torta de filtro pode ser utilizada na composição de substratos na proporção de aproximadamente 73% para a cultivar 'Giuliana';

A adição de 3,6 g de cama de frango por litro de substrato proporcionou maior produção comercial da cultivar 'Giuliana';

A maior produção de tomate 'Giuliana' foi obtido com solução nutritiva de 64% de força iônica;

Há necessidade de ajuste da solução nutritiva para o sistema de cultivo do tomate 'Giuliana' por ser relevante ao cultivo em recipiente;

6.5 Referências Bibliográficas

ABREU, M. F.; ABREU JUNIOR, C. H.; SILVA, F. C.; SANTOS, G. C. G.; ANDRADE, J. C.; GOMES, T. F.; COSCIONE, A. R.; ANDRADE, C. A. Análises químicas de fertilizantes orgânicos. In: SILVA F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 397-488, 2009.

ALVARENGA, M. A. R.; LIMA, L. A.; FAQUIN, V.; PEREIRA, G. M. Irrigação e fertirrigação. In: ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2.ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, p.131-180, 2013.

ALVAREZ V., V. H. Avaliação da fertilidade do solo (superfície de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta). Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 75p.

ANDRIOLO, J. L.; LUDKE, L.; DUARTE, T. da S.; SKREBSKY, E. C. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. Ciência Rural, Santa Maria, V. 30, n.2, p.235-240, 2000.

ARRUDA JÚNIOR, S. J.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; RESENDE, L. V. Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio. Revista Caatinga, Mossoró, v.24, n.4, p.20-26, 2011.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B. de; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.1, p.05-09, 2004.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. Horticultura Brasileira, Brasília, v.27, n.2, p.155-159, 2009.

COSTA, L. M.; ANDRADE, J. W. de SÁ; ROCHA, A. C. da; SOUZA, L. de P.; FLÁVIO NETO, J. Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) Global Science and Technology, Rio Verde, v.2, n.2, p.21-26, 2009.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.4, p. 564-570, 2002.

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

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; BRAZ, L. T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.1, p.94-98, 2006b.

FERMINO, M. H.; GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A.; SILVEIRA, J. R. P.; BUSNELLO, A. C.; TREVISAM, M. Aproveitamento dos resíduos da produção de conserva de palmito como substrato para plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.28, n.3, p.282-286, 2010.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.1, p.75-79, 2012.

FONTENO, W. C. Monitoring & maintaining the pH and EC of the root environment. 2014. Disponível em: http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/project/hortsublab/pdf/M_M.pdf. Acesso em 01/05/2014.

FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVÃO, J. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p.614-619, 2004.

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

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.4, p.431-436, 2006.

KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cultura da cana-de-açúcar à adubação fosfatada. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, v.102, p.7, 2003.

LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J. G. de. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.29, n.1, p.63-69, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 17, de 21 de maio de 2007. Publicado diário Oficial da União de 24/05/2007 seção 1, Página 8. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de substratos e Condicionadores de Solos.

MORAES, C. A. G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143p.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.31, n.1, p.86-92, 2013.

SAKATA. Catálogo de produtos. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>. Acesso em 01/05/2014.

SANTANA, C. T. C.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENESES, C. B. de. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.43, n.1, p.22-29, 2012.

SANTOS, A. C. P.; BALDOTTO, P. V.; MARQUES, P. A. A.; DOMINGUES, W. L.; PEREIRA, H. L. Utilização de torta de filtro como substrato para a produção de hortaliças. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, v.1, n.2, p.1-5, 2005.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.5, p.443-449, 2011.

SANTOS, D. H.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. *Pesq. Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.40, n.4, p.454-461, 2010.

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* (n.s.) Número Especial 2, p.333-343, 2010.

TERRAZA, S. P.; ROMERO, M. V; PEÑA, P. S; MADRID, J. L. C; VERDUGO, S. H. Efecto del calcio y potencial osmótico de la solución nutritiva em la pudrición apical, composición mineral y rendimiento de tomate. *Interciencia*, v.33, n. 6, p. 449-456, 2008.

VICENTE, E. C.; MAIA, E.; D'OLIVEIRA, P. S. Produção de plantas medicinais adubadas com torta de filtro. *Cesumar*, Marília v.10, n.1, p.7-12, 2008.

7. CONCLUSÕES GERAIS

A temperatura do ar entre os ambientes sombreados foram muito semelhantes e ligeiramente inferiores ao ambiente sem sombreamento;

A umidade relativa do ar no interior dos ambientes protegidos foi maior que o ambiente sem sombreamento;

As transmitâncias de radiação solar global foram superiores sob a malha de sombreamento vermelha, em relação aos demais sombreamentos;

O tipo de cobertura do céu não influencia na retenção de irradiação solar pelas malhas de sombreamento e o polietileno;

O genótipo 'Sweet Million' obteve maior produção;

O aumento da torta de filtro no substrato de cultivo promoveu aumento na sua densidade, na capacidade de retenção de água, pH, condutividade elétrica e no teor de N, P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Zn e Mn;

O peso médio do fruto foi menor sob os ambientes sombreados;

As malhas de sombreamento afetaram a temperatura do substrato, os ambientes sombreados tiveram a temperatura reduzida, quando comparado ao ambiente sem sombreamento;

O substrato composto por 73% de torta de filtro e 27% de casca de arroz carbonizada, forneceram boas condições para o desenvolvimento e a produção de tomate 'Giuliana' em ambiente protegido;

É recomendável o uso de soluções de menor concentração iônica (64%) para o cultivo do tomate 'Giuliana';

A torta de filtro em mistura com a casca de arroz carbonizada pode constituir um substrato para o cultivo do tomate em ambiente protegido, possibilitando obter-se boa produção.