

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO AGRÍCOLA FAMILIAR**



DISSERTAÇÃO

**Crescimento, fenologia e rendimento do tomateiro cereja
em cultivo hidropônico**

MARCELO DE QUEIROZ ROCHA

Pelotas, 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARCELO DE QUEIROZ ROCHA

**Crescimento, fenologia e rendimento do tomateiro cereja
em cultivo hidropônico**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Roberta Marins Nogueira Peil

Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch

Pelotas, 2009

Banca Examinadora:

.....
Prof^a. Dr^a. Roberta Marins Nogueira Peil
Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo
Universidade Federal de Santa Maria

.....
Pesquisador Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros
Embrapa Clima Temperado

.....
Prof. Dr. Paulo Roberto Grolli
Universidade Federal de Pelotas

Aos meus pais, José Carlos e Iracy, pelo incentivo e esforço para a minha formação e por todo amor e ensinamentos recebidos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Neste momento, em que mais uma etapa na minha vida é concretizada, gostaria de dividir minha felicidade com todos aqueles que participaram desta gratificante jornada:

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Departamento de Fitotecnia pela disponibilidade de sua estrutura e pessoal para realização deste trabalho e ao Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel pela disposição de suas infra-estruturas para a realização de atividades laboratoriais;

À Professora Roberta Marins Nogueira Peil pela orientação, ensinamentos e compreensão dados durante a realização do Mestrado;

Aos professores Carlos Mauch, Tânia Morselli, Marta Mendez, Edgar Schöffel e Paulo Grolli pelos ensinamentos transmitidos durante a realização do curso;

Aos amigos do PPG-SPAF Clarissa Cogo, Rosemeri Olanda e Larri Morselli pelo companheirismo, amizade, apoio e palavras de incentivo;

Aos discentes do curso de Agronomia Gabriel Marques e Maristela Watthier pela amizade e auxílio prestado durante a execução deste trabalho;

Aos funcionários do Campo Didático e Experimental Dudu e Sílvia pelo auxílio prestado na execução do experimento;

Aos amigos do Grupo de Agroecologia da UFPel Mauricio, Pipoca, Dre, Liége, Naldo, Thiago, Gabriela, Alexandre, Dênis e Serjão pela amizade e pela busca e troca de experiências acerca desse novo paradigma;

Aos amigos da Casa do Estudante Carlinha, Djaga, Carol, Aline, Nene, Edegar, Sâmia, Djuca, Tauê, Stelinha, Vania, Barbosinha, João, Josi, Cabrera, Daia, Turso, Patrícia e Ricardo pela amizade e companheirismo;

À minha família, meus pais, José Carlos e Iracy, e meus irmãos, Carlesse e Guilherme, pelo carinho e incentivo;

Enfim, a todos os familiares e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

*“... Por isso é que agora vou assim
no meu caminho. Publicamente andando
Não, não tenho caminho novo.
O que tenho de novo
é o jeito de caminhar.
Aprendi
(o que o caminho me ensinou)
a caminhar cantando
como convém
a mim
e aos vãos comigo.
Pois já não vou mais sozinho ...”*

Thiago de Mello

RESUMO

Rocha, Marcelo de Queiroz. **Crescimento, fenologia e rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidropônico**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O emprego de um novo sistema de produção demanda conhecer o comportamento das culturas e definir o manejo mais adequado. É necessário, portanto, conhecer as relações que regem o funcionamento da planta e, em seguida, compreender a forma segundo a qual todas essas relações se encadeiam entre si para resultar no rendimento final. A dinâmica do crescimento, a caracterização fenológica e os componentes do rendimento da cultura do tomate cereja vermelho (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), cultivado em sistema hidropônico durante o ciclo de verão-outono de 2008, foram estudados através de dois experimentos conduzidos em estufa plástica, no Campus da Universidade Federal de Pelotas, RS. O primeiro experimento foi realizado objetivando-se estudar o efeito de diferentes níveis de concentração iônica da solução nutritiva sobre o crescimento e os componentes do rendimento do tomateiro cereja (número de frutos, peso médio do fruto e produção de frutos). Este fator experimental foi avaliado em quatro diferentes níveis: solução nutritiva padrão, contendo 100% da concentração de nutrientes recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station”, correspondendo a uma condutividade elétrica inicial (CEi) de $2,3 \text{ dS m}^{-1}$; soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% e com incremento de 25% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão, correspondendo a CEi de 1,3; 1,8 e $2,8 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente. Outro fator experimental estudado neste experimento foi a posição do cacho floral e sua influência sobre os componentes do rendimento. As avaliações fenológicas foram realizadas em plantas conduzidas na solução padrão. O segundo experimento foi conduzido a fim de verificar o efeito da baixa demanda de drenos sobre o crescimento vegetativo em plantas cultivadas com solução

nutritiva padrão. Dois tratamentos foram estabelecidos: baixa demanda de drenos (ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências) e alta demanda de drenos (através da permanência das inflorescências e permitindo-se a frutificação na planta). Em ambos os experimentos, a partir dos dados de matéria seca e da área foliar acumuladas ao longo do período experimental, determinou-se a produção e distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta e os índices de crescimento. Através dos resultados obtidos no primeiro experimento conclui-se que: a fase vegetativa corresponde a 30,9% do ciclo de cultivo e o número de flores emitidas independe da posição da inflorescência na haste principal; a posição do cacho floral na planta não afeta os componentes do rendimento número e peso médio do fruto, exercendo pouca influência sobre a produção de frutos por cacho do tomateiro cereja; a variação da concentração iônica da solução nutritiva (na faixa entre 1,3 e 2,8 dS m⁻¹) não afeta o número de frutos colhidos por planta mas uma CE superior a 2,3 dS m⁻¹ provoca uma redução no peso médio do fruto; a expansão foliar, o crescimento de frutos e a produtividade do tomateiro cereja diminuem quando a concentração iônica da solução nutritiva aumenta no intervalo entre 1,8 e 2,8 dS m⁻¹ e quando é reduzida de 1,8 para 1,3 dS m⁻¹; a solução nutritiva com CE de 1,8 dS m⁻¹ pode ser recomendada para aumentar a produtividade do tomateiro cereja em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono. Os resultados observados no segundo experimento mostram que os frutos corresponderam à aproximadamente 26% da matéria seca total das plantas nas quais se permitiu a frutificação. Desta forma, no tomateiro cereja vermelho, os frutos não foram os maiores drenos de fotoassimilados, uma vez que as folhas representaram aproximadamente 39% da matéria seca total das plantas que frutificaram. Assim, a fração folhas caracterizou-se como a maior fonte e, ao mesmo tempo, como o maior dreno de fotoassimilados. Os frutos competem mais fortemente com as folhas do que com o caule pelos assimilados, indicando que caule e folhas não se caracterizam como um compartimento único de estocagem de fotoassimilados.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, análise de crescimento, solução nutritiva, concentração iônica, NFT, cacho floral, componentes do rendimento.

ABSTRACT

Rocha, Marcelo de Queiroz. **Growth, fenology and yield of cherry tomato crop in hydroponic cultivation**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The use of a new production system demand to know the behavior of cultures and establish the most appropriate management. It is necessary to understand the relationships that control the operation of the plant, and then understand the way in which these relations are dazzling together to result in final income. The growth dynamic, the fenological characterization and yield components of the red cherry tomato crop (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*), cultivated in hydroponic system during summer-autumn 2008 crop season, were studied through two experiments conducted in plastic greenhouse, in the Campus of the Universidade Federal de Pelotas, RS. The first experiment was carried out to study the effect of different levels of ionic concentration of the nutrient solution on growth and yield components of cherry tomato (number of fruits, fruit mean weight and fruit yield). This experimental factor was assessed in four different levels: standard nutrient solution, containing 100% of the concentration of nutrients recommended by "Japan Horticultural Experimental Station", corresponding to an initial electrical conductivity (ECi) of 2,3 dS m⁻¹, nutrient solution with reductions of 25 and 50% and with increment of 25% in the concentration of nutrients in relation to the standard solution, corresponding to ECis of 1,3; 1,8 and 2,8 dS m⁻¹, respectively. Another experimental factor in this study was the position of flower cluster and its influence on the yield components. The second experiment was conducted to verify the effect of low sink demand on the vegetative growth in plants cultivated with standard nutrient solution. Two treatments were established: low sink demand (no fruit on the plant by removing

all inflorescences) and high sink demand (by maintaining of inflorescences and allowing the fruit to the plant). In both experiments, from the data of dry matter and leaf area accumulated during the experimental period, the production and distribution of dry matter among the different organs of the plant and growth index were determined. The results obtained in the first experiment allow to concluded that: the vegetative stage comprised 30,9% of the crop cycle and the number of the flowers is not dependent on the inflorescence position on the main stem; the position of floral cluster in the plant does not affect the yield components number and weight of the fruit, with little influence on the production of fruits per cluster of cherry tomato; the change of the ion concentration of the nutrient solution (in a range from 1,3 to 2,8 dS m⁻¹) does not affect the number of fruits per plant, but an EC higher than 2,3 dS m⁻¹ causes a reduction in mean weight of the fruits; the leaf expansion, the fruit growth and yield of cherry tomato decrease when the ionic concentration of the nutrient solution increases in the range from 1,8 to 2,8 dS m⁻¹ and when it is reduced from 1,8 to 1,3 dS m⁻¹; the nutrient solution of 1,8 dS m⁻¹ EC can be recommended to increase the fruit yield of cherry tomato in hydroponic system in the summer-autumn crop season. The results observed in the second experiment showed that the fruits corresponded to approximately 26% of the total dry matter of plants in which the fruits are allowed. Thus, in red cherry tomato plants, fruits were not the biggest sink of photoassimilates, since the leaves represented approximately 39% of total dry matter of plants which the fruits are allowed. Thus, the leaf fraction was characterized as the largest source and at the same time as the largest sink of photoassimilates. The fruits has competed more strongly with the leaves than the stems by photoassimilates, indicating that stem and leaves are not characterized as a single compartment for storage of photoassimilates.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, growth analysis, nutrient solution, ionic concentration, NFT, cluster, yield components.

SUMÁRIO

Projeto de Pesquisa	15
1. Identificação	16
1.1. Instituição	16
1.2. Equipe	16
2. Antecedentes e Justificativa	17
3. Objetivos	20
3.1. Objetivo Geral	20
3.2. Objetivos Específicos	21
4. Revisão de Literatura	21
4.1. A cultura do tomate cereja	21
4.1.1. Importância econômica	21
4.1.2. Importância nutricional	23
4.1.3. Origem e domesticação	23
4.1.4. Classificação taxonômica e características botânico-agronômicas	24
4.2. O cultivo hidropônico	26
4.2.1. Situação atual da hidroponia	26
4.2.2. A técnica da lâmina de nutrientes – NFT	27
4.2.3. Importância da solução nutritiva	28
4.3. Produção e distribuição de biomassa	29
5. Material e Métodos	30
5.1. Localização	30
5.2. Manejo da estufa	31
5.3. Material vegetal e produção de mudas	31
5.4. Sistema de cultivo sem solo	31
5.5. Descrição dos experimentos	32
5.6. Manejo da solução nutritiva	34

5.7. Manejo da cultura	35
5.8. Avaliações previstas e medidas experimentais	35
5.8.1. Medidas climatológicas	35
5.8.2. Análises fenológicas	35
5.8.3. Avaliações de crescimento	36
5.8.4. Avaliação dos componentes do rendimento e da qualidade da colheita ..	37
6. Recursos necessários	37
6.1. Material de consumo	37
6.2. Material permanente	38
6.3. Orçamento geral	38
6.4. Recursos físicos	38
7. Cronograma de execução	39
8. Divulgação prevista	39
9. Revisão bibliográfica	40
Relatório do trabalho de campo	46

Artigo 1. Caracterização fenológica e dinâmica do crescimento do tomateiro cereja em sistema hidropônico	50
Resumo	51
Abstract	52
Introdução	54
Material e Métodos	56
Resultados e Discussão	60
Referências Bibliográficas	67

Artigo 2. Produtividade, acúmulo e partição de matéria seca na cultura do tomateiro cereja submetida a diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva	78
Resumo	79
Abstract	80
Introdução	81
Material e Métodos	83
Resultados e Discussão	87

Referências Bibliográficas	90
Artigo 3. Componentes do rendimento do tomateiro cereja em função da posição do cacho floral e da concentração iônica da solução nutritiva em cultivo hidropônico	97
Resumo	98
Abstract	99
Introdução	100
Material e Métodos	103
Resultados e Discussão	107
Referências Bibliográficas	111
Conclusões Gerais	117
Referências	119

PROJETO DE PESQUISA

**CRESCIMENTO, FENOLOGIA E RENDIMENTO DO TOMATEIRO CEREJA EM
CULTIVO HIDROPÔNICO**

CRESCIMENTO, FENOLOGIA E RENDIMENTO DO TOMATEIRO CEREJA EM CULTIVO HIDROPÔNICO

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1. Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFT).

1.2. Equipe:

- Marcelo de Queiroz Rocha – Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista RH-POSGRAD da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), UFPel / FAEM.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Prof^a. Orientadora, Dr^a. Departamento de Fitotecnia, UFPel / FAEM.
- Carlos Rogério Mauch – Prof. Co-orientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, UFPel / FAEM.
- Clarissa Melo Cogo – Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CNPq, UFPel / FAEM.
- Gabriel Nachtigall Marques – Discente do curso de agronomia, Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), UFPel / FAEM.
- Maristela Watthier – Discente do curso de agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, UFPel / FAEM.
- Tiago Pedó – Discente do curso de agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, UFPel / FAEM.

2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

Os hábitos alimentares da população brasileira vêm passando por profundas modificações nos últimos anos. Os alimentos de alto valor energético estão sendo cada vez menos consumidos e substituídos por frutas e hortaliças. Para que estas passem a ser consumidas cotidianamente pela população, fazendo parte do hábito alimentar, é fundamental que estejam sempre disponíveis no mercado (Andriolo, 2002).

Segundo Andriolo (2002), a Olericultura defronta-se, portanto, com o desafio de oferecer a população produtos de elevada qualidade de forma regular ao longo do ano. Para atingir esse objetivo, faz-se necessário o uso de tecnologias de produção adequadas ao contexto social e econômico vigente no Brasil. Como exemplos dessas tecnologias, citam-se o cultivo em ambiente protegido, as técnicas da fertirrigação e o cultivo sem solo (cultivo em hidroponia e cultivo em substratos).

Nas últimas décadas, o cultivo de plantas em ambiente protegido, especialmente casas de vegetação ou estufas, veio revolucionar a fisiologia da produção das hortaliças. As estufas trouxeram a possibilidade de ajustar o ambiente à planta e estender o período de produção dessas espécies para períodos do ano e mesmo regiões antes inaptas à agricultura (Andriolo, 1999).

Nas diversas regiões do Brasil, a utilização de ambiente protegido, principalmente para a produção de plantas ornamentais e hortícolas, tem aumentado consideravelmente, devido às vantagens relacionadas à maior proteção quanto aos fenômenos climáticos, como geadas, excesso de chuvas, queda acentuada de temperatura durante a noite, proteção do solo contra a lixiviação e redução dos custos com fertilizantes e defensivos. Além disso, as colheitas nesses ambientes excedem às que se obtêm a céu aberto (Oliveira, 1995).

Em casa de vegetação, o cultivo de hortaliças no solo tem apresentado dificuldades de manejo, tais como a salinização do solo, resultante do uso intensivo da mesma área e a inadequada fertilização; a ocorrência de plantas daninhas, de patógenos do solo e de pragas que dificultam a condução das culturas (Costa *et al.*, 2004).

Tais limitações promoveram o desenvolvimento e a adoção de técnicas de cultivo sem solo em regiões tradicionais de produção de hortaliças. Este sistema de cultivo representa mais uma opção dentro das técnicas de produção agrícola,

podendo se adequar perfeitamente às exigências da alta qualidade, alta produtividade, mínimo desperdício de água e nutrientes, sem a perda destes no solo. Este tipo de cultivo vem crescendo substancialmente no Brasil e se apresenta como uma alternativa, proporcionando maior rendimento e qualidade da produção, bem como, economia de energia e a redução da ocorrência de doenças. Além disso, através deste sistema se desvincula a produção do nível de fertilidade do solo e, adicionalmente, otimiza-se o uso da área, dispensando a rotação de culturas e o controle de plantas concorrentes.

Atualmente, existe uma série de sistemas de cultivos sem solo, derivados da combinação de diferentes sistemas. Uma dessas modalidades do cultivo sem solo é a hidroponia, que consiste em cultivar as plantas com as raízes total ou parcialmente imersas em uma solução nutritiva completa, devidamente oxigenada, na qual não é utilizado nenhum tipo de meio físico para a sustentação das raízes.

Como modalidade de sistemas hidropônicos encontra-se o cultivo com a técnica do filme de nutrientes (do inglês *Nutrient Film Technique* ou Técnica da Lâmina de Nutrientes), conhecido mundialmente como NFT. Nesta técnica, as raízes das plantas se encontram em canais de cultivo e se desenvolvem parcialmente submersas em uma lâmina rasa de solução nutritiva (0,5 a 1,0 cm de profundidade). Os elementos minerais são fornecidos às plantas pela solução nutritiva que circula continuamente em torno das raízes. Esta solução é bombeada do depósito para os canais em intervalos programados de acordo com as necessidades da cultura. Após passar pelas raízes, a solução retorna para o depósito, formando um sistema fechado (Cooper, 1973).

A principal vantagem prática do sistema NFT é a ausência de substratos. Outra vantagem adicional consiste na facilidade pela qual a composição da solução nutritiva pode ser modificada durante o ciclo da cultura, de forma a ajustá-la às necessidades das plantas (Andriolo, 1999).

Um dos elementos fundamentais e determinantes de um cultivo hidropônico é a concentração de íons da solução nutritiva. Sabe-se que a concentração salina do meio radicular condiciona a absorção de água e nutrientes minerais para o crescimento das plantas e que a concentração ótima de nutrientes de uma solução nutritiva está diretamente relacionada com a demanda evaporativa da atmosfera (Stanghellini, 1987), ou seja, com as condições climáticas (radiação solar e temperatura) locais e sazonais.

Portanto, não existe uma recomendação de concentração salina da solução nutritiva que seja ótima e única a ponto de atender às variações climáticas locais e sazonais que podem ocorrer durante o ciclo de cultivo de uma cultura ou entre diferentes ciclos. De acordo com a época do ano, devido ao descompasso na absorção de água e nutrientes pelas plantas, em alguns casos, é necessária a utilização de soluções nutritivas diferentes para a mesma cultura (Martinez & Barbosa, 1999; Duarte, 2006; Montezano, 2007). De maneira geral, recomendam-se soluções nutritivas menos concentradas na primavera-verão, para facilitar o processo transpiratório, e mais concentradas no inverno, para compensar a menor frequência de irrigação e, conseqüentemente, de fornecimento de nutrientes (Steijn, 1995).

A produção de hortaliças de frutos, em cultivos sem solo, tem crescido muito nos últimos anos. A princípio, somente hortaliças de folhas vinham sendo cultivadas neste sistema no Brasil (Montezano, 2003). A produção de hortaliças de frutos representa uma segunda etapa na evolução dos cultivos sem solo no País (Bacchi, 2004; Duarte, 2006; Strassburger, 2007; Montezano, 2007), e o tomateiro é uma cultura que tem se adaptado muito bem a tais sistemas de cultivo (Fernandes *et al.*, 2002; Rattin *et al.*, 2003; Andriolo *et al.*, 2004).

A cultura do tomateiro se reveste de grande importância para o setor hortigranjeiro da região sul do Estado do Rio Grande do Sul e apresenta-se como uma das melhores opções para os pequenos agricultores, pois absorve mão-de-obra, utiliza pequenas áreas e possibilita atingir altas produtividades, com bom retorno financeiro. Segundo a cotação de atacado referente a 16 de junho de 2008 da Seção de Análises e Informações das Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Sul S.A. (CEASA/RS), o quilo do tomate paulista tem preço médio de R\$ 2,40, o tomate longa vida R\$ 2,22, o tomate gaúcho R\$ 2,80 e o tomate cereja é comercializado a R\$ 5,00 o quilo. Os dados comprovam que essa variedade pode proporcionar um bom retorno financeiro, tornando-se uma ótima opção para os produtores.

O tomateiro é a mais importante hortaliça cultivada em ambiente protegido, nos principais países do mundo. A maior parte das pesquisas dentro desse segmento da horticultura se concentra também sobre essa mesma espécie. Trabalhos sobre formulações nutritivas vêm sendo realizados para o tomateiro (Andriolo *et al.*, 2003), mas informações referentes ao cultivo hidropônico e ao

crescimento, fenologia e ontogenia do tomateiro do tipo cereja são escassas para as condições do estado do Rio Grande do Sul.

O conhecimento sobre o crescimento das espécies cultivadas permite planejar métodos racionais de cultivo, contribuindo na expressão do potencial de espécies vegetais, além de fornecer dados para a construção de modelos matemáticos descritores do crescimento (Fayad *et al.*, 2001). A análise de crescimento é um método que segue a dinâmica da produção fotossintética, sendo de vital importância para compreender os processos morfo-fisiológicos da planta e sua influência sobre o rendimento (Cardoso *et al.*, 1987). A partir dos dados de crescimento, podem-se ampliar os conhecimentos a respeito da biologia da planta, permitindo o desenvolvimento de técnicas de manejo das espécies ou estimando, de forma bastante precisa, as causas da variação de crescimento entre plantas geneticamente diversas ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes (Taiz & Zaiger, 1998).

O emprego de um novo sistema de produção demanda conhecer o comportamento das culturas e definir o manejo mais adequado. É necessário, portanto, conhecer as relações que regem o funcionamento da planta e, em seguida, compreender a forma segundo a qual todas essas relações se encadeiam entre si para resultar no rendimento final.

Desta forma, o maior enfoque deste trabalho será estudar o crescimento do tomateiro cereja e a influência da concentração salina da solução nutritiva sobre a produção e distribuição de matéria seca desta cultura em sistema hidropônico.

3. OBJETIVOS

O projeto apresenta os seguintes objetivos:

3.1. Objetivo Geral

- Estudar o crescimento, a fenologia e a ontogenia da cultura do tomate cereja vermelho cultivado em sistema hidropônico.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar o acúmulo e a partição de biomassa da cultura do tomateiro cereja submetida a diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva;
- Estudar a dinâmica de evolução dos componentes do rendimento e a produtividade do tomate cereja em função da posição do cacho floral e da concentração iônica da solução nutritiva;
- Estudar a dinâmica do crescimento do tomate cereja, bem como o efeito da demanda de drenos sob o comportamento dos órgãos vegetativos aéreos das plantas;
- Definir o índice de colheita em relação à matéria seca aérea da cultura do tomateiro cereja.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A cultura do tomate cereja

4.1.1. Importância econômica

O tomate é cultivado em quase todo o mundo, e a sua produção global duplicou nos últimos 20 anos. É a segunda hortaliça cultivada no mundo, com uma produção mundial de 125 milhões de toneladas em 2005, sendo superada apenas pela batata. Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo. Entre 1983/85 e 2003/05, a produção mundial *per capita* de tomate cresceu cerca de 35%, passando de 14 kg por pessoa por ano para 19 kg, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/ONU).

