

FLÁVIO BARCELLOS CARDOSO

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE COM UM E DOIS
CACHOS EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, EM
HIDROPONIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

FLÁVIO BARCELLOS CARDOSO

**PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE COM UM E DOIS
CACHOS EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, EM
HIDROPONIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de julho de 2007.

**Prof. Derly José Henriques da Silva
(Co-Orientador)**

**Prof. José Geraldo Barbosa
(Co-Orientador)**

Prof. Paulo Roberto Gomes Pereira

Dr^a. Marinalva Woods Pedrosa

**Prof^a. Hermina Emilia Prieto Martinez
(Orientadora)**

A Deus, luz dos bons caminhos;
Aos meu pais, Maria e Laércio,
pela confiança e pelo apoio incondicional
às decisões da minha vida;
Aos meus irmãos, Patrick e Vinicius.

AGRADECIMENTOS

A Deus;

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade concedida;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudo;

A Prof^a Hermina Emila Prieto Martinez, por me acolher e conduzir com serenidade e sabedoria ao título de mestre e pela forma especial de conviver com seus orientados;

Ao Prof. Derly José Henriques da Silva pelos conselhos, pelo incentivo e principalmente pela amizade;

Aos professores Paulo Roberto Gomes Pereira e José Geraldo Barbosa da UFV, e, à Doutora Marinalva Woods Pedrosa, da EPAMIG, pelas críticas e sugestões apresentadas;

A todos os funcionários da Horta Velha do Departamento de Fitotecnia indispensáveis a condução do experimento;

A Mara, pelo carinho, amizade, ajuda e paciência durante o curso;

Aos técnicos Domingos Sávio, e Itamar, pelo grande apoio e pela amizade;

Aos colegas de curso, pelo apoio e pela amizade;

Aos colegas de república, Reinaldo Lopes Morata, Aldo Narici, Davi Dornellas, Lívio Guilherme e Aurélio Vaz de Melo, pelos incentivos e companheirismo;

Aos amigos;

A uma pessoa especial para qual a palavra “Obrigado” não expressa toda a minha gratidão e alegria de ser hoje um mestre. Agradeço e dedico a você, Giselle.

BIOGRAFIA

FLÁVIO BARCELLOS CARDOSO - filho de Laércio Inácio Cardoso e Maria da Graça Barcellos Cardoso - nasceu em 3 de novembro de 1979, na cidade de Brasília, Distrito Federal.

Iniciou o curso de Agronomia nas Faculdades Integradas da Terra de Brasília em Brasília – DF no ano de 1999, colando grau em agosto de 2004.

Em agosto de 2005 iniciou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 18 de julho de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	10
3.1 Produtividade de frutos.....	10
3.2 Qualidade do fruto.....	12
3.3 Característica da planta.....	14
3.4 Teores de nutrientes na folha e no fruto.....	16
4. CONCLUSÕES.....	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
6. APENDICE	36

RESUMO

CARDOSO, Flávio Barcellos, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2007. **Produtividade e qualidade de tomate com um e dois cachos em função da densidade de plantio, em hidroponia.** Orientadora: Herminia Emilia Prieto Martinez. Co-Orientadores: Derly José Henriques da Silva e José Geraldo Barbosa.

Foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, MG, o cultivo do tomateiro tipo salada, híbrido Rebeca, longa vida, no período de 04/05/2006 a 27/10/2006. Foram avaliadas a produtividade, a qualidade dos frutos e o estado nutricional da planta do tomateiro em quatro diferentes densidades de plantio, com plantas cultivadas com um e dois cachos. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação em sistema de sub-irrigação utilizando argila expandida como substrato. As mudas de tomate do híbrido Rebeca foram produzidas em espuma fenólica irrigada com solução nutritiva e transplantadas para o leito de cultivo ao atingirem o estágio de 4 a 6 folhas definitivas. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 4x2 com parcelas sub-divididas e três repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades de plantio de 11,1; 8,3; 6,6 e 5,5 plantas por m². O segundo fator foi constituído por números de cachos, ou seja, plantas conduzidas com um ou dois cachos, deixando-se três folhas acima do cacho. A poda apical ocorreu quando todas as plantas se encontravam com três folhas acima do 1° ou do 2° cacho. Foram empregadas as soluções nutritivas de crescimento vegetativo e de frutificação preconizadas por Fernandes et al., (2002). Os frutos foram coletados para análise quando atingiram a completa coloração vermelha. Por ocasião da colheita dos frutos foi feita análise foliar para determinar o estado nutricional da planta. Para as características peso médio e diâmetro dos frutos, espessura do mesocarpo, pH do fruto, matéria seca dos frutos, sólidos solúveis, ácido cítrico, carotenóides totais, licopeno, matéria seca dos folíolos e pecíolos e altura de inserção do primeiro cacho não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. As plantas produziram frutos com 183,64 g de peso médio, 72,7 mm de diâmetro e 9,6 mm de espessura de mesocarpo. Dos fatores avaliados apenas número de cachos teve efeito positivo na produção por planta. A produtividade total por área foi influenciada pela interação densidade de plantio x número de cachos por planta. Quanto aos nutrientes, o N-total na folha aumentou com o aumento da densidade de plantio de 5,5 para 6,6 plantas por m², tendo queda subsequente. Os teores de boro na folha aumentaram linearmente com o aumento das densidades de

plantio e os teores de zinco na folha diminuíram linearmente com o aumento das densidades de plantio. Os teores de N-total, P e Zn no fruto diminuíram linearmente com o aumento das densidades de plantio. Não houve diferenças significativas para os demais nutrientes. As variações observadas para os teores de nutrientes minerais nas folhas e frutos do tomateiro não comprometeram a produção nem a qualidade dos frutos no cultivo realizado. O tratamento que possibilitou a maior produção foi 11,1 plantas por m² com dois cachos cuja produção foi de 22,61 kg.m⁻² ou 226,1 t.ha⁻¹, em 134 dias de cultivo.

ABSTRACT

CARDOSO, Flávio Barcellos, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, July, 2007.
Tomato productivity and quality in different densities and trusses number in hydroponic. Adviser: Herminia Emilia Prieto Martinez. Co-Advisers: Derly José Henriques da Silva and José Geraldo Barbosa.

During the period comprehended between 05/05/2006 to 27/10/2006 it was carried out an experiment with the “Rebeca” long shelf life hybrid of tomato. The experiment was performed at the Fitotecnia Departament of the University Federal de Viçosa in a greenhouse with hydroponic sub-irrigation system, using expanded clay as substratum. The tomato seedlings were produced in phenolic foam daily irrigated with nutrient solution until they reach the stage of four to six leaves. At that stage the seedlings were transplanted to the cultivation beds. The experimental design was a factorial 4x2 with treatments arranged in split plot. Three repetitions were performed. The first factor was constituted by the densities of 11.1; 8.3; 6.6 and 5.5 plants.m⁻². The second factor was constituted by numbers of trusses, which means that the plants were conducted with one or two trusses, leaving themselves three leaves above the truss. The apical cuttings were made when all the plants were with three leaves above of 1° or 2° truss. There were used the nutrient solutions described by Fernandes et al. (2002) to vegetative and reproductive growths. At the end of the experiment there were evaluated the yield, fruits quality, and the tomato plant nutritional status. The fruits were collected for analysis when reached full red color. At the fruits harvest the foliar analysis was done to determine the plant nutritional status. The fruits characteristics mean weight diameter, fruit wall thickness, fruit pH, fruit dry weight, soluble solids, citric acid, total carotenoid and lycopene, plus leaflets and stem dry weigh, and the high of the first truss insertion in the stem had not been presented significant differences between the treatments. The plants had produced fruits with 183.64 g in average, 72.7 mm of diameter and 9,6 mm of fruit wall thickness. Among the factors evaluated only number of trusses had positive effect on yield per plant. The total productivity per area was influenced by the interaction density x number of truss per plant. For nutrients, the total-N in the leaf increased with an increase in the planting density of 5.5 to 6.6 plants per m², and having subsequent decrease. The levels of boron in the leaf increased linearly with the increase of planting density and the levels of zinc in the leaf decreased linearly with the increase of density. The total-N, P and Zn contents in the fruits decreased

linearly with the increase of density. There were no significant differences for other nutrients. Differences in the mineral nutrients contents in the leaves and tomatoes fruits not undertaken the yield nor the fruit quality. The treatment which has the largest yield was 11.1 plants per m^2 with two trusses whose yield was $22.61 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ or $226.1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ in a 134 days of cultivation.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum*, é uma solanacea herbácea, que apesar de perene, é cultivada como planta anual. O seu centro de origem é limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo norte do Chile, a oeste pelo oceano Pacífico e a leste pela Cordilheira dos Andes (Filgueira, 2000).

Em meados do século XVI, o tomateiro foi introduzido na Europa, sendo inicialmente cultivado pela beleza de seus frutos e não para o consumo, exceto na Itália e Espanha. O tomateiro retornou à América através da Europa no século XVIII, entretanto sua importância como vegetal de consumo ocorreu somente no século XX (Jones Junior, 1999).

No Brasil, foi introduzido por imigrantes italianos no final do século XIX e, após a batata, tornou-se a hortaliça mais importante no país (Filgueira, 2000). O seu consumo abrange grande parte da população, sendo consumido tanto "in natura" como na forma de produtos processados pela indústria, como extratos, molhos prontos, tomates secos e sucos, atingindo grande importância econômica.

Quanto à qualidade nutricional, a composição do fruto do tomateiro é variável dependendo da cultivar. Geralmente possui de 93 a 95% de água, sendo os 5 a 7% restantes, distribuídos entre compostos inorgânicos, ácidos orgânicos (predominantemente, cítrico e málico), açúcares (glicose, frutose e sacarose), sólidos insolúveis em álcool (proteínas, celulose, pectina e polissacarídeos), carotenóides, lipídios, entre outros (Davies e Hobson, 1981).

O valor nutricional torna os frutos do tomateiro alimento de grande importância para a dieta humana. É a principal fonte de licopeno, possuindo também consideráveis teores de β -caroteno, vitamina C e minerais como potássio e selênio (Dorais et al., 2001). A atividade antioxidante desses compostos confere-lhes capacidade protetora ao organismo humano, capturando radicais livres formados em excesso, os quais podem desencadear reações que levam ao desenvolvimento de diversas doenças (Rao e Agarwal, 1999).

Há evidências de que o consumo de tomate reduz o risco de doenças cardiovasculares, catarata, câncer do trato digestivo entre outras, em função da presença de licopeno, β -caroteno, vitamina C, potássio e selênio na sua

composição (Ascherio et al., 1996; Frusciante et al., 2000; Lee e Kader, 2000; Feng e Macgregor, 2001).

