

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE
TOMATEIRO EM DIFERENTES
SUBSTRATOS E DOSES DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS, EM ESTUFA**

LEANDRO RODRIGUES

2008

LEANDRO RODRIGUES

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO EM
DIFERENTES SUBSTRATOS E DOSES DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS, EM ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Marco Antônio Rezende Alvarenga

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Rodrigues, Leandro.

Crescimento e produção de tomateiro em diferentes substratos e doses de ácidos orgânicos, em estufa / Leandro Rodrigues. -- Lavras : UFLA, 2008.
32 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Marco Antônio Rezende Alvarenga

Bibliografia.

1. Fertirrigação. 2. Solanácea. 3. Ácidos húmicos. 4. Fibra de coco.
5. *Lycopersicon esculentum* I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 634.642

LEANDRO RODRIGUES

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TOMATEIRO EM
DIFERENTES SUBSTRATOS E DOSES DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS, EM ESTUFA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 25 / 06 / 2008

Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes - UFLA

Prof. Dr. Valdemar Faquin – UFLA

Pesquisador Dr. Telde Natel Custódio - UFLA

Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

Aos meus pais

Antonio e Maria Dalva

por todos momentos de minha vida,

DEDICO

À minha noiva,

Mariana, pelo carinho e paciência

nos momentos difíceis

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me iluminar e me guiar em todos os dias da minha vida.

Ao Prof. e Orientador Marco Antônio Rezende Alvarenga, pela orientação, aprendizado, confiança e pela amizade.

Ao meu grande amigo Prof. Valdemar Faquin, pelos conselhos, auxílio na condução do experimento, pela orientação na vida pessoal e profissional.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, Pedro, Josemar, Milton e Leandro pelos preciosos momentos vividos no Setor de Olericultura.

Ao Doutorando Antonio Anicete de Lima, pela amizade, confiança e por sua grande força para a condução do experimento.

Aos meus amigos de república pelo convívio e respeito.

À Mariana Moura Vieira, pelo companheirismo e pela luta de enfrentar fins de semana no Setor de Olericultura.

À Minha irmã, Denize e meus queridos sobrinhos, Ana Elisa e Luís Guilherme, pelo consolo e alegria, mesmos distantes.

OBRIGADO

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 O Tomateiro.....	3
2.2 Substratos.....	5
2.3 Ácidos Orgânicos.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Caracterização e condução do experimento.....	12
3.2 Avaliação do crescimento e leitura SPAD.....	18
3.3 Avaliação da produção e da qualidade dos frutos de tomateiro.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Matéria seca, teor de clorofila, diâmetro de caule e altura de planta.....	19
4.2 Produção por planta, número de frutos e produtividade	21
4.2.1 Produção por planta	22
4.2.2 Número de frutos por planta	23
4.2.3 Produtividade de tomateiro.....	25
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Características químicas dos substratos. UFLA, Lavras - MG, 2007.....	15
Tabela 2. Teores de ácidos orgânicos do produto Codahumus. UFLA, Lavras - MG, 2007.....	16
Tabela 3. Concentração de nutrientes na solução de cultivo até aos 45 DAT (dias após o transplante) e após os 45 DAT... UFLA, Lavras - MG, 2007.....	17
Tabela 4. Altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC), aos 21 e 61 dias após o transplante (DAT), leitura SPAD aos 40 DAT e matéria seca de frutos (MSF) e matéria seca de parte aérea (MSPA) no final do ciclo do tomateiro da cultivar Vênus. UFLA, Lavras - MG, 2007.....	19
Tabela 5. Produção (g) e número de frutos por planta e produtividade (g/m^2) de tomate da cv. Vênus, considerando o calibre dos frutos. UFLA, Lavras - MG, 2007.....	22
Figura 1. Substratos misturados em proporções volumétricas.....	13
Figura 2. Leitura SPAD aos 40 DAT, de tomateiro cultivado em substratos, em função de doses de ácidos orgânicos.....	21
Figura 3. Contraste entre a produção de frutos de maior calibre no Substrato S2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de casca de café carbonizada) e produção de frutos de menor calibre no substrato S4 (casca de café carbonizada).....	24

RESUMO

RODRIGUES, Leandro. **Crescimento e produção de tomateiro em diferentes substratos e doses de ácidos orgânicos, em estufa.** 2008. 32p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A produção de plantas em ambiente protegido, com o uso de substratos, vem ganhando espaço entre os agricultores, pois propicia melhores condições de mercado e cultivo. Por outro lado, o cultivo em solo vem acarretando problemas como salinização e doenças do sistema radicular, especialmente na cultura do tomateiro. Uma alternativa seria o cultivo em recipientes contendo substratos, juntamente com ácidos orgânicos via fertirrigação. Este trabalho teve por objetivo em estudar quatro substratos (S1: fibra de coco; S2: 2/3 fibra de coco e 1/3 casca de café carbonizada; S3: 1/3 fibra de coco e 2/3 casca de café carbonizada; S4: casca de café carbonizada), bem como, avaliar quatro doses de ácidos orgânicos do produto Codahumus[®] (0, 20, 40, 80 L.ha⁻¹), na cultura do tomateiro. Foram realizadas avaliações da altura de plantas e diâmetro de e aos 21 e 61 dias após o transplante (DAT), determinação do teor de clorofila aos 40 (DAT), matéria seca de frutos e matéria seca de parte aérea no final do ciclo, produção de frutos e número de frutos por planta. Não foi observada interação significativa entre as variáveis estudadas. O substrato S1 (Fibra de coco) apresentou os melhores resultados quanto à altura de planta e diâmetro de caule, além de uma maior produção e número de frutos por planta, enquanto que, o aumento da proporção de casca de café carbonizada no substrato, houve um decréscimo. A dose 80 L.ha⁻¹ proporcionou maior teor de clorofila.

Comitê Orientador: Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA (Orientador)

ABSTRACT

RODRIGUES, Leandro. **Tomatoes production and growth with different substrates and organic acid doses, in greenhouse.** 2008. 32p. Dissertation (Master in Agronomy Crop Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Tomatoes production in protected environment, with the use of substrates, has been growing among farmers, as it propitiates better market and cultivation conditions. On the other hand, the cultivation of tomatoes on soils has been causing problems, such as salinization and root system diseases. An alternative would be the production of tomatoes in containers with substrates, together with the use of organic acid by fertirrigation. This work had the objective to evaluate the effects of four substrates (S1: coconut fiber; S2: 2/3 coconut fiber and 1/3 carbonized coffee bark; S3: 1/3 coconut fiber and 2/3 carbonized coffee bark), as well as the effects of four doses of organic acid (Codahumus product at 0, 20, 40, 80, L.ha⁻¹), on the production of tomatoes in protected environment. Evaluations of plants' height and stem's diameter at 21 and 61 days after the transplant (DAT) were performed, as well as determinations of chlorophyll contents at 40 DAT, and quantifications of fruit production, number of fruits, and fruits and shoots dry matter. Significant interaction was not observed among the studied variables. The S1 substratum (coconut fiber) presented the best results regarding the plant's height and stem's diameter. The 80 L.ha⁻¹ rate of Codahumus provided a greater chlorophyll content. The coconut fiber substratum presented the best results regarding the variables fruits production and number of fruits per plant, whereas the increase in the proportion of carbonized coffee bark in the substratum decreased the production and number of fruits per plant.