Apesar dos avanços na produtividade em muitos países, o rendimento médio mundial pouco avançou, passando de 23 t ha⁻¹ na década de 1980 para apenas 27 t ha⁻¹ neste início de século. Parte dos maiores produtores mundiais de tomate ainda apresenta pequeno rendimento, por conta da baixa tecnologia aplicada e do uso de variedades menos produtivas (Carvalho & Pagliuca, 2007).

Com um crescimento acima da média mundial, o Brasil é, atualmente, o nono maior produtor de tomate do mundo, com uma safra de 3,3 milhões de toneladas em 2006. Segundo dados da FAO, enquanto na Europa e nos Estados Unidos o crescimento médio foi de 30% e 45%, respectivamente, a produção brasileira de tomate quase duplicou em 20 anos.

A posição do País foi conquistada devido ao aumento de produtividade. Atualmente, o Brasil ocupa o terceiro lugar nesse *ranking* – excluindo os países cuja totalidade da produção se realiza em ambiente protegido –, atrás apenas dos Estados Unidos e da Espanha. O rendimento médio do tomate no Brasil é de aproximadamente 58 t ha⁻¹. Contudo, produtores mais tecnificados chegam a alcançar mais de 100 t ha⁻¹.

A difusão de técnicas de irrigação, o uso intensivo de insumos e a introdução de híbridos mais produtivos e com menores perdas na pós-colheita foram alguns dos principais fatores que contribuíram para o aumento da produtividade do tomate nacional (Carvalho & Pagliuca, 2007).

O tomateiro é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no Brasil, sendo sua utilização muito variada e com grande número de tipos de frutos existentes (Gusmão *et al.*, 2000). Dentre estes, encontram-se os tomates do tipo cereja, que vêm sendo comumente encontrados nos mercados, principalmente nos grandes centros, onde alcançam preços bastante atrativos aos produtores que se localizam próximo aos locais de comercialização.

De acordo com informações da Seção de Economia e Desenvolvimento da Central de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP), o volume de tomate cereja comercializado no Entrepósito Terminal de São Paulo (ETSP) cresceu 277%, no período de 1994 a 2004. Neste período, a variação da quantidade em toneladas de tomate cereja comercializadas foi de 486 para 1351.

Em alguns países da Europa, é muito comum a venda de bandejas de cachos de tomate cereja, tendência que começa a ser seguida também no Brasil, exemplo do alto valor agregado que o produto oferece.

Segundo a ISLA[®] Sementes Ltda., o tomate cereja tem conquistado cada vez mais as gôndolas dos supermercados, os cardápios dos restaurantes e a mesa do consumidor.

4.1.2. Importância nutricional

O valor nutricional do tomate não é muito elevado (Grubben, 1977). Embora o valor nutritivo do fruto seja altamente variável, dependendo da cultivar utilizada e das condições de cultivo, o fruto do tomateiro é caracterizado por seu alto teor de vitamina C e baixo valor calórico, devido ao elevado teor de água (Nuez *et al.*, 1996).

O fruto do tomateiro possui em sua composição de 93% a 95% de água. Nos 5% a 7% restantes, encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis em álcool e outros compostos (Silva & Giordano, 2006).

Embora as vitaminas estejam presentes em uma pequena proporção do total da matéria seca, essas substâncias são importantes do ponto de vista nutricional (Silva & Giordano, 2006), devido ao alto consumo desta hortaliça.

Relativamente às vitaminas e aos minerais, destacam-se os carotenos, nomeadamente o licopeno, a vitamina C e o ácido fólico, bem como o potássio e o magnésio. O licopeno, um caroteno responsável pela cor vermelha do tomate, tem sido um tema em voga na investigação recente. O licopeno é um antioxidante e protege as células e outras estruturas, como o DNA, das agressões provocadas pelos radicais livres. Assim, ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer, como o colorectal e da próstata (Porto & Oliveira, 2006).

Segundo a Dimesntein Consultoria Ltda., o grande diferencial do tomate cereja é ser muito saboroso e adocicado, a ponto de ser consumido como fruta ou como tira-gosto. Enquanto o tomate tradicional possui grau brix entre 4 e 6, as variedades cereja possuem doçura suficiente para chegar entre 9 e 12 graus brix.

4.1.3. Origem e domesticação

A maioria dos botânicos atribui a origem do cultivo e consumo do tomate à civilização inca do antigo Peru. A dedução vem do fato de ainda persistir naquela região uma grande variedade de tomates selvagens e algumas espécies domesticadas. Esta vertente acredita que o tomate da variedade *Lycopersicum cerasiforme*, que parece ser o ancestral da maioria das espécies comerciais atuais, tenha sido levado do Peru e introduzido pelos povos antigos na América Central, dado que este foi encontrado amplamente cultivado no México. Outros acreditam que o tomate seja originário do atual México, não apenas pelo nome pertencer tipicamente à maioria das línguas locais (Náuatles), mas porque as cerâmicas incas

não registraram o uso do tomate nos utensílios domésticos, como era costume (Alves Filho, 2006).

As espécies silvestres do gênero *Lycopersicon* se distribuem principalmente ao longo de uma faixa que abrange desde a cordilheira andina até a costa oeste da América do Sul, desde o sul do Equador até o norte do Chile. Esta região, considerada como o centro de origem do gênero, constitui o ponto de partida da história do tomate (Nuez *et al.*, 1996). Nesta região crescem espontaneamente as diversas espécies do gênero e, também, se apresenta a maior variação de *L. esculentum* (Alcázar & Nuez, 2001).

Aparentemente, sua domesticação ocorreu no México, por tribos indígenas primitivas que lá habitavam e de lá foi levado para outras partes do mundo por viajantes europeus na primeira metade do século XVI (Alvarenga, 2004).

Tudo indica que o tomateiro foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus no fim do século XIX, mas a difusão e o incremento do consumo começaram a ocorrer apenas depois da primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2004).

As espécies silvestres contribuíram sobremaneira para o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a pragas e doenças. Da espécie andina, silvestre – *L. esculentum* var. *cerasiforme*, que produz frutos tipo cereja, originou-se a espécie cultivada, cosmopolita – *Lycopersicon esculentum* (Filgueira, 2000).

Todavia, existem muitos aspectos pouco claros quanto à origem e domesticação do tomate cultivado (Alcázar & Nuez, 2001).

4.1.4. Classificação taxonômica e características botânico-agronômicas

O tomate, *L. esculentum*, é uma espécie magnoliopsida pertencente à família *Solanaceae*. Esta família, uma das maiores e mais importantes entre as angiospermas, compreende 2300 espécies agrupadas em 96 gêneros, incluindo algumas espécies de grande importância econômica como a batata, o pimentão e a berinjela (D'Arcy, 1991).

Atualmente, se conhece nove espécies pertencentes ao gênero *Lycopersicon*, todas elas diplóides com $2n=2x=24$ cromossomos (Alcázar & Nuez, 2001). A grande variabilidade existente no gênero tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares

para atender as mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento e para consumo *in natura* (Silva & Giordano, 2006).

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. Pode apresentar crescimento limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado. As folhas são compostas, imparipinadas com 7 a 9 folíolos. O caule da planta jovem de tomateiro é ereto, herbáceo, suculento e coberto de pêlos glandulares e, à medida que a planta cresce, vai se tornando lenhoso e fino. O sistema radicular é do tipo pivotante, podendo chegar a até 1,5 m de profundidade. No tomateiro transplantado o sistema radicular se torna mais superficial e mais ramificado, se concentrando na faixa entre 5 e 35 cm de profundidade. As flores são hermafroditas com predomínio de autofecundação. Os frutos são carnosos e suculentos, do tipo baga, com peso médio variando entre 5 e 500 g, de acordo com a variedade. Possuem formato globular-achatado a alongado, e podem ser bi, tri ou pluriloculares (Rick, 1978; Pinto & Casali, 1980; Lapuerta, 2001).

As plantas se desenvolvem bem em um amplo espectro de latitude, tipos de solo, temperaturas e métodos de cultivo, e são moderadamente tolerantes à salinidade. Preferem ambientes quentes, com boa iluminação e drenagem. A exposição prolongada a temperaturas inferiores a 10°C, a geada, uma iluminação diurna inferior a 12 horas, uma drenagem deficiente ou uma adubação nitrogenada excessiva lhe afetam desfavoravelmente (Lapuerta, 2001).

A criação constante de novas variedades por meio do melhoramento genético tem como objetivo principal melhorar distintos aspectos como produtividade, qualidade e adaptação a diferentes condições de cultivo para cobrir uma ampla gama de necessidades. Este trabalho realizado constantemente ao longo de muitos anos resultou na grande diversidade de cultivares existentes atualmente (Niclos, 2001).

Dentre as variedades de tomate, encontra-se o tomate cereja como um novo grupo de cultivar para mesa. A maioria das cultivares são híbridas, de crescimento indeterminado, geralmente vigorosas. O número de frutos por cacho floral é muito variável, oscilando entre 15 e mais de 50, com inflorescências muito longas e ramificadas. Os frutos são muito pequenos, redondos ou compridos, lisos, biloculares e com peso entre 10 e pouco mais de 30 g. Ombros verdes pouco

marcados ou sem (Nuez *et al.*, 1996; Filgueira, 2000; Niclos, 2001; Barbosa *et al.*, 2002). Segundo a ISLA[®] Sementes Ltda., de maneira geral, a época de plantio vai de agosto a dezembro no sul do Brasil ou durante todo o ano nas regiões de clima mais quente. O amadurecimento começa a ocorrer cerca de três meses após o plantio definitivo. A colheita pode ser realizada diariamente durante até seis meses, desde que a planta não seja atingida por doenças e que haja permanência de temperaturas adequadas à espécie.

4.2. O cultivo hidropônico

4.2.1. Situação atual da hidroponia

A hidroponia é um termo derivado de dois radicais gregos (*hydro*, que significa água, e *ponos*, que significa trabalho) e está se desenvolvendo rapidamente como meio de produção vegetal, sobretudo de hortaliças sob cultivo protegido. A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo os elementos minerais indispensáveis aos vegetais (Resh, 1997).

A hidroponia é uma técnica bastante difundida em todo o mundo e seu uso está crescendo em muitos países. Sua importância não é somente pelo fato de ser uma técnica para investigação hortícola e produção de vegetais; também está sendo empregada como uma ferramenta para resolver um amplo leque de problemas, que incluem tratamentos que reduzem a contaminação do solo e da água subterrânea, e manipulação dos níveis de nutrientes no produto (Martinez & Silva Filho, 2006).

O cultivo comercial de hortaliças em estufas plásticas é uma atividade consolidada e crescente, principalmente nas proximidades das grandes cidades, onde a capacidade de produção intensiva em pequenas áreas atende à demanda que essas localidades apresentam, sendo a cultura da alface uma das mais importantes e estudadas (Rosa, 1998; Fernandes & Martins, 1999; Quijano, 1999; Morselli, 2001; Montezano, 2003).

Com o desenvolvimento dos plásticos, paralelamente ao aumento dos cultivos em ambiente protegido, os cultivos hidropônicos tiveram um grande avanço, tornando-se uma realidade para os produtores de hortaliças e ornamentais. O curto espaço de tempo de aplicação comercial da hidroponia, já adaptada a diversas

situações, desde as mais simples até as mais especializadas, possibilitou uma produção intensiva de alimentos em áreas com limitações de cultivo (Resh, 1997).

A produção em estufa sob cultivo hidropônico apresenta como vantagens maior rendimento por área, podendo inclusive aproveitar o espaço vertical; melhor qualidade do produto; menor incidência de pragas e doenças; maior facilidade de execução dos tratos culturais, dispensando a rotação de culturas e o controle de plantas concorrentes; melhor programação da produção; ciclos mais curtos, em decorrência de melhor controle ambiental; eliminação de perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento, volatilização e fixação, resultando inclusive no uso mais racional dos fertilizantes (Martinez, 1997; Faquin & Furlani, 1999).

Segundo Furlani *et al.* (1999), no Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico, predominando o sistema da técnica da lâmina de nutrientes - NFT. Teixeira (1996) destaca que em quase todos os estados brasileiros, cultivam-se hortaliças em hidroponia, tendo como culturas principais alface, rúcula, pimentão, morango e tomate.

4.2.2 A técnica da lâmina de nutrientes – NFT

O cultivo de plantas em filme nutritivo (do inglês *Nutrient Film Technique* ou Técnica da Lâmina ou do Filme de Nutrientes), conhecido mundialmente como NFT, foi desenvolvido, originalmente, com propósitos de pesquisa. Cooper (1973) transferiu a tecnologia desenvolvida em laboratório para condições de cultivo comercial e criou o sistema que hoje se conhece como NFT.

O esquema básico do NFT consiste em um tanque de solução nutritiva, um sistema de bombeamento, canais de cultivo e um sistema de retorno ao tanque. Os elementos minerais são fornecidos às plantas pela solução nutritiva que circula continuamente em torno das raízes (Cooper, 1973). O volume desta solução é determinado em função da cultura e do número de plantas. Os canais de cultivo nos quais a solução nutritiva circula e as raízes crescem devem ser constituídos de preferência por materiais leves e inertes, anticorrosivos e antioxidantes (Andriolo, 1999; Martinez & Silva Filho, 2006).

A principal vantagem prática do NFT é a ausência de substratos. As plantas são cultivadas diretamente sobre a lâmina de solução nutritiva. Outra vantagem adicional consiste na facilidade pela qual a composição da solução pode ser

facilmente modificada durante o ciclo da cultura, de forma a ajustá-la às necessidades das plantas (Cooper, 1973).

A flexibilidade do sistema tem tornado possível sua adaptação a uma enorme gama de cultivos, que têm se caracterizado sempre por uma produção de alto rendimento e qualidade. As quantidades, relativamente pequenas, de água e de nutrientes empregadas, têm viabilizado esta técnica em zonas de escassez de recursos hídricos (Cooper, 1973).

Segundo Martinez & Silva Filho (2006), atualmente, a alface é a cultura mais cultivada no sistema NFT no Brasil, mas pode-se encontrar rúcula, feijão-vagem, repolho, couve, salsa, coentro, melão, agrião, pepino, berinjela, pimentão, tomate, arroz, morango, forrageiras para alimentação animal, mudas de plantas frutíferas e florestais e plantas ornamentais.

No cultivo do tomate em hidroponia, o sistema mais utilizado é o NFT (Genúncio *et al.*, 2006; Torres *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2002; Schmidt *et al.*, 2000; Moraes, 1997; Bernardes, 1996). No entanto, este sistema ainda carece de informações quanto aos aspectos de montagem e manutenção, exigindo a intensificação de pesquisas visando, principalmente, as condições locais.

4.2.3. Importância da solução nutritiva

Uma solução nutritiva é o meio pelo qual os nutrientes previamente dissolvidos na água são colocados à disposição das plantas. Todos os nutrientes essenciais devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada espécie e de acordo com a fase de desenvolvimento (Haag *et al.*, 1993).

A solução nutritiva é o elemento essencial na hidroponia, pois, quando se enfoca o meio radicular é dela que depende inteiramente o crescimento da cultura (Andriolo, 2002). De modo geral, os cultivos hidropônicos requerem acompanhamento permanente do funcionamento do sistema, principalmente quanto ao controle das características químicas e físicas da solução nutritiva (Faquin *et al.*, 1996).

Três são os parâmetros principais que caracterizam uma solução: o pH, a concentração salina e o equilíbrio iônico. Esses parâmetros são de fundamental importância para a nutrição e para o desenvolvimento adequado da planta.

No manejo da solução nutritiva, fatores como temperatura (níveis ótimos em torno de $24 \pm 3^\circ\text{C}$), pH (valores adequados entre 5,5 e 6,5) e condutividade elétrica da solução nutritiva (faixa ótima entre 1,5 a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$) devem ser controlados e monitorados periodicamente (Furlani *et al.*, 1999). O controle do pH é relevante para a manutenção da integridade das membranas celulares e para evitar a precipitação de micronutrientes como ferro, boro e manganês ou o fósforo (Martinez, 2002). A condutividade elétrica encontra-se diretamente associada à concentração iônica e à absorção dos nutrientes pela cultura ao longo do seu desenvolvimento (Marschner, 1995).

4.3. Produção e distribuição de biomassa

A produção de massa seca pelos organismos vegetais é o resultado da fixação do CO_2 atmosférico através da fotossíntese, realizada com o suporte energético proveniente da radiação solar (Shaffer *et al.*, 1996; Alpi & Tognoni, 1999). Os compostos produzidos pela fotossíntese, chamados de assimilados, podem ser transportados na forma de sacarose, na maioria das espécies cultivadas, e armazenados, temporariamente, em órgãos de reserva como os frutos, ou, então usados como fonte de energia necessária ao funcionamento da planta, através da respiração (Andriolo, 1999).

O padrão de distribuição dos assimilados entre os órgãos da planta do tomateiro, que é utilizado nos estudos em fisiologia, considera os assimilados produzidos pelos órgãos fontes, representados principalmente pelas folhas, sendo exportados para órgãos drenos como raízes, meristemas e frutos. O termo força de dreno é definido como sendo a habilidade que tem um determinado dreno para atrair assimilados para seu próprio crescimento. A força de fonte refere-se à taxa em que os assimilados são produzidos. Uma planta é descrita como um conjunto de órgãos drenos, regidos por relações competitivas entre as fontes e os drenos e também entre os diferentes drenos da planta (De Koning, 1994; Marcelis, 1996).

Para aumentar a força das fontes, a área foliar pode ser aumentada por meio de uma maior densidade de plantas e/ou pelo aumento do número de hastes por planta (Cockshull *et al.*, 1992). Já a alocação dos assimilados das fontes para os

drenos da planta do tomateiro depende principalmente do número de frutos existentes sobre a planta (Heuvelink, 1996).

Dentre os fatores que podem influenciar na acumulação e repartição da massa seca entre os órgãos da parte aérea, podem ser citados os seguintes: radiação solar interceptada pela cultura, a temperatura, a densidade de plantas, a poda de folhas, a carga de frutos e a disponibilidade de nutrientes (Ehret & Ho, 1986; Huett , 1989; Larouche *et al.*, 1989; Adams *et al.*, 1994; CTIFL, 1995; Ho, 1996; Andriolo *et al.*, 1997; Papadopoulos & Pararajasingham, 1997; Rattin *et al.*, 2003; Andriolo *et al.*, 2004).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização

Os experimentos serão conduzidos no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia (DFt) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS.

A localização geográfica aproximada é latitude 31°52' Sul e longitude 52°21' Oeste, com altitude média de 13 m acima do nível do mar. O clima dessa região caracteriza-se por ser temperado, de chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo classificado, conforme W. Köppen, como tipo Cfa.

Os ensaios serão conduzidos em uma estufa modelo “Arco Pampeana”, com estrutura metálica, compreendendo uma área de 210 m² (10 x 21 m) com 4,5 m de altura máxima e 3,5 m de pé direito, disposta no sentido Norte-Sul. Apresenta cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura). O solo apresenta-se nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150 µm de espessura, com a face branca exposta.

5.2. Manejo da estufa

Durante o período de execução dos experimentos, o manejo do ambiente da estufa será efetuado apenas por ventilação natural, mediante abertura e fechamento diário das janelas laterais e portas da estufa, às 8 horas e às 17 horas, respectivamente.

Em dias em que ocorram baixas temperaturas, precipitação e/ou ventos muito fortes ou alta umidade relativa do ambiente externo à estufa, esta será fechada parcial ou totalmente, dependendo das condições climáticas do dia.

5.3. Material vegetal e produção de mudas

Serão utilizadas sementes de tomateiro variedade Cereja Vermelho, linha *Blue Line* da *Topseed Garden*[®]. A semeadura será realizada em bandejas plásticas, preenchidas com substrato de vermiculita expandida, em linhas espaçadas a 10 cm, sendo as sementes cobertas por uma pequena camada do substrato. Quando as plantas se apresentarem na fase de emissão da terceira folha definitiva serão repicadas individualmente para cubos de espuma fenólica de 2,5 x 2,5 x 3,0 cm, dispostos em sistema flutuante para fertirrigação. Na fase de produção de mudas, será utilizada a solução nutritiva recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” (Peil *et al.*, 1994; tabela 1) para a cultura do tomate em substrato, na concentração de 50%, mantendo-se uma lâmina de solução de aproximadamente 1,0 cm de altura. O transplante será realizado quando as mudas apresentarem em torno de 7 folhas definitivas.

As mudas serão cultivadas em estufa plástica modelo capela, de estrutura de ferro galvanizado, medindo 3 x 6 m, coberta com filme de polietileno de 150 µm de espessura.

5.4. Sistema de cultivo sem solo

Quando as mudas apresentarem sete folhas definitivas, serão transplantadas para o local de cultivo, estabelecendo-se, a partir de então, os diferentes

tratamentos experimentais, ou seja, quatro concentrações salinas da solução nutritiva.

A técnica de cultivo hidropônico utilizada será a NFT (técnica da lâmina de nutrientes, Cooper, 1973). O sistema será constituído por 12 canais de madeira (7,5 m de comprimento e 0,35 m de largura), dispostos em 6 linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m.

Os canais são apoiados por cavaletes galvanizados de 0,5 m de altura máxima, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 2% para o escoamento da solução nutritiva até os reservatórios de fibra de vidro com capacidade de 500 litros, em número de 6 (um para cada linha dupla de cultivo). Internamente, os canais de madeira serão revestidos com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de plástico, minimizando o aquecimento da solução nutritiva, evitando a proliferação de algas e conduzindo o lixiviado da solução nutritiva até os reservatórios.

Um conjunto moto-bomba de ¼ HP, fixado em cada tanque, impulsionará a solução para a extremidade de maior cota do canal através de um cano de PVC de 25 mm, em intervalos de tempo programados de acordo com as necessidades da cultura (fase de cultivo e/ou época do ano). A partir desse ponto, devido à declividade, a solução nutritiva percorrerá a base dos canais de cultivo, formando uma fina lâmina, e após passar pelas raízes, retornará para o reservatório, formando um sistema fechado.

5.5. Descrição dos experimentos

Um experimento será realizado empregando-se diferentes concentrações de solução nutritiva para a cultura do tomate cereja, durante o ciclo de produção de verão-outono (2008).

A partir da solução nutritiva padrão (Tabela 1) recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” (Peil *et al.*, 1994) se estabelecerão os diferentes tratamentos experimentais. Tal solução foi selecionada por apresentar equilíbrio eletroquímico, adequada relação entre os principais macronutrientes e contemplar o íon NH_4^+ na sua composição. Para o preparo da solução, se utilizará água da chuva

(CE = 0,0 dS m⁻¹) previamente recolhida em um tanque de armazenamento de 5000 litros.

A concentração iônica da solução nutritiva será avaliada em quatro níveis que se constituirão nos tratamentos experimentais: solução nutritiva padrão (100% da concentração de macronutrientes), correspondendo, aproximadamente, a uma condutividade elétrica estimada (CE_e) de 2,1 dS m⁻¹; soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão (CE_e de 1,6 e 1,1 dS m⁻¹, respectivamente); e solução nutritiva com aumento de 25% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão, correspondendo a CE_e de 2,6 dS m⁻¹. Os micronutrientes serão mantidos na concentração padrão em todos os tratamento estudados.