Dentre as hortaliças de frutos mais cultivadas no Brasil, destacam-se principalmente os híbridos de tomateiro dos tipos caqui, cereja e longa vida. Pela sua grande aceitação no mercado e preços compensadores, o tomate tem sido, dentre as hortaliças de frutos, a de maior interesse por parte dos produtores.

O cultivo do tomateiro se espalha por vastas regiões agrícolas do território nacional e apresenta demanda de mercado sempre crescente (Agrianual, 2001). A produção anual é de aproximadamente 3,6 milhões de toneladas destinados ao mercado de tomate fresco e para processamento, cultivados em mais de 60 mil ha (Agrianual, 2004). Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os Estados que respondem por quase 70% da produção nacional. Neste segmento, a chave do sucesso é a qualidade do fruto (tamanho, formato, cor) e a capacidade do tomaticultor colocar a produção em momentos oportunos no mercado, visto que os preços são bastante influenciados pela sazonalidade.

Deve-se salientar que o mercado paga cerca de 30 a 40% a mais pelos frutos de tamanho grande em comparação aos de tamanho médio, e cerca de 30% a mais para os de tamanho médio em relação aos frutos de tamanho pequeno. Portanto, a utilização de métodos de condução que proporcionem maior produção de frutos com qualidade (tamanho grande e com mais sabor) deve ser objetivo do tomaticultor.

A cultura do tomateiro é considerada atividade de alto risco, principalmente devido à grande susceptibilidade ao ataque de doenças e pragas, oscilação nos preços de mercado e grande exigência de insumos e serviços. Os altos custos de implementação e manutenção da cultura e a exigência do mercado por produtos de melhor qualidade, estimulam a busca de novas alternativas.

Para minimizar as dificuldades existentes pode-se cultivar o tomateiro sob condições mais favoráveis no interior de túneis plásticos e de estufas, possibilitando com isso, maior e melhor controle das condições ambientais como temperatura e umidade relativa, e conseqüentemente, dos tratamentos fitossanitários e do fornecimento de água e de nutrientes resultando em aumento da produtividade e da qualidade dos frutos (Guimarães, 1999).

No Brasil, assim como em outros países, a maior parte da produção de tomate é realizada sob condições naturais. No entanto, o desenvolvimento e aprimoramento do cultivo em ambiente protegido têm possibilitado a produção de algumas culturas, entre elas o tomateiro, em regiões e épocas nas quais as condições ambientais são desfavoráveis ao desenvolvimento e produção das plantas.

O cultivo de tomate em ambiente protegido tem se expandido nos últimos anos, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil e a técnica propicia um incremento na produção, podendo esta ser de 4 a 15 vezes superior àquelas obtidas em campo. A baixa produtividade média de 59 t ha^{-1} , o cultivo prolongado e a necessidade de maior número de cultivos por ano para atender o mercado tem despertado o interesse de produtores para o sistema hidropônico de produção (Andriolo et al., 1999; Martins et al., 1999). No Brasil, mediante o cultivo hidropônico tem sido obtida produtividade superior à atingida em cultivos tradicionais e em estufas-solo. (Moraes & Furlani, 1999).

Apesar da área cultivada nesse sistema ser ainda bastante reduzida, sua importância está relacionada à possibilidade de se produzir alimentos em épocas e ou regiões nas quais as condições climáticas são desfavoráveis, viabilizando o fornecimento de alimentos no período da entressafra (Andriolo, 2000).

Os cultivos hidropônicos possibilitam a obtenção de produtos de boa qualidade quando comparados aos sistemas convencionais, devido à maior uniformidade na colheita e eficiência no uso da água para fins de irrigação (Faquin et al., 1996). As vantagens nesse sistema incluem a alta qualidade e rendimento da cultura, menores gastos com fertilizantes e melhor uso da água, além da redução na poluição ambiental e maior controle e eficiência no processo produtivo (Logendra et al., 2001; Gualberto et al., 2002). Logendra e Janes (1999) relatam também como vantagens desse sistema a melhor utilização de luz suplementar, fácil acesso para manuseio das plantas (podas, desbastes de frutos, pulverização, polinização e colheita) e aumento da eficiência de trabalho pela automatização e escalonamento das colheitas. O custo inicial de implementação e a necessidade de mão de obra qualificada podem ser desvantagens desse sistema.

Segundo Camargos (1998) e Radin et al., (2003), quando a água e os nutrientes são fornecidos em níveis adequados e os demais fatores forem

corretamente manejados, os fatores mais limitantes para incrementos na produção e produtividade são a interceptação e a absorção da radiação fotossinteticamente ativa.

O aumento da densidade de plantio do tomateiro, juntamente com a poda de hastes, tem sido utilizado com o objetivo de aumentar a interceptação da radiação e reduzir a fração da biomassa vegetal não convertida em rendimento (Streck et al., 1998; Camargos, 1998; Silva et al., 2001). Andriolo & Falcão (2000) observaram que a densidade de plantas pode ser aumentada para melhorar o efeito da supressão de folhas, sem modificar o índice de área foliar ótimo. Porém, o número de hastes por planta e o uso da poda apical para um número definido de cachos também interferem na densidade de plantio e na relação fonte/dreno, constituindo-se em práticas alternativas na produção de tomates (Silva et al., 2001; Peixoto et al., 2001).

Segundo Pereira (1999), a poda apical tem ainda o efeito de favorecer o aumento do tamanho dos frutos já formados e, em especial, os situados no terço superior da planta. Entretanto, vários estudos têm mostrado efeitos variados dessa técnica sobre a produtividade e qualidade dos frutos (Poerschke et al., 1995; Streck, 1998; Silva et al., 2001; Seleguini et al., 2003).

Pelo fato de limitar o número de racimos florais, a poda apical ocasiona redução na produção de frutos por planta e, conseqüentemente, na produtividade. Como a produtividade do tomateiro depende, entretanto, do número de plantas por unidade de área, do número de frutos por planta e da massa média de frutos (Vitum & Tapley, 1957), surge como opção, para compensar a possível redução na produtividade devido à poda, a alternativa de combiná-la com maior população de plantas. Muitos trabalhos têm evidenciado aumento na produção em maiores densidades populacionais (Taha, 1984; Camargos et al., 2000). Além disso, Streck et al., (1996), relatam que a resposta do tomateiro a práticas de poda e diferentes densidades está associada às condições ambientais locais, ao tipo de manejo (cultivo convencional, protegido e hidropônico) e a variedade utilizada.

Alguns trabalhos vêm sendo realizados associando o cultivo protegido, o sistema hidropônico e a produção de tomates com apenas um cacho (Morgan, 1996; Morgan, 1997 abc; Wada et al., 1998; Logendra e Janes, 1999, Ikeda et al., 1999; Sakamoto et al., 1999; Okano et al., 1999; Watanabe et al. 1999, Fernandes, 2000; Sakamoto et al., 2000; Okano et al., 2000; Fernandes et al.,

2002; Genúncio et al., 2006). O cultivo do tomateiro com apenas um cacho por planta, reduz o ciclo da cultura resultando em menores riscos de ataques por pragas e doenças. Isso associado à redução do espaçamento resulta em um sistema altamente produtivo. Além disso, em hidroponia, o manejo adequado das concentrações de nutrientes da solução nutritiva, como o aumento da relação K/N na fase de frutificação (Adams, 1994), permite obter frutos de melhor qualidade (Morgan, 1996; Morgan, 1997 abc; Fernandes, 2000).

Fernandes et al. (2002) em cultivo do tomateiro com um cacho obtiveram uma produção equivalente a $142,0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e Genúncio et. al. (2006) cultivando a cultivar Saladinha, em sistema hidropônico tipo fluxo contínuo de nutrientes (Nutrient film technique - NFT) uma produção de $267,4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Os valores de produtividade superam a média brasileira do ano de 2004 de $59,1 \text{ t.ha}^{-1}$ (Agrianual, 2005). Entretanto, de acordo com Filgueira (2000), para tomateiro do grupo salada as produtividades podem ser de 90 a 150 t.ha^{-1} , podendo estas serem mais elevadas em casa-de-vegetação. Produtividades acima de 150 t.ha^{-1} são alcançadas geralmente em cultivos com mais de um cacho por planta, o que também propicia o aumento do número de aplicações de defensivos por ciclo da cultura, porém em hidroponia, essas aplicações de defensivos agrícolas são bem reduzidas devido à menor incidência de doenças de solo. Um dos objetivos principais da redução do número de cachos é a minimização do uso desses produtos químicos para que se obtenham frutos com melhor qualidade para consumo.

Em função do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e a qualidade dos frutos do tomateiro Híbrido Rebeca, em diferentes densidades de plantio e número de cachos por planta, cultivado sob sistema hidropônico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, MG, o cultivo do tomateiro tipo salada, híbrido Rebeca, longa vida, no período de 04/05/2006 a 27/10/2006. Foram avaliadas a produtividade e a qualidade dos frutos em quatro diferentes densidades de plantio com plantas cultivadas com um e dois cachos.

O experimento foi conduzido em sistema hidropônico de sub-irrigação utilizando argila expandida como substrato em casa-de-vegetação. Foi utilizado o tomate híbrido Rebeca, longa vida, plurilocular, tipo salada, de crescimento indeterminado. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas contendo placas de espuma fenólica com células de 5 x 5 x 3,8 cm. Esses blocos de espuma fenólica foram enxaguados por dez vezes até a retirada de possíveis resíduos de fenol que podem ser tóxicos para as mudas do tomateiro.

Do 1° ao 14° dia após semeadura, as mudas foram irrigadas com água de torneira. A partir do 14° dia foram irrigadas com solução nutritiva com 50% de força iônica (Fernandes et al., 2002) (Tabela 1). Todas as irrigações foram ministradas uma vez ao dia após as 18 horas, para menor evapotranspiração, em volume suficiente para saturar o substrato.

Quando as plantas atingiram o estágio de 4 a 6 folhas definitivas, foram transplantadas para o sistema hidropônico de sub-irrigação usando argila expandida como substrato. As parcelas experimentais foram constituídas de calhetões de cimento amianto, de 3,75 m de comprimento por 0,85 m de largura na parte superior, 0,60 m de largura na base e 0,20 m de altura, fechados nas extremidades, impermeabilizados e preenchidos com argila expandida de 8 a 13 mm de diâmetro até uma altura de 0,17 m da base. Cada parcela foi dividida ao meio e em cada metade foi instalada uma sub-parcela.

O delineamento experimental utilizado foi em parcelas sub-divididas, com três repetições em esquema fatorial tipo 4x2. A parcela foi constituída pelas densidades de plantio de 11,1; 8,3; 6,6 e 5,5 plantas por m² obtidas empregando-se os espaçamentos de 30 x 30 cm, 30 x 40 cm, 30 x 50 cm e 30 x 60 cm. As sub-parcelas foram constituídas por número de cachos, ou seja, plantas com um ou dois cachos. Foram consideradas como parcela útil as duas plantas centrais de cada sub-parcela.