Guidance Committee: Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA (Major Professor)

1 INTRODUÇÃO

Considerando-se a necessidade de melhoria de rendimento do tomateiro, tem-se procurado introduzir novas tecnologias de produção, dentre as quais destacam-se o cultivo em ambiente protegido com o uso de recipientes contendo substratos com o uso da fertirrigação.

Plasticultura é um termo adotado internacionalmente para designar a utilização de plásticos na agricultura, objetivando a criação de ambientes melhorados e controláveis, mais propícios ao desenvolvimento das plantas. Desse modo, favorece-se a potencialidade produtiva e econômica da cultura, protegendo-a de fatores adversos, que possam ser limitantes ao seu pleno desenvolvimento, caracterizando o cultivo em ambiente protegido (Filgueira, 2003a).

Devido ao cultivo intensivo do solo em estufas, fatores antes poucos relevantes na agricultura convencional sobressaíam-se, levando a insucessos alguns empreendimentos e causando algumas frustrações de safra a produtores, ocasionadas principalmente por salinização do solo e problemas fitossanitários (Vida et al., 1998).

Nos países onde o cultivo protegido encontra-se avançado, o solo está sendo substituído por substratos, com o objetivo principal de contornar esses problemas fitossanitários e nutricionais, permitindo controle rigoroso do ambiente radicular, especialmente com relação ao manejo da água e nutrientes (Berjon & Murray, 1998). O procedimento de rotina empregado nos países do Hemisfério Norte que já utiliza essa técnica, há muitos anos, não faz qualquer distinção entre as necessidades hídricas e minerais das plantas (Jeannequin, 1987).

A fertirrigação é utilizada com grande eficiência sob este sistema de cultivo, proporcionando maior produtividade e qualidade de frutos, além de

permitir maior eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas, porém se torna necessária a utilização de fertilizantes com alta solubilidade, possibilitando ainda a aplicação de ácidos orgânicos.

Ácidos orgânicos têm sido utilizados em soluções nutritivas, tanto em hidroponia como em gotejamento, em quantidades de 25 a 70 L.ha⁻¹ por ciclo, dependendo do tipo de cultura e da concentração de ácidos bioativos no produto comercial. Esses ácidos orgânicos possuem vários grupos funcionais constituídos principalmente de carboxílicos, hidroxilas, carbonilas, metoxilas e ocasionalmente ésteres e éteres (Hayes et al., 1989). Esses grupos funcionais são capazes de quelação com cátions, evitando precipitações indesejáveis da maioria dos micronutrientes, inclusive do fósforo, além de melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Kielh, 1985; MacCarthy et al., 1990).

Ácidos orgânicos aplicados via fertirrigação em substratos inertes, podem vir a apresentar bons resultados, pois podem aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta do tomateiro em função de diferentes proporções de substratos (fibra de coco e casca de café carbonizada) além de verificar a resposta de ácidos orgânicos aplicados em diferentes dosagens aos substratos estudados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Tomateiro

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente (Alvarenga, 2004). É uma hortaliça da família das Solanáceas, do gênero *Lycopersicon*, apresenta folhas alternadas, compostas por número ímpar de folíolos, peciolados e de borda serrilhada. O fruto é uma baga de tamanho e formato variável (Trani et al., 1994). A planta apresenta caule flexível e incapaz de suportar, na posição vertical, o peso combinado da parte vegetativa e dos frutos. Por essa razão a cultura destinada à produção de frutos para mesa é conduzida com tutoramento. Quando a finalidade é o processamento, a planta é conduzida em cultura rasteira (Filgueira, 2003a).

O tomateiro tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o norte do Chile. Nessa área crescem espontaneamente diversas espécies do gênero *Lycopersicon* (Alvarenga, 2004).

A domesticação e o cultivo do tomateiro foram feitos por tribos indígenas primitivas que habitavam o México. Na Europa, o tomateiro foi cultivado nos jardins como planta ornamental e afrodisíaca. Na Itália, onde se acredita ter sido usada pela primeira vez na alimentação humana, no século XVIII, ficou conhecido como Pomodoro, devido à coloração dos frutos (Filgueira, 2003b).

No Brasil, a introdução do tomate deve-se a imigrantes europeus (principalmente italianos, espanhóis e portugueses) no final do século XIX. Na verdade, a difusão e o incremento no consumo começaram a ocorrer apenas depois da primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004). A partir de 1972 houve um aumento muito grande na produção total,

principalmente no Estado de São Paulo (Minami & Haag, 1980). A produção de tomate em ambiente protegido é relativamente nova no Brasil, mas encontra-se em expansão. Em vista do manejo diferenciado, essa modalidade de cultivo demanda cultivares adaptadas e que proporcionem o máximo rendimento e elevado padrão de qualidade (Melo, 1997).

O tomate é a segunda hortaliça em importância econômica no Brasil e no mundo. Seu cultivo se espalha por vastas regiões agrícolas do território nacional, destacando-se os Estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, sendo a demanda de mercado sempre crescente (Agrianual, 2007). Nos últimos anos, a cultura vem se expandindo também mundialmente, tanto de área cultivada quanto em produtividade, graças às novas tecnologias e ao emprego de variedades melhoradas. Por ser um produto destinado sob a forma “in natura” e industrializada, ganhou importância maior com o crescimento dos grandes centros urbanos e do rápido desenvolvimento da indústria (Alvarenga, 2000).

No Brasil, não há estatística oficial disponível sobre a área plantada com tomate, em condições de campo e em ambiente protegido. Como o sistema de informação é voltado para a agricultura convencional, faltam dados para os sistemas alternativos de produção, como exemplo, o cultivo em ambiente protegido (Tamiso, 2005).

Difícilmente haverá outra hortaliça mais cosmopolita que o tomate e uma cultura olerácea mais amplamente disseminada que a do tomateiro. Em contraposição, não há na agricultura brasileira outra cultura de tão grande complexidade, do ponto de vista agrônomo, e de tão elevado risco econômico (Filgueira, 2003a).

O cultivo de tomate requer muita mão-de-obra, a qual chega a representar 30% do custo total de produção (Navarrete & Jeannequin, 2000). A grande necessidade de mão-de-obra está relacionada aos tratos culturais, dentre os quais se destacam a desbrota, tutoramento, amarrio, poda, raleio de frutos, poda de folhas, controle de plantas invasoras, etc.