O delineamento experimental adotado no experimento será inteiramente casualizado em esquema bifatorial: posição do cacho floral (fator qualitativo com sete níveis) e concentração iônica da solução nutritiva (fator quantitativo com quatro níveis), totalizando 28 tratamentos experimentais, com cinco repetições. Para as análises relativas ao crescimento vegetal e qualidade da colheita da cultura, serão utilizadas cinco repetições por tratamento, sendo cada parcela constituída por uma planta (repetição), evitando-se, em ambos os casos, as bordaduras.

Tabela 1. Composição da solução nutritiva padrão a ser empregada para a cultura do tomateiro, utilizada como base para estabelecer os diferentes tratamentos experimentais.

Macronutrientes	Concentração (mmol l ⁻¹)	Micronutrientes	Concentração (mg l ⁻¹)
NO ₃ ⁻	16,0	Fe	3,00
H ₂ PO ₄ ⁻	1,3	Mn	0,50
SO ₄ ²⁻	2,0	Zn	0,05
NH ₄ ⁺	1,3	B	0,15
K ⁺	8,0	Cu	0,02
Ca ²⁺	4,0	Mo	0,01
Mg ²⁺	2,0		

Fonte: "Japan Horticultural Experimental Station" (Peil *et al.*, 1994).

Um experimento adicional será realizado conjuntamente com este, a fim de verificar o efeito da baixa demanda de drenos sobre o crescimento vegetativo no tratamento com solução nutritiva padrão. Dois tratamentos serão estabelecidos: baixa demanda de drenos (ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências) e alta demanda de drenos (através da permanência das inflorescências e permitindo-se a frutificação na planta). O delineamento experimental adotado será inteiramente casualizado, com 5 repetições. Cada parcela será constituída por uma planta.

Para ambos os experimentos os dados obtidos serão submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Correlações lineares e regressões entre variáveis, quando apropriado, serão estabelecidas e consideradas significativas quando $P \leq 5\%$.

5.6. Manejo da solução nutritiva

O volume inicial de solução preparada será de 400 litros para cada linha dupla de cultivo. O fornecimento da solução nutritiva será realizado de forma intermitente, com 15 min de fornecimento e 30 min de intervalo entre 8:00 e 10:00h e entre 16:30 e 19:00h. No horário de 10:00 a 16:30h, o tempo de fornecimento será estendido para 30 min. Durante à noite, será realizada apenas uma irrigação de 15 min, à 1:00h.

A solução nutritiva será monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (empregando-se um eletrocondutivímetro digital) e de pH (empregando-se um pHmetro digital), sendo este mantido entre 5,8 e 6,3, através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N) ou hidróxido de sódio (NaOH 1N).

A reposição de nutrientes ou de água será realizada através da adição de soluções estoques concentradas ou de água da chuva estocada, quando o valor da condutividade elétrica sofrer, respectivamente, uma diminuição ou um aumento, da ordem de 10%, de maneira similar à empregada anteriormente por Montezano (2003, 2007), Duarte (2006) e Strassburger (2007), ou quando a altura da lâmina da solução nutritiva apresentar em torno de 0,2 m, mantendo-se, assim, o perfeito funcionamento das bombas.

5.7. Manejo da cultura

As plantas serão dispostas nos canais de cultivo, de maneira que a distância entre elas dentro da linha de cultivo seja de 0,35 m, o que resultará em uma densidade de 3,36 plantas m⁻², totalizando 21 plantas por canal de cultivo ou 42 plantas por linha dupla de cultivo.

A condução das plantas será com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente e poda apical da haste principal duas folhas após a emissão da 10^a inflorescência. O tutoramento será feito através de uma fita de ráfia presa em linha de arame disposta cerca de 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa.

Os demais tratos culturais e fitossanitários serão efetuados na medida em que se fizerem necessários, de acordo com práticas alternativas e convencionais.

5.8. Avaliações previstas e medidas experimentais

5.8.1. Medidas climatológicas

Durante os experimentos, serão monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar, em termohigrógrafo de registro semanal, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m de altura do chão, localizado na parte central da estufa. A radiação solar global no exterior da estufa será obtida a partir dos dados registrados pela Estação Agroclimatológica de Pelotas (Convênio UFPel/EMBRAPA), localizada na área do Campus da UFPel, onde serão executados os experimentos.

5.8.2. Análises fenológicas

O registro da data de aparecimento e duração das diversas fases fenológicas será realizado de acordo com os seguintes critérios:

- a) Crescimento vegetativo: da semeadura até o aparecimento do primeiro cacho floral em 51% das plantas;
- b) Florescimento e início da frutificação: desde a data em que 52% das plantas apresentarem o primeiro cacho floral até a data em que 51% das plantas apresentarem frutos;

- c) Plena frutificação: corresponderá ao período em que 52% das plantas apresentarem frutos até a data em que 51% das plantas apresentarem frutos em ponto de colheita;
- d) Colheita: corresponderá ao período em que 52% das plantas apresentarem frutos em ponto de colheita até o final da colheita.

Nas plantas cultivadas no tratamento com solução nutritiva padrão (100% da concentração de macronutrientes ou CEi de 2,3 dS m⁻¹) serão observados descritores fenológicos e botânicos durante o ciclo da cultura, tais como:

- a) Altura de inserção do primeiro cacho floral;
- b) Número de flores por cacho floral;
- c) Características do cacho floral;
- d) Data de aparição dos cachos florais e;
- e) Número de folhas na haste principal.

5.8.3. Avaliações de crescimento

O crescimento das plantas será determinado através da quantificação da produção de matéria seca aérea das plantas, incluindo frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas. As plantas serão separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule (incluindo cachos florais) e frutos. Estas frações serão pesadas para obtenção da matéria fresca e, posteriormente, secas, separadamente, em estufa de ventilação forçada a 65°C, até peso constante, para obtenção da matéria seca. A matéria seca aérea total da planta corresponderá à soma das folhas, caules e frutos, e a matéria seca vegetativa à soma das folhas e caules. Será determinada, também, a área foliar acumulada através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100).

O tratamento com solução nutritiva padrão contará com uma linha dupla de cultivo adicional (42 plantas), da qual serão retiradas 5 plantas aos 15, 30 e 50 dias após o transplante, a fim de realizar a análise do crescimento da cultura ao longo do ciclo de cultivo. Será realizada, também, a avaliação de 10 mudas no dia do transplante.

5.8.4. Avaliação dos componentes do rendimento e da qualidade da colheita

Avaliar-se-ão o índice de pegamento dos frutos e os componentes do rendimento: número de frutos, produção de frutos e peso médio do fruto, tanto por cacho floral quanto por planta.

6. RECURSOS NECESSÁRIOS

6.1. Material de consumo

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Fertilizantes solúveis	-	-	-	200,00
Vermiculita	saco	01	40,00	40,00
Espuma fenólica	caixa	01	52,00	52,00
Polietileno dupla face preto e branco (150 μ , 10 x 60 m)	bobina	01	900,00	900,00
Filme plástico (150 μ , 12 x 60 m)	bobina	01	1.350,00	1.350,00
Sementes	pacote	02	2,00	4,00
Fio de ráfia	rolo	02	4,80	9,60
Bandeja plástica	-	05	5,00	25,00
Bandejas de alumínio	dezena	10	4,50	45,00
Sacos de papel	cento	10	3,50	35,00
Sub-Total				2.660,60

6.2. Material permanente

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Condutivímetro de bolso	-	01	499,00	499,00
pHmetro de bolso	-	01	455,00	455,00
Bombas hidráulicas de ¼ HP	-	02	220,00	440,00
Sub-Total				1.394,00

6.3. Orçamento geral

Discriminação	Valores (R\$)
Material de consumo	2.660,60
Material permanente	1.394,00
Sub-Total	4.054,60
Imprevistos (10%)	405,46
Total	4.460,06

6.4. Recursos Físicos

- Estrutura do Campo Didático Experimental do Departamento de Fitotecnia, FAEM / UFPel;
- Laboratório de Análises de Solos, Departamento de Solos, FAEM / UFPel;
- Laboratório de Sementes, Departamento de Fitotecnia, FAEM / UFPel.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
	2007	2007	2007	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008
Revisão da Literatura												
Aquisição de fertilizantes												
Organização das estufas												
Atribuição dos Tratamentos												
Produção das mudas												
Instalação do Experimento												
Condução do experimento												
Análise dos resultados												
Elaboração de produção bibliográfica												
Publicação dos resultados												

8. DIVULGAÇÃO PREVISTA

Os resultados serão divulgados em periódicos, anais de congressos (Congressos de Olericultura, Congresso de Iniciação Científica e Pós-Graduação da UFPel e congressos de áreas afins). Também será realizada atividade de divulgação dos resultados em escolas públicas de ensino médio sediadas no Estado do Amazonas, conforme termo de compromisso do programa RH-POSGRAD da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

9. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ADAMS, P.; SERRA, G.; TOGNONI, F.; LEONI, S. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, 361: 245-257, 1994.

ALCÁZAR, J.E.; NUEZ, F. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: NUEZ F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 347 p.

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

ALVES FILHO, M. Colheitadeira de tomate reduz perdas e preserva mão-de-obra. Campinas, SP: **Jornal da Unicamp**, ano XXI, ed. 348, p. 5, 2006.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1999. 142 p.

ANDRIOLO, J.L. **Olericultura Geral: princípios e técnicas**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 2002. 158 p.

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

ANDRIOLO, J.L.; LANZANOVA, M.E.; WITTER, M. Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 21, 3: 478-481, 2003.

ANDRIOLO, J.L.; ROSS, T.D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.34, 5: 1451-1457, 2004.

BACCHI, S. **Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz**. 2004. 65f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

BARBOSA, R.M.; LIMA, M.C.B; SILVA, E.C. Uma experiência com o cultivo hidropônico do tomateiro do grupo cereja em Maceió, AL. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, Suplemento 2, 2002.

BERNARDES, L.J.L. A hidroponia do tomate cereja. **Hidroponia & Cia** (Primeiro boletim informativo sobre o cultivo sem solo no Brasil). Piracicaba, 6: 5, 1996.

CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v. 34, 191: 71-89, 1987.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, USP/ESALQ. **Hortifruti Brasil**, ano 6, 58: 6-14, 2007.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL S.A. Disponível [On line] em <<http://www.ceasa.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2007.

CENTRAL DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível [On line] em <<http://www.ceagesp.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2007.

COCKSHULL, K.E.; GRAVES, C.J.; CAVE, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticulture Science**, v.67, p. 11-24, 1992.

COOPER, A.J. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79: 1048-1052, 1973.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CAVARIANNI, R.L.; BARBOSA, J.C. Produção do melão rendilhado em função da concentração de potássio na solução nutritiva e do número de frutos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.22, 1: 23-27, 2004.

CTIFL. Centre Technique Interprofessionel des fruits e des Legumes. **Maîtrise de la conduite climatique**. Paris: CTIFL, 1995. 127 p.

D'ARCY, W.G. The *Solanaceae* since 1976, with a review of its biogeography. In: HAWKES JG; LESTER RN; NEE M; ESTRADA N. (Eds.). **Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution**. Royal Botanic Gardens, Kew: 75-137, 1991.

DE KONING, A.N.M. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. 1994. 240f. Wageningen: Wageningen Agricultural University. (Dissertation).

DIMESNTEIN, L. **Tomate cereja – sabor e rentabilidade no mesmo produto**. Disponível [On line] em <<http://www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=4864>>. Acesso em: 25 set. 2007.

DUARTE, T.S. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. 2006. 85f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

EHRET, D.L.; HO, L.C. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. **Journal of Horticultural Science**, v.61, p. 361-367, 1986.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, 200/201: 99-104, 1999.

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

FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.19, 3: 232-237, 2001.

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, 4: 564-570, 2002.

FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, v.20, 200/201: 56-63, 1999.

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

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 50 p. (Boletim técnico, 180).

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

GRUBBEN, G.J.H. **Tropical vegetables and their genetic resources**. Rome: AGPE, 1977. 197 p.

GUSMÃO, S.A.L.; PÁDUA, J.G.; GUSMÃO, M.A.; BRAZ, L.T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja". **Horticultura Brasileira**, v.18, Suplemento Julio, 2000.

HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.Q.C.; MONTEIRO, F.A. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 51-73.

HEUVELINK, E. **Tomato growth an yield: quantitative análisis and sintesis**. Wageningen- NL. 1996. 326f. Dissertation. Wageningen Agricultural University.

HO, L.C. Tomato. In: ZAMSKI, E; SHAFFER, AA (Eds.). **Photoassimilate distribution in plants and crops**. Source-sink relationships. Marcel dekker, New York, 1996. p. 709-728.

HUETT, D.O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. **Acta Horticulturae**, 247: 205-209, 1989.

ISLA SEMENTES LTDA. **A invasão do tomate cereja**. Disponível [On line] em <http://www.isla.com.br/cgi-bin/artigo.cgi?id_artigo=108>. Acesso em: 18 set. 2007.

LAPUERTA, J.C. Anatomía y fisiología de la planta. In: NUEZ, F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.

LAROUCHE, R.; GOSSELIN, A.; VEZINA, L.P. Nitrogen concentration and photosynthetic photon flux in greenhouse tomato production: I. growth and development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.114, 3: 458-461, 1989.

MARCELLIS, L.F.M. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v.47, p. 1281-1291, 1996.

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

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

MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal, SP: Funep, 1997. 31 p.

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

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3ª edição. Viçosa: UFV, 2006. 111 p.

MONTEZANO, E.M. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. 2007. 141f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

MONTEZANO, E.M. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. 2003. 60f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

MORAES, C.A.G. **Hidroponia: como cultivar tomates em sistema NFT**. 1ª. ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143 p.

MORSELLI, T.B.G.A. **Cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2001. 139f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

NICLOS, M.J.D. Tipos varietais. In: NUEZ, F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.

NUEZ, F.; DIEZ, M.J.; PICO, B.; CORDOVA, P.F. **Catálogo de semillas de tomate**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 1996. 177 p.

OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, 8: 1049-60, 1995.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). Disponível [On line] em <<http://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 18 out. 2007.

PAPADOPOULOS, A.P.; PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.69, p. 1-29, 1997.

PEIL, R.M.N.; BOONYAPORN, S.; SAKUMA, H. Effect of different media on the growth of tomato in soilless culture. **Report on Experiments in Vegetable Crops Production**, v.53, p. 61-65, 1994. Tsukuba International Agricultural Training Centre, Tsukuba, Japan.

PINTO, C.M.F.; CASALI, V.W.D. Tomate: tecnologia e produção. **Informe Agropecuário**, 6 (66), p. 8, 1980.

PORTO, A.; OLIVEIRA, L. **Tabela da composição de alimentos**. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2006.

QUIJANO, F.G. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento de duas cultivares de alface em ambiente protegido**. 1999. 116f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

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

RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997. 510 p.

RICK, C.M. The tomato. **Sci. Amer.**, 239: 67-76, 1978.

ROSA, J. **Respostas agronômicas da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em distintas épocas de semeadura e colheita em estufa plástica**. 1998. 47f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

SCHMIDT, D.; SANTOS, S.S.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; PILAU, F.G. Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, 18: 273-274, 2000.

SHAFFER, A.A.; PHARR, D.M.; MADORE, M.A. Cucurbits. In. ZAMSKI, E.; SHAFFER, A.A. (Eds.). **Photoassimilate distribution in plants and crops**. Source-Sink relationships. New York: Marcel DeKKer, 1996. p. 729-757.

SILVA, E.C.; GAMBINI FILHA, E.M.; MACIEL, G.M. Produção de tomateiros do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. In: 43 Congresso Brasileiro de Olericultura, Recife (PE). **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, Suplemento 2, 2003. (CD-ROM).

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Org.). **Cultivo de tomate para industrialização**. Brasília, DF: Sistemas de Produção, 2ª edição, Embrapa Hortaliças, 2006.

STANGHELLINI, C. **Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management**. 1987. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países baixos. 18 + 150 pp. (Tese de Doutorado).

STEIJN, B. **Training course on soilless cultivation of vegetables**. 1995. 79 p.

STRASSBURGER, A.S. **Cultivo da abobrinha italiana em substrato de casca de arroz em ambiente protegido com solução nutritiva recirculante**. 2007. 118f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86 p.

TORRES, O.G.V.; GARCIA, P.S.; CASTILLO, G.A.B.; MENDONZA, M.N.R.; LÓPEZ, C.T.; VILLA, M.S.; SORIANO, E.C. Desarrollo y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con solución nutritiva específica para cada etapa fenológica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, FERTBIO, 26. **Resumos...** Lajes: 2004. (CD-ROM).

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Relatório do trabalho de campo

O início do trabalho de campo deu-se no mês de outubro de 2007, com a limpeza da estufa, reparos necessários no sistema hidráulico e esterilização do mesmo. A semeadura do tomate cereja vermelho foi realizada no dia 28 de janeiro de 2008, a repicagem das mudas para as espumas fenólicas ocorreu em 13 de fevereiro de 2008 e seu transplante no dia 03 de março de 2008. As mudas, primeiramente, foram produzidas em bandejas plásticas contendo como substrato vermiculita. Após a repicagem, as mudas foram dispostas em sistema flutuante para fertirrigação, até atingirem o estágio de 7 folhas definitivas para o transplante. Nesta fase, a solução nutritiva utilizada foi a mesma recomendada para o cultivo definitivo, porém, na concentração de 50% para os macronutrientes e de 100% para os micronutrientes. No período de produção de mudas, fez-se diariamente o controle do ambiente da sementeira, através da abertura das laterais da estufa modelo capela, de acordo com as condições climáticas do dia, assim como o monitoramento do pH, da condutividade elétrica e da altura da lâmina de solução nutritiva fornecida às mudas. Durante o período de produção das mudas, o plástico dupla face branco e preto foi estendido a fim de formar os canais de cultivo e a solução nutritiva padrão concentrada foi preparada e armazenada em reservatórios de 250 l, separando-se o nitrato de cálcio em um reservatório e os demais fertilizantes em outro. A solução contendo os micronutrientes foi preparada e acondicionada em um galão de 20 l. Por ocasião do transplante selecionaram-se 10 plantas, com o objetivo de realizar a primeira análise de biomassa do experimento. Nesta avaliação, registrou-se o número de folhas e a altura das mudas e a altura de inserção do primeiro cacho floral. Na sequência do transplante, realizou-se o tutoramento das plantas, utilizando-se fio de ráfia. No decorrer do cultivo, diariamente, fez-se o monitoramento do ambiente da estufa através da abertura e fechamento das janelas laterais e

portões, bem como o controle da solução nutritiva através da correção do pH e da eletrocondutividade, sendo o pH mantido entre 5,8 e 6,3, através da adição de solução de correção à base de hidróxido de sódio (NaOH 1N) ou ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N). A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água, quando o valor da condutividade elétrica sofreu, respectivamente, uma diminuição ou um aumento, da ordem de 10%. Não havendo variação da condutividade elétrica da solução nutritiva, manteve-se um volume de solução suficiente para atender o consumo hídrico das plantas e que não compromettesse o funcionamento das bombas de impulsão. No dia 18 de março de 2008 (15 dias após transplante – DAT) foi realizada a primeira análise de crescimento de plantas cultivadas no tratamento com solução nutritiva padrão (100% da concentração de macronutrientes). Para tanto, as plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule (incluindo cachos florais) e frutos, sendo estes colhidos durante o processo produtivo e as folhas provenientes da desfolha antecipada incluídas na soma total de cada órgão. A matéria seca total da parte aérea da planta correspondeu à soma das folhas, caules e frutos, e a matéria seca vegetativa à soma das folhas e caules. Estas frações foram pesadas para obtenção do peso fresco e secas em estufa com ventilação forçada a 65°C até peso constante, para obtenção do peso seco. Determinou-se a área foliar acumulada através de equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). As posteriores análises de crescimento foram realizadas da mesma forma, aos 30, 51, 87 DAT. No que tange ao manejo da cultura, realizou-se semanalmente desbrotas (eliminação dos brotos-ladrões da parte vegetativa do prolongamento dos cachos florais) e desfolha (folhas doentes, senescentes ou aquelas situadas abaixo do cacho colhido). Quanto às observações referentes à fenologia da planta, três vezes por semana, observou-se a aparição dos cachos florais, o número de flores por cacho, as características dos cachos (simples ou ramificado) e a altura de inserção do primeiro cacho. A colheita foi realizada sempre que frutos maduros foram observados, totalizando um número de 10 colheitas, sendo a primeira realizada aos 45 DAT e a última aos 88 DAT. Quanto ao monitoramento e controle de doenças e pragas, durante o experimento, realizou-se a aplicação de leite de vaca cru para o controle do oídio, na concentração de 10%, sendo aplicado uma vez por semana no final da tarde após o surgimento do sintoma da doença (crescimento branco pulverulento, ocupando pequenas áreas do tecido foliar). Como prevenção ao

ataque de insetos, aplicou-se extrato de fumo desde a fase de produção de mudas até a fase de produção final. Outro cuidado realizado durante o monitoramento foi a catação manual de lagartas presentes nas plantas e o esmagamento de seus ovos.

Os trabalhos terminaram aos 88 DAT por ocasião da análise de biomassa final.

ARTIGO 1

Caracterização fenológica e dinâmica do crescimento do tomateiro cereja em sistema hidropônico.

Caracterização fenológica e dinâmica do crescimento do tomateiro cereja em sistema hidropônico.

Marcelo de Queiroz Rocha¹; Roberta Marins Nogueira Peil².

¹Engenheiro Agrônomo, Aluno de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: mgrocha@yahoo.com.br;

²Engenheiro Agrônomo, Dr^a., Professor Adjunto, Dept. de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Cx. P. 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br.

RESUMO

Um experimento foi realizado com o objetivo de gerar conhecimento sobre a dinâmica de crescimento da cultura do tomateiro cereja vermelho cultivado em sistema hidropônico durante o ciclo de verão-outono de 2008, caracterizando morfo e fenologicamente a cultura, quantificando a produção e partição de matéria seca e os índices de crescimento. Simultaneamente, realizou-se um segundo experimento a fim de verificar o efeito da demanda de drenos sobre o comportamento dos órgãos vegetativos aéreos das plantas. No primeiro experimento, cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, sendo a produção de matéria seca quantificada aos 0, 15, 30, 50 e 88 dias após o transplante. Em cada amostragem, foram determinados os valores acumulados da área foliar e da matéria seca das folhas, do caule, dos cachos florais e dos frutos. No segundo experimento, dois tratamentos foram estabelecidos: baixa demanda de drenos (ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências) e alta demanda de drenos (através da permanência das inflorescências e permitindo a frutificação na planta). O ciclo total da cultura, desde a semeadura até a colheita, abrangeu um período de 123 dias, dos quais a fase vegetativa representou 38 dias. O número de flores formadas por cacho floral, independentemente da posição da inflorescência na haste principal, foi estatisticamente igual à média observada de 19 flores e o período necessário para a emissão de inflorescências respondeu à variação da temperatura média. Ao longo do ciclo de cultivo, houve contínuo acúmulo de matéria seca nos frutos e na fração vegetativa e, conseqüentemente, no total da parte aérea das

plantas, atingindo $245,0 \text{ g planta}^{-1}$, distribuídas nas seguintes proporções: 38% nas folhas, 36% no caule e 26% nos frutos. As médias finais de produção de matéria seca acumulada nos frutos e na fração vegetativa foram de $64,3$ e $180,7 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. A área foliar das plantas também apresentou contínuo aumento, atingindo uma média de 4.166 cm^2 ao final do ciclo de cultivo, correspondendo a um índice de área foliar de 1,40. As taxas de crescimento dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e do cultivo, alcançaram um valor de 0,7; 2,0 e $2,8 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, ao final do ciclo de cultivo. Já, a taxa de crescimento relativo alcançou o valor máximo no estágio inicial de cultivo ($1,466 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), decrescendo significativamente logo após este período e alcançando o valor de $0,017 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no final do experimento. A ausência de frutos nas plantas não afetou significativamente a matéria seca aérea total da planta. Quanto à dinâmica do crescimento da cultura, pode-se concluir que: as folhas são os principais drenos de fotoassimilados, seguidas pelo caule e, por último, pelos frutos; os frutos competem mais fortemente com as folhas do que com o caule pelos assimilados, indicando que caule e folhas não se caracterizam como um compartimento único de estocagem de fotoassimilados; ao ser submetida a uma menor demanda de drenos (pela ausência de frutos), a planta aumenta a quantidade de fotoassimilados acumulados nas folhas e não reduz a produção total de matéria seca vegetativa aérea.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, análise de crescimento, produção de matéria seca, índices de crescimento, demanda de drenos.