Após o transplântio mediu-se, diariamente, a temperatura e a umidade relativa do ar no interior da casa-de-vegetação, por meio de dois termômetros e dois higrômetros colocados em dois pontos diferentes a altura de 1,10 m da superfície do piso. As plantas foram cultivadas em solução de crescimento vegetativo com 100% de força iônica. Com o aparecimento dos cachos foi trocada a solução nutritiva e ministrada solução de frutificação conforme Fernandes et al., (2002) modificada (Tabela 1). A solução utilizada na fase de crescimento vegetativo continha: 8; 2; 4; 2; 1; e 1 mmol L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S e 35; 19; 21; 4; 0,9; e 0,7 mmol L⁻¹ de Fe, Mn, B, Zn, Cu e Mo, respectivamente. A solução utilizada na fase de frutificação continha: 12; 3; 8,6; 3; 1,5; e 1,5 mmol L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S e 59; 20; 25; 4; 1,3; e 0,7 mmol L⁻¹ de Fe, Mn, B, Zn, Cu e Mo, respectivamente.

Tabela 1- Solução nutritiva de crescimento vegetativo e solução nutritiva de frutificação utilizada para cultivo do tomateiro em sistema hidropônico.

Solução nutritiva de cresc.vegetativo		Solução nutritiva de frutificação	
Adubos	g 1000L⁻¹	Adubos	g 1000L⁻¹
KH ₂ PO ₄	271,9	KH ₂ PO ₄	408,7
MgSO ₄	247,4	MgSO ₄	369,6
Ca(NO ₃) ₂	400,0	Ca(NO ₃) ₂	631,6
KNO ₃	213,6	KNO ₃	597,0
NaNO ₃	151,4	FeCl ₃	15,9
EDTA-Férrico	20,5	Na ₂ -EDTA	20,0
NH ₄ Mo ₇ O ₂₄	0,2	NH ₄ Mo ₇ O ₂₄	0,2
MnSO ₄	3,7	MnSO ₄	3,4
H ₃ BO ₃	1,3	H ₃ BO ₃	1,6
ZnSO ₄	1,3	ZnSO ₄	1,3
CuSO ₄	0,1	CuSO ₄	0,2

Fonte: Adaptada de Fernandes et al., (2002).

As plantas foram tutoradas com fitilho, sendo a poda apical realizada quando todas as plantas se encontravam com três folhas acima do primeiro ou do segundo cacho, conforme a sub-parcela, deixando-se apenas seis frutos por cacho. Durante a condução do experimento foram necessários raleamentos periódicos para a manutenção do número de frutos e desbrotas para a retirada de brotos laterais.

Para o controle de doenças foram realizadas pulverizações com o princípio ativo clorotalonil na dosagem de 3g/l uma vez a cada 15 dias.

O volume da solução nutritiva era completado diariamente com água até seu volume inicial, 1000 L para seis calhetões. O pH da solução nutritiva foi monitorado e ajustado à faixa de 5,5 a 6,5 utilizando-se HCl ou NaOH. Foram realizadas reposições periódicas das soluções, com base na redução da condutividade elétrica, admitindo-se até 30% de depleção. A solução nutritiva foi ministrada às plantas durante 15 minutos a cada hora no período diurno por meio do acionamento automático de um conjunto moto-bomba. As regas iniciaram-se às seis horas da manhã e terminaram às 18 horas. No período noturno, foram feitas apenas duas regas de 15 minutos cada, uma às 23 horas e outra às duas horas da madrugada.

A colheita iniciou-se aos 103 Dias Após o Transplântio (DAT) e terminou aos 134 DAT. Os frutos foram classificados de acordo com a portaria do Ministério da Agricultura (Tabela 2). Avaliaram-se, nos seis frutos colhidos por cacho, o peso da matéria fresca, o diâmetro do fruto e a espessura do pericarpo. Em dois frutos colhidos com 100 % da superfície vermelha, por sub-parcela, foram avaliados: sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH segundo o Instituto Adolfo Lutz (1985), teores de licopeno e de carotenóides totais (Zscheile e Porter, 1974).

Tabela 2 – Classes de tamanho usadas na classificação dos frutos do tomateiro.

Classe do fruto ¹	MDT (mm) ²
Gigante	>100
Grande	> 80 até 100
Médio	> 65 até 80
Pequeno	> 50 até 65

1 – Portaria do Ministério da Agricultura nº553 de 30/08/1995, publicada no Diário Oficial da União de 19/09/1995.

2 – Maior diâmetro transversal (MDT)

Na última colheita foi medida a altura das plantas, a altura da inserção do primeiro cacho e o diâmetro do caule. O diâmetro do caule foi medido na região logo acima do primeiro cacho e abaixo da primeira folha em posição superior a ele.

Para análise química foliar, foi colhida a folha imediatamente abaixo do cacho no momento da colheita do primeiro fruto maduro, e para a análise química dos frutos foram colhidos dois frutos por repetição. O material amostrado foi lavado em água desionizada e seco em estufa com circulação

forçada de ar a 70°C, até peso constante. Em seguida, o material foi moído em moinho tipo Wiley equipado com peneira de 20 mesh. O N-total foi determinado pelo método Kjeldahl descrito por Bremner (1965). Os elementos P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn e Cu foram analisados após a mineralização pela digestão nítrico-perclórica. O P foi dosado colorimetricamente, pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C conforme Braga & Defelipo (1974); o K, determinado em fotômetro de emissão de chama; o Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica e o S, determinado por turbidimetria do sulfato (Blanchar et al., 1965). O B foi determinado colorimetricamente pelo método da Azometina H (Wolf, 1974), após a mineralização por via seca em mufla a 550°C. O P, S e B foram determinados em espectrofotômetro. O Ca, Mg e micronutrientes determinados em espectrofotômetro de absorção atômica.

Foi feita a análise de variância e os efeitos dos tratamentos quando qualitativos comparados pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade e para os quantitativos foi realizada a análise de regressão.

3. Resultados e Discussão

3.1 Produtividade de fruto

O aumento do número de cachos teve efeito positivo na produção por planta (Tabela 3). As plantas cultivadas com dois cachos foram mais produtivas que as plantas cultivadas com apenas um cacho em todas as densidades de plantio, porém a produção por planta não foi influenciada pela densidade de plantio para um mesmo número de cachos.

A produtividade total por área foi influenciada pela interação densidade de plantio x número de cachos por planta, aumentando com o aumento das densidades de plantio e número de cachos. A menor produtividade por área alcançada (5,84 kg.m²), correspondente a 58,4 t.ha⁻¹ foi obtida com plantas cultivadas com um cacho e 5,5 plantas por m² (Figura 1) em 119 DAT e a maior (22,61 kg.m²), correspondente a 226,1 t.ha⁻¹ foi obtida com plantas cultivadas com dois cachos e com 11,1 plantas por m² (Figura 2) em 134 DAT.

Estes resultados são corroborados por Camargos et al., (2000), que ao cultivar o híbrido Carmen, no campo, variando o espaçamento entre plantas (30 e 60 cm) com um metro entre as linhas e o número de cachos por planta (3, 5 e 7), obteve a maior produtividade comercial, 136 t.ha⁻¹, no espaçamento de 30 cm entre plantas e 7 cachos por planta, e por Seleguini et al., (2006) que variou os espaçamentos entre plantas (30, 40, 50 e 60 cm) mantendo um metro entre linhas, com 3, 4 ou 5 cachos por planta. Esses autores empregaram o híbrido Duradouro e obtiveram 80 t ha⁻¹ na maior densidade de plantio e com o maior número de cachos por planta.

Para as características peso e diâmetro dos frutos, espessura do mesocarpo, sólidos solúveis totais (°Brix), ácido cítrico do fruto (%), carotenóides totais, licopeno e pH dos frutos não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3).

Diversos autores afirmam que apesar de ocorrer aumento na produção do tomateiro com o adensamento de plantas, a massa média do fruto decresce (Streck et al. 1998; Camargos et al., 2000 e Logendra et al., 2001). Neste experimento a massa média do fruto não foi influenciada pela densidade de plantio e número de cachos por planta (Tabela 3). Resultados semelhantes

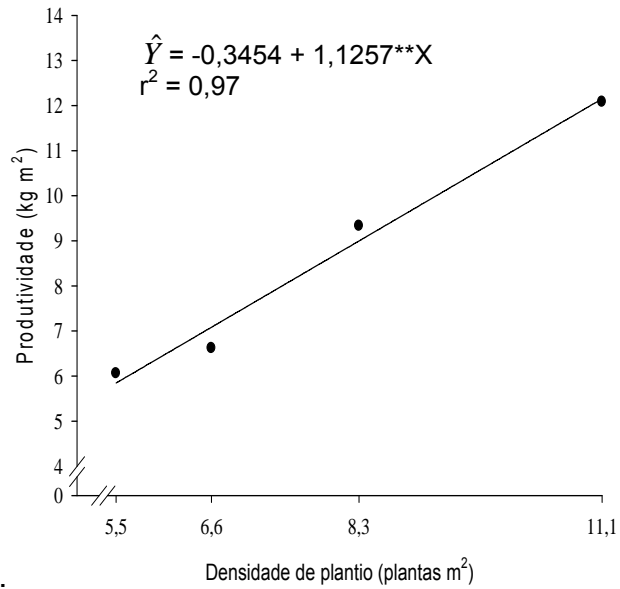


Figura 1 – Produtividade de frutos de tomate em função das densidades de plantio com plantas conduzidas com um cacho.

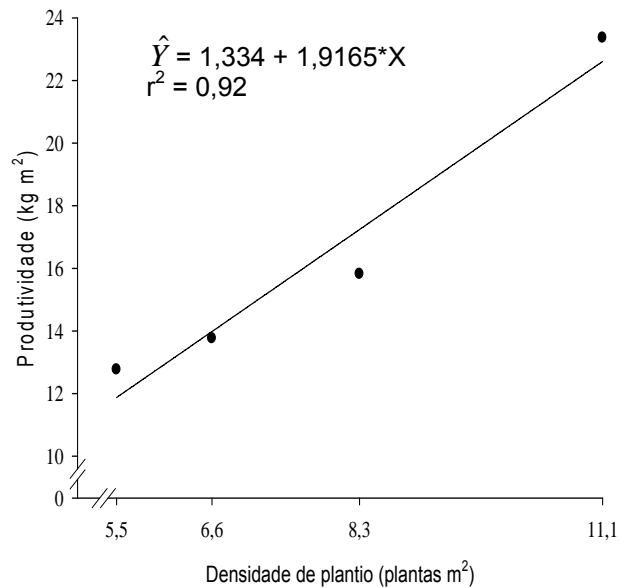


Figura 2 – Produtividade de frutos de tomate em função das densidades de plantio com plantas conduzidas com dois cachos.

foram observados por Seleguini et al. (2003) que avaliaram o número de cachos e hastes por planta e, por Seleguini et. al. (2006) os quais utilizando o híbrido Duradouro, variaram os espaçamentos entre plantas (30, 40, 50 e 60 cm) e número de cachos por planta (3, 4 e 5) mantendo fixo o espaçamento entre as linhas (1m).