É uma cultura de elevada relevância econômica, flexibilidade na utilização como alimento e aceitação por consumidores dos mais diversos tipos. Por tais razões, o consumo, ao natural ou em forma industrializada, é mais elevado em relação a outras hortaliças, com possível exceção da batata (Filgueira, 2003b).

Os tomates são fontes mais ricas em licopeno, poderoso antioxidante que combate os radicais livres, retardam o envelhecimento e pode proteger contra o câncer, inclusive o de próstata. Outro benefício do tomate é o de conter baixo teor de calorias, somente cerca de 35 calorias por um tomate de tamanho médio (Hortifrut, 2007).

A composição dos frutos de tomate varia de acordo com a cultivar, nutrição, condições de cultivo e com as condições ambientais nas quais foi produzido. O fruto fresco apresenta baixo poder calórico, baixo teor de matéria seca e altos índices de Cálcio e vitamina C. Quanto à quantidade de sólidos solúveis, esses se acumulam no final da fase de maturação, sendo constituído por cerca de 65% de açúcares. Portanto, uma colheita antes da maturidade fisiológica, acompanhada de uma baixa luminosidade e eliminação de folhas, ocasionam a diminuição do teor de açúcares no fruto (Alvarenga, 2004).

2.2 Substratos

A cultura do tomateiro é normalmente implantada em áreas novas ou em locais onde se cultivava outra espécie de planta não pertencente à família das Solanáceas. Entretanto, quando o plantio é feito em ambiente protegido, sob estrutura fixa, tanto a rotação quanto a mudança da área de cultivo são dificultadas (Fontes et al., 2004).

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido no Brasil não é tão recente; contudo, somente nos fins dos anos 80 é que essa técnica de produção passou a ser amplamente utilizada (Goto & Tivelli, 1998). No que se refere às

estruturas de proteção, as casas de vegetação permitem alterar o microclima de um determinado ambiente, viabilizando o cultivo de hortaliças em épocas desfavoráveis do ano (Martins et al., 1994), bem como ampliar o período de produção (Makishima & Carrijo, 1998), proporcionando maior produtividade e melhor qualidade de frutos (Loures et al., 1998).

Tal cultivo, geralmente é realizado no solo. Porém, com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade dos cultivos, têm sido observados vários problemas com reflexos negativos no rendimento das culturas. Destacam-se entre os principais, a ocorrência de pragas e fitopatógenos, que atacam o sistema radicular e os desequilíbrios nutricionais, uma vez que os nutrientes não absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumular na camada superficial do solo, provocando a salinização e, ou, antagonismo entre os nutrientes (Abak & Celikel, 1994; Andriolo et al., 1997).

O aparecimento dessas dificuldades levou à busca de novas alternativas para o cultivo de espécies que necessitam de tratamentos culturais intensivos, como por exemplo, o tomateiro. Entre estas alternativas, destaca-se o cultivo de plantas em substratos com fertirrigação (Fernandes et al., 2002).

Cultivos em substratos demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferecem vantagens como o manejo mais adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e a redução da ocorrência de problemas fitossanitários, que se traduzem em benefícios diretos no rendimento e qualidade dos produtos colhidos (Andriolo et al., 1999). Tal técnica propicia ao tomateiro um incremento na produção, podendo ser de 4 a 15 vezes superiores às aquelas obtidas em campo (Martins, 1992).

Segundo Andriolo (1999), substrato agrícola é todo material, natural ou artificial, colocado em recipiente, puro ou em mistura, que permite a fixação do sistema radicular e serve de suporte à planta.

Os materiais utilizados devem 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, baixa condutividade elétrica, ser abundante, de baixo custo e isentos de pragas e fitopatógenos. Desta forma, qualquer material orgânico ou mineral com essas características, sem ser fitotóxico, apresenta potencial de uso como substrato agrícola (Andriolo et al., 1997; Martinez, 2002; Fernandez & Gomes, 1999; Martinez & Barbosa, 1999).

A necessidade de se caracterizarem produtos encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substratos agrícolas é fundamental para reduzir os custos da produção (Andriolo et al., 1999). Além disso, a questão ambiental deve ser considerada na escolha dessas matérias primas para produção de substratos.

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

Assim, observa-se que vários autores desenvolveram pesquisas com os materiais predominantes em suas regiões como a casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, composto de resíduos hortícolas, composto de resíduo de uva, casca de amendoim, fibra da casca de coco (Fernandes et al., 2006).

Nesse sentido, uma boa oportunidade seria desenvolver meios para utilização da casca do coco verde, cuja água é bastante consumida hoje no Brasil, não só na região litorânea, mas em todo o território nacional. Após o consumo da água de coco, a casca é descartada provocando problemas nas cidades, pois ocupam um grande volume e é um material de difícil decomposição levando mais de 8 anos para se decompor. Portanto, a utilização

da casca do coco verde processada, além da importância econômica e social, é também importante do ponto de vista ambiental (Carrijo et al., 2002).

Nunes (2000) relatou que o pó de coco é um excelente material orgânico para formulação de substratos, devido às suas propriedades de retenção de umidade, aeração do meio de cultivo e estimulador de enraizamento. Silveira et al. (2002) verificaram que a utilização de pó de coco verde como substrato reduziu o custo da produção de mudas de tomateiro em torno de 47%, além de constituir um subproduto abundante da agroindústria do coco, de ampla disponibilidade e de baixo valor no mercado. Bezerra & Rosa (2002) verificaram que o uso do pó de coco verde como substrato para enraizamento de estacas de crisântemo, possibilita formação de raízes com maior volume e espessura e alta percentagem de enraizamento.

A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade, são outras vantagens adicionais apresentadas por esse tipo de substrato (Carrijo et al., 2002).

Carrijo et al., (2004) estudando a produtividade do tomateiro em diferentes substratos e casas de vegetação, verificaram que a fibra de coco pode constituir um excelente substrato para o cultivo de tomate em ambiente protegido possibilitando obter-se alta produtividade com qualidade.

Outro tipo de resíduo da agroindústria é a casca de café, resíduo proveniente do beneficiamento do grão (Townsend et al., 1998; Vilela, 1999), e, quando carbonizada apresenta-se livre de nematóides e patógenos, devido ao processo de carbonização (Minami, 1995), embora estudos com este tipo de material sejam escassos quanto ao seu uso como substrato agrícola.

2.3 Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são hidrocarbonetos de baixo peso molecular encontrados em todos os organismos vivos e que possuem um ou mais grupos

carboxílicos. Dependendo da constante de ionização e do número de grupos carboxílicos, os ácidos orgânicos podem apresentar número variável de cargas negativas que permitem a complexação de cátions metálicos em solução e o deslocamento de ânions da matriz do solo. Por esta razão, eles estão presentes em muitos processos biológicos, como mobilização e absorção de nutrientes por plantas e microrganismos, tolerância de algumas plantas a metais, proliferação de microrganismos na rizosfera, além de participarem da intemperização dos minerais do solo (Marschner, 1995).