ABSTRACT

Fenological characterization and dynamic of the growth of cherry tomato crop in hydroponic system.

A trial was carried out with the aim of generating knowledge about the growth dynamic of the red cherry tomato crop grown in hydroponic system during the summer-autumn crop season in 2008, morpho and phenology characterizing the crop and quantifying crop dry matter production and partitioning and crop growth rates. Simultaneously, a second trial was conducted to verify the sink demand effect on the behavior of the vegetative above-ground plant parts. At the first trial, each treatment corresponded a sampling date and dry matter production was evaluated at 0, 15, 30, 50 and 88 days after setting. In each sampling date the accumulated leaf area and

the dry matter of leaves, stem, floral cluster and fruit were evaluated. At the second experiment, two treatments were established: low sink demand (no fruit on the plant by removing all inflorescences) and high sink demand (by maintaining inflorescences and allowing the fruit taking). The total crop cycle, from sowing to harvest covered a period of 123 days, from which the vegetative stage comprised 38 days. In relation to the number of flowers formed per floral cluster, the number was statistically equal to the observed average of 19 flowers and it was not related to the floral cluster position. The cluster emission periods depended on the mean temperature variation. Over the course of the crop-season, there was a continuous accumulation of dry matter in the fruits and in the vegetative fraction and, hence, in the total above-ground plant parts, reaching 245,0 g plant⁻¹, distributed as follow: 38% to the leaves, 28 % to the stem, 8% to the floral clusters and 26% to the fruits. At the end of the cycle, averages of dry matter accumulated in the fruits and in the vegetative fraction were 64,3 and 180,7 g plant⁻¹, respectively. The leaf area of plants also showed continuous increase, reaching an average of 4,166 cm² at the end of the crop cycle, corresponding to a leaf area index of 1,40. The growth rates of fruits, vegetative above-ground plant parts and crop reached a value of 0,7; 2,0 and 2,8 g plant⁻¹ day⁻¹, respectively, at the end of the crop cycle. On the other hand, the relative growth rate reached the maximum value at the early stage of crop (1,466 g g⁻¹ day⁻¹) decreasing significantly after this period, reaching a value of 0,017 g g⁻¹ day⁻¹ at the end of the experiment. The absence of fruit on the plants not significantly affected the total above-ground plant parts dry matter production. Concerning the growth dynamic of the crop, it can be concluded that: leaves are the main sink of photoassimilates, followed by stem and, finally, by fruits; fruits compete more strongly with the leaves than with the stem by assimilates, indicating that stem and leaves are not characterized as a single compartment for storage of photoassimilates; under a lower sink demand (by absence of fruits), plant increases the amount of photoassimilates accumulated in the leaves and not reduces the dry matter vegetative above-ground plant parts total production.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, growth analysis, dry matter production, growth rates, sink demand.

INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças de frutos em sistema hidropônico representa uma nova etapa na evolução da hidroponia no Brasil. A princípio, somente hortaliças de folhas vinham sendo cultivadas nesse sistema. Atualmente, devido às demandas do mercado consumidor, os produtores buscam diversificar a produção (Fernandes *et al.*, 2002). No Brasil, o cultivo hidropônico de frutos tem apresentado produtividade superior à atingida em cultivos tradicionais. Entre as hortaliças de frutos, o tomate é a que mais desperta o interesse dos hidroponicultores, principalmente pelos preços competitivos e por sua aceitação no mercado. Os híbridos do tipo caqui, cereja e longa-vida são os de maior destaque (Moraes & Furlani, 1999).

Embora tenha crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico, essa técnica ainda requer aprimoramento para determinadas culturas e condições de cultivo, fazendo-se necessários maiores estudos enfocando aspectos relacionados ao crescimento e à fenologia das plantas.

A produção de uma cultura é o resultado de um sistema complexo de processos interativos, com respostas a curto e a longo prazo. As respostas que se manifestam a curto prazo (minutos, horas) são resultantes dos processos de transpiração e de fotossíntese, os quais determinam o estado hídrico e de carboidratos das plantas, determinantes para o processo de crescimento dos tecidos vegetais. Quanto as respostas a longo prazo (que se manifestam após um período de um ou vários dias), o processo produtivo pode ser caracterizado pela emissão de órgãos, produção e distribuição de matéria seca (crescimento).

O conhecimento sobre o crescimento e a fenologia das espécies cultivadas permite planejar métodos racionais de cultivo, contribuindo na expressão do potencial de espécies vegetais (Fayad *et al.*, 2001). A partir dos dados de crescimento, pode-se ampliar os conhecimentos a respeito da biologia da planta (Taiz & Zaiger, 1998). A análise de crescimento, segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada por meio de índices fisiológicos e bioquímicos. É um método a ser utilizado na investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência das práticas agronômicas sobre o crescimento.

O rendimento de uma cultura é determinado pela capacidade de acumular biomassa (matérias fresca e seca) nos órgãos que são destinados para a colheita. Assim, a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos da planta tem papel fundamental na produção de uma cultura (Peil & Gálvez, 2005). O padrão de distribuição dos fotoassimilados entre os órgãos da planta do tomateiro, que é utilizado nos estudos em fisiologia, considera os assimilados produzidos pelos órgãos fontes, representados principalmente pelas folhas, sendo exportados para órgãos drenos como raízes, meristemas e frutos. Uma planta é descrita como um conjunto de órgãos drenos, regidos por relações competitivas entre as fontes e os drenos e também entre os diferentes drenos da planta (De Konning, 1994; Marcelis, 1996). Nas cultivares de tomate com frutos do tipo salada, estes, normalmente, são os principais órgãos dreno e competem fortemente entre eles e com os órgãos vegetativos pelos assimilados disponíveis (Heuvelink, 1996, 1997).

A repartição da matéria seca entre os órgãos da planta do tomateiro tem sido considerada como dependente das relações entre as fontes e os drenos de fotoassimilados (Warren-Wilson, 1972; De Konning, 1994). A alocação dos assimilados das fontes para os drenos depende, principalmente, do número de frutos existentes sobre a planta ou da demanda por fotoassimilados (Heuvelink, 1996).

A variação da demanda de drenos, através da variação do número de frutos na planta, pode alterar o padrão de crescimento dos órgãos vegetativos aéreos das plantas. Normalmente, as plantas de hortaliças de fruto se adaptam à menor competição por assimilados, determinada por uma menor demanda de drenos (menor número de frutos na planta), aumentando o conteúdo de matéria seca dos órgãos vegetativos, o que vem acompanhado por uma elevação do peso foliar específico, como observado anteriormente para a cultura do tomateiro do tipo salada (Starck *et al.*, 1979; Starck, 1983).

Vários trabalhos já foram realizados buscando caracterizar o crescimento do pepineiro (Marcelis, 1994a; Lorenzo, 1996; Peil, 2000), da abobrinha italiana (Strassburger, 2007), do pimentão (Fontes *et al.*, 2005), da berinjela (Souza *et al.*, 2005), do meloeiro (Andriolo *et al.*, 2005; Duarte, 2006) e do tomateiro do tipo salada (Heuvelink, 1996, 1997; Andriolo *et al.*, 2000; Fayad *et al.*, 2001; Rattin *et al.*, 2003; Genúncio *et al.*, 2006), entretanto, são escassos os trabalhos sobre a dinâmica do

crescimento do tomateiro tipo cereja, principalmente em se tratando de cultivo hidropônico.

O emprego de um novo sistema de produção demanda conhecer o comportamento das culturas e definir o manejo mais adequado. É necessário, portanto, conhecer as relações que regem o funcionamento da planta e, em seguida, compreender a forma segundo a qual todas essas relações se encadeiam entre si para resultar no rendimento final.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar morfo e fenologicamente a cultura do tomateiro cereja vermelho, estudar a sua dinâmica de crescimento, bem como observar o efeito da variação da demanda de drenos sob o comportamento dos órgãos vegetativos aéreos das plantas cultivadas em sistema hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 28 de janeiro a 30 de maio de 2008, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia (DFt) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS.

O ensaio foi conduzido em uma estufa modelo “Arco Pampeana”, com estrutura metálica, compreendendo uma área de 210 m² (10 x 21 m) com 4,5 m de altura máxima e 3,5 m de pé direito, disposta no sentido Norte-Sul. Apresenta cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura). O solo apresenta-se nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150 µm de espessura, com a face branca exposta.

A solução nutritiva empregada foi a recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” (Peil *et al.*, 1994), com a seguinte composição expressa em mmol litro⁻¹: 16,0 de NO₃⁻; 1,3 de H₂PO₄⁻; 2,0 de SO₄⁻²; 1,3 de NH₄⁺; 8,0 de K⁺; 4,0 de Ca⁺²; 2,0 de Mg⁺²; e, em mg litro⁻¹, 3,0 de Fe; 0,5 de Mn; 0,05 de Zn; 0,15 de B; 0,02 de Cu e 0,01 de Mo. Para o preparo da solução nutritiva, utilizou-se água da chuva (CE = 0,0 dS m⁻¹) previamente recolhida em um tanque de armazenamento de 5000 litros.

Após o preparo, a condutividade elétrica da solução foi medida com eletrocondutivímetro digital, marca *Instrutherm* CD-840, obtendo-se o valor de 2,3 dS m⁻¹.

Foram utilizadas sementes de tomateiro variedade Cereja Vermelho, linha *Blue Line* da *Topseed Garden*[®]. No dia 28/01/2008, realizou-se a semeadura em bandejas plásticas, preenchidas com substrato de vermiculita expandida, em linhas espaçadas a 10 cm, sendo as sementes cobertas por uma pequena camada do substrato. Quando as plantas se apresentaram na fase de emissão da terceira folha definitiva, o que ocorreu aos 16 dias da semeadura, foram repicadas individualmente para cubos de espuma fenólica de 2,5 x 2,5 x 3 cm, dispostos em sistema flutuante para fertirrigação. Na fase de produção de mudas, utilizou-se a mesma solução nutritiva recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” na concentração de 50%, mantendo-se uma lâmina de solução de aproximadamente 1,0 cm de altura. O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam em torno de 7 folhas definitivas, em 03/03/2008.

A técnica de cultivo hidropônico utilizada foi a NFT (técnica da lâmina de nutrientes, Cooper, 1973). O sistema foi constituído por 6 canais de madeira (7,5 m de comprimento e 0,35 m de largura), dispostos em 3 linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m.

Os canais foram apoiados sobre cavaletes galvanizados de 0,5 m de altura máxima, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 2% para o escoamento da solução nutritiva até o reservatório de fibra de vidro com capacidade de 500 litros. Internamente, os canais de madeira foram revestidos com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de plástico, minimizando o aquecimento da solução nutritiva, evitando a proliferação de algas e conduzindo o lixiviado da solução nutritiva até o reservatório.

Um conjunto moto-bomba de ¼ HP, fixado no tanque, impulsionava a solução para a extremidade de maior cota dos canais através de um cano de PVC de 25 mm, na vazão de 4 L min⁻¹. A partir desse ponto, devido à declividade, a solução nutritiva percorria a base dos canais de cultivo, formando uma lâmina fina, e, após passar pelas raízes, retornava para o reservatório, formando um sistema fechado.

O volume inicial de solução preparada foi de 400 litros. O fornecimento da solução nutritiva foi realizado de forma intermitente, com 15 min de fornecimento e 30 min de intervalo entre 8:00 e 10:00 h e entre 16:30 e 19:00 h. No horário de 10:00

a 16:30 h, o tempo de fornecimento foi estendido para 30 min. Durante à noite, realizava-se apenas uma irrigação de 15 min, à 1:00 h.

A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (empregando-se um eletrocondutivímetro digital) e de valor de pH (empregando-se um pHmetro digital), sendo este mantido entre 5,8 e 6,3, através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N) ou hidróxido de sódio (NaOH 1N).

A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de soluções estoques concentradas ou de água da chuva estocada, quando o valor da condutividade elétrica sofreu, respectivamente, uma diminuição ou um aumento, da ordem de 10%, de maneira similar à empregada anteriormente por Duarte *et al.* (2008a), Montezano (2003, 2007) e Strassburger (2007), ou quando a altura da lâmina da solução nutritiva apresentava-se em torno de 0,2 m, mantendo-se, assim, o perfeito funcionamento das bombas.

As plantas foram dispostas nos canais de cultivo, de maneira que a distância entre elas, dentro da linha de cultivo, fosse de 0,35 m, o que resultou em uma densidade de 3,36 plantas m^{-2} , totalizando 21 plantas por canal de cultivo ou 42 plantas por linha dupla de cultivo.

A condução das plantas foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente e poda apical da haste principal duas folhas após a emissão da 10^a inflorescência. O tutoramento foi feito através de uma fita de ráfia presa em linha de arame disposta cerca de 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. Os demais tratos culturais e fitossanitários foram efetuados na medida em que se fizeram necessários.

Foram registradas as datas de aparecimento e duração das diversas fases fenológicas em 20 plantas, escolhidas aleatoriamente, de acordo com os seguintes critérios: a) crescimento vegetativo: da sementeira até o aparecimento do primeiro cacho floral em 51% das plantas; b) florescimento e início da frutificação: desde a data em que 52% das plantas apresentaram o primeiro cacho floral até a data em que 51% das plantas apresentaram o primeiro fruto; c) plena frutificação: correspondeu ao período em que 52% das plantas apresentaram o primeiro fruto até a data em que 51% das plantas apresentaram frutos em ponto de colheita; d) colheita: correspondeu ao período em que 52% das plantas apresentaram frutos em ponto de colheita até o final do ciclo. Durante o ciclo da cultura, foram observados os

descritores fenológicos e botânicos: altura de inserção do primeiro cacho floral; número de flores por cacho floral; características do cacho floral; data de aparição dos cachos florais; e número de folhas na haste principal.

O experimento constou de quatro tratamentos, em delineamento experimental completamente casualizado, correspondentes a uma época de amostragem, sendo a produção de matéria seca quantificada na data do transplante (mudas) e aos 15, 30, 50 e 88 dias após o transplante (DAT). As épocas das avaliações de crescimento corresponderam a diferentes estádios fenológicos da cultura, a saber: crescimento vegetativo, florescimento pleno, frutificação plena e por ocasião do término do ciclo de cultivo. Nas avaliações destrutivas do crescimento das plantas foram utilizadas 10 repetições para as mudas e 5 repetições nas datas posteriores, sendo cada planta considerada uma repetição, em delineamento inteiramente casualizado.

O crescimento das plantas foi determinado através da quantificação da produção da matéria seca aérea das plantas, incluindo os frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas. As plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule (incluindo cachos florais) e frutos. Estas frações foram pesadas para a obtenção da matéria fresca e, posteriormente, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, para a obtenção da matéria seca. A matéria seca aérea total da planta correspondeu à soma das folhas, caules e frutos, e a matéria seca vegetativa à soma das folhas e caules. Determinou-se, também, a área foliar acumulada através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100).

Com base nesses dados, se estabeleceu a produção e a partição de matéria seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta e foram calculadas as variáveis: área e peso foliar específicos, razão de área foliar, taxa de crescimento absoluto da fração vegetativa, dos frutos e da cultura e a taxa de crescimento relativo.

Um experimento adicional foi realizado conjuntamente com este, a fim de verificar o efeito da baixa demanda de drenos sobre o crescimento vegetativo. Dois tratamentos foram estabelecidos: baixa demanda de drenos (ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências) e alta demanda de drenos (através da permanência das inflorescências e permitindo-se a frutificação na planta). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 5 repetições. Cada parcela foi constituída por uma planta.

Para todas as avaliações realizadas, as plantas foram escolhidas aleatoriamente evitando-se as plantas da bordadura.

A radiação solar global no exterior da estufa foi obtida a partir dos dados registrados pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 500 m do local do experimento, somando o valor de 1.175,4 MJ m⁻² desde o transplante até a última colheita (média de 13,25 MJ m⁻² dia⁻¹). Diariamente foi registrada a temperatura em termohigrógrafo, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m de altura do solo, sendo observada a média de 21°C desde o transplante até a última colheita.

Os resultados das variáveis matéria seca dos órgãos vegetativos, dos frutos e do total da planta foram submetidos à decomposição em componentes polinomiais e as médias das demais variáveis comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No segundo experimento, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização fenológica e botânica

Na tabela 1, observam-se os períodos e a duração das diferentes fases fenológicas da cultura durante o experimento. O ciclo total, desde a semeadura até a colheita, abrangeu um período de 123 dias, dos quais a fase vegetativa representou os 38 primeiros dias. A fase de produção de mudas (da semeadura até o transplante) abrangeu 34 dias (de 28/01 a 03/03/08). Considerando o período desde o transplante até a colheita final (de 03/03 a 30/05/08), o ciclo de cultivo foi de 89 dias e a fase vegetativa, após o transplante, correspondeu a apenas quatro dias, quando observou-se o aparecimento do primeiro cacho floral. Esta curta fase exclusivamente vegetativa é consequência da soma térmica e pode se estender até 30 ou mais dias, dependendo da região e da época.

A partir de então, a taxa de emissão de inflorescências foi de 0,2777 inflorescências dia⁻¹ (ou seja, uma inflorescência a cada 3,6 dias) até o 39º dia após o transplante (Figura 1a) sendo estabelecido, então, o final da emissão de novas inflorescências através da capação da haste principal duas folhas acima da 10ª

inflorescência. Segundo De Konning (1994), a velocidade de emissão de inflorescências é uma característica genética, porém, altamente afetada pelas condições de temperatura do ciclo de cultivo, apresentando uma resposta linear até um determinado limite de temperatura. Pôde-se observar que houve um aumento no período para a emissão da 4ª (7 dias) e da 9ª (5 dias) inflorescências, que surgiram após uma sequência de dias com temperaturas médias mais baixas (Figura 1b).

As mudas avaliadas no dia do transplante apresentavam, em média, 7 folhas e 32,3 cm de altura. Ao final do ciclo de cultivo, as plantas apresentavam altura superior a 2,0 m e média de 41 folhas e 10 inflorescências na haste principal, correspondendo a aproximadamente 4,1 folhas por inflorescência e 137,8 folhas m⁻².

Em relação ao número de flores formadas por cacho floral não foi observada diferença significativa entre os cachos. Independentemente da posição da inflorescência na planta, o número de flores por cacho floral foi estatisticamente igual à média observada de 19 flores. A altura de inserção do primeiro cacho floral foi verificada logo acima da nona folha definitiva. As inflorescências se apresentaram com maior frequência na forma do tipo simples.

Produção e partição de matéria seca

As mudas, no dia do transplante, apresentaram médias de matéria seca do caule, da folha e área foliar de 0,35 g, 0,68 g e 370,82 cm², respectivamente. Ao longo do ciclo de cultivo, frutos, fração vegetativa e parte aérea total da planta mostraram evolução crescente de matéria seca (Figura 2a,b,c), ajustando-se a modelos cúbicos ($y = ax^3 + bx^2 + cx + d$).

Na representação esquemática da evolução da matéria seca aérea total acumulada nas plantas (Figura 2c) observa-se o mesmo padrão de crescimento sigmoidal proposto por Challa *et al.* (1995): aproximadamente exponencial no estágio inicial (plantas jovens); seguido por um padrão de crescimento aproximadamente linear; e mostrando uma diminuição da intensidade de crescimento, ao final do ciclo de cultivo.

Ao final do cultivo, a matéria seca total acumulada nas plantas foi de 245,0 g planta⁻¹, distribuídas nas seguintes proporções: 38% nas folhas, 36% no caule (incluindo os cachos, que corresponderam a 8% do total) e 26% nos frutos. As médias finais de produção de matéria seca acumulada nos frutos e na fração vegetativa foram de 64,3 e 180,7 g planta⁻¹, respectivamente.

Assim, a distribuição da matéria seca revelou que o principal órgão armazenador de matéria seca na cultura do tomateiro cereja foi a folha, uma vez que estas representaram 38% da matéria seca aérea total. Portanto, as folhas, além de fontes principais, se caracterizaram, também, como os principais drenos de fotoassimilados no tomateiro cereja cultivado no ciclo de verão-outono.

Desta forma, os frutos não foram os maiores drenos de fotoassimilados. Inicialmente, o total de matéria seca aérea das plantas era representado, basicamente, pelos órgãos vegetativos, entretanto, com o decorrer do ciclo, a contribuição proporcional dos frutos aumentou gradativamente até aos 50 DAT, atingindo, aos 88 DAT, um valor de índice de colheita de 26% (Tabela 2). Este valor se encontra abaixo daqueles citados por Andriolo & Falcão (2000) para tomate salada cultivado na região Sul do Brasil, situados entre 40 e 50%. Difere, também, dos obtidos por Tanaka *et al.* (1974), Peluzio *et al.* (1999), Fayad *et al.* (2001) e Flores (2007) que ao caracterizarem o crescimento e a produção de tomateiro do tipo salada verificaram que os frutos são drenos metabólicos fortes, representando os principais drenos das plantas. Outros autores também relatam que em hortaliças de frutos de maior tamanho, esses são os maiores drenos de fotoassimilados (Marcelis, 1993; Peil & Gálvez, 2002; Duarte, 2006; Duarte *et al.*, 2008b; Queiroga *et al.*, 2008).

Entre os fatores que afetam a potência de dreno dos frutos e a alocação de matéria seca para estes, destacam-se o número e o peso total de frutos que crescem na planta (Heuvelink, 1997; Marcelis, 1996; Peil & Gálvez, 2002). Devido ao seu reduzido tamanho, o potencial individual de dreno do tomate cereja é menor que o de outras hortaliças de frutos de maior tamanho, como é o caso do tomate salada.

No início do ciclo, as plantas jovens apresentaram uma relação de peso seco do caule e da folha para a composição da fração vegetativa da ordem de 29/71 (Tabela 2). Com o decorrer do período experimental, ocorreu um incremento da participação proporcional do caule para a composição do total da fração vegetativa, chegando a atingir, praticamente, uma relação de equilíbrio, na ordem de 49/51. Em pesquisas de outros autores, durante o mesmo período experimental (ciclo de verão-outono), o incremento da participação proporcional do caule para a constituição do total da fração vegetativa não foi constatado para as culturas da abobrinha italiana (Strassburger, 2007) e do pepineiro (Peil, 2000), mantendo-se estável com o transcorrer do experimento.