Logendra e Janes (1999), em cultivo de tomateiro com apenas um cacho, obtiveram peso de 225g/fruto, enquanto neste ensaio obteve-se 183,64 g/fruto, porém o valor obtido por aqueles autores resultou de 4,8 frutos por planta, com 11 plantas por m² e com outra variedade. Por outro lado à média de 183,64 g/fruto foi superior aos 154,66 g encontrados por Fernandes et al. (2002) em cultivo do híbrido Carmen com apenas um cacho.

Neste ensaio as plantas produziram frutos com 183,64 g de peso médio, 72,7 mm de diâmetro e 9,6 mm de espessura de mesocarpo (Tabela 3). De acordo com a classificação do Ministério da Agricultura (Tabela 2) foram produzidos 100% de frutos médios. Considerando-se a classificação da União Européia, todos os frutos poderiam ser considerados grandes. De acordo com Oliveira et al. (1995), as maiores concentrações de frutos de tamanho grande ocorrem nos cinco primeiros cachos do tomateiro, o que os torna os mais produtivos em termos comerciais.

3.2 Qualidade do fruto

Mencarellil & Salveit Jr. (1988), sugerem que frutos de alta qualidade devem possuir valores de sólidos solúveis totais e ácido cítrico superiores a 3% e 0,32% respectivamente. Neste trabalho foram verificados frutos com sólidos solúveis totais superiores ao valor sugerido, entretanto o mesmo não foi verificado para ácido cítrico (Tabela 3). Stevens e Rick (1986) relataram porcentagem de ácido cítrico variando de 0,40 a 0,91% para diferentes acessos de *Lycopersicon esculentum*. Caliman (2003), avaliando diferentes genótipos de tomateiro, obteve acidez titulável (medida em porcentagem de ácido cítrico) de 0,26 e 0,44%, em cultivo em estufa e no campo, respectivamente.

Os valores de ácido cítrico dos frutos do tomateiro obtidos neste trabalho foram relativamente baixos (Tabela 3). A colheita dos frutos no estágio completamente maduro, quando a acidez já se encontra em declínio, provavelmente é a causa dos baixos valores obtidos, uma vez que durante o

desenvolvimento do fruto de tomate, sua acidez aumenta atingindo valor máximo nos primeiros sinais de coloração amarela (estádio “breaker”), diminuindo progressivamente com o aparecimento da cor rosa ou à medida que o fruto avança para o completo amadurecimento (Davies e Hobson, 1981).

Os valores de sólidos solúveis totais (°Brix) dos frutos analisados no presente trabalho foram superiores a variação de 3,57 a 3,75 observados por Ferreira (2001) avaliando frutos do cultivar Santa Clara cultivado no campo. Segundo Morgan (1997), para tomate, porcentagens de sólidos solúveis acima de cinco indicam frutos de alta qualidade. Altas quantidades de açúcares e ácidos são requeridas para um melhor paladar do fruto. Alto teor de ácido e baixo teor de açúcar pode resultar em um sabor cortante ou adstringente. Alto teor de açúcar e baixo teor de ácido resultam em sabor mais suave. Com baixos níveis de ácidos e açúcares o resultado é fruto insípido.

Os teores de licopeno encontrados nos frutos deste híbrido (Tabela 3) estão de acordo com os valores apresentados por Frusciante et al., (2000), que relataram variação de 55 a 75 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 25 a 148 $\mu\text{g g}^{-1}$ de frutos frescos de cultivares e híbridos, respectivamente. Para os carotenóides totais obtiveram-se 128,57 $\mu\text{g g}^{-1}$ em comparação a 119,8 $\mu\text{g g}^{-1}$ encontrados por Camargos et al., (2000) e 263,64 $\mu\text{g g}^{-1}$ encontrado por Fernandes et al., (2002).

A temperatura é importante fator relacionado ao acúmulo de licopeno em frutos de tomateiro. Temperaturas entre 22 e 25°C são consideradas ideais a biossíntese deste carotenóide. Abaixo de 10°C e acima de 30°C, a biossíntese torna-se comprometida (Dorais et al., 2001). Durante o experimento as temperaturas médias semanais mínimas variaram entre 6,0 e 17°C e as máximas entre 26,9 e 39,4°C. Mesmo com temperaturas medias diurnas acima dos 30°C, o híbrido Rebeca não teve sua biossíntese de carotenóides totais afetada, pois os teores encontrados no presente trabalho (Tabela 3) estão dentro das faixas citadas na literatura.

Os valores determinados para o pH dos frutos (Tabela 3) estão próximos da faixa encontrada por Stevens e Rick (1986), que relatam valores de pH de 4,26 a 4,82 para diferentes acessos de *Lycopersicon esculentum*. Elevados valores de pH propiciam o desenvolvimento de microrganismos nocivos à conservação do produto (Carvalho, 1980).

Tabela 3 – Características da planta e do fruto de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em hidroponia em função das densidades de plantio e número de cachos por planta

Nº de cachos	Plantas por m ²				Média	CV(%)
	11,1	8,3	6,6	5,5		
Produção por planta (g)						
1	1088 b	1124 b	1004 b	1102 b	1080	7,04
2	2105 a	1906 a	2086 a	2322 a	2105	
Peso dos frutos (g)						
1	179,03 a	193,01 a	179,58 a	183,61 a	183,81	7,57
2	175,42 a	175,45 a	185,01 a	198,02 a	183,48	
Diâmetro de frutos (mm)						
1	72,17 a	74,10 a	72,08 a	72,79 a	72,79	2,46
2	72,08 a	70,86 a	72,64 a	75,44 a	72,76	
Espessura do mesocarpo(mm)						
1	9,67 a	9,44 a	9,49 a	9,91 a	9,63	3,61
2	9,65 a	9,55 a	9,67 a	9,73 a	9,65	
Sólidos solúveis do fruto (°Brix)						
1	3,97 a	4,03 a	3,73 a	4,47 a	4,05	6,95
2	3,87 a	3,90 a	4,20 a	4,07 a	4,01	
Acido cítrico do fruto (%)						
1	0,22 a	0,22 a	0,21 a	0,22 a	0,22	6,26
2	0,24 a	0,24 a	0,23 a	0,23 a	0,24	
Carotenóides totais (µg g⁻¹)						
1	127,84 a	128,48 a	129,26 a	129,65 a	128,81	1,28
2	128,87 a	127,95 a	128,38 a	128,11 a	128,33	
Licopeno (µg g⁻¹)						
1	86,87 a	89,63 a	89,70 a	90,30 a	89,13	2,64
2	89,43 a	89,33 a	88,30 a	87,83 a	88,72	
pH do fruto						
1	4,13 a	4,17 a	4,07 a	4,08 a	4,11	2,68
2	4,09 a	4,11 a	4,09 a	4,12 a	4,10	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

3.3 Características da planta

Não houve efeito significativo das densidades de plantio e do número de cachos para altura de inserção do primeiro cacho, diâmetro da planta e matéria seca dos pecíolos (Tabela 4).

Nos folíolos, a matéria seca (%) não apresentou diferença entre os tratamentos. Os valores entre 9,01 e 10,23 % de matéria seca de folíolo (Tabela 4), ficaram próximos aos 11,5% de matéria seca de folíolos observados por Fernandes et al., (2002) os quais trabalharam com o híbrido Carmen, conduzindo-o em hidroponia com apenas um cacho por planta.

Tabela 4 – Características da planta de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivada em hidroponia em função das densidades de plantio e número de cachos por planta

Nº cachos	Plantas por m ²				Média	CV(%)
	11,1	8,3	6,6	5,5		
Matéria seca dos folíolos (%)						
1	10,23	8,38	8,41	9,46	9,12	6,78
2	9,29	9,01	8,83	9,96	9,27	
Matéria seca dos pecíolos (%)						
1	12,44	9,89	10,26	11,08	10,92	11,23
2	11,01	9,59	11,44	11,87	10,98	
Altura da planta (cm)						
1	126,33 b	121,67 b	101,33 b	104,33 b	113,42	11,07
2	139,67 a	128,17 a	142,33 a	137,67 a	136,96	
Altura do primeiro cacho (cm)						
1	96,33	83,67	75,33	77,83	83,29	10,03
2	81,67	75,50	77,50	85,50	80,04	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para a altura de planta, obviamente, houve aumento à medida que se elevou o número de cachos por planta. A densidade de plantio não influenciou a altura de planta, ou seja, as plantas não tenderam ao estiolamento com o aumento das densidades de plantio. Esse resultado discorda dos encontrados por Camargos (1998) e Seleguine et al. (2006) em cultivo protegido do tomateiro. O primeiro cultivou o híbrido Carmen variando o espaçamento entre plantas (30 e 60 cm) e o número de cachos por planta (3, 5 e 7) mantendo um metro entre as linhas. Os segundos variaram os espaçamentos entre plantas (30, 40, 50 e 60 cm) e número de cachos por planta (3, 4 e 5) mantendo um metro entre as linhas, com o híbrido Duradouro. Para ambos os trabalhos, verificou-se aumento na altura de planta para o menor espaçamento. A altura das plantas pode variar em razão de diversos fatores, como cultivar, época de plantio, número de ramos deixados por planta (Oliveira et al., 1995) e material utilizado pra cobrir a estufa (Papadopoulos e Hão, 1997).

No presente experimento os valores da altura de inserção do primeiro cacho ficaram entre 75 e 96 cm. Valores entre 32 e 34 cm foram observados por Camargos (1998), para o híbrido Carmen, variando o espaçamento entre plantas (30 e 60 cm) e o número de cachos por planta (3, 5 e 7) mantendo um metro entre as linhas. A explicação para essa grande diferença da altura de inserção do primeiro cacho, obtida no presente trabalho, com relação ao observado por Camargos (1998), é o estiolamento sofrido pelas mudas antes

do transplântio para o leito de cultivo. O conhecimento da altura de inserção dos cachos é importante para a definição da altura do tutor no momento de sua implantação.

3.4 Teores de nutrientes nas folhas e nos frutos

Para os macronutrientes e micronutrientes nas folhas só foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para N-total, boro e zinco e nos frutos apenas para N-total, fósforo e zinco. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para os demais nutrientes.