Os ácidos orgânicos podem potencializar mudanças na concentração de micronutrientes (Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2}) na solução do solo e possibilitar um aumento das suas fitodisponibilidades (Dinkelaker et al., 1989; Dinkelaker et al., 1995; Jones & Darrah, 1995).

Segundo Stevenson (1996), as substâncias húmicas (humina, ácidos fúlvicos e ácidos húmicos) são consideradas a parte final da evolução da matéria orgânica do solo e representam cerca de 70% do C presente no solo; são diferenciadas, principalmente, através dos grupos funcionais (fenólicos, carboxílicos, entre outros) e grau de polimerização.

As substâncias húmicas desempenham uma função importante no ambiente e contempla: efeito sobre estrutura do solo, formação de quelatos com metais pesados, adsorção de pesticidas e outros contaminantes tóxicos e efeitos sobre o processo de absorção de nutrientes pelos vegetais (Canelas et al., 2005).

Os ácidos húmicos são insolúveis em meio ácido e solúveis em meio básico e possuem estrutura grande (8Å) e complexa, quando comparados com os ácidos fúlvicos, completamente hidrossolúveis, com tamanho pequeno (2Å), maiores grupamentos carboxílicos e de oxigênio e menor concentração de C, favorecendo sua percolação no solo. No caso da humina, esta é insolúvel em meio ácido e básico e tem maior grau de polimerização que os ácidos fúlvicos e húmicos (Primavesi, 1990; Schnitzer et al., 1991).

De acordo com o modelo de humificação originado das teorias de Waksman e compilado por Stevenson (1996), a humificação é o processo pelo qual a biomassa constituída pelas plantas e animais é convertida até húmus, um dos passos básicos do ciclo de carbono na natureza. Compostos orgânicos que fazem parte da planta e dos tecidos dos animais são termodinamicamente instáveis na atmosfera oxidante da superfície da terra. Depois da morte, esses compostos (oriundos de plantas e animais) são convertidos até dióxido de carbono e água por reações de degradação catalisadas por enzimas associadas aos microrganismos. Entretanto, nem todos os compostos são convertidos imediatamente a dióxido de carbono e água. Uma parte é oxidada apenas parcialmente. Resíduo da oxidação parcial desses compostos se acumula no solo na forma de húmus.

O conteúdo médio de C nos ácidos húmicos é de 55,1%, o de O é de 35,6%, o de H é de 5,0% e o de N de 3,5%. Uma série de trabalhos com ácidos húmicos de clima tropical (Bravard & Rhrigi, 1991; Canellas et al., 2005) têm apresentado valores de C menores do que a faixa indicada e muito próximos da faixa normalmente encontrada para ácidos fúlvicos, que varia de 35 a 75%. Já o conteúdo de O nos ácidos fúlvicos varia entre 17-55,8%. Os ácidos fúlvicos apresentam um conteúdo menor de C e N e uma quantidade maior de O do que os ácidos húmicos (Canelas et al., 2005).

A formação das substâncias húmicas é caracterizada por um processo complexo baseado na síntese e, ou, ressíntese dos produtos da mineralização dos compostos orgânicos que chegam ao solo. É possível, teoricamente, simplificar os vários caminhos da humificação em dois mecanismos: a preservação seletiva de biopolímeros e a policondensação de moléculas pequenas (Camargo et al., 1999). Essas transformações incluem um conjunto de reações de oxidação, desidratação, hidrólise, descarboxilação e condensação que são influenciadas pelas condições do solo, tais como, tipo de argila, pH e teor de bases (Zech et al., 1997).

Nem toda a massa remanescente dos processos de decomposição é convertida em húmus e nem todas as substâncias húmicas recentemente formadas são retidas no solo. Uma taxa de estabilização tão baixa de carbono no solo comparada às reservas totais de húmus de solos do mundo inteiro, levou Kononova (1982) a constatar que aproximadamente 1000 anos foram necessários para a formação dessas reservas. Apesar da grande variabilidade intrínseca dos métodos de datação de carbono, os valores obtidos para substâncias húmicas indicam um tempo médio algo entre 250-1000 anos. Para ambientes tropicais, esse tempo tende a ser menor. Por exemplo, a partir de dados de delta C- 13 foi estimada uma taxa de renovação de ácidos húmicos de cerca de treze anos (Canellas et al., 2005).

Com o surgimento de novos processos de tratamento que permitem a redução do potencial poluidor dos resíduos orgânicos, o uso agronômico deles, como fonte de nutrientes às plantas e como condicionadores dos solos, tem se constituído em alternativa interessante na preservação da qualidade ambiental (Mello & Vitti, 2002).

A química das substâncias húmicas no solo é, ainda, muito pouco compreendida apesar do longo tempo de pesquisa na área. Sua compreensão é o maior desafio colocado hoje para a Química do Solo (Sparks, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e condução do experimento

O experimento foi conduzido em estufa do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, situada a 900 m de altitude, 45°03' longitude Oeste e 21°13' latitude Sul, no período de agosto de 2007, a janeiro de 2008.

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, sendo quatro substratos (S1: fibra de coco; S2: 2/3 fibra de coco e 1/3 casca de café carbonizada; S3: 1/3 fibra de coco e 2/3 casca de café carbonizada; S4: casca de café carbonizada) misturados em proporções volumétricas (Figura 1), e quatro doses de ácidos orgânicos (equivalente a 0; 20; 40; 80 L.ha⁻¹ do produto Codahumus®) parcelado nas épocas 8; 21; 30; 38 dias após o transplântio, sendo cada parcela constituída por nove plantas, sendo as amostras retiradas de cinco plantas centrais em cada parcela.

A estufa utilizada foi do modelo capela, com estrutura de madeira, tendo 35 metros de comprimento, 10 metros de largura e 1,80 metros de pé direito. As duas frentes e as laterais são de tela sendo coberta com plástico anti UV de 100 micras.



FIGURA 1. Substratos misturados em proporções volumétricas.

Foi utilizado o Híbrido Vênus de tomate, da Empresa BHN Seeds, pertence ao grupo Saladete (Tipo Italiano). Tem como características: apresenta uma planta grande, vigorosa e com boa cobertura foliar, de crescimento determinado e de ciclo tardio. Apresenta resistência aos seguintes patógenos: *Verticilium*, *Fusarium* (raças 1 e 2), Nematóide, *Stemphylium solani* e *Pseudomonas syringae*. Por se tratar de um híbrido de crescimento determinado, a condução foi realizada com desbrota da planta até o último ramo abaixo da primeira inflorescência e o sistema de tutoramento foi do tipo meia-estaca, no

qual fincaram-se moirões de madeira, com aproximadamente 10 cm de diâmetro, e 1,80 de altura, a cada 4 metros na linha de plantio.