O aumento gradativo da fração da matéria seca destinada ao caule (Tabela 2) indica que este comportou-se preponderantemente como dreno, concordando com os resultados obtidos por Fayad *et al.* (2001) e diferindo dos obtidos por Gargantini & Blanco (1963) que observaram translocação de assimilados do caule para os frutos, ao final do ciclo da planta. Possivelmente, a ausência de translocação de assimilados do caule para outros órgãos da planta seja devida à manutenção de uma grande área foliar em relação à demanda de fotoassimilados até o final do ciclo, suprimindo as necessidades de fotoassimilados dos drenos remanescentes.

A área foliar das plantas (Tabela 2) também apresentou contínuo aumento, atingindo uma média de 4.166 cm² ao final do ciclo de cultivo, correspondendo a um índice de área foliar (IAF) de 1,4, o qual é similar ao valor de 1,6, observado por Pivetta *et al.* (2007) para tomateiro cereja em densidade de plantio semelhante à empregada neste trabalho e nas condições do Rio Grande do Sul. Este valor encontra-se um pouco abaixo do valor de 1,8, também observado por Pivetta *et al.* (2007), e bastante abaixo do valor de 4,5 encontrado por Sandri *et al.* (2003) para tomateiros do grupo salada. Deve-se considerar que a morfologia das folhas das variedades de tomateiro cereja apresentam folíolos, de maneira geral, de tamanho reduzido em relação às folhas de cultivares de tomateiro salada.

Índices de crescimento do cultivo

As taxas de crescimento dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e do cultivo alcançaram um valor de 0,7; 2,0 e 2,8 g planta⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, ao final do ciclo de cultivo (Figura 3).

Durante o ciclo de cultivo, a evolução das taxas de crescimento dos frutos, dos órgãos vegetativos aéreos e da cultura (parte aérea total da planta), apresentou uma tendência semelhante (Figura 3), incrementando-se com o decorrer do cultivo. Entretanto, aos 88 DAT, houve uma pequena redução da taxa de crescimento da fração vegetativa, o que, também, reduziu a taxa de crescimento da cultura. Possivelmente, o crescimento dessa fração foi reduzido em favor do crescimento dos frutos, uma vez que nesse período houve um aumento mais expressivo da matéria seca dos frutos (Figura 2a) e da participação proporcional desses para a constituição do total da planta (Tabela 2). Outro fator que, possivelmente, pôde influenciar essa redução no crescimento da fração vegetativa, está relacionado com a progressiva redução da radiação solar global, característica do ciclo de cultivo de

verão-outono, reduzindo o crescimento vegetativo para a manutenção do crescimento generativo.

De acordo com Peil (2000), existe uma tendência comportamento inverso entre a taxa de crescimento dos frutos e da fração vegetativa, ou seja, quando a taxa de crescimento dos frutos é elevada, a taxa de crescimento da fração vegetativa tende a reduzir-se. Entretanto, para a cultura do tomate cereja essa dinâmica foi pouco perceptível em virtude da relativamente baixa potência de dreno dos frutos observada, exercendo estes pouca influência sobre o crescimento vegetativo (produção de matéria seca vegetativa; como relatado à continuação, no item referente ao efeito da demanda de drenos sobre o crescimento vegetativo).

Já, a taxa de crescimento relativo (TCR, Tabela 2) alcançou o valor máximo no estágio inicial de cultivo: $1,466 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Após este período, a TCR decresceu e alcançou o valor de $0,017 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no final do experimento. Decréscimos nos valores da taxa de crescimento relativo são comuns para a maioria das espécies e já foram descritos para a cultura do pepineiro (Peil, 2000), para o pimentão (Fontes *et al.*, 2005), para o meloeiro (Medeiros *et al.*, 2006), para a abobrinha italiana (Strassburger, 2007) e para o tomateiro salada (Fayad *et al.*, 2001), estando relacionados a um padrão característico, já que as plantas jovens crescem muito em relação ao seu peso (Peil, 2000).

A razão de área foliar e a área foliar específica (Tabela 2) apresentaram uma dinâmica similar, decrescendo até aos 50 DAT, conforme descrito anteriormente por Nieuwhof *et al.* (1991). A razão de área foliar permite detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca total da parte aérea. É a área foliar que está sendo utilizada para produzir uma grama de matéria seca (Benincasa, 1988). A queda da razão de área foliar e da área foliar específica ontogenicamente indica que, progressivamente, a quantidade de assimilados destinados às folhas é diminuída (Scott & Batchellor, 1989). Nesse sentido, observa-se que a eficiência fotossintética das folhas elevou-se com o decorrer do experimento. De acordo com Ho (1984), inicialmente, as folhas novas se comportam mais como drenos de fotoassimilados do que como fontes, até que alcancem em torno de 30% do seu tamanho final, quando, gradualmente, passam a exportar carbono a outras partes da planta, o que justifica um aumento da eficiência fotossintética com o aumento da idade da planta (isto é, com o surgimento dos frutos e o aumento do crescimento proporcional do caule, Tabela 2).

Efeito da demanda de drenos

A ausência de frutos nas plantas através da remoção de todas as inflorescências não afetou significativamente a matéria seca aérea total da planta (Tabela 3). Os órgãos vegetativos foram afetados de forma distinta, sendo que a matéria seca das folhas foi superior nas plantas submetidas à baixa demanda de drenos, enquanto que a matéria seca do caule não foi afetada pela remoção dos frutos (Tabela 3).

A ausência de frutos nas plantas aumentou o crescimento das folhas. No entanto, o crescimento do caule não sofreu influência estatisticamente significativa com a remoção dos frutos, enquanto que esta prática levou a um aumento de 36% na produção de matéria seca das folhas (Tabela 3). Portanto, a presença de frutos nas plantas reduziu o crescimento das folhas, sem afetar o crescimento do caule.

Os resultados de distribuição de matéria seca (relações de matéria seca, Tabela 4) confirmam a informação de que nas plantas em que se permitiu a frutificação, os frutos competiram mais fortemente com as folhas do que com o caule pelos assimilados. Portanto, diferentemente do observado anteriormente para tomateiros do grupo salada (Heuvelink & Marcelis, 1989; De Konning, 1994; Jones *et al.*, 1991; Andriolo *et al.*, 2000), neste experimento, para o tomateiro cereja, caule e folhas não se caracterizaram como um compartimento único de estocagem de fotoassimilados. Tal comportamento pode ter ocorrido porque poucos assimilados das folhas foram suficientes para satisfazer os frutos.

A possível existência de um compartimento de estocagem ("pool") temporário dos assimilados de carbono localizado na fração vegetativa da planta, para sua posterior utilização, foi sugerida por De Konning (1994) para o tomateiro salada. No caso do tomateiro cereja, os resultados indicam que entre os órgãos vegetativos, as folhas são proporcionalmente mais afetadas do que o caule pela maior demanda de drenos, pois houve uma maior redução proporcional da fração de matéria seca alocada nas folhas (que passou de 61% para 38% da matéria seca) em relação à redução observada na fração alocada para o caule nesta situação (que passou de 39% para 36%).

A ausência de frutos na planta causou a modificação da relação de distribuição de matéria seca entre caule e folha e a fração vegetativa (dada pela relação folha/vegetativo e caule/vegetativo, Tabela 4), indicando que as folhas apresentam maior capacidade de armazenamento de fotoassimilados que o caule.

Resultados distintos desta modificação foram observados para o pepineiro (Marcelis, 1994b; Peil & Gálvez, 2002), para o meloeiro (Duarte, 2006) e para o tomateiro salada (Heuvelink, 1995).

A ausência de frutos na planta elevou o peso foliar específico e o teor de matéria seca das folhas (Tabela 4), ou seja, ocorreu um maior acúmulo de fotoassimilados nas folhas de plantas sem frutos em comparação com aquelas com frutos. A elevação do peso foliar específico se deve principalmente pela maior produção de matéria seca das folhas dessas plantas (Tabela 3), uma vez que a área foliar não foi afetada significativamente (Tabela 4). Desta forma, plantas de tomateiro cereja quando submetidas a uma maior relação fonte-dreno geram como resposta uma elevação do acúmulo de fotoassimilados nas folhas, não ocorrendo a redução da fotossíntese, o que ficou evidenciado pela ausência de diferença significativa entre a produção total de matéria seca em plantas submetidas à baixa e à alta demanda de drenos (Tabela 2). Caso ocorresse a redução da fotossíntese, induzida pela menor demanda de drenos, a produção de matéria seca total das plantas com baixa demanda de drenos deveria ser significativamente inferior em relação aquelas com alta demanda de drenos. Tal inferência difere do relatado por Nederhoff *et al.* (1992), em que plantas de tomateiro salada submetidas a uma baixa demanda de drenos (ausência de frutos) apresentaram redução da fotossíntese.

Entretanto, o teor de matéria seca do caule foi afetado de maneira inversa ao observado nas folhas, havendo uma diminuição do seu valor na ausência de frutos (Tabela 4).

Em relação à caracterização botânica e fenológica do tomateiro cereja no ciclo de cultivo de verão-outono, os resultados obtidos permitem concluir que: a fase vegetativa (da semeadura até o aparecimento do primeiro cacho floral em 51% das plantas) corresponde a 30,9% do ciclo e o número de flores emitidas independe da posição da inflorescência na haste principal. Enquanto à dinâmica do crescimento da cultura, pode-se concluir que: as folhas são os principais drenos de fotoassimilados, seguidas pelo caule e por último os frutos, uma vez que estes representam somente cerca de 26% do total da matéria seca aérea produzida pelas plantas; os frutos competem mais fortemente com as folhas do que com o caule na partição de assimilados; ao ser submetida a uma menor demanda de drenos (pela ausência de frutos), a planta acumula maior quantidade de fotoassimilados nas folhas e não reduz a produção total de matéria seca vegetativa aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO JL; FALCÃO LL. 2000. 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**, Santa Maria, v.8, 1: 75-83.

ANDRIOLO JL; LUDKE L; DUARTE TS; SKREBSKY EC. 2000. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. **Ciência Rural**, v.30, 2: 235-240.

ANDRIOLO JL; LUZ GL; BORTOLOTO OC; GODOI RS. 2005. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.35, 4: 781-787.

BENINCASA MMP. 1988. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 41 p.

CHALLA H; HEUVELINK E; VAN MEETEREN U. 1995. Crop growth and development. Long-term responses. Crop growth. In: BAKKER JC; BOT GPA; CHALLA H; VAN DE BRAAK NJ (Edits.). **Greenhouse climate control: an integrated approach**. Wageningen Pers; Wageningen, p.62-84.

COOPER AJ. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79: 1048-1052.

DE KONNING ANM. 1994. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. Wageningen, 240 p. (Dissertation – Wageningen Agricultural University).

DUARTE TS. 2006. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 85 p. (Tese de Doutorado).

DUARTE TS; PEIL RMN; BACCHIS S; STRASSBURGER AS. 2008a. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 346-351.

DUARTE TS; PEIL RMN; MONTEZANO E. 2008b. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. **Horticultura Brasileira**, 26: 342-347.

FAYAD JA; FONTES PCR; CARDOSO AA; FINGER LF; FERREIRA FA. 2001. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.19, 3: 232-237.

FERNANDES AA; MARTINEZ HEP; FONTES PCR. 2002. 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, 4: 564-570.

FLORES MEP. 2007. **Variabilidade genética de acessos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) com base na avaliação de fotossíntese, partição de fotoassimilados e produção.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 48 p. (Dissertação de Mestrado).

FONTES PCR; DIAS EN; SILVA DJH. 2005. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.23, 1: 94-99.

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

GENÚNCIO GC; MAJEROWICZ N; ZONTA E; SANTOS AM; GRACIA D; AHMED CRM; SILVA MG. 2006. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, 24: 175-179.

HEUVELINK E. 1995. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, 75: 381-389.

HEUVELINK E. 1996. **Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis.** Wageningen: Wageningen Agricultural University, 326 p. (Tese de Doutorado).

HEUVELINK E. 1997. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. **Scientia Horticulturae**, 69: 51-59.

HEUVELINK E; MARCELIS LFM. 1989. Dry matter distribution in tomato and cucumber. **Acta Horticulturae**, v. 260, p. 149-157.

HO LC. 1984. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v. 2, p. 51-59.

JONES JW; DAYAN E; ALLEN LH. 1991. A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO). **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.24, p. 663-672.

LORENZO P. 1996. **Intercepción de luz, bioproductividad e intercambio gaseoso durante la ontogenia de um cultivo invernal de *Cucumis sativus* L. en Almería.** Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, Espana. 255 p. (Monografia).

MAGALHÃES ACN. 1986. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI MG. **Fisiologia vegetal.** São Paulo: EDUSP, 1: 331-350.

MARCELIS LFM. 1993. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. **Scientia Horticulturae**, v.54, n. 2.

MARCELIS LFM. 1994a. **Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber.** Wageningen Agricultural University, 173 p. (Tese de Doutorado).

MARCELIS LFM. 1994b. Effect of fruit growth, temperature and irradiance on biomass allocation to the vegetative parts of cucumber. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.42, 2: 115-123.

MARCELIS LFM. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, p. 1281-1291.

MEDEIROS JF; SILVA MC de C; NETO FGC; ALMEIDA AHB; SOUZA JO; NEGREIROS MZ; SOARES SPF. 2006. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, 4: 792-797.

MONTEZANO EM. 2003. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 60 p. (Dissertação de Mestrado).

MONTEZANO EM. 2007. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 141 p. (Tese de Doutorado).

MORAES CAG; FURLANI PR. 1999. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, p. 105-113.

NEDERHOFF EM; RIJSDIJK AA; GRAAF R. 1992. Leaf conductance and rate of crop transpiration of greenhouse grown cucumber and tomato. **Journal of Horticultural Science**, v.68, 6: 925-937.

NIEUWHOF M; GARRETSSEN F; OEVEREN JC van. 1991. Growth analysis of tomato grow under low energy conditions. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v.39, p.191-196.

PEIL RMN. 2000. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. Almería. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica). Universidad de Almería, 210 p.

PEIL RMN; BOONYAPORN S; SAKUMA H. 1994. Effect of different media on the growth of tomato in soilless culture. **Report on Experiments in Vegetable Crops Production**, v.53, p. 61-65. Tsukuba International Agricultural Training Centre, Tsukuba, Japan.

PEIL RMN; GÁLVEZ JL. 2002. Effect of fruit removal on growth and biomass partitioning in cucumber. **Acta Horticulturae**, 588: 69-74.

PEIL RMN; GÁLVEZ JL. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **R. Bras. Agrociência**, v.11, 1: 05-11.

PELUZIO JM; CASALI VWD; LOPES NF; MIRANDA GU; SANTOS GR. 1999. Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. **Ciênc. Agrotec.**, v. 23, 3: 510-514.

PIVETTA CR; TAZZO IF; MAASS GF; STRECK NA; HELDWEIN AB. 2007. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, v.37, 5: 1274-1280.

QUEIROGA RCF; PUIATTI M; FONTES PCR; CECON PR. 2008. Partição de assimilados e índices fisiológicos de cultivares de melão do grupo *Cantalupensis* influenciados por número e posição de frutos na planta, em ambiente protegido. **Ceres**, 55(6): 596-604.

RATTIN JE; ANDRIOLO JL; WITTER M. 2003. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v.21, 1: 26-30.

SANDRI MA; ANDRIOLO JL; WITTER M; DAL ROSS T. 2003. Effect of shading on tomato plants grow under greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v.21, 4: 642-645.

SCOTT HD; BATCHELOR JT. 1989. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, v.71, 6: 776-782.

SOUZA VS; SOARES I; CRISÓSTOMO LA; SILVA LA; HERNANDEZ FFF. 2005. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, 2: 123-128.

STARCK Z. 1983. Photosynthesis and endogenous regulation of the source-sink relation in tomato plants. **Photosynthetica**, 17: 1-11.

STARCK Z; KOZINSKA M; SZANIAWSKI R. 1979. Photosynthesis in tomato plants with modified source-sink relationship. In: MARCELLE R; CLIJSTERS H; VAN POUCKE M (Edits.). **Photosynthesis and plant development**. Dr. W. Junk Publishers, La Haya. p. 233-241.

STRASSBURGER AS. 2007. **Cultivo da abobrinha italiana em substrato de casca de arroz em ambiente protegido com solução nutritiva recirculante**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 118 p. (Dissertação de Mestrado).

TAIZ L; ZEIGER E. 1998. **Plant Physiology**. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 792 p.

TANAKA A; FUJITA K; KIKUCH K. 1974. Nutriophysiological studies on the tomato plant. IV. Source-sink relationships and structure of the source-sink unit. **Soil Science Plantarum Nutrition**, v.20, 3: 305-315.

WARREN-WILSON J. 1972. Control of crop processes. In: REES AR; COCHSHULL KE; HAND DW. **Crop processes in controlled environment**. London: Academic Press, p. 7-30.

Tabela 1. Período e duração das diversas fases fenológicas da cultura do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico em ciclo de verão-outono. (Period and duration of the different phenological stages of cherry tomato crop grown in hydroponic system in the summer-autumn crop season). Pelotas, RS, 2008.

FASE FENOLÓGICA	ESTÁDIOS FENOLÓGICOS	PERÍODO	DURAÇÃO (dias)
VEGETATIVA	Crescimento vegetativo ¹	28/01/08 – 06/03/08	38
REPRODUTIVA	Florescimento e início da frutificação ²	07/03/08 – 19/03/08	13
	Plena frutificação ³	20/03/08 – 21/04/08	33
	Colheita ⁴	22/04/08 – 30/05/08	39
CICLO TOTAL⁵		28/01/08 – 30/05/08	123

¹da semeadura até o aparecimento do primeiro cacho floral em 51% das plantas;

²desde a data em que 52% das plantas apresentaram o primeiro cacho floral até a data em que 51% das plantas apresentaram frutos;

³corresponde ao período em que 52% das plantas apresentaram frutos até a data em que 51% das plantas apresentaram frutos em ponto de colheita;

⁴corresponde ao período em que 52% das plantas apresentaram frutos em ponto de colheita até o final da colheita;

⁵da semeadura até o final da colheita.

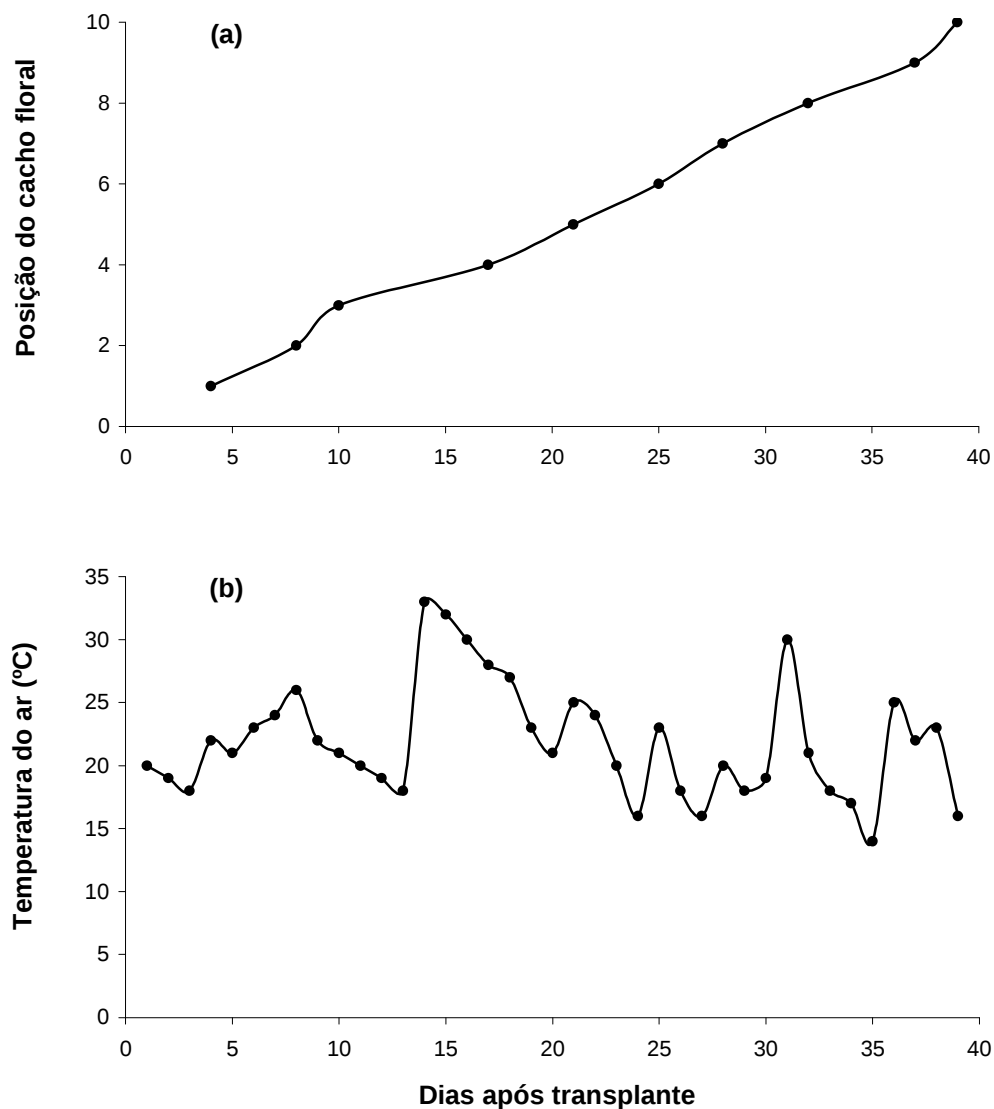


Figura 1. Evolução da aparição dos cachos florais ao longo do ciclo de cultivo do tomateiro cereja (a) cultivado em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono e médias das temperaturas no interior do ambiente protegido durante o período de emissão das inflorescências (b). (Time-course of floral clusters appearance of cherry tomato crop (a) grown in hydroponic system in the summer-autumn crop season and medium temperatures in protected environment during the inflorescences appearance period). Pelotas, RS, 2008.