Considerando-se o teor de nutrientes nas folhas, verificou-se diferença significativa no teor de N-total nas folhas do tomateiro para as diferentes densidades de plantio. A equação estimada pela análise de regressão para essa variável que apresentou significância (Figura 3) mostra que o teor de N-total na folha aumentou com o aumento da densidade de plantio de 5,5 para 6,6 plantas por m², havendo queda subsequente. O teor de N-total variou de 27,4 a 33,2 g.kg⁻¹ (Tabela 5), ficando próximo a faixa de concentração de 28,0 a 60,0 g.kg⁻¹ considerada adequada por Jones Junior (1999). Camargos et al., (2000), variaram o espaçamento entre plantas (30 e 60 cm) e o número de cachos por planta (3, 5 e 7), cultivando o híbrido Carmen em ambiente protegido, e obtiveram concentração de N-total entre 36,2 a 39,9 g.kg⁻¹. Fernandes et al., (2002) obtiveram concentração de N-total entre 30,1 a 32,6 g kg⁻¹ para o híbrido Carmen cultivado em sistema hidropônico com diferentes fontes de nutrientes e plantas cultivadas com apenas um cacho. Para a maior densidade de plantio, 11,1 plantas por m², o teor de N-total nas folhas ficou abaixo do mínimo considerado adequado por Jones Junior (1999), 28,0 g kg⁻¹. Essa concentração inferior de N-total na folha na maior densidade de plantio, esta indicando que ocorreu competição entre plantas pelo nitrogênio. Assim, sugere-se que em trabalhos futuros utilizando-se as mesmas soluções nutritivas do presente trabalho, haja aumento da concentração de nitrogênio para densidades superiores a 9 plantas por m².

Nos frutos, o teor de N-total apresentou diferença significativa apenas para as densidades de plantio. O teor de N-total nos frutos teve comportamento linear, diminuindo com o aumento da densidade de plantio (Figura 4). As concentrações obtidas nos frutos para N-total ficaram entre 20,1 e 25,6 g.kg⁻¹.

Valores entre 19,9 e 26,5 g kg⁻¹ de N-total foram encontrados por Fernandes et al., (2002), cultivando o híbrido Carmen, em sistema hidropônico com plantas cultivadas com apenas um cacho.

Em relação ao teor de fósforo nas folhas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. O teor de fósforo variou de 5,3 a 6,4 g kg⁻¹ (Tabela 5), ficando dentro da faixa de 3,0 a 9,0 g kg⁻¹ considerada ideal por Jones Junior (1999), sendo superior à faixa de 3,1 a 5,0 g kg⁻¹ encontrada por Fernandes et al., (2007) para o híbrido Carmen propagado por sementes ou estacas e cultivado em hidroponia com apenas um cacho.

Observou-se diferença significativa entre as densidades de plantio para os teores de fósforo no fruto. O teor de fósforo no fruto teve comportamento linear, diminuindo com o aumento da densidade de plantio (Figura 5). A faixa de teores de fósforo obtida nos frutos por Fernandes et al., (2007) foi de 2,2 a 3,0 g kg⁻¹ sendo inferior à faixa encontrada no presente trabalho que foi de 3,2 a 4,1 g kg⁻¹.

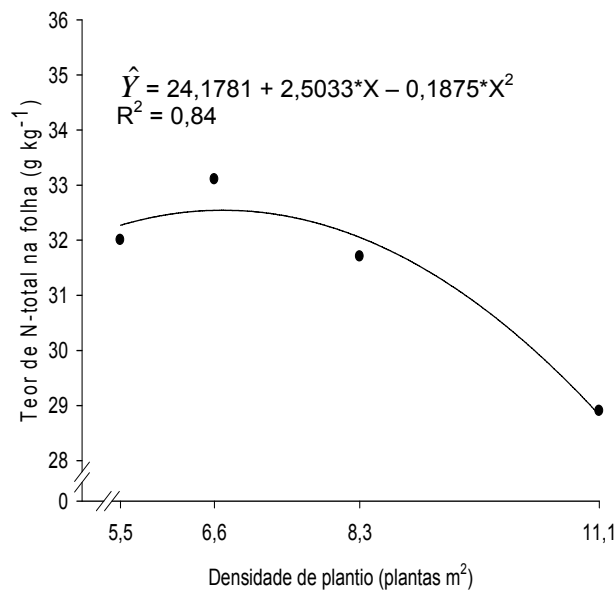


Figura 3 - Teores de nitrogênio total obtidos nas folhas de tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

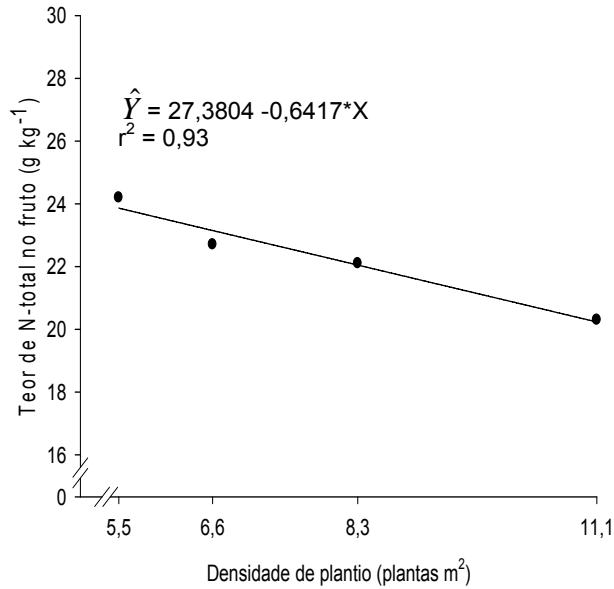


Figura 4 - Teores de nitrogênio total obtidos nos frutos do tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

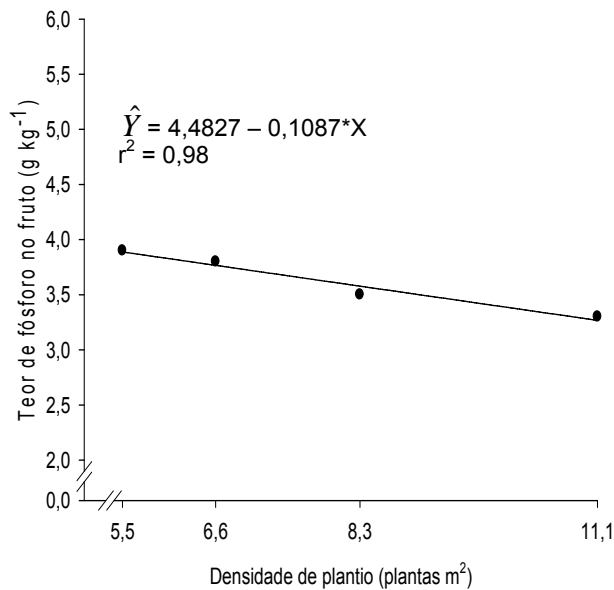


Figura 5 - Teores de fósforo obtidos nos frutos do tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

Para os teores de potássio na folha, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Concentrações de K entre 20,0 e 50,0 g.kg⁻¹ de massa seca são consideradas adequadas para o crescimento da maioria das plantas (Marschner, 1995). A variação observada foi 39,8 a 45,5 g.kg⁻¹ (Tabela 5), e se encontra dentro da faixa de 25,0 a 60,0 g.kg⁻¹ considerada adequada por Jones Junior (1999) e próxima das faixas 47,2 e 53,8 g.kg⁻¹ e 38,2 a 49,0 g kg⁻¹ encontradas por Fernandes et al., (2002) e Fernandes et al., (2007).

Para os frutos, não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à concentração de potássio. Os teores variaram de 35,5 a 39,9 g kg⁻¹ (Tabela 5). Fernandes et al, (2002) obtiveram teores de K entre 52,4 e 56,4 g kg⁻¹ e Fernandes et al., (2007) obtiveram teores entre 40,1 e 50,7 g kg⁻¹.

O potássio além de representar 80% do total de cátions acumulados no fruto (Takahashi, 1989), contribui com o aumento da produção, diminui a incidência de frutos ocados e queda dos frutos durante os estádios de formação e amadurecimento (Alvarenga, 2000), além de proporcionar um amadurecimento mais uniforme dos mesmos. Entretanto, a produção não foi influenciada pelos teores de K nos frutos do tomateiro no presente trabalho.

Em relação ao teor de cálcio nas folhas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Foram observados valores entre 43,0 e 58,8 g.kg⁻¹ (Tabela 5). Jones Junior (1999) considera adequados valores de concentração de cálcio nas folhas de tomateiro entre 9,0 e 72,0 g.kg⁻¹. Valores menores foram obtidos por Camargos (1998), que observou variação entre 26,5 e 31,6 g.kg⁻¹ e Fernandes et al., (2007), que observaram valores entre 27,26 e 37,9 g kg⁻¹. Segundo Marschner, (1995), dependendo das condições de crescimento, espécie e órgão da planta, a variação da concentração de Cálcio fica entre 10,0 e 50,0 g.kg⁻¹. A faixa encontrada para o teor de cálcio nas folhas do tomateiro no presente trabalho está acima do máximo considerado adequado por Marschner (1995) e próximo do considerado adequado por Jones Junior (1999).

Observou-se diferença significativa entre o número de cachos para os teores de cálcio nos frutos. O teor de cálcio nos frutos foi maior nas plantas cultivadas com um cacho em relação às plantas cultivadas com dois cachos (Tabela 5). O teor obtido para o cálcio nos frutos ficou entre 1,4 e 2,2 g kg⁻¹. Estes valores estão superiores a faixa de 1,4 a 1,5 g.kg⁻¹ obtida por Fernandes et al. (2002) para a região do fruto próxima ao pedúnculo e coerentes com a faixa de 1,4 a 2,0 g kg⁻¹ obtida por Fernandes et al., (2007). O Cálcio é fundamental na nutrição do tomateiro, pois sua deficiência proporciona a podridão apical ou estilar dos frutos (Alvarenga, 2000), prejudicando a comercialização. A podridão apical tem sua incidência aumentada quando o teor de cálcio no fruto é inferior a 0,8 g kg⁻¹ e dificilmente ocorre quando o teor esta acima de 1,2 g kg⁻¹ (Grierson e Kader, 1986), conforme observado neste trabalho.