A semeadura foi realizada no dia 22 de agosto de 2007 em bandejas de isopor com 128 células contendo substrato Plantmax® Hortaliças e após 34 dias, as mudas foram transplantadas para sacos plásticos pretos com volume de 7 dm³, contendo oito furos laterais e um na parte inferior que foram preenchidos com os substratos correspondentes a cada tratamento. As plantas foram distribuídas em fileiras duplas, no espaçamento de 1,5m x 0,80m x 0,40m.

Em seguida, passou-se um fio de arame liso número 16, na horizontal, a uma altura de 0,40 m do colo da planta. A cada cinco plantas, fincou-se um bambu para sustentação do arame, no qual se amarrava as plantas ao arame com um fitilho. Na medida em que a planta ultrapassava a altura do arame, passavam-se fitilhos, abraçando as plantas para evitar que elas tombassem.

Para caracterização dos substratos foram determinados os teores de nutrientes totais, pH e condutividade elétrica (CE) de cada um deles antes do plantio (Tabela 1).

TABELA 1. Características químicas dos substratos. UFLA, Lavras - MG, 2007.

Características	Substratos*			
	S1	S2	S3	S4
N (%)	0,92	0,87	0,97	0,82
P (%)	0,2	0,24	0,25	0,25
K (%)	0,82	1,77	2,20	3,05
Ca (%)	0,42	1,02	0,82	0,91
Mg (%)	0,15	0,28	0,25	0,23
S (%)	0,23	0,25	0,27	0,24
B (mg/dm ³)	29,5	19,6	21,4	21,7
Cu (mg/dm ³)	85,2	57,7	61,8	45
Mn (mg/dm ³)	77,8	182	157,1	164,2
Zn (mg/dm ³)	84,2	52,9	55,0	29,7
Fe (mg/dm ³)	716,3	1256,1	1265,1	1188,9
pH	5,2	8,5	9,7	10,0
C.E.	0,6	0,82	1,7	2,31

*S1: Fibra de coco; S2: 2/3 fibra de coco e 1/3 casca de café carbonizada;
S3: 1/3 fibra de coco e 2/3 casca de café carbonizada; S4: casca de café carbonizada.

Foram aplicados 40 mL de solução de ácidos orgânicos por vaso, equivalente às doses 0, 20, 40 e 80 L.ha⁻¹ de Codahumus. As características do produto Codahumus estão representadas na tabela 2.

TABELA 2. Teores de ácidos orgânicos do produto Codahumus. UFLA, Lavras - MG, 2007.

	% p/p	% p/v
Extrato húmico total	20,2	24,2
Ácidos húmicos	10,0	12,0
Ácidos fúlvicos	10,2	12,2

Fonte: Companhia de Agroquímicos S.A.

Foi utilizada a irrigação por gotejamento, utilizando-se um gotejador de múltiplas saídas (vazão 4 litros por hora) sendo uma por vaso.

O volume de água aplicado por irrigação foi o necessário para promover a drenagem dos vasos, de acordo com o critério visual. Após a saturação dos vasos, foi utilizada para garantir a uniformidade na distribuição de água nos substratos acondicionados nos vasos. Durante o cultivo, o volume de água aplicado por irrigação aumentou de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura e com o aumento da temperatura, principalmente nas horas mais quentes do dia. O volume de água, em litros/planta.dia, variou de 0,4 a 0,6 litros do transplântio ao início do florescimento com frequência de 4 vezes por dia; 0,6 a 0,9 litros do início do florescimento ao início da colheita com frequência de 6 vezes por dia e 0,8 a 1,4 litros do início da colheita ao fim da colheita com frequência de 7 vezes por dia.

A fertirrigação foi realizada frequentemente, ou seja, os fertilizantes foram aplicados em todas as irrigações. As soluções nutritivas foram ajustadas de acordo com a variação do pH, mantido na faixa de 5,5-6,0. A condutividade elétrica permaneceu próxima a $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$ e o período de troca das soluções foi realizado diariamente, sendo as doses baseadas em recomendação de (Castellane & Araújo, 1995), utilizando fontes comerciais de nitrato de potássio, uréia, cloreto de potássio, nitrato de cálcio, MAP, sulfato de magnésio, sulfato de potássio, ferro quelatizado (EDDHA) e micronutrientes via fontes p.a. A solução nutritiva foi mantida a 50% de sua força iônica até os dez primeiros dias para adaptação e o restante do ciclo da cultura a 100% (tabela 3).

TABELA 3. Concentração de nutrientes na solução de cultivo até aos 45 DAT (dias após o transplante) e após os 45 DAT. UFLA, Lavras - MG, 2007.

	Fertirrigação até 45 DAT	Fertirrigação dos 45 DAT até o fim do ciclo
N (NO ₃ ⁻) mmol/L	12,0	12,0
N (NH ₄ ⁺) mmol/L	0,5	2,0
P mmol/L	1,5	2,0
K mmol/L	7,0	11,2
Ca mmol/L	4,0	5,2
Mg mmol/L	2,0	1,6
S (SO ₄ ⁻²) mmol/L	2,0	5,7
Fe μmol/L	20,0	25,0
Mn μmol/L	15,0	15,0
Zn μmol/L	5,0	5,0
B μmol/L	30,0	30,0
Cu μmol/L	0,8	0,8
Mo μmol/L	0,5	0,5

Para o controle de pragas e doenças, foram realizadas, conforme a necessidade, pulverizações com defensivos à base de oxiclreto de cobre, mancozeb e metalaxil para o controle de doenças fúngicas e deltametrina, metomil e thiamethoxan para o controle de pragas, nas doses e épocas recomendadas pelos fabricantes para a cultura do tomateiro.

3.2 Avaliação do crescimento e leitura SPAD

Foram coletados dados de altura de planta, com o auxílio de uma fita métrica, medindo-se a altura do colo da planta até a última inflorescência expandida e do diâmetro no colo da planta, a 3 cm de altura da superfície do substrato, com o auxílio de um paquímetro digital aos 21 e 61 dias após o transplantio. Aos 40 DAT foi estimado o teor de clorofila na primeira folha expandida no sentido do ápice para a base do tomateiro, através do uso do clorofilômetro SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development), no horário das 16h00min. No final do ciclo, aos 98 dias após o transplantio, nas plantas, separaram-se folhas, hastes e frutos e foram secadas em estufa de circulação forçada a 65°C até massa constante, determinando-se, posteriormente, a massa seca da parte aérea e dos frutos.