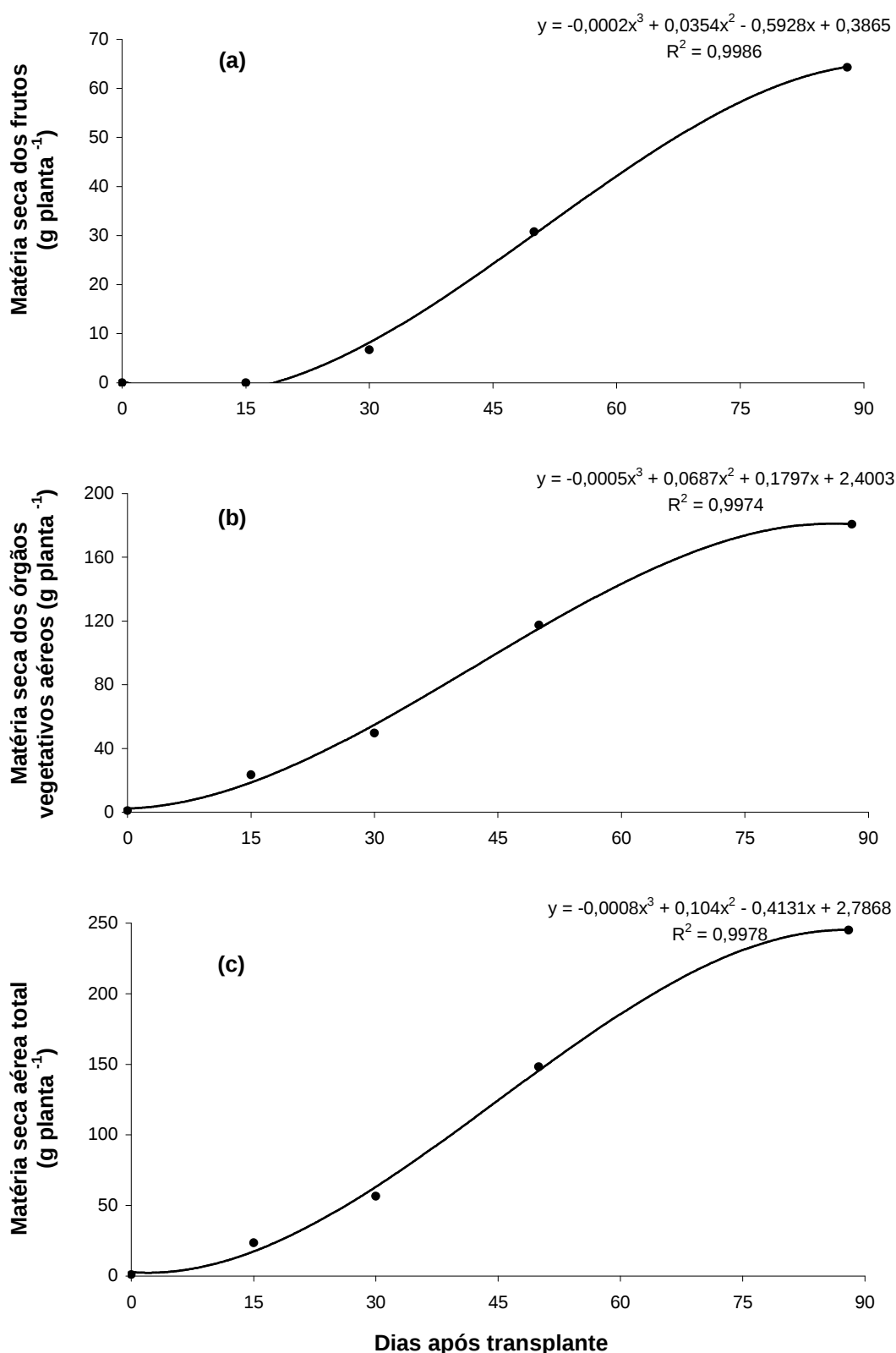


Figura 2. Evolução da produção de matéria seca dos frutos (a), dos órgãos vegetativos aéreos (b) e aérea total (c) do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico. (Time-course of fruits (a), vegetative above-ground plant parts (b) and above-ground total plant parts (c) dry matter production of cherry tomato plants grown in hydroponic system). Pelotas, RS, 2008.

Tabela 2. Distribuição proporcional da matéria seca entre os frutos e os órgãos vegetativos aéreos¹ e a planta, entre caule e folhas e a fração vegetativa, área foliar (AF), área foliar específica² (AFE), razão de área foliar³ (RAF) para o tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico em função da idade da planta no ciclo de verão-outono. (Dry matter partitioning between vegetative above-ground plant parts and fruits and the plant, between stem and leaf and vegetative fraction, leaf area (AF), specific leaf area (AFE), leaf area ratio (RAF) of cherry tomato plants grown in hydroponic system according to the age of the plant in the summer-autumn crop season). Pelotas, RS, 2008.

Dias após transplante	Relações de Matéria Seca				AF (cm ²)	AFE (cm ² g ⁻¹)	RAF (cm ² g ⁻¹)
	Fruto/ Planta	Vegetativo/ Planta	Caule/ Vegetativo	Folha/ Vegetativo			
15	0,00 c ⁴	1,00 a	0,29 d	0,71 a	1257,79 d	84,56 a	60,30 a
30	0,12 b	0,88 b	0,34 c	0,66 b	2212,39 c	58,91 b	34,36 b
50	0,21 a	0,79 c	0,38 b	0,62 c	3048,84 b	45,18 c	22,20 c
88	0,26 a	0,74 c	0,49 a	0,51 d	4165,74 a	44,97 c	16,62 c
CV (%)	34,96	5,97	10,11	6,03	27,02	21,73	23,90

¹ Órgãos vegetativos aéreos corresponde a soma das folhas (incluindo os pecíolos) e o caule;

² Área foliar específica corresponde à relação entre a área foliar e o peso seco das folhas;

³ Razão de área foliar corresponde à relação entre a área foliar e o peso seco total da parte aérea;

⁴ Médias seguidas pelas mesmas letras na posição vertical não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

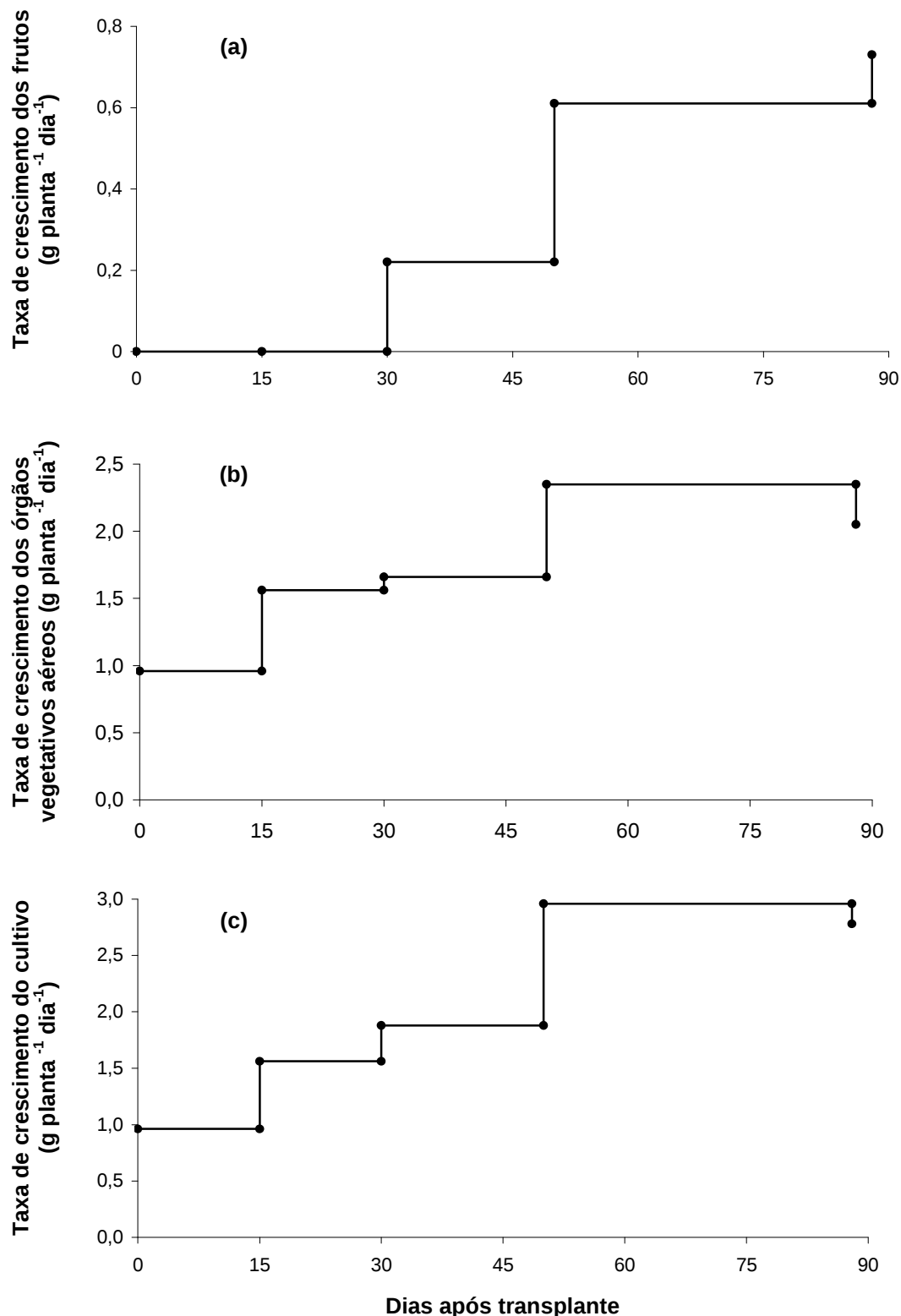


Figura 3. Taxa de crescimento dos frutos (a), dos órgãos vegetativos aéreos (b) e do cultivo (c) do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono. (Growth rates of fruits (a), vegetative above-ground plant parts (b) and crop (c) of cherry tomato grown in hydroponic system in the summer-autumn crop season). Pelotas, RS, 2008.

Tabela 3. Efeito da demanda de drenos do tomateiro cereja vermelho sobre a matéria seca total acumulada pela planta¹, pela fração vegetativa², pelas folhas, pelo caule e pelos frutos. (Effect of sink demand on the total dry matter accumulated by plant, by vegetative fraction, by leaves, by stem and by fruits of red cherry tomato crop). Pelotas, RS, 2008.

Demanda de drenos	Matéria Seca				
	Total (g planta ⁻¹)	Fração Vegetativa (g planta ⁻¹)	Folhas (g planta ⁻¹)	Caule (g planta ⁻¹)	Frutos (g planta ⁻¹)
Baixa demanda de drenos ³	205,4 a ⁵	205,4 a	126,7 a	78,7 a	0,0
Alta demanda de drenos ⁴	245,0 a	180,7 a	92,9 b	87,8 a	64,3
CV (%)	21,38	21,51	25,97	18,51	

¹ Matéria seca total da planta corresponde à parte aérea (folhas + caule + frutos);

² Matéria seca da fração vegetativa corresponde à soma folhas + caule;

³ Ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências;

⁴ Permanência das inflorescências, permitindo-se a frutificação na planta;

⁵ Médias seguidas pelas mesmas letras na posição vertical não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Efeito da demanda de drenos da cultura do tomate cereja sobre o peso foliar específico¹ (PFE), a área foliar (AF), as relações de distribuição proporcional da matéria seca produzida pelos diferentes órgãos da planta/total da planta², e pelas folhas e pelo caule/fração vegetativa³ e o teor de matéria seca das folhas e do caule. (Effect of sink demand of the cherry tomato crop on specific leaf weight (PFE), leaf area (AF), relationship of proportional distribution of dry matter produced by the various organs of the plant/total of plant, and by leaves and stem/fraction vegetative and dry matter contents of leaves and stem). Pelotas, RS, 2008.

Demanda de drenos	PFE (g cm ⁻²)	AF (cm ²)	Relações de Matéria Seca						Teor de Matéria Seca (%)	
			Fração Vegetativa / total	Folhas / total	Caule / total	Frutos / total	Folhas / Vegetativo (g g ⁻¹)	Caule / Vegetativo (g g ⁻¹)	Folhas	Caule
Baixa demanda de drenos ⁴	0,028 a ⁶	4588,73 a	1,00 a	0,61 a	0,39 a	0,0 b	0,61 a	0,39 b	13,25 a	16,16 b
Alta demanda de drenos ⁵	0,022 b	4165,74 a	0,74 b	0,38 b	0,36 a	0,26 a	0,51 b	0,49 a	11,71 b	23,01 a
CV (%)	17,82	30,57	5,85	10,39	9,06	39,31	6,98	8,95	6,58	9,66

¹ Peso foliar específico corresponde à relação entre matéria seca das folhas e área foliar;

² Matéria seca total da planta corresponde à parte aérea (folhas + caule + frutos);

³ Matéria seca da fração vegetativa corresponde à soma folhas + caule;

⁴ Ausência de frutos na planta através da remoção de todas as inflorescências;

⁵ Permanência das inflorescências, permitindo-se a frutificação na planta;

⁶ Médias seguidas pelas mesmas letras na posição vertical não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ARTIGO 2

Produtividade, acúmulo e partição de matéria seca na cultura do tomateiro cereja submetida a diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva.

Produtividade, acúmulo e partição de matéria seca na cultura do tomateiro cereja submetida a diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva.

Marcelo de Queiroz Rocha¹; Roberta Marins Nogueira Peil².

¹Engenheiro Agrônomo, Aluno de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: mgrocha@yahoo.com.br;

²Engenheiro Agrônomo, Dr.^a, Professor Adjunto, Dept. de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Cx. P. 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o efeito de diferentes níveis de concentração iônica da solução nutritiva sobre o crescimento e a produtividade do tomate cereja cultivado em sistema hidropônico durante o período de verão-outono de 2008, em Pelotas, RS. Quatro concentrações iônicas da solução nutritiva (com base na condutividade elétrica inicial – CEi) foram estudadas: 1,3; 1,8; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹. Determinou-se a produção e a distribuição da matéria seca acumulada ao final do ciclo de cultivo pelos diferentes órgãos aéreos da planta (folhas, caule e frutos). As diferentes concentrações iônicas afetaram a área foliar, a produtividade, a produção e partição da matéria seca dos frutos. A área foliar foi reduzida tanto pelo aumento da CE da solução nutritiva (de 2,3 a 2,8 dS m⁻¹), como pela diminuição (de 2,3 para 1,3 dS m⁻¹). A matéria seca vegetativa, independentemente da concentração iônica, foi igual a média observada de 160,3 g planta⁻¹. A produção de matéria seca dos frutos foi significativamente mais elevada na CE de 1,8 dS m⁻¹ (110,3 g planta⁻¹), sofrendo reduções da ordem de 29,0; 38,3 e 26,5%, para as CEs de 1,3; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹, respectivamente. Entretanto, os resultados observados quanto à produção de matéria seca dos órgãos vegetativos e dos frutos não afetaram significativamente a produção de matéria seca total da parte aérea (média de 244,7 g planta⁻¹). A massa média dos frutos decresceu com o aumento da concentração iônica da solução nutritiva. A maior massa média do fruto foi equivalente a 13,1 g, na CE de 1,8 dS m⁻¹, decrescendo 30% até o valor de 9,2 g

no tratamento com CE de $2,8 \text{ dS m}^{-1}$. Quanto ao número de frutos, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações iônicas e o valor médio foi de 136,8 frutos por planta. A produtividade total de frutos apresentou comportamento semelhante ao da massa média de frutos, ou seja, decresceu com o aumento da concentração iônica. A produtividade total de frutos mais elevada foi equivalente a $7,7 \text{ kg m}^{-2}$ na CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ e, a mais baixa, de $4,4 \text{ kg m}^{-2}$, em $2,8 \text{ dS m}^{-1}$, atingindo uma redução percentual de 42,6%. Os resultados obtidos permitem concluir que a expansão foliar, o crescimento de frutos e a produtividade do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT diminuem quando a concentração iônica da solução nutritiva aumenta no intervalo entre 1,8 e $2,8 \text{ dS m}^{-1}$ e quando é reduzida de 1,8 para $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Portanto, a solução nutritiva com CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser recomendada para aumentar a produtividade do tomateiro cereja em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, crescimento, índice de área foliar, NFT, salinidade, condutividade elétrica.

ABSTRACT

Fruit yield, dry matter accumulation and partitioning of cherry tomato crop under different ionic concentrations of the nutrient solution.

This work was carried out to study the effect of different levels of ionic concentration of the nutrient solution on growth and fruit yield of cherry tomato grown in hydroponic system during the summer-autumn 2008 season, in Pelotas, RS. Four ionic concentrations of the nutrient solution (based on initial electrical conductivity - EC) were studied: 1,3; 1,8; 2,3 and $2,8 \text{ dS m}^{-1}$. The production and distribution of dry matter accumulated at the end of the crop cycle by different above-ground plant parts (leaf, stem and fruit) was determined. The different ionic concentrations affected leaf area, fruit yield and dry matter production and partitioning to the fruits. The leaf area was reduced both by increasing the EC of nutrient solution (from 2,3 to $2,8 \text{ dS m}^{-1}$), and by decreasing EC (from 2,3 to $1,3 \text{ dS m}^{-1}$). The vegetative dry matter, regardless of the ionic concentration, was equal to the average observed of $160,3 \text{ g plant}^{-1}$. The dry matter production of fruits was significantly higher in the EC of $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ ($110,3 \text{ g plant}^{-1}$), presenting reduction of around 29,0, 38,3 and 26,5% for the 1,3, 2,3 and $2,8 \text{ dS m}^{-1}$ ECs, respectively. However, the results observed related to the vegetative

above-ground plant parts and fruits dry matter production did not affect significantly the total dry matter production (average of 244,7 g plant⁻¹). The fruit mean weight decreased with increasing ionic concentration of the nutrient solution. The highest fruit mean weight was equivalent to 13,1 g in the EC of 1,8 dS m⁻¹, and decreased 30% until the value of 9,2 g in the treatment of 2,8 dS m⁻¹ EC. Concerning the number of fruits, no significant differences were observed among the ionic concentrations and the average was 136,8 fruits per plant. The total fruit yield showed similar behavior to the fruit mean weight: it decreased with increasing ionic concentration. The highest total fruit yield was equivalent to 7,7 kg m⁻² in EC of 1,8 dS m⁻¹ and, the lowest, to 4,4 kg m⁻², in 2,8 dS m⁻¹, reaching a reduction percentage of 42,6%. The obtained results allow to conclude that the leaf expansion, the fruit growth and yield of cherry tomato grown in hydroponic system of NFT type decreases when the ionic concentration of the nutrient solution increases in the range from 1,8 to 2,8 dS m⁻¹ and when it is reduced from 1,8 to 1,3 dS m⁻¹. Therefore, the nutrient solution of 1,8 dS m⁻¹ EC can be recommended to increase the fruit yield of cherry tomato in hydroponic system in the summer-autumn crop season.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, growth, leaf area index, NFT, salinity, electrical conductivity.

INTRODUÇÃO

No Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico. Entretanto, essa técnica ainda requer aprimoramento para determinadas culturas e condições de cultivo, fazendo-se necessários maiores estudos enfocando aspectos relacionados às concentrações de nutrientes na solução nutritiva.

Sabe-se que a concentração iônica do meio radicular condiciona a absorção de água e nutrientes minerais para o crescimento das plantas e que a concentração ótima de nutrientes de uma solução nutritiva está diretamente relacionada com a demanda evaporativa da atmosfera (Stanghellini, 1987), ou seja, com as condições climáticas (basicamente radiação solar e temperatura) locais e sazonais.

Portanto, não existe uma recomendação de concentração iônica da solução nutritiva que seja ótima e única a ponto de atender às variações climáticas locais e sazonais que podem ocorrer durante o ciclo de cultivo de uma cultura ou entre diferentes ciclos. De acordo com a época do ano, devido ao descompasso na absorção de água e nutrientes pelas plantas, em alguns casos, é necessária a utilização de soluções nutritivas diferentes para a mesma cultura (Martinez & Barbosa, 1999; Duarte, 2006; Montezano, 2007). De maneira geral, recomendam-se soluções nutritivas menos concentradas na primavera-verão, para facilitar o processo transpiratório, e mais concentradas no inverno, para compensar a menor frequência de irrigação e, conseqüentemente, de fornecimento de nutrientes (Steijn, 1995).

O conhecimento sobre o crescimento das espécies cultivadas permite planejar métodos racionais de cultivo, contribuindo na expressão do potencial de produtividade de espécies vegetais (Fayad *et al.*, 2001). A análise das características de crescimento vegetal pode ser usada para se estimar a produtividade biológica ou primária. O crescimento expressa as condições morfo-fisiológicas da planta em intervalos de tempo, e se propõe a acompanhar a produção fotossintética, avaliada por meio do acúmulo de matéria seca (Nieuwhof *et al.*, 1991) e é influenciado pela quantidade e pela proporção dos nutrientes fornecidos pela solução nutritiva (Cortés, 1999).

Estudos sobre o crescimento e desenvolvimento do tomateiro tipo salada, realizados nas condições do Rio Grande do Sul, mostram que o aumento da concentração iônica (de 3,7 para 8,9 dS m⁻¹) reduz o número médio de folhas, o índice de área foliar e os valores de matéria seca alocada na fração vegetativa e na parte aérea total da planta (Andriolo *et al.*, 2003). Os resultados mostrados na literatura sugerem que o efeito mais pronunciado da salinidade do meio radicular ocorre sobre a expansão das folhas e o crescimento dos órgãos vegetativos, principalmente as folhas (Van Ieperen, 1996; Stanghellini *et al.*, 1998; Genúncio *et al.*, 2006; Eloi, 2007; Oliveira *et al.*, 2007). Níveis de concentração iônica no ambiente radicular superiores a 4,0 dS m⁻¹ podem provocar redução do crescimento das plantas (Stanghellini *et al.*, 1998), queda no rendimento de frutos (Van Ieperen, 1996) e distúrbios fisiológicos como a podridão apical dos frutos (Cuartero & Fernández-Muñoz, 1999). O efeito da concentração da solução nutritiva sobre o crescimento da planta, a produtividade e a qualidade dos frutos é influenciado,

também, pelas condições ambientais. A concentração elevada da solução nutritiva dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento. Por outro lado, baixas concentrações de solução nutritiva combinadas com condições ambientais de reduzida demanda evaporativa da atmosfera diminuem o teor de matéria seca (Lorenzo *et al.*, 2003) e podem reduzir o crescimento da planta como um todo.

O rendimento de uma cultura é determinado pela capacidade de acumular biomassa (matérias fresca e seca) nos órgãos que são destinados para a colheita. Assim, a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos da planta tem papel fundamental na produção de uma cultura (Peil & Gálvez, 2005). O padrão de distribuição dos assimilados entre os órgãos da planta do tomateiro, que é utilizado nos estudos em fisiologia, considera os assimilados produzidos pelos órgãos fontes, representados principalmente pelas folhas, sendo exportados para órgãos drenos como raízes, meristemas e frutos. Uma planta é descrita como um conjunto de órgãos drenos, regidos por relações competitivas entre as fontes e os drenos e também entre os diferentes drenos da planta (De Konning, 1994; Marcelis, 1996).

Trabalhos sobre formulações nutritivas têm sido realizados no Brasil para o tomateiro (Genúncio *et al.*, 2006; Andriolo *et al.*, 2004), para o pepineiro (Espínola *et al.*, 2001), para o meloeiro (Andriolo *et al.*, 2005; Bacchi, 2004; Duarte, 2006; Montezano *et al.*, 2006) e para a alface (Cometti *et al.*, 2008; Montezano, 2003), entretanto, são escassos os trabalhos sobre o efeito da concentração da solução nutritiva sobre o crescimento da cultura do tomateiro tipo cereja, tendo em vista que grande parte dos trabalhos já realizados para essa cultura (Barbosa *et al.*, 2002; Postali *et al.*, 2004; Bavuso Neto *et al.*, 2006; Gusmão *et al.*, 2006; Kawakami *et al.*, 2007) avaliaram apenas a produtividade e a qualidade dos frutos.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de diferentes níveis de concentração iônica da solução nutritiva sobre o crescimento, partição de matéria seca e produtividade da cultura do tomate cereja vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 3 de março a 30 de maio de 2008, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia (DFT) da Faculdade de

Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS.

O ensaio foi conduzido em uma estufa modelo “Arco Pampeana”, com estrutura metálica, compreendendo uma área de 210 m² (10 x 21 m) com 4,5 m de altura máxima e 3,5 m de pé direito, disposta no sentido Norte-Sul. Apresenta cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura). O solo apresenta-se nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150 µm de espessura, com a face branca exposta.