Em relação ao teor de magnésio nas folhas, não houve diferença entre os tratamentos. Os valores observados ficaram entre 9,7 e 11,6 g.kg⁻¹ (Tabela 5), enquanto Jones Junior, (1999) considera ideal teores de magnésio nas folhas entre 4,0 e 13,0 g kg⁻¹. Esses valores estão próximos à faixa de 8,5 a 9,3 g.kg⁻¹ observada por Fernandes et al. (2002), para o híbrido Carmen, cultivado em hidroponia e superiores a faixa de 4,5 a 5,6 g kg⁻¹ encontrada por Camargos, (1998), para o mesmo híbrido cultivado em solo com diferentes espaçamento entre plantas (30 e 60 cm) e número variável de cachos por planta (3, 5 e 7).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os teores de magnésio nos frutos. Os valores observados ficaram entre 1,7 e 1,9 g.kg⁻¹ (Tabela 5). Fernandes et al. (2002) encontraram valores entre 1,7 e 2,0 g.kg⁻¹ de magnésio em frutos do híbrido Carmen e Fernandes et al., (2007) encontraram valores entre 1,6 e 1,9 g kg⁻¹, para esse mesmo híbrido.

Em relação ao teor de enxofre nas folhas, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos. Os valores observados nas folhas ficaram entre 10,2 e 17,8 g.kg⁻¹ (Tabela 5). Fernandes et al., (2002) obtiveram teores maiores, entre 16,5 e 18,8 g.kg⁻¹ e Fernandes et al., (2007) valores menores, entre 7,2 a 11,9 g kg⁻¹. Teores de enxofre entre 3,0 e 42,0 g.kg⁻¹ nas folhas de tomateiro são consideradas adequadas segundo Jones Junior, (1999).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as concentrações de enxofre nos frutos. Os valores do teor de enxofre nos frutos ficaram entre 2,6 e 2,9 g.kg⁻¹ (Tabela 5) e foram superiores aos observados por Fernandes et al. (2002) que encontraram 1,65 e 1,88 g.kg⁻¹ de enxofre nos frutos do híbrido Carmen.

Em relação aos teores de micronutrientes nas folhas, não foram observadas diferença significativa na concentração de ferro entre os tratamentos. Os valores observados na folha ficaram entre 247 a 312 mg.kg⁻¹ (Tabela 6). Cecon Novo, (2002), obteve valores entre 150,0 e 323,0 mg.kg⁻¹ e Anti, (2000), observou valores entre 369,3 e 1481,2 mg.kg⁻¹ para o híbrido Carmen. As concentrações de ferro variam entre 10 e 1500 mg kg⁻¹ de matéria seca, dependendo da parte da planta e da espécie, considerando-se concentrações entre 50 e 100 mg kg⁻¹ como adequadas para um crescimento normal (Malavolta et al., 1989). Ainda, de acordo com Jones Junior (1999),

valores adequados de concentração de ferro em folhas de tomateiro estão entre 40,0 e 300,0 mg kg⁻¹.

Para a concentração de ferro nos frutos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores obtidos ficaram entre 81,6 e 105,2 mg kg⁻¹ (Tabela 6). Fernandes et al., (2007) cultivando o híbrido Carmen em hidroponia, observaram valores entre 48,7 e 126,6 mg kg⁻¹.

Para o teor de boro nas folhas, não foi observada diferença significativa entre o número de cachos (Tabela 6), verificando-se diferença significativa entre as diferentes densidades de plantio. O teor foliar de boro aumentou da menor para a maior densidade de plantio (Figura 6). A faixa de concentração obtida foi de 82,1 a 110,4 mg.kg⁻¹. De acordo com Jones Junior, (1999), os valores adequados para concentração de Boro devem estar entre 25,0 a 100,0 mg.kg⁻¹. Como os teores de boro nas folhas ficaram muito próximos do valor máximo considerado adequado por Jones Junior (1999) e o limite entre carência e toxidez para esse micronutriente muitas vezes é estreito, propõe-se a redução da concentração de boro da solução nutritiva em trabalhos futuros.

Em relação aos teores de manganês nas folhas, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. A faixa obtida ficou entre 384,4 a 570,8 mg/kg (Tabela 6). Malavolta et al., (1989) considera adequadas concentrações entre 20,0 e 500,0 mg.kg⁻¹ e concentrações superiores a 700 mg kg⁻¹ como tóxicas. Fernandes et al. (2002) obtiveram valores entre 603,0 a 685,0 mg.kg⁻¹ em folhas do híbrido Carmen.

Embora se tenha reduzido o manganês em relação ao usado por Fernandes et al., (2002), os teores foliares ainda estão altos. Para trabalhos futuros propõe-se um ajuste na solução nutritiva, com redução da concentração de manganês na solução de frutificação. As concentrações de manganês nos frutos, não diferiram entre os tratamentos. Os teores de manganês no fruto do tomateiro variaram de 26,3 a 40,4 mg.kg⁻¹ (Tabela 6).

Tabela 5 – Valores médios das concentrações de macronutrientes em folhas e frutos de tomateiro cultivado em sistema hidropônico de sub-irrigação com um ou dois cachos e diferentes densidades de plantio

Concentrações foliares												
Plantas / m ²	N		P		K		Ca		Mg		S	
	(g kg ⁻¹)											
	Nº cachos											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11,1	30,4 a	27,4 a	6,4 a	5,9 a	43,9 a	44,1 a	43,0 a	50,3 a	10,0 a	10,0 a	13,0 a	10,2 a
8,3	30,8 a	32,6 a	6,0 a	6,9 a	45,5 a	44,4 a	50,3 a	49,1 a	9,8 a	10,2 a	11,1 a	15,8 a
6,6	32,9 a	31,2 a	6,4 a	6,5 a	40,7 a	43,3 a	58,8 a	58,7 a	10,8 a	11,6 a	17,3 a	17,8 a
5,5	32,8 a	31,2 a	5,7 a	5,3 a	40,7 a	39,9 a	52,0 a	53,8 a	11,2 a	10,7 a	16,3 a	16,2 a
Média geral	31,7	30,6	6,1	6,2	42,7	42,9	51,0	53,0	10,4	10,6	14,4	15,0
CV (%)	6,2		14,2		7,9		9,15		8,0		28,6	
Concentrações nos frutos												
Plantas / m ²	N		P		K		Ca		Mg		S	
	(g kg ⁻¹)											
	Nº cachos											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11,1	20,1 a	20,6 a	3,3 a	3,3 a	35,5 a	37,8 a	2,1 a	1,5 a	1,8 a	1,9 a	2,7a	2,6 a
8,3	21,5 a	22,6 a	3,5 a	3,5 a	36,4 a	37,6 a	1,8 a	1,4 a	1,7 a	1,9 a	2,6 a	2,7 a
6,6	24,7 a	20,7 a	4,0 a	3,5 a	39,4 a	36,6 a	2,2 a	1,8 a	1,8 a	1,9 a	2,9 a	2,6 a
5,5	25,6 a	22,8 a	4,1 a	3,6 a	40,0 a	36,8 a	2,0 a	1,8 a	1,8a	1,8 a	2,9 a	2,7 a
Média geral	23,0	21,7	3,8	3,5	37,8	37,2	1,6	2,0	1,8	1,9	2,8	2,7
CV (%)	7,1		5,9		5,6		14,5		6,7		5,1	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

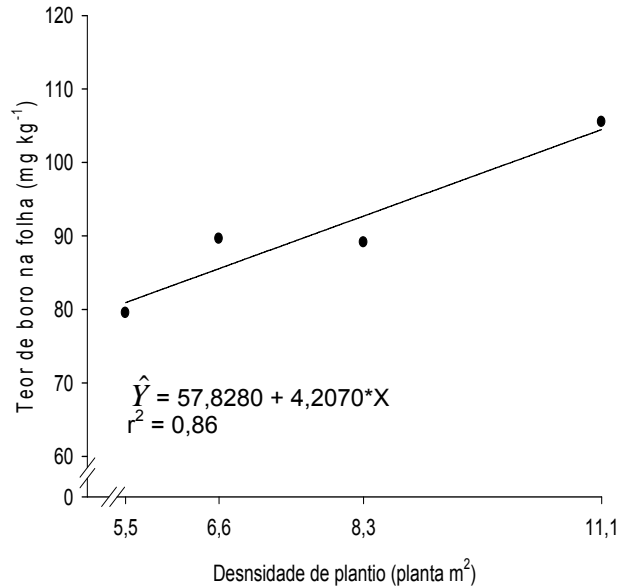


Figura 6 - Teores de boro obtidos nas folhas do tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

Observou-se diferença significativa entre as densidades de plantio para os teores de zinco nas folhas, cujo comportamento foi linear, aumentando com a diminuição da densidade de plantio (Figura 7). As concentrações obtidas nas folhas para zinco ficaram entre 72,6 e 121,2 mg.kg⁻¹ (Tabela 6). Fernandes et al., (2007), obtiveram valores de concentração entre 32,0 e 51,2 mg.kg⁻¹ e Cecon Novo, (2002), entre 30,0 e 66,0 mg.kg⁻¹. Entretanto, a faixa de concentração considerada adequada por Jones Junior, (1999), está entre 20,0 e 100,0 mg.kg⁻¹.

Apesar das concentrações de zinco empregadas nesse trabalho estarem de acordo com a literatura, é possível que esteja havendo contaminação com zinco pelos adubos. Mesmo com teores de zinco na folha acima do considerado ideal nas densidades de plantio 6,6 e 5,5 plantas por m², não foram observados sintomas de toxidez por zinco. Sugere-se que em trabalhos futuros utilizando-se estas soluções nutritivas, haja redução da concentração de zinco para densidades inferiores a 8 plantas por m².

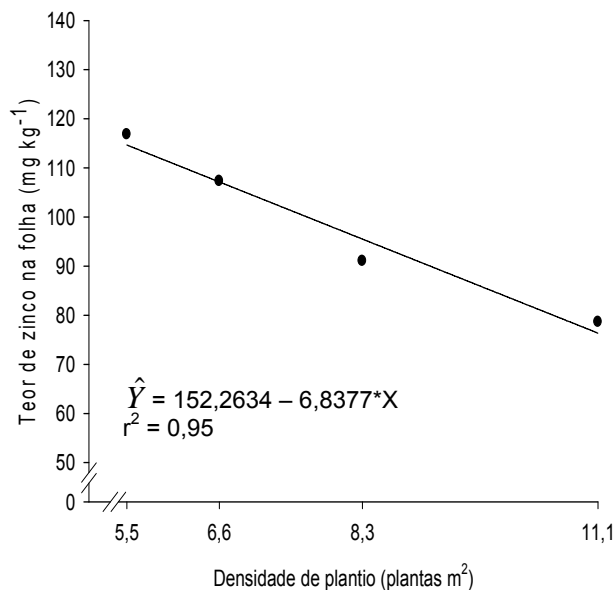


Figura 7 - Teores de zinco obtidos nas folhas do tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

Observou-se diferença significativa entre as densidades de plantio para os teores de zinco nos frutos. O teor de zinco no fruto teve comportamento linear, aumentando com a diminuição da densidade de plantio (Figura 8), variando de 23,7 a 36,4 mg.kg⁻¹ (Tabela 6). Fernandes et al., (2007) encontraram valores entre 14,5 e 20,7 mg kg⁻¹.