3.3 Avaliação da produção e qualidade dos frutos de tomateiro

Foram realizadas onze colheitas dos frutos, dos 60 aos 111 dias após o transplantio, nos quais, em cada colheita se separaram os frutos de acordo com os seus respectivos calibres para tomates oblongos, de acordo com o diâmetro transversal dos frutos em milímetros (Calibre 4: diâmetro 40 – 50mm; Calibre 5: diâmetro 50 – 60mm; Calibre 6: diâmetro 60 – 70mm; Calibre 7: diâmetro 70 – 80mm) e determinou-se o peso dos frutos e número de frutos para cada calibre e o total. Posteriormente, determinou-se a produção e o número de frutos por planta e produtividade por metro quadrado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e às médias, ao teste Scott-Knott (Scott & Knott, 1974), ao nível de 5% de probabilidade e através de análises de regressão. As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Matéria seca, teor de clorofila, diâmetro de caule e altura de planta

Não foi observada interação significativa entre os fatores estudados para todas as variáveis. Em relação aos substratos, os dados apresentados na tabela 4 mostram massa seca de frutos, leitura SPAD e diâmetro de caule aos 61 dias após o transplântio, não foram influenciados pelos substratos.

TABELA 4. Altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC), aos 21 e 61 dias após o transplântio (DAT), leitura SPAD aos 40 DAT e matéria seca de frutos (MSF) e matéria seca de parte aérea (MSPA) no final do ciclo do tomateiro da cultivar Vênus. UFLA, Lavras - MG, 2007.

Substratos	AP (cm)		DC (mm)		SPAD	MSF (g/pl)	MSPA (g/pl)
	21DAT	61DAT	21DAT	61DAT			
S1	41,3a	126,1a	8,6a	10,7a	50,3a	4,4a	148,7a
S2	39,2b	113,4b	8,0b	10,9a	51,0a	5,1a	146,8a
S3	36,8c	107,2c	7,5c	10,5a	51,4a	4,9a	116,7b
S4	32,8d	97,5c	6,9d	9,5a	51,6a	4,4a	108,3b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Scott - Knott, 5%).

Para a altura de planta (aos 21 e 61 DAT), o substrato S1, fibra de coco, apresentou as maiores alturas, seguido dos substratos S2, S3 e S4, sendo que aos 61 DAT, S3 e S4 não se diferiram estatisticamente.

Para o diâmetro de caule (aos 21 DAT), o substrato S1(fibra de coco), apresentou o maior valor, seguido dos substratos S2 (2/3 fibra de coco e 1/3 casca de café carbonizada), S3 (1/3 fibra de coco e 2/3 casca de caf e S4, respectivamente.

Quanto à matéria seca da parte aérea, os substratos apresentaram diferença significativa, sendo S1 e S2 os que apresentaram os maiores valores dessa variável, sendo superiores ao S3 e S4.

Esses resultados foram semelhantes ao obtido por Liz et al. (2003), os quais, avaliando a produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos à base de fibra de coco, observaram maior altura de plantas utilizando o tratamento 100% fibra de coco, na granulometria 4mm, com cobertura de vermiculita. Porém, quando analisaram a matéria seca das mudas de tomateiro, não observaram variação significativa entre os substratos, indicando que os diferentes substratos tiveram o mesmo comportamento na produção de mudas com a mesma capacidade de assimilação e acúmulo de matéria seca.

Os resultados obtidos neste experimento estão relacionados, dentre outros fatores, ao pH e CE (condutividade elétrica), apresentados na tabela 1; pois à medida em que se aumenta a quantidade de casca de café carbonizada, observa-se um aumento de pH e CE. Valores de pH entre 6,0 e 7,0, direta ou indiretamente favorece uma boa disponibilidade da maioria dos nutrientes (Furtini Neto et al., 2001). Pois, a primeira condição para que os nutrientes sejam absorvidos, é que o mesmo esteja na forma disponível e em contato com a superfície da raiz (Faquin, 2005). Observa-se que os substratos S2, S3 e S4 apresentaram pH elevado, chegando ao valor de pH 10,0 quando se utilizaram os substrato S4, casca de café carbonizada (tabela 1). Em relação à salinização do solo, estimado pela condutividade elétrica, ocorre uma menor absorção ou maior dificuldade de absorção de nutrientes (Alvarenga, 2004), pois já se observa um valor elevado da condutividade elétrica do substrato S4, casca de café carbonizada, mesmo antes do plantio.

Em relação às doses de ácidos orgânicos, as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, matéria seca da parte aérea e dos frutos, não apresentaram variação significativa.

Observou-se resposta linear para a variável leitura SPAD em relação às doses de ácidos orgânicos (Figura 2). A dose que proporcionou maior valor dessa variável foi de 80.L.ha⁻¹. Vaughan & Ord (1980), cultivando tomateiro em solução nutritiva, contendo ácido húmico e ácido fúlvico ou em extrato alcoólico de matéria orgânica, produziu maiores concentrações de clorofila, sendo esta relacionada diretamente com a leitura SPAD.

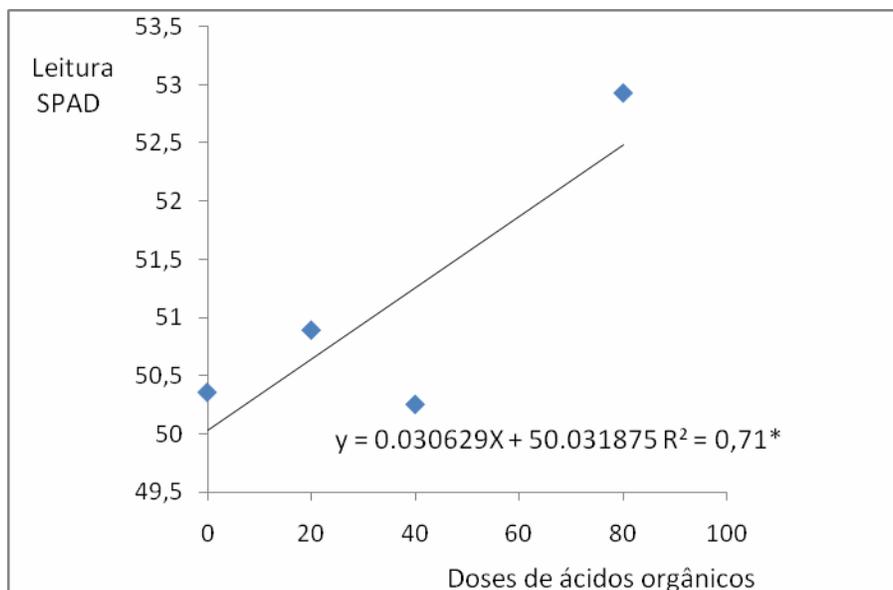


FIGURA 2. Leitura SPAD aos 40 DAT, de tomateiro cultivado em substratos, em função de doses de ácidos orgânicos.

4.2 Produção por planta, número de frutos e produtividade.

Não foi observada interação significativa entre os fatores estudados para todas as variáveis.

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que as variáveis produção por planta, número de frutos por planta e produtividade, considerando os

calibres dos frutos e produção total, foram significativamente afetados pelos substratos utilizados.