A solução nutritiva padrão utilizada foi a recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” (Peil *et al.*, 1994), com a seguinte composição expressa em mmol litro⁻¹: 16,0 de NO₃⁻; 1,3 de H₂PO₄⁻; 2,0 de SO₄⁻²; 1,3 de NH₄⁺; 8,0 de K⁺; 4,0 de Ca⁺²; 2,0 de Mg⁺²; e, em mg litro⁻¹, 3,0 de Fe; 0,5 de Mn; 0,05 de Zn; 0,15 de B; 0,02 de Cu e 0,01 de Mo. Para o preparo das soluções nutritivas, utilizou-se água da chuva (CE = 0,0 dS m⁻¹) previamente recolhida em um tanque de armazenamento de 5000 litros.

O fator experimental estudado foi a concentração iônica da solução nutritiva. Esse fator foi avaliado em quatro níveis: solução nutritiva padrão (100% da concentração de macronutrientes); soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão; e solução nutritiva com aumento de 25% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão. Os micronutrientes foram mantidos na concentração padrão em todos os tratamentos estudados. Após o preparo, a condutividade elétrica de cada solução foi medida com eletrocondutivímetro digital, marca *Instrutherm* CD-840, estabelecendo-se os quatro níveis de concentração iônica estudados: 1,3; 1,8; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹, respectivamente para as soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão; solução nutritiva padrão (100% da concentração de nutrientes) e solução nutritiva com aumento de 25% da concentração de nutrientes.

Foram utilizadas sementes de tomate Cereja Vermelho, linha *Blue Line* da *Topseed Garden*[®]. No dia 28/01/2008, realizou-se a semeadura em bandejas plásticas, preenchidas com substrato de vermiculita expandida, em linhas espaçadas a 10 cm, sendo as sementes cobertas por uma pequena camada do substrato. Quando as plantas se apresentaram na fase de emissão da terceira folha definitiva, o que ocorreu aos 16 dias da semeadura, foram repicadas individualmente para

cubos de espuma fenólica de 2,5 x 2,5 x 3 cm, dispostos em sistema flutuante para fertirrigação. Na fase de produção de mudas, utilizou-se a mesma solução nutritiva recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” na concentração de 50%, mantendo-se uma lâmina de solução de aproximadamente 1,0 cm de altura. O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam em torno de 7 folhas definitivas, aos 34 dias após a semeadura (03/03/2008), estabelecendo-se, a partir de então, os quatro tratamentos experimentais..

A técnica de cultivo hidropônico utilizada foi a NFT (técnica da lâmina de nutrientes, Cooper, 1973). O sistema foi constituído por 10 canais de madeira (7,5 m de comprimento e 0,35 m de largura), dispostos em 5 linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m.

Os canais foram apoiados sobre cavaletes galvanizados de 0,5 m de altura máxima, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 2% para o escoamento da solução nutritiva até os reservatórios, em número de 5 (um para cada linha dupla de cultivo). Internamente, os canais de madeira foram revestidos com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de plástico, minimizando o aquecimento da solução nutritiva, evitando a proliferação de algas e conduzindo o lixiviado da solução nutritiva até os reservatórios. Estes são de fibra de vidro com capacidade de 500 litros e encontravam-se enterrados na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo.

Um conjunto moto-bomba de $\frac{1}{4}$ HP, fixado em cada tanque, impulsionava a solução para a extremidade de maior cota dos canais através de um cano de PVC de 25 mm, na vazão de 4 l min^{-1} . A partir desse ponto, devido à declividade, a solução nutritiva percorria a base dos canais de cultivo, formando uma lâmina fina, e após passar pelas raízes, retornava para o reservatório, formando um sistema fechado.

O volume inicial de solução preparada foi de 400 litros para cada linha dupla de cultivo. O fornecimento da solução nutritiva foi realizado de forma intermitente, com 15 min de fornecimento e 30 min de intervalo entre 8:00 e 10:00 h e entre 16:30 e 19:00 h. No horário de 10:00 a 16:30 h, o tempo de fornecimento foi estendido para 30 min. Durante à noite, realizava-se apenas uma irrigação de 15 min, à 1:00 h.

A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (empregando-se um eletrocondutivímetro digital) e de pH (empregando-se um pHmetro digital), sendo este mantido entre 5,8 e 6,3, através da

adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N) ou hidróxido de sódio (NaOH 1N).

A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de soluções estoques concentradas ou de água da chuva estocada, quando o valor da condutividade elétrica sofreu, respectivamente, uma diminuição ou um aumento, da ordem de 10%, de maneira similar à empregada anteriormente por Duarte *et al.* (2008), Montezano (2003, 2007) e Strassburger (2007), ou quando a altura da lâmina da solução nutritiva apresentava-se em torno de 0,2 m, mantendo-se, assim, o perfeito funcionamento das bombas.

As plantas foram dispostas nos canais de cultivo, de maneira que a distância entre elas dentro da linha de cultivo fosse de 0,35 m, o que resultou em uma densidade de 3,36 plantas m^{-2} , totalizando 21 plantas por canal de cultivo ou 42 plantas por linha dupla de cultivo.

A condução das plantas foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente e poda apical quando as plantas atingiram 2,0 m de altura. O tutoramento foi feito através de uma fita de ráfia presa em linha de arame disposta cerca de 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. Os demais tratos culturais e fitossanitários foram efetuados na medida em que se fizeram necessários.

O crescimento das plantas foi determinado através da quantificação da produção da matéria fresca e seca aérea das plantas, incluindo os frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas. As plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule (incluindo cachos florais) e frutos. Estas frações foram pesadas para a obtenção da matéria fresca e, posteriormente, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, para a obtenção da matéria seca. A matéria fresca e seca total da planta correspondeu à soma das folhas, caules e frutos, e a matéria fresca e seca vegetativa à soma das folhas e caules. Determinou-se, também, a área foliar acumulada através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). Com base nesses dados, se estabeleceu a produção e a partição de matéria fresca e seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta e foram calculadas as variáveis: peso foliar específico e razão de área foliar.

A radiação solar global no exterior da estufa foi obtida a partir dos dados registrados pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a

aproximadamente 500 m do local do experimento, somando o valor de 1.175,4 MJ m⁻² desde o transplante até a última colheita (média de 13,25 MJ m⁻² dia⁻¹). Diariamente foi registrada a temperatura em termohigrógrafo, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m de altura do solo, sendo observada a média de 21°C desde o transplante até a última colheita.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, utilizando-se nas avaliações, cinco repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta. Os resultados das variáveis matéria fresca e seca dos órgãos vegetativos, dos frutos e do total da planta, foram submetidos à decomposição em componentes polinomiais e as médias das demais variáveis comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes concentrações iônicas empregadas como tratamentos afetaram as variáveis referentes à produtividade, ao crescimento da área foliar, à produção e à partição da matéria seca dos frutos.

O índice de área foliar (IAF) seguiu tendência quadrática ($y = -0,83x^2 + 3,26x - 1,82$ e coeficiente de determinação, R^2 , de 0,86), com valor mais elevado estimado em 1,40 na CE de 2,3 dS m⁻¹, e mais baixo, de 0,75, em 2,8 dS m⁻¹ (Figura 1). Tais resultados indicam que a área foliar foi reduzida tanto pelo aumento da CE da solução nutritiva (de 2,3 a 2,8 dS m⁻¹), como pela diminuição (de 2,3 para 1,3 dS m⁻¹). A redução da área foliar como consequência da elevação da CE foi descrita anteriormente para o tomateiro (Lorenzo *et al.*, 2003) e outras hortaliças (Muller *et al.*, 2007; Andriolo *et al.*, 2009). O ponto de máximo IAF se verifica na CE de 2,0 dS m⁻¹, na qual obtém-se o valor de 1,4.

A matéria seca dos órgãos vegetativos não sofreu influência significativa da concentração da solução nutritiva. Independentemente da concentração iônica da solução nutritiva, a matéria seca da fração vegetativa foi igual a média observada de 160,3 g planta⁻¹. Já, a produção de matéria seca dos frutos foi significativamente mais elevada na CE de 1,8 dS m⁻¹ (110,3 g planta⁻¹) e apresentou tendência cúbica ($y = 136,29x^3 - 866,30x^2 + 1758,80x - 1043,10$ e R^2 de 1), sofrendo reduções da ordem de 29,0; 38,3 e 26,5%, para os tratamentos com CE de 1,3; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹,

respectivamente (Figura 2). O ponto de máxima produção de matéria seca dos frutos verifica-se em $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ perfazendo em uma produção de $112,4 \text{ g planta}^{-1}$. Entretanto, os resultados observados quanto à produção de matéria seca dos frutos não afetaram significativamente a produção de matéria seca total da parte aérea, ou seja, para qualquer concentração iônica, o resultado não diferiu da média observada de $244,7 \text{ g planta}^{-1}$.

A massa média dos frutos decresceu com o aumento da concentração iônica da solução nutritiva, ajustando-se a um modelo quadrático: $y = -5,46x^2 + 21,22x - 7,45$ e R^2 de 0,99 (Figura 3). A maior massa média do fruto foi equivalente a $13,1 \text{ g}$, na CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$, decrescendo 30% até o valor de $9,2 \text{ g}$ no tratamento com CE de $2,8 \text{ dS m}^{-1}$. Quanto ao número de frutos, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações iônicas da solução nutritiva e o valor médio foi de $136,8$ frutos por planta. A produtividade total de frutos apresentou comportamento semelhante ao da massa média de frutos, ou seja, decresceu com o aumento da concentração iônica da solução nutritiva, entretanto seguiu uma tendência cúbica: $y = 10,93x^3 - 70,30x^2 + 143,95x - 87,33$ e R^2 de 1 (Figura 3). A produtividade total de frutos mais elevada foi equivalente a $7,7 \text{ kg m}^{-2}$ na CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ e, a mais baixa, de $4,4 \text{ kg m}^{-2}$, em $2,8 \text{ dS m}^{-1}$, atingindo uma redução percentual de 42,6%. Tais resultados diferem dos encontrados por Torres *et al.* (2004) e Genúncio *et al.* (2006) que não observaram influência da concentração iônica da solução nutritiva sobre a produtividade de tomateiros do tipo salada e se assemelham aos obtidos por Andriolo *et al.* (2003) que verificaram redução da produtividade de frutos de tomateiro salada com o aumento da CE (de $3,7$ para $8,9 \text{ dS m}^{-1}$).

Tem sido demonstrado na literatura que a produtividade de frutos do tomateiro depende simultaneamente do número de frutos por planta e da fixação de assimilados para sustentar o crescimento desses frutos (De Konning, 1994; Heuvelink, 1996). Por sua vez, a fixação de assimilados depende do número de folhas até atingir o IAF ótimo necessário para maximizar a produção de cachos e de frutos os quais determinam a produtividade do tomateiro. Resultados disponíveis na literatura mostram que o número de frutos é reduzido somente sob níveis de salinidade elevados, superiores a 9 dS m^{-1} (Van Ieperen, 1996; Li & Stanghellini, 2001). Segundo Andriolo *et al.* (2003), nas culturas em ambiente protegido de ciclo curto praticadas no Sul do Brasil, é pouco provável que a elevação da CE venha a interferir no número de frutos da cultura. Os dados obtidos no atual experimento

confirmam essas conclusões e indicam que a elevação da CE diminui a produtividade da cultura, principalmente, como uma consequência da diminuição da massa média dos frutos.

Os resultados mostrados na literatura sugerem que o efeito mais pronunciado do aumento da concentração iônica do meio radicular, no que se refere aos fatores determinantes do crescimento, ocorre sobre a expansão das folhas (Van Ieperen, 1996; Rodriguez *et al.*, 1997; Stanghellini *et al.*, 1998; Cuartero & Fernández-Muñoz, 1999; Genúncio *et al.*, 2006; Eloi, 2007; Oliveira *et al.*, 2007). Tal efeito observa-se nos resultados deste trabalho, uma vez que, apesar da concentração iônica da solução nutritiva não ter afetado a produção de matéria seca vegetativa (Figura 2a), diferenças na expansão foliar (isto é, menor IAF) foram observadas (Figura 1). Como consequência, as plantas cultivadas com CE de 2,8 dS m⁻¹ apresentaram um significativo aumento do peso foliar específico (0,0337 g cm⁻²), ou seja, ocorreu um maior acúmulo de fotoassimilados por unidade de área foliar em relação aos demais tratamentos (0,0205; 0,0213 e 0,0235 g cm⁻², respectivamente, para 1,3; 1,8 e 2,3 dS m⁻¹).

A redução de 39% no IAF diminuiu a produção de matéria seca dos frutos, em 26,5%, quando se aumentou a CE de 1,8 para 2,8 dS m⁻¹. Tal resultado diverge das conclusões anteriores de Andriolo & Falcão (2000), os quais indicaram que uma parte da área foliar das plantas de tomateiro salada em ambiente protegido pode ser eliminada, sem diminuir a produção da massa seca de frutos da cultura. Porém, para o tomateiro cereja esta prática seria prejudicial ao crescimento da cultura, tendo em vista que a planta apresenta IAF menor que o de tomateiros do tipo salada e que a redução da área foliar implicaria em menor acúmulo de matéria seca nos frutos e, por conseguinte, em redução na produtividade de frutos.

Ao se analisar a partição de matéria seca (dada pelas relações fruto/planta e vegetativo/planta, respectivamente, Figura 4) verifica-se que os frutos representaram de 27 a 41% da matéria seca aérea das plantas, ajustando-se a um modelo cúbico ($y = 0,53x^3 - 3,26x^2 + 6,33x - 3,53$ e R^2 de 1), sendo neste caso também, observado um maior valor nas plantas cultivadas na CE de 1,8 dS m⁻¹.

As menores expansão foliar, produção de matéria seca dos frutos, massa média de frutos e produtividade observadas para as CE mais elevadas indicam que o tomateiro cereja se mostrou sensível aos efeitos negativos da salinidade do meio radicular sobre a absorção de água e, consequentemente, o crescimento, a partir de

CEs próximas a $2,3 \text{ dS m}^{-1}$. Em concentrações mais elevadas, como a do tratamento com CE de $2,8 \text{ dS m}^{-1}$, menor é a diferença entre os potenciais hídricos da solução nutritiva e do sistema radicular, o que possivelmente, dificultaria a absorção de água e podendo também haver dificultado a própria absorção mineral. Os resultados sugerem que o tomateiro cereja é mais sensível ao efeito da salinidade do que o tomateiro do tipo salada, tendo em vista que estudos indicam redução do crescimento do tomateiro salada somente a partir de CE de $6,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Li, 2000; Andriolo *et al.*, 2003).

Em contrapartida, em baixas concentrações iônicas há baixa disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água, especialmente de nitrogênio, o qual está diretamente relacionado com o crescimento da área foliar (Andriolo *et al.*, 2005), propiciando respostas aquém do potencial produtivo da cultura, como o observado no tratamento com CE de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, que apresentou valores de IAF, de matéria seca de frutos e de produtividade inferiores ao tratamento de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$.

Os resultados obtidos permitem concluir que a expansão foliar, o crescimento de frutos e a produtividade do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT diminuem quando a concentração iônica da solução nutritiva aumenta no intervalo entre $1,8$ e $2,8 \text{ dS m}^{-1}$ e quando é reduzida de $1,8$ para $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Portanto, a solução nutritiva com CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser recomendada para aumentar a produtividade do tomateiro cereja em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO JL; FALCÃO LL. 2000. 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**, Santa Maria, v.8, 1: 75-83.

ANDRIOLO JL; JÄNISCH DI; SCHMITT OJ; VAZ MAB; CARDOSO FL; ERPEN L. 2009. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

ANDRIOLO JL; LUZ GL; BORTOLOTTO OC; GODOI RS. 2005. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.35, 4: 781-787.

ANDRIOLO JL; ROSS TD; WITTER M. 2004. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.34, 5: 1451-1457.

ANDRIOLO JL; WITTER M; DAL ROSS T; GODÓI RS. 2003. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com reutilização da solução nutritiva drenada. **Horticultura Brasileira**, v.21, 3: 485-489.

BACCHI S. 2004. **Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relação de contaminação do meloeiro cultivado em substratos de casca de arroz**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 59 p. (Dissertação de Mestrado).

BARBOSA RM; LIMA MCB; SILVA EC. 2002. Uma experiência com o cultivo hidropônico do tomateiro do grupo cereja em Maceió, AL. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, Suplemento 2.

BAVUSO NETO P; SILVA EC; MARQUES DJ; MACIEL GM. 2006. Desempenho de genótipos e cultivares híbridas comerciais de tomateiro do grupo cereja em sistema de cultivo hidropônico NFT. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46, Goiânia. **Horticultura Brasileira**, v.24, p. 277-280.

COMETTI NN; MATIAS GCS; ZONTA E; MARY W; FERNANDES MS. 2008. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico – sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, 26: 252-257.

COOPER AJ. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79: 1048-1052.

CORTÉS EM. 1999. Características del riego en cultivo sin suelo: exigencias en aportación y manejo. Resultados experimentales en cultivo de pepino en perlita. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Ed.). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: DGIFA-FIAPA – Caja Rural de Almeria, p. 287-305.

CUARTERO J; FÉRNANDEZ-MUÑOZ R. 1999. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, 78: 83-125.

DE KONNING ANM. 1994. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. Wageningen, 240 p. (Dissertation – Wageningen Agricultural University).

DUARTE TS. 2006. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 85f. (Tese de Doutorado).

DUARTE TS; PEIL RMN; BACCHIS S; STRASSBURGER AS. 2008. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 346-351.

ELOI WM. 2007. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 110f. (Tese de Doutorado).

ESPÍNOLA HNR; ANDRIOLO JL; BARTZ HR. 2001. Acúmulo e repartição da matéria seca da planta de pepino tipo conserva sob três doses de nutrientes minerais. **Ciência Rural**, v.31, 3: 387-392.

FAYAD JA; FONTES PCR; CARDOSO AA; FINGER LF; FERREIRA FA. 2001. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.19, 3: 232-237.

GENÚNCIO GC; MAJEROWICZ N; ZONTA E; SANTOS AM; GRACIA D; AHMED CRM; SILVA MG. 2006. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, 24: 175-179.

GUSMÃO MTA; GUSMÃO SAL; ARAÚJO JAC. 2006. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, 24: 431-436.

HEUVELINK E. 1996. **Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 326 p. (Tese de Doutorado).

KAWAKAMI FPC; ARAUJO JAC; IUNCK AV; FACTOR TL; CORTEZ GE. 2007. Manejo da fertirrigação em função da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada no cultivo de tomate cereja sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, Suplemento-resumo.

LI YL. 2000. **Analysis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment**. Wageningen University, 96f. (Tese de Doutorado).

LI YL; STANGHELLINI C. 2001. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. **Scientia Horticulturae**, 89: 9-21.

LORENZO, P; SÁNCHEZ-GUERRERO MC; MEDRANO E; GARCÍA ML; CAPARRÓS I; GIMÉNEZ M. 2003. External greenhouse mobile shading: effect on microclimate, water use efficiency and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. In: PARDOSSI, A. *et al.* (Ed.). Managing greenhouse crops in saline environment. **Acta Horticulturae**, v.609, p.181-186.

MARCELIS LFM. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, p. 1281-1291.

MARTINEZ HEP; BARBOSA JG. 1999. Substratos para hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, 200/201: 81-89.

MONTEZANO EM. 2003. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 60 p. (Dissertação de Mestrado).

MONTEZANO EM. 2007. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 141 p. (Tese de Doutorado).

MONTEZANO EM; PEIL RMN; FONSECA LA. 2006. Aspectos produtivos e de qualidade dos frutos do meloeiro cultivado em casca de arroz. In: Congresso de Iniciação Científica, XIV e Encontro de Pós-Graduação, VII da UFPel. Pelotas. **Resumos...** (CD-rom).

MULLER DR; BISOGNIN DA; ANDRIOLO JL; DELLAI J; COPETTI F. 2007. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, 5: 647-653.

NIEUWHOF M; GARRETSEN F; OEVEREN JC van. 1991. Growth analysis of tomato grow under low energy conditions. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v.39, p.191-196.

OLIVEIRA BC; CARDOSO MAA; OLIVEIRA JC; OLIVEIRA JA; CAVALCANTE LF. 2007. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, 1: 11-16.

PEIL RMN; BOONYAPORN S; SAKUMA H. 1994. Effect of different media on the growth of tomato in soilless culture. **Report on Experiments in Vegetable Crops Production**, v.53, p. 61-65. Tsukuba International Agricultural Training Centre, Tsukuba, Japan.

PEIL RMN; GÁLVEZ JL. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **R. Bras. Agrociência**, v.11, 1: 05-11.

POSTALI GB; SILVA EC; MACIEL GM. 2004. Produção de híbridos comerciais de tomateiro do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, Suplemento 2.

RODRIGUEZ P; DELL' AMICO J; MORALES D; BLANCO MJS; ALARCÓN JJ. 1997. Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. **Journal of Agricultural Science**, v.128, 4: 439-444.

STANGHELLINI C. 1987. **Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management**. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países baixos. 18 + 150 pp. (Tese de Doutorado).

STANGHELLINI C; VAN MEURS WTM; CORVER F; VAN DULLEMEN E; SIMONSE L. 1998. Combined effect of climate and concentration of the nutrient solution on a

greenhouse tomato crop. II: Yield quantity and quality. **Acta Horticulturae**, v.458, p. 231-237.

STEIJN B. 1995. **Training course on soilless cultivation of vegetables**. 79 p.

STRASSBURGER AS. 2007. **Cultivo da abobrinha italiana em substrato de casca de arroz em ambiente protegido com solução nutritiva recirculante**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 118 p. (Dissertação de Mestrado).

TORRES OGV; GARCIA PS; CASTILLO GAB; MENDONZA MNR; LÓPEZ CT; VILLA MS; SORIANO EC. 2004. Desarrollo y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con solución nutritiva específica para cada etapa fenológica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, FERTBIO, 26. **Resumos...** Lajes: (CD-ROM).

VAN IEPEREN W. 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. **Journal of Horticultural Science**, 71: 99-111.

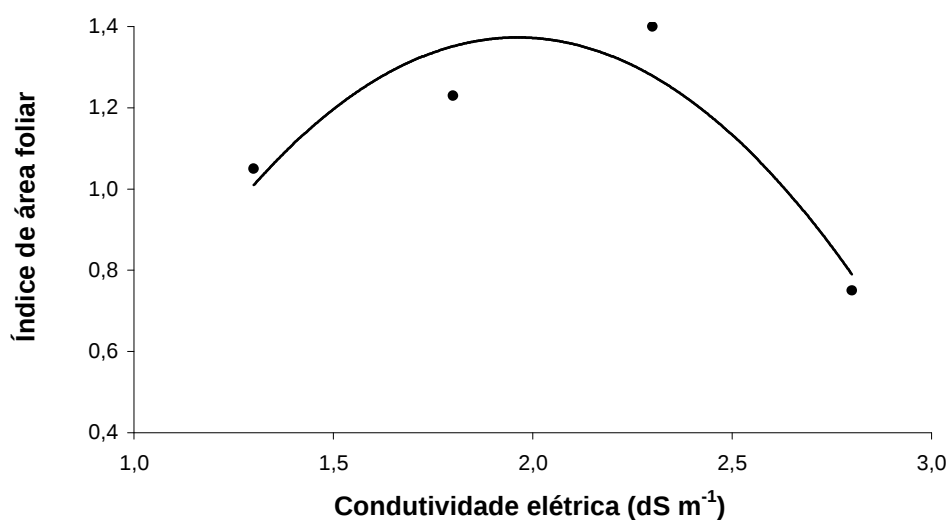


Figura 1. Índice de área foliar de plantas de tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico em função de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva (expressas através da condutividade elétrica) no ciclo de verão-outono. Pelotas, RS, 2008.