Em relação ao teor de cobre nas folhas, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. A faixa observada na folha ficou entre 52,2 a 72,6 mg.kg⁻¹ (Tabela 6). Os teores de cobre nas plantas variaram entre 2 e 75 mg kg⁻¹ de matéria seca, considerando-se teores entre 5 e 20 mg kg⁻¹ como adequados para um crescimento normal das plantas (Malavolta et al., 1989; Jones Junior, 1999). Cecon Novo, (2002) obteve valores entre 12,0 e 70,0 mg.kg⁻¹, Fernandes et al., (2007) entre 7,3 e 32,9 e Anti, (2000), entre 29,9 e 92,3 mg.kg⁻¹.

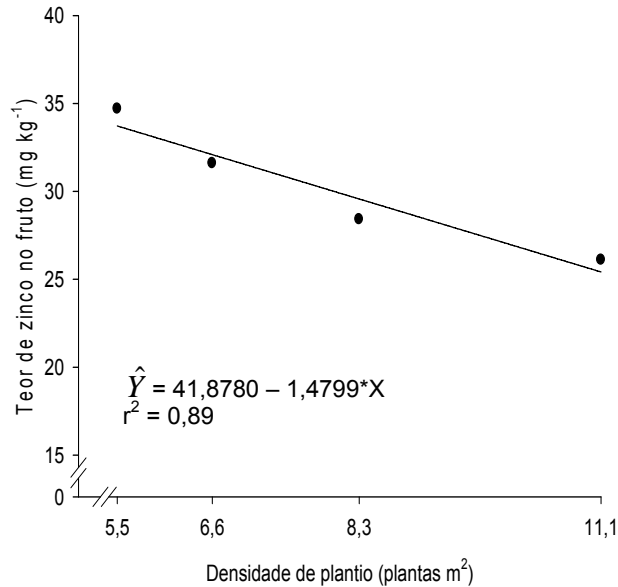


Figura 8 - Teores de zinco obtidos nos frutos do tomateiro, híbrido Rebeca, em função das densidades de plantio.

Para os teores de cobre, observaram-se diferenças significativas para o número de cachos nas densidades de plantio de 8,3 e 6,6 plantas por m². O teor de cobre nos frutos foi superior nas plantas cultivadas com um cacho em relação às cultivadas com dois cachos, nas densidades de plantio 8,3 e 6,6 plantas por m² (Tabela 6). A faixa observada no fruto ficou entre 10 a 14,6 mg.kg⁻¹.

Como a qualidade dos frutos não foi influenciada pelos tratamentos e nem a produção total pelas variações observadas para os teores de nutrientes minerais nas folhas e frutos do tomateiro, e sim, pela interação densidade de plantio x número de cachos. Sugere-se que em trabalhos futuros, utilizando-se o mesmo sistema de cultivo do presente trabalho, sejam testadas densidades de plantio superiores a 11,1 plantas por m².

Tabela 6 – Valores médios das concentrações de micronutrientes em folhas e frutos de tomateiro cultivado em sistema hidropônico de sub-irrigação com um ou dois cachos e diferentes densidades de plantio

Concentrações foliares										
Plantas / m ²	Fe		Zn		Cu (mg kg ⁻¹)		B		Mn	
	Nº cachos									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11,1	247,0 a	301,8 a	72,6 a	84,6 a	52,2 a	58,6 a	100,7 a	110,4 a	384,4 a	520,0 a
8,3	288,9 a	282,2 a	80,2 a	101,8 a	64,4 a	57,7 a	92,7 a	85,5 a	483,6 a	545,0 a
6,6	265,2 a	312,4 a	90,9 a	113,6 a	71,2 a	65,1 a	87,7 a	91,6 a	565,8 a	563,8 a
5,5	283,5 a	270,7 a	121,2 a	112,4 a	72,6 a	67,9 a	76,9 a	82,1 a	570,8 a	553,2 a
Média geral	271,2	291,8	91,2	105,6	65,1	73,8	89,5	92,4	501,2	545,5
CV (%)	12,05		16,24		34,60		10,35		11,81	
Concentrações nos frutos										
Plantas / m ²	Fe		Zn		Cu (mg kg ⁻¹)		B		Mn	
	Nº cachos									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
11,1	97,5 a	81,7 a	28,5 a	23,7 a	11,9 a	11,44 a	-	-	26,3 a	29,2 a
8,3	105,2 a	85,5 a	29,5 a	27,4 a	15,0 a	12,31 b	-	-	31,3 a	34,0 a
6,6	98,1 a	97,6 a	35,2 a	28,0 a	12,8 a	10,04 b	-	-	35,4 a	33,0 a
5,5	102,7 a	102,5 a	36,5 a	33,0 a	14,6 a	12,57 a	-	-	33,2 a	40,4 a
Média geral	100,9	91,8	32,4	28,0	13,6	11,59	-	-	31,5	34,2
CV (%)	12,5		6,3		11,0		-		17,4	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÕES

- Para as plantas cultivadas com um e dois cachos, as características que conferem qualidade comercial aos frutos do tomateiro não foram influenciadas pelas densidades de plantio (5,5 a 11,1 plantas por m²) e pela poda apical.
- Para o cultivar híbrido Rebeca, em sistema hidropônico, o adensamento de plantas conduzidas com dois cachos e final de colheita aos 134 dias após o transplante, aumentou a produtividade (de 5,84 kg.m² até 22,61 kg.m²), sem alterar a qualidade dos frutos para comercialização.
- As variações observadas para os teores de nutrientes minerais nas folhas e frutos do tomateiro híbrido Rebeca cultivado com um ou dois cachos em densidades de 5,5 a 11,1 plantas por m² não comprometeram a qualidade dos frutos e nem influenciaram a produção de frutos comercializáveis no cultivo hidropônico realizado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, n. 361, p. 245-257, 1994.

AGRIANUAL 2001. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001. 536p.

AGRIANUAL 2004. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 544p.

AGRIANUAL 2005. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 545p.

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

ANDRIOLO, J.L.; FALCÃO, L.L. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, p. 75-83, 2000.

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**, v. 17, n. 3, p.215-219, 1999.

ANTI, G.R. **Doses e frequência de aplicação de nitrogênio e potássio via fertirrigação para tomateiro**. Piracicaba, SP:USP, 2000. 85p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

ASCHERIO, A., HENNEKENS, C., WILLETT, W.C., SACKS, F., ROSNER, B., MANSON, J., WITTEMAN, J., STAMPFER, M. J. **Prospective study of nutritional factors, blood pressure, and hypertension among US women**. *Hypertension*, v. 27, p. 1065-1072, 1996.

BLANCHAR, R.W.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. **Proceedings-Soil Science Society of America**, v. 29, p. 71-72, 1965.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B. Determinação espectrofométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

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

BREMNER, J.M. Total nitrogen In: BLACK, C.A., (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: **American Society of Agronomy**, 1965. part 2, p. 1149-1178.

CALIMAN, F.R.B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. 2003. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMARGOS, M.I. **Produção e qualidade de tomate longa vida em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta**. Viçosa: UFV, 1998. 68p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMARGOS, M.I.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de racimos por planta. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 563-564, 2000.

CARVALHO, V.D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, v.6, n. 66, p. 63-68, 1980.

CECON NOVO, A. **Avaliação do sistema fito 2 na produção de tomate longa vida em casa de vegetação**. Viçosa: UFV, 2002. 70p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 205 – 280, 1981.

DORAIS, M.; GOSSELIN, A.; PAPADOPOULOS, A.P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v. 26, p. 239-306, 2001.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA. 50p., 1996.

FENG, J. H., MACGREGOR, G.A. Beneficial effects of potassium. **Clinical Review**, v. 323, p. 479-501, 2001.

FERNANDES, A. A. **Fontes de nutrientes influenciando o crescimento, a produtividade e a qualidade de tomate, pepino e alface, cultivados em hidroponia**. Viçosa. UFV, 2000. 75 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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**, v. 20, n. 4, p. 564-570, 2002.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; SILVA, D.J.H.; BARBOSA, J.G.; PEDROSA, A.W. Cultivo sucessivo de plantas de tomate oriundas de sementes e propagação vegetativa em sistema hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p. 1013-1019, 2007.

FERREIRA, M.M.M. **Índice de nitrogênio para o diagnóstico do estado nutricional do tomateiro em presença e ausência de adubação orgânica**. Viçosa. UFV, 2001. 145p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FRUSCIANTE, L.; BARONE, B.; CARPUTO, D.; ERCOLANO, M.R.; DELLA ROCA, F.; ESPOSITO, S. Evaluation and use of plant biodiversity for food and pharmaceuticals. **Fitoterapia**, v. 71, p. 66-72, 2000.

GENÚNCIO, G.C.; MAJEROWICZ, N.; ZONTA, E.; SANTOS, AM.; 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**, v. 24, n. 1, p 175-179. 2006.

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. 1017-1023, 2002.

GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciado por doses de nitrogênio**. Viçosa. UFV, 1999. 184 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GRIERSON, D.; KADER, A. A. **Fruit ripening and quality**. In.: ATHERTON, J.G. The tomato crop. A scientific basis for improvement. London: Chapman and Haal, 1986. cap. 6, p. 241-280.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz**. 3.ed. São Paulo: 1985. v.1, 375p.

IKEDA, T.; SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.I.; OKANO, K. Water relations in fruit cracking of single-truss tomato plants. **Environment Control in Biology**. n. 37, v. 2, p. 153-158, 1999. (Resumo)

JONES JUNIOR, J.B. **Tomato plant culture. In the field, greenhouse, and home garden**. CRC Press. Boca Raton. 1999. 199p.

LEE, S.K., KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.207-220, 2000.

LOGENDRA, L.S.; JANES, H.W.; hydroponic tomato production. Growing media requirements. **Acta Horticulturae**, n. 481, v. 2, p. 483-486, 1999.

LOGENDRA, L.S.; GIANFAGNA, T.J.; SPECCA, D.R.; JANES, H.W. Greenhouse tomato limited cluster production systems: Crop management practices affect yield. **HortScience**, v.36, n.5, p.893-896. 2001.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C, OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 201 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**, 2nd ed. New York, Academic Press, 1995. 889p

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N. & MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p.15-23, 1999.

MENCARELLI, F.; SALVEIT JR, M.E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.113, n. 5, p. 742-745, 1988.

MORAES, C.A.G.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.

MORGAN, L. Single truss tomato production in NFT systems. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, n. 31, p. 42-47, 1996.

MORGAN, L. Single truss tomato production in NFT systems. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, n. 32, p. 57-63, 1997a.