TABELA 5. Produção e número de frutos por planta e produtividade de tomate da cv. Vênus, considerando o calibre dos frutos. UFLA, Lavras - MG, 2007.

	Calibre (mm)	Substratos			
		S1	S2	S3	S4
Produção por planta (g/pl)	40 – 50	513 b	597 b	619 b	724 a
	50 – 60	2.092 a	2.169 a	2.026 a	2.021 a
	60 – 70	2.485 a	1.538 b	1.189 c	794 d
	70 – 80	719 a	193 b	117 b	65 b
	TOTAL	5809 a	4497 b	3951 c	3604 d
Número de frutos por planta	40 – 50	7 a	9 a	8 a	10 a
	50 – 60	19 a	19 a	20 a	17 a
	60 – 70	16 a	10 b	8 c	5 d
	70 – 80	3 a	1 a	0 b	0 b
	TOTAL	45 a	39 b	36 b	32 c
Produtividade (g/m ²)	40 – 50	1.436 b	1.673 b	1.733 b	2.028 a
	50 – 60	5.858 a	6.073 a	5.996 a	5.846 a
	60 – 70	6.959 a	4.308 b	3.329 c	2.225 d
	70 – 80	2.013 a	540 b	345 b	183 b
	TOTAL	16.266 a	12.594 b	11.403 c	10.282 d

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si (Scott-Knott, 5%).

4.2.1 Produção por planta

Para o total da produção, sem considerar o calibre dos frutos, os substratos apresentaram variação significativa, sendo que o substrato S1, fibra de coco, apresentou maior produção, 5800 g/planta, seguido de S2, S3 e S4, produzindo 4490 g/planta, 4060 g/planta e 3600 g/planta, respectivamente. Resultados superiores aos obtidos por Fernandes et al., 2002, nos quais obtiveram como substrato de maior produção 1300 g/planta. Considerando-se os

calibres dos frutos, observa-se, nos frutos de menor calibre 40-50mm, que o substrato S4 apresentou maior produção, produzindo em média 724 g/planta e os demais substratos apresentaram uma menor produção por planta e não diferiram entre si. Para o calibre 50-60mm, não foram observadas diferenças em produção de frutos entre os substratos utilizados. Considerando os maiores calibres 60-70mm e 70-80mm observa-se uma inversão: o Substrato S1 proporcionou maiores produções, com uma redução dos valores na seqüência S2, S3 e S4. Fontes et al. (2004) não observaram efeito significativo dos tratamentos na produção de frutos grandes, pequenos e total de tomate cultivar Carmem em cultivo em ambiente protegido no sistema denominado FITO. Carrijo et al. (2002) comparando fibra de coco com outros sete tipos de substratos, observou uma leve superioridade da fibra de coco em termos absolutos na produção comercial de tomate.

4.2.2 Número de frutos por planta

Para a variável número de frutos, sem considerar o calibre dos frutos, os substratos apresentaram variação significativa. O substrato S1 apresentou maior número de frutos, produzindo em média 47 frutos por planta, equivalente a 75 frutos por m², seguido de S2 e S3, que produziram 39 e 38 frutos por planta, equivalente a 60 frutos por m² e não diferiram estatisticamente entre si, sendo estes superiores ao S4 que produziu 32 frutos por planta, equivalente a 51 frutos por m². Todos esses substratos apresentaram número de frutos superiores ao obtido por Fernandes et al. (2002) estudando quatro substratos (areia fina, bagaço de cana de açúcar e casca de amendoim moída) em diferentes proporções, com tomate cultivar Carmem em ambiente protegido. Resultado também superior ao obtido por Andriolo et al. (2003) estudando crescimento e desenvolvimento de tomateiro cultivado em substrato em sacolas de polietileno

de 5,5 dm³ com reutilização da solução nutritiva drenada, obtendo 58 frutos por m² utilizando híbrido plurilocular Monte Carlo.

Nos calibres 40-50mm e 50-60mm os substratos não apresentaram diferença significativa. No calibre 60-70mm o substrato S1 apresentou maior número de frutos por planta, produzindo em média 16 frutos por planta, sendo superior a S2 que produziu em média 10 frutos, S3 8 frutos e S4 produzindo somente 5 frutos por planta. No calibre 70-80mm os substratos S1 e S2 apresentaram maiores números de frutos, produzindo em média 3 e 1 fruto respectivamente, sendo superiores a S3 e S4 que não produziram frutos nesse calibre. Observa-se com o aumento da proporção de casca de café carbonizada no substrato, uma tendência de se ter maior número de frutos de menor calibre, ocorrendo o inverso com o aumento da proporção de fibra de coco, fato ilustrado na figura 3, pois é de grande importância produzir-se frutos de maior calibre para conquistar o mercado consumidor.



FIGURA 3. Contraste entre a produção de frutos de maior calibre no Substrato S2 (2/3 de fibra de coco e 1/3 de casca de café carbonizada) e produção de frutos de menor calibre no substrato S4 (casca de café carbonizada).

4.2.3 Produtividade de tomateiro

Para a variável produtividade (g/m^2), sem considerar o calibre dos frutos, os substratos apresentaram variação significativa, sendo que o substrato S1 apresentou maior produtividade, produzindo em média 16.000 g/m^2 , seguido de S2 12.590 g/m^2 , S3 11.400 g/m^2 e S4 10.090 g/m^2 , respectivamente. O substrato S1 (100% de fibra de coco), apresentou elevada produtividade, produzindo 16.267 g/m^2 , sendo este resultado superior ao de Carrijo et al. (2004), que produziram $10,50 \text{ kg/m}^2$, utilizando fibra de coco. Considerando-se os calibres dos frutos, observa-se que no calibre 40-50mm, o substrato S4 apresentou maior produtividade, produzindo em média 2.020 g/m^2 e os demais substratos apresentaram menor produtividade e não diferiram significativamente entre si. No calibre 50-60mm os substratos não se diferiram significativamente. No calibre 60-70mm os substrato, S1 fibra de coco, apresentou maior produtividade, produzindo em média 6.950 g/m^2 , seguido de S2 produzindo 4.300 g/m^2 , S3 3.320 g/m^2 e S4 produzindo 2.220 g/m^2 . No calibre 70-80mm o substrato S1, fibra de coco, apresentou maior produtividade, produzindo 2.010 g/m^2 , sendo superior aos demais substratos, sendo que estes não apresentaram diferença significativa entre si e que apresentaram produtividade bem inferior quando comparados à fibra de coco.

Em relação às doses de ácidos orgânicos, as variáveis estudadas não apresentaram variação significativa. Dentre vários benefícios das substâncias húmicas ao solo, esperava-se resposta significativa quanto à aplicação dos mesmos; uma das causas de se não obter resposta significativa quanto à produção e qualidade dos frutos, poderia estar associada às sacolas apresentarem furos e assim favorecer a percolação dos ácidos orgânicos. Outro fato é de que os nutrientes de plantas foram aplicados diariamente pelo programa de fertirrigação, disponibilizando prontamente os nutrientes às plantas com alta frequência, podendo assim minimizar o efeito dos ácidos orgânicos.

5 CONCLUSÕES

- O substrato fibra de coco (S1) apresentou os melhores resultados, para altura de planta (21 e 61 DAT) e diâmetro de caule (21 DAT), produção de frutos, número de frutos e produtividade.
- Os substratos S1 e S2 proporcionaram um maior acúmulo de matéria seca.
- Ácidos Orgânicos não apresentaram efeitos significativos para as variáveis avaliadas, com exceção da leitura SPAD, com resposta linear às doses utilizadas, sendo a dose 80.Lha⁻¹ proporcionou maior leitura.
- Com o aumento da concentração de casca de café carbonizada, houve uma menor produção de frutos, menor número de frutos e menor produtividade, produzindo frutos de menor calibre.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAK, K.; CELIKEL, G. Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. **Acta Horticulturae**, n. 366, p. 423-429, 1994.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007. 520 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Cultura do tomateiro**. Lavras: UFLA, 2000. 91 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.

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

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 142 p.

ANDRIOLO, J. L.; WITTER, M.; DAL ROSS, T.; GODÓI, R. S. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com reutilização da solução nutritiva drenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 485-489, jul./set. 2003.

BERJON, M. A.; MURRAY, P. N. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: CADDAHIA, C. (Ed.). **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Ddiciones Mundi-Prensa, 1998. cap. 8, p. 287-342.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. Pó da casca de coco verde como substrato para plantas. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 94.

BRAVARD, S.; RIGHI, D. Characterization of fulvic and humic acids from an Oxisol-Spodsol toposequence of Amazonia, Brazil. **Geoderma**, v. 48, p. 151-162, 1991.

CAMARGO, F. O.; SANTOS, G. de A.; GUERRA, J. G. M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 27-39.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; GURIDI, F.; OLIVARES, F. L. **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: CCTA/UENF, 2005. 309 p.

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, dez. 2002.

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

CASTELLANE, P. K.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

DINKELAKER, B.; HENGELER, C.; MARSCHNER, H. Distribution and function of proteoid roots and other root clusters. **Botanica Acta**, Stuttgart, n. 4, p. 169-276, 1995.

DINKELAKER, B.; ROÈ MHELD, V.; MARSCHNER, H. Citric acid excretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (*Lupinus albus* L.). **Plant, Cell and Environment**, Oxford, n. 6, p. 285-292, 1989.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA, 2005. 183 p.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 559-563, dez. 2002.

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

FERNANDEZ, M. M.; GOMES, I. M. C. (Ed.). **Cultivos sin suelo II**. Almeria: Direccion General de Investigacion y Formacion Agraria de la Junta de Andalucia/FIAPA/Caja Rural de Almeria, 1999. 590 p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003a. 412 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003b. 333 p.

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, jul./set. 2004.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA, 2001. 252 p.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Coord.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Ed. da UNESP, 1998. 319 p.

HAYES, M. H. B.; MACCARTHY, P.; MALCOLM, R. L. **Ionic substances: II. In search of structure**. West Susses, UK: J. Wiley, 1989. 733 p.

HORTIFRUT. **Produtos**. 2007. Disponível em: <<http://www.hortifruti.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2007.

JEANNEQUIN, B. Conduite de la fertilisation des cultures hors sol en maraîchage. **PHM Revue Horticole**, v. 275, n. 338, p. 19-28, 1987.

JONES, D. L.; DARRAH, P. R. Influx and ed-flux of organic acids across the soil-root interface of *Zea mays* L. and its implications in rizosphere C flow. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 173, n. 1, p. 103-109, 1995.

KIELH, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 429 p.

KONONOVA, M. M. **Matéria orgânica del suelo**: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Barcelona: Oikos-Tou, 1982. 365 p.

LIZ, R. S. de; VIDAL, M. C.; CARRIJO, O. A.; VIEIRA, C. M. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos a base de fibra de coco verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento CD.

LOURES, J. L.; FONTES, P. C. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A. Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato contendo esterco de suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 50- 55, 1998.

MACCARTHY, P.; MALCOLM, R. L.; CLAPP, C. E.; BLOOM, P. R. An introduction to soil humic substances. In: MACCARTHY, P. (Ed.). **Humic substances in soil crop sciences**: selected readings. Madison: SSSA, 1990. p. 1-12.

MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O. A. **Cultivo protegido do tomateiro**. Brasília: Embrapa-CNPq, 1998. 18 p. (Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 13).

MARTINEZ, H. E. P.; BARBOSA, J. G. Substratos para hidroponia. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 81-89, 1999.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 53-76.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic, 1995. 889 p.

MARTINS, G.; CASTELLANE, P. D.; VOLPE, C. A. Influência da casa de vegetação nos aspectos climáticos e em época de verão chuvoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 131- 135, 1994.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 65 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP.

MELO, A. M. T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbrido de pimentão**. 1997. 112 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas características químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 452-458, set. 2002.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1980. 397 p.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 128 p.

NAVARRETE, M.; JANNEQUIN, B. Effect of frequency of axillary bud pruning on vegetative growth and fruit yield in greenhouse tomato crops. **Scientia Horticulturae**, v. 86, n. 3, p. 197-210, 2000.

NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó de coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 13).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1990. 549 p.

SASSAKI, O. K. Resultados preliminares da produção de hortaliças sem o uso de solo no Amazonas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 165- 169, 1997.

SCHNITZER, M.; KODAMA, H.; RIPMEESTER, J. A. Determination of the aromaticity of humic substances by X-ray diffraction analysis. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 55, n. 1, p. 745-750, 1991.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SPARKS, D. L. Elucidating the fundamental chemistry of soils: past and recent achievements and future frontiers. **Geoderma**, v. 100, p. 303-319, 2001.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1996. 496 p.

TAMISO, L. G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido**. 2005. 87 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L. Utilização da casca de café na alimentação de ovinos deslanados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 149-151.

TRANI, P. E.; NUCCI, T. A.; MINAMI, K.; HAAG, H. P. **Nutrição mineral e adução no tomateiro**. Campinas: IAC, 1994. 67 p. (IAC. Boletim técnico, 151).

VAUGHAN, D. ; ORD, B. G. An effect of soil organic matter on invertase activity in soil. **Soil Biology Biochemistry**, Bern, v. 12, n. 6, p. 449-450, 1980.

VIDA, J. B.; KUROZAWA, C.; ESTRADA, K. R. F. S.; SANTOS, H. S. Manejo fitossanitário em cultivo protegido. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Coord.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Ed. da UNESP, 1998. p. 53-104.

VILELA, F. G. **Uso da casca de café *melosa* em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados**. 1999. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, MG.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M. MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, p. 117-161, 1997.