MORGAN, L. Fruit flavour and hydroponics. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, n. 33, p. 21-31, 1997b.

MORGAN, L. Hydroponic fruit quality testing. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, n. 34, p. 21-31, 1997c.

OLIVEIRA, V.R.; CAMPOS, J.P.; FONTES, P.C.R.; REIS, F.P. Efeito do número de hastas por planta e poda apical na produção classificada de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). **Ciência e Prática**. Lavras, v. 19, n. 4, p. 414-419, 1995.

OKANO, K.; SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.; NAKASHIMA, T. Establishment of a closed hydroponic system in single-truss tomato by the reuse of concentrated drainage. **Environment Control in Biology**. n. 37, v. 1, p. 63-71, 1999. (Resumo).

OKANO, K.; SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.; SONNEVELD, C.; BERHOYEN, M.N.J. Reuse of drainage water for the production of high quality fruits in single-truss tomato grown in a closed hydroponic system. **Acta-Horticulturae**. n. 511, p. 277-286, 2000.

PAPADOPOULOS, A.P.; HAO, X. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. **Scientia Horticulturae**, v.70, p.165-178, 1997.

PEIXOTO, J. R.; MATHIAS FILHO, L.; SILVA, C. M.; OLIVEIRA, C. M. & CECÍLIO FILHO, A. B. Produção de genótipos de tomateiro tipo “salada” no período de inverno, em Araguari. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 148-150, 2001.

POERSCHKE, P.R.C. et al. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência. Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 379-384, 1995.

RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JUNIOR, C.; BARNI, N. A.; MATZENUER, R.; DIDONÉ, I. A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.

RAO, A.V., AGARWAL, S. Role de lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic disease: a review. **Nutrition Research**, v. 19, p. 305-323, 1999.

SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.; OKANO, K. Multi-shoot training in singletruss tomato cultivation. **Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea**. n. 15, p. 115-122; 2000.

SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.; NAKASHIMA, T.; OKANO, K. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. n. 74, v. 6, p. 690-693, 1999.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; JÚNIOR, M.J.A.F. Número de hastes e racimos por planta de tomateiro de crescimento indeterminado, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, Suplemento CD-ROM, 2003.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; JÚNIOR, M.J.A.F. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 28, n. 3, p 359-363, 2006.

SILVA, E. C.; MIRANDA, J. R. P. & ALVARENGA, M. A. R. Produção de tomate (*L. esculentum* Mill) cv. Carmem sob diferentes sistemas de desbrota e densidade de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, Suplemento CD-ROM, 2001.

STEVENS, M.A.; RICK, C.M. Genetics and breeding, p.35-110. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. The Tomato Crop: **A scientific basis for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.33, n.7. p.1105-1112, 1998.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M. Efeito da densidade de plantas sobre a produtividade do tomateiro cultivado em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.105-112, 1996.

TAHA, A.A. Influence of plant population pressure on the response of tomato nitrogen fertilization. **Acta Horticulturae**, v. 143, p. 299-304, 1984.

VITTUM, M.T.; TAPLEY, W.T. Spacing and fertility level studies with a past-type tomato. *American Society for Horticultural Science.*, v. 69, p. 323-326, 1957.

WADA, T.; IKEDA, H.; MORIMOTO, K.; FURUKAWA, H. Effects of minimum air temperatures on the growth, yield and quality of tomatoes grown on a single-truss system. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. n 67, v. 3, p. 420-425, 1998. (Resumo).

WATANABE, S.; SAKAMOTO, Y.; NAKASHIMA, T.; OKANO, K. Varietal characteristics suitable for the cultivation of single-truss tomato in hydroponics. **Bulletin of the National Research Institute of Vegetables Ornamental Plants and Tea**. n. 14, p.165-175, 1999. (Resumo)

WOLF, B. Improvements in azomethine-H method for determination of boron. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 5, n. 1, p. 39-44, 1974.

ZSCHEILE, F.P.; PORTER, J.W. Analytical methods for carotenes of *Lycopersicon* species and strains. **Analytical Chemistry**, v.19, n. 1, p. 47-51, 1947.

APÉNDICE

Quadro 1 – Análise de variância das características da planta e do fruto de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta: produção por planta (PP), peso dos frutos (PF), produtividade (PROD), diâmetro do fruto (DF), espessura do mesocarpo (EM) e sólidos solúveis (SS)

FV	GL	Quadrados Médios					
		PP	PF	PROD	DF	EM	SS
Densidades	3	45022.67 ^{ns}	189.711 ^{ns}	84.264*	4.950 ^{ns}	0.1134 ^{ns}	0.1537 ^{ns}
Resíduo (a)	8	50973.92	275.351	2.386	5.078	0.1170	0.0691
Nº Cachos	1	6307851.0*	0.656 ^{ns}	375.171*	0.0046 ^{ns}	0.0034 ^{ns}	0.0104 ^{ns}
NC x Densid.	3	50358.44 ^{ns}	278.923 ^{ns}	7.723*	8.932 ^{ns}	0.0371 ^{ns}	0.1993 ^{ns}
Resíduo (b)	8	12573.50	193.262	0.812	3.203	0.1209	0.0783
CV (%)		7,04	7,57	7,22	2,46	3,61	6,95

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 2 – Análise de variância das características do fruto de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta: ácido cítrico (AC), carotenóides totais (CT), licopeno (L), pH do fruto (PH) e matéria seca dos frutos (MSF)

FV	GL	Quadrados Médios				
		AC	CT	L	PH	MSF
Densidades	3	0.00011 ^{ns}	0.664 ^{ns}	1.876 ^{ns}	0.00434 ^{ns}	0.0173 ^{ns}
Resíduo (a)	8	0.00016	4.150	9.854	0.00675	0.0780
Nº Cachos	1	0.00240 ^{ns}	1.387 ^{ns}	0.960 ^{ns}	0.00040 ^{ns}	0.1105 ^{ns}
NC x Densid.	3	0.00001 ^{ns}	1.781 ^{ns}	7.041 ^{ns}	0.00320 ^{ns}	0.1204 ^{ns}
Resíduo (b)	8	0.00013	2.713	5.497	0.01209	0.1165
CV (%)		6,26	1,28	2,64	2,68	6,30

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 3 – Análise de variância das características da planta de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta: matéria seca dos folíolos (MSF), matéria seca dos pecíolos (MSP), altura da planta (ALTP), altura do primeiro cacho (ALTPC) e diâmetro da planta (DP)

FV	GL	Quadrados Médios				
		MSF	MSP	ALTP	ALTPC	DP
Densidades	3	2.328 ^{ns}	4.706 ^{ns}	179.788 ^{ns}	171.361 ^{ns}	8.700 ^{ns}
Resíduo (a)	8	0.640	1.938	63.989	33.781	5.347
Nº Cachos	1	0.133 ^{ns}	0.022 ^{ns}	3325.26*	63.375 ^{ns}	0.003 ^{ns}
NC x Densid.	3	0.807 ^{ns}	2.079 ^{ns}	397.649 ^{ns}	151.513 ^{ns}	2.398 ^{ns}
Resíduo (b)	8	0.377	1.513	192.114	67.135	4.380
CV (%)		6,68	11,23	11,07	10,03	10,72

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 4 – Análise de variância das concentrações de macronutrientes em folhas de plantas de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta

FV	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Densidades	3	18.743*	1.124 ^{ns}	25.529 ^{ns}	161.135 ^{ns}	2.318 ^{ns}	42.924 ^{ns}
Resíduo (a)	8	34.320	0.322	17.472	77.714	1.127	17.839
N° Cachos	1	23.562 ^{ns}	0.0015 ^{ns}	0.292 ^{ns}	22.542 ^{ns}	0.203 ^{ns}	2.242 ^{ns}
NC x Densid.	3	69.254 ^{ns}	0.604 ^{ns}	43.091 ^{ns}	21.162 ^{ns}	0.489 ^{ns}	14.482 ^{ns}
Resíduo (b)	8	37.845	0.766	11.415	22.645	0.713	17.299
CV (%)		6,19	14,21	7,88	9,14	8,01	28,24

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 5 – Análise de variância das concentrações de macronutrientes em frutos de plantas de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta

FV	GL	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Densidades	3	15.420*	0.426*	4.011 ^{ns}	0.181 ^{ns}	0.0129 ^{ns}	0.0529 ^{ns}
Resíduo (a)	8	2.480	0.0138	5.207	0.425	0.0244	0.0149
N° Cachos	1	9.702 ^{ns}	0.451 ^{ns}	2.275 ^{ns}	0.900*	0.0495 ^{ns}	0.0793 ^{ns}
NC x Densid.	3	9.126 ^{ns}	0.103 ^{ns}	11.467 ^{ns}	0.035 ^{ns}	0.0234 ^{ns}	0.0493 ^{ns}
Resíduo (b)	8	2.545	0.0460	4.448	0.070	0.0150	0.0191
CV (%)		7,14	5,91	5,62	14,46	6,67	5,07

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 6 – Análise de variância das concentrações de micronutrientes em folhas de plantas de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta

FV	GL	Quadrados Médios				
		Fe	Zn	Cu	Mn	B
Densidades	3	281.285 ^{ns}	1728.19*	304.310 ^{ns}	16709 ^{ns}	697.092*
Resíduo (a)	8	4957.96	141.801	557.610	10148	121.646
N° Cachos	1	2549.76 ^{ns}	1236.25 ^{ns}	458.500 ^{ns}	11797 ^{ns}	50.750 ^{ns}
NC x Densid.	3	1862.11 ^{ns}	465.868 ^{ns}	1273.30 ^{ns}	7300 ^{ns}	76.204 ^{ns}
Resíduo (b)	8	1150.79	255.345	577.907	3821	88.703
CV (%)		12,05	16,23	34,6	11,81	10,35

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade

Quadro 7 – Análise de variância das concentrações de micronutrientes em frutos de plantas de tomate longa vida, híbrido Rebeca, cultivados em sistema hidropônico de sub-irrigação em função das densidades de plantio e do número de cachos por planta

FV	GL	Quadrados Médios			
		Fe	Zn	Cu	Mn
Densidades	3	176.306 ^{ns}	84.316*	8.836 ^{ns}	86.913 ^{ns}
Resíduo (a)	8	154.019	4.804	3.351	26.907
Nº Cachos	1	493.377 ^{ns}	114.843 ^{ns}	24.040 ^{ns}	41.791 ^{ns}
NC x Densid.	3	155.697 ^{ns}	7.136 ^{ns}	1.691 ^{ns}	23.261 ^{ns}
Resíduo (b)	8	146.544	3.616	1.913	32.768
CV (%)		12,56	6,29	10,98	15,78

* Significativo a 5 % de probabilidade

^{ns}: Não-significativo a 5 % de probabilidade