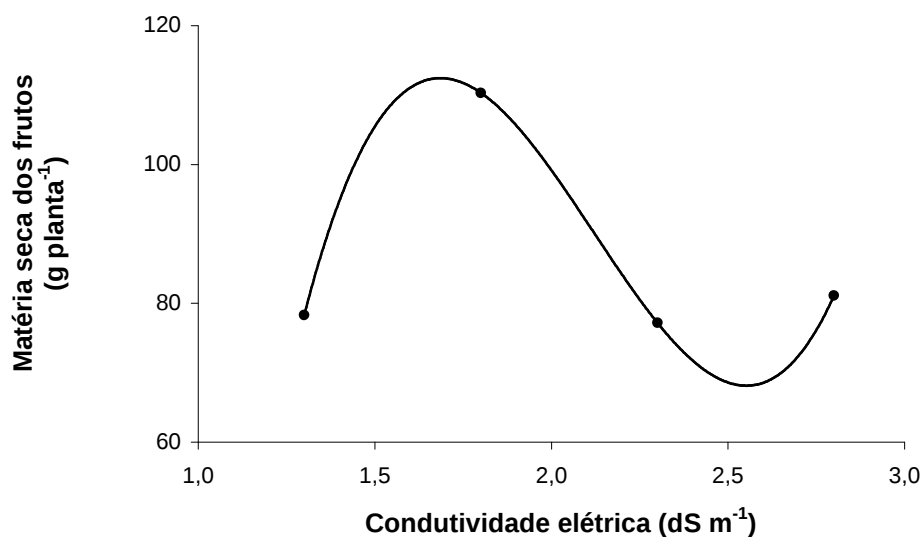


Figura 2. Produção de matéria seca dos frutos de tomate cereja vermelho cultivado em sistema hidropônico em função de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva (expressas através da condutividade elétrica) no ciclo de verão-outono. Pelotas, RS, 2008.

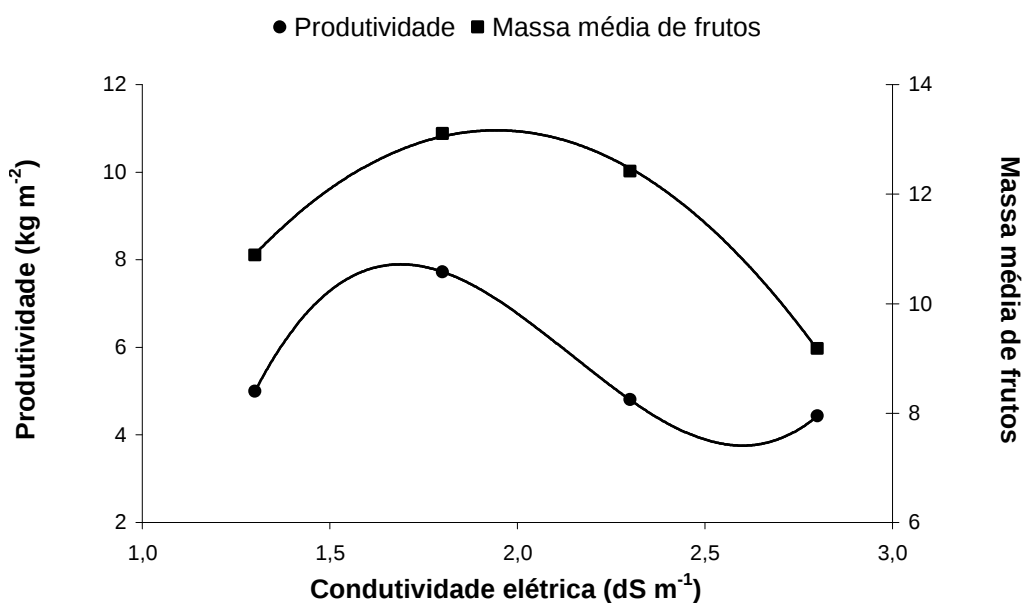


Figura 3. Massa média de frutos e produtividade total de tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico em função de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva (expressas através da condutividade elétrica) no ciclo de verão-outono. Pelotas, RS, 2008.

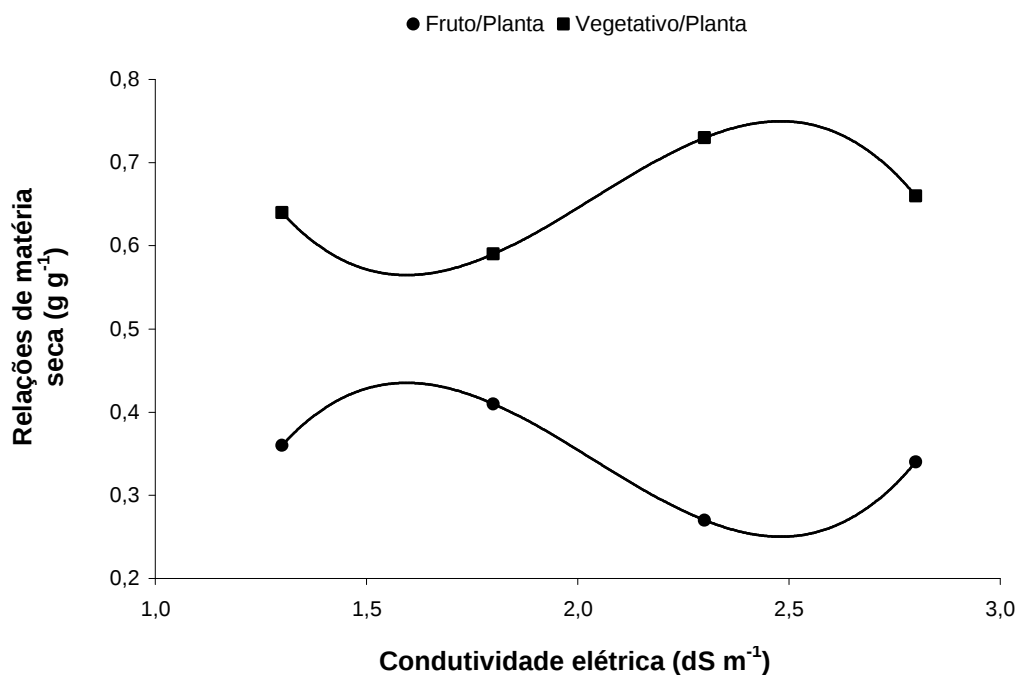


Figura 4. Efeito da concentração iônica da solução nutritiva sobre as relações de matéria seca fruto/planta e fração vegetativa/planta do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono. Pelotas, RS, 2008.

ARTIGO 3

Componentes do rendimento do tomateiro cereja em função da posição do cacho floral e da concentração iônica da solução nutritiva em cultivo hidropônico.

Componentes do rendimento do tomateiro cereja em função da posição do cacho floral e da concentração iônica da solução nutritiva em cultivo hidropônico.

Marcelo de Queiroz Rocha¹; Roberta Marins Nogueira Peil².

¹Engenheiro Agrônomo, Aluno de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: mgrocha@yahoo.com.br;

²Engenheiro Agrônomo, Dr.^a., Professor Adjunto, Dept. de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Cx. P. 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar os componentes do rendimento (número de frutos, peso médio do fruto e produção de frutos) do tomate cereja cultivado em sistema hidropônico, no ciclo verão-outono de 2008, observando a influência da posição do cacho floral (do 1º ao 7º) e da concentração iônica da solução nutritiva. Foram estudadas quatro concentrações iônicas da solução nutritiva (condutividade elétrica inicial – CE): 1,3; 1,8; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹. Observou-se que não houve interação significativa entre a concentração iônica e a posição do cacho floral para todos os componentes de rendimento avaliados. Em relação ao efeito da posição do cacho floral, verificou-se que somente para as variáveis índice de pegamento e produção de frutos, este apresentou influência estatisticamente significativa nas respostas observadas. O 4º cacho apresentou uma produção de 261,7 g, significativamente superior somente à produção do 6º cacho (168,6 g). Independentemente da posição do cacho floral, os resultados relativos aos demais componentes do rendimento foram estatisticamente equivalentes às médias observadas: 19,5 frutos por cacho e peso médio do fruto de 11,5 g. Já, a concentração iônica da solução nutritiva apresentou efeito significativo para as variáveis de rendimento peso médio do fruto e produção de frutos por planta. Em relação ao número de frutos por planta, os resultados obtidos foram estatisticamente equivalentes à média obtida de 133,7 frutos. Em termos de peso médio de frutos, as CEs de 1,8 e 2,3 dS m⁻¹ mostraram-se estatisticamente superiores à CE de 2,8

dS m⁻¹ e similares à CE de 1,3 dS m⁻¹, obtendo-se 13,0; 12,5; 9,5 e 10,9 g por fruto, respectivamente. No que tange à produção de frutos, as médias observadas nas plantas cultivadas na solução nutritiva com CE de 1,8 dS m⁻¹ (296,5 g cacho⁻¹ e 2.075,2 g planta⁻¹) foram estatisticamente superiores às das demais condutividades avaliadas. Através dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que a posição do cacho floral na planta não afeta os componentes do rendimento número e peso médio do fruto, exercendo pouca influência sobre a produção de frutos por cacho do tomateiro cereja. Já, a variação da concentração iônica da solução nutritiva (na faixa entre 1,3 e 2,8 dS m⁻¹) não afeta o número de frutos colhidos por planta, mas uma CE superior a 2,3 dS m⁻¹ provoca uma redução no peso médio do fruto e, conseqüentemente, na produção de frutos. Os resultados indicam que pode-se empregar a concentração iônica da solução nutritiva correspondente à CE de 1,8 dS m⁻¹ obtendo-se desta forma uma elevação na produção final da cultura do tomateiro cereja em sistema hidropônico.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, produção, NFT, técnica do filme de nutrientes, concentração de nutrientes, salinidade.

ABSTRACT

Yield components of cherry tomato crop according to the position of floral truss and the ionic concentration of nutrient solution in hydroponic cultivation.

The purpose of this study was to evaluate yield components (number of fruits, mean weight fruit and fruit yield) of cherry tomato crop grown in hydroponic system, in summer-autumn 2008 crop season, observing the influence of floral truss position (from 1st to 7th cluster) and the ionic concentration of the nutrient solution. Four ionic concentrations of nutrient solution (initial electrical conductivity - EC) were studied: 1,3; 1,8; 2,3 and 2,8 dS m⁻¹. It was observed that there was no significant interaction between the ionic concentration and the position of the floral truss for all evaluated yield components. Regarding to the effect of the position of floral truss, it was found that only for the variables fruit taking index and fruit production, it showed statistically significant influence on observed responses. The 4th floral truss presented a production of 261,7 g, which was significantly higher than the 6th floral truss production (168,6 g). Regardless of the position of floral truss, the results concerning to the other yield components were statistically equivalent to the observed averages:

19,5 fruits per cluster and fruit mean weight of 11,5 g. However, the ion concentration had significant effect on the yield variables fruit mean weight and production of fruits per plant. Regarding to the number of fruits per plant, the results were statistically equivalent to the obtained average of 133,7 fruits. In terms of fruit mean weight, the ECs of 1,8 and 2,3 dS m⁻¹ were statistically higher than the EC of 2,8 dS m⁻¹ and similar to the EC of 1,3 dS m⁻¹ resulting in 13,0; 12,5; 9,5 and 10,9 grams per fruit, respectively. With regard to production of fruits, the average observed in plants grown in nutrient solution with EC of 1,8 dS m⁻¹ (296,5 g cluster⁻¹ and 2075,2 g plant⁻¹) were statistically higher than the other evaluated conductivities. From the obtained results it is possible to conclude that the position of floral truss in the plant does not affect the components of yield, number and mean weight of the fruit, thus it has little influence on the production of fruits per truss of cherry tomatoes. However, the change of the ion concentration of nutrient solution (in the range from 1,3 to 2,8 dS m⁻¹) does not affect the number of fruits per plant, but an EC higher than 2,3 dS m⁻¹ causes a reduction of the fruit mean weight and, consequently of the production of fruits. The results indicate that it can be used the ion concentration of the nutrient solution of 1,8 dS m⁻¹ EC, thus obtaining an increasing of the cherry tomato crop final production in hydroponic system.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, hydroponic system, production, NFT, nutrient film technique, nutrients concentration, salinity.

INTRODUÇÃO

O rendimento de uma hortaliça de fruto é determinado pela combinação de dois componentes: número e peso médio de frutos colhidos por planta, cuja associação resulta na produção por planta. O número de frutos produzido é uma consequência direta do índice de pegamento de frutos na planta. O peso médio de fruto é um relevante componente da produção, além de ser a melhor maneira de exprimir, indiretamente, o tamanho dos frutos.

O rendimento de frutos do tomateiro é determinado pelo balanço entre crescimento vegetativo e reprodutivo para um determinado fornecimento de assimilados (Ho, 1996). A alocação dos assimilados para os frutos e,

consequentemente, o rendimento da planta do tomateiro, depende principalmente do número de frutos existentes sobre a planta e da disponibilidade de assimilados para sustentar seu crescimento (Bertin, 1995; Heuvelink, 1996).

A floração do tomateiro constitui-se em um processo complexo, no qual a iniciação da inflorescência, o número de flores formadas e a velocidade de crescimento e desenvolvimento das flores são afetados por inúmeros fatores, entre os quais, as condições ambientais e nutritivas (Lapuerta, 2001). Tais condições podem ocasionar uma série de distúrbios morfológicos e/ou fisiológicos nas estruturas florais, como o abortamento de botões florais e a má formação de frutos (Giordano *et al.*, 2005), resultando, por conseguinte, em menor desempenho produtivo devido ao baixo índice de pegamento de frutos. Todos os fatores que afetam a floração podem influir sobre a precocidade, rendimento e qualidade dos frutos.

Em caso de hortaliças cuja inflorescência apresenta-se na forma de cacho floral, como o tomate, a potência de dreno do fruto e, consequentemente, seu tamanho, são influenciados pela posição do fruto no cacho floral e pela posição do cacho floral no caule. Os primeiros frutos exercem efeito dominante sobre os que aparecem posteriormente. Aqueles tendem a monopolizar os assimilados disponíveis, de forma que as flores e os frutos recém formados muitas vezes deixam de crescer e abortam, ou apresentem um desenvolvimento anormal (Stigter, 1969). Os frutos distais têm uma menor potência de dreno que os frutos proximais dentro de um mesmo cacho floral. Os frutos distais também são submetidos a uma dupla competição, dentro e entre cachos florais (Bertin, 1995). Além disso, o crescimento dos frutos a partir do 5º cacho floral pode diminuir, pois a competição por assimilados é muito alta nesta fase. Contudo, os cachos florais subseqüentes, a partir do sétimo, voltam a crescer normalmente, quando os primeiros alcançam a maturação e diminui a competição por assimilados, o que caracterizaria um crescimento diferenciado entre frutos de distintos cachos florais de uma mesma planta (Bertin & Gary, 1992). Por sua vez, o número de frutos que crescem em uma planta mantém uma forte dependência das intensidades de formação, aborto, crescimento, desenvolvimento e colheita.

As informações reportadas se referem a grupos de hortaliças de frutos de tamanhos médio e grande. Porém, enquanto aos mini-tomates, poucas informações estão disponíveis e não se tem conhecimento se as relações mencionadas se dão

de maneira similar ao anteriormente exposto. Devido à pequena potência individual de dreno de cada fruto do tomate cereja, tais relações podem ocorrer de maneira diferenciada.

No Brasil, tem crescido nos últimos anos o interesse pelo cultivo hidropônico. Essa técnica se apresenta como alternativa de produção agrícola, proporcionando maior rendimento e qualidade da produção, economia de energia, redução da ocorrência de doenças, mínimo desperdício de água e nutrientes e otimização do uso da área. Entretanto, a técnica ainda requer aprimoramento em vários aspectos, dentre eles, as doses de nutrientes na solução nutritiva para determinadas culturas e condições de cultivo.

Existe diversidade entre as respostas obtidas em diferentes estudos sobre os efeitos da variação da concentração iônica da solução nutritiva sobre a qualidade e os componentes do rendimento de hortaliças de fruto em cultivo hidropônico. Kawakami *et al.* (2007), avaliando a produtividade da cultura do tomate cereja em função de diferentes condutividades elétricas (CE) da solução nutritiva no ciclo outono-inverno, observaram que na medida em que se aumentou a CE (desde 1,3 até 3,8 dS m⁻¹) ocorreu uma diminuição na massa média dos frutos. Porém, não suficiente para promover diferenças significativas entre as CE estudadas no que se refere ao número de frutos por planta e produtividade. Estudos de Souza *et al.* (2005) e Savvas e Lenz (2000), também, mostram redução significativa do peso médio de frutos de berinjela, cultivada no ciclo outono-inverno, pelo aumento de salinidade de 2,1 para 4,7 dS m⁻¹. Claussen (2002), trabalhando com tomate, observou que variando de 1 a 5 vezes a concentração da solução nutritiva original não houve alteração tanto no crescimento vegetativo quanto no reprodutivo da planta. Do mesmo modo, Genúncio *et al.* (2006) observaram que diluições da solução original a 50% (1,4 dS m⁻¹) não influenciaram o número total de frutos por planta e o acúmulo de massa de cultivares de tomateiro saladinha, cultivadas no período primavera-verão. Trabalhos de Torres *et al.* (2004) e Siddiqi *et al.* (1998) mostram ser possível reduzir a concentração da solução nutritiva a níveis abaixo da força iônica original das soluções comumente usadas em cultivos de tomate hidropônicos em sistemas recirculantes, sem que se incorra em riscos de perda da produtividade.

A composição da solução nutritiva é um dos elementos essenciais para garantir o sucesso de um cultivo hidropônico, uma vez que é a solução nutritiva que

determina a composição do meio radicular. Um manejo inadequado no fornecimento de fertilizantes pode ocasionar salinização e absorção excessiva de nutrientes pelas plantas, causando toxicidade e diminuição no rendimento e qualidade dos frutos, além da perda desnecessária de nutrientes ou, por outro lado, pode levar a deficiências nutricionais na planta e, conseqüentemente, a redução no rendimento. A concentração ótima de nutrientes de uma solução nutritiva está diretamente relacionada com a demanda evaporativa da atmosfera (Stanghellini, 1987). Portanto, a definição da concentração a ser utilizada deve ser objeto de estudo, tendo em vista as diferenças genotípicas, ambientais e as demandas associadas às diferentes fases do desenvolvimento de uma cultura (Martinez, 2002).

O objetivo do presente trabalho foi gerar conhecimento sobre os componentes do rendimento e a produção de tomate cereja, cultivado em sistema hidropônico, observando a influência da posição do cacho floral e da concentração iônica da solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 3 de março a 30 de maio de 2008, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia (DFT) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão, RS.

O ensaio foi conduzido em uma estufa modelo “Arco Pampeana”, com estrutura metálica, compreendendo uma área de 210 m² (10 x 21 m) com 4,5 m de altura máxima e 3,5 m de pé direito, disposta no sentido Norte-Sul. Apresenta cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura). O solo apresenta-se nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150 µm de espessura, com a face branca exposta.

A concentração iônica da solução nutritiva foi avaliada em quatro níveis: solução nutritiva padrão (100% da concentração de macronutrientes); soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão; e solução nutritiva com aumento de 25% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão. Os micronutrientes foram mantidos na concentração padrão em todos os tratamentos estudados. A solução nutritiva padrão

utilizada foi a recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” (Peil *et al.*, 1994), com a seguinte composição expressa em mmol litro^{-1} : 16,0 de NO_3^- ; 1,3 de H_2PO_4^- ; 2,0 de SO_4^{2-} ; 1,3 de NH_4^+ ; 8,0 de K^+ ; 4,0 de Ca^{+2} ; 2,0 de Mg^{+2} ; e, em mg litro^{-1} , 3,0 de Fe; 0,5 de Mn; 0,05 de Zn; 0,15 de B; 0,02 de Cu e 0,01 de Mo. Para o preparo das soluções nutritivas, utilizou-se água da chuva ($\text{CE} = 0,0 \text{ dS m}^{-1}$) previamente recolhida em um tanque de armazenamento de 5000 litros.

Após o preparo, a condutividade elétrica de cada solução foi medida com eletrocondutivímetro digital, marca *Instrutherm* CD-840, estabelecendo-se os quatro níveis de concentração iônica estudados: 1,3; 1,8; 2,3 e 2,8 dS m^{-1} , respectivamente para as soluções nutritivas com reduções de 25% e 50% da concentração de nutrientes em relação à solução padrão; solução nutritiva padrão (100% da concentração de nutrientes) e solução nutritiva com aumento de 25% da concentração de nutrientes.

Foram utilizadas sementes de tomate Cereja Vermelho, linha *Blue Line* da *Topseed Garden*®. No dia 28/01/2008, realizou-se a semeadura em bandejas plásticas, preenchidas com substrato de vermiculita expandida, em linhas espaçadas a 10 cm, sendo as sementes cobertas por uma pequena camada do substrato. Quando as plantas se apresentaram na fase de emissão da terceira folha definitiva, o que ocorreu aos 16 dias da semeadura, foram repicadas individualmente para cubos de espuma fenólica de 2,5 x 2,5 x 3 cm, dispostos em sistema flutuante para fertirrigação. Na fase de produção de mudas, utilizou-se a mesma solução nutritiva recomendada pela “Japan Horticultural Experimental Station” na concentração de 50%, mantendo-se uma lâmina de solução de aproximadamente 1,0 cm de altura. O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam em torno de 7 folhas definitivas, aos 34 dias após a semeadura (03/03/2008), estabelecendo-se, a partir de então, os diferentes tratamentos experimentais.

A técnica de cultivo hidropônico utilizada foi a NFT (técnica da lâmina de nutrientes, Cooper, 1973). O sistema foi constituído por 10 canais de madeira (7,5 m de comprimento e 0,35 m de largura), dispostos em 5 linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m.

Os canais foram apoiados sobre cavaletes galvanizados de 0,5 m de altura máxima, instalados de forma a proporcionar uma declividade de 2% para o escoamento da solução nutritiva até os reservatórios, em número de 5 (um para cada linha dupla de cultivo). Internamente, os canais de madeira foram revestidos

com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de plástico, minimizando o aquecimento da solução nutritiva, evitando a proliferação de algas e conduzindo o lixiviado da solução nutritiva até os reservatórios. Estes são de fibra de vidro com capacidade de 500 litros e encontravam-se enterrados na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo, sendo que cada um correspondeu a uma concentração de solução nutritiva.

Um conjunto moto-bomba de $\frac{1}{4}$ HP, fixado em cada tanque, impulsionava a solução para a extremidade de maior cota dos canais através de um cano de PVC de 25 mm, na vazão de 4 l min^{-1} . A partir desse ponto, devido à declividade, a solução nutritiva percorria a base dos canais de cultivo, formando uma lâmina fina, e após passar pelas raízes, retornava para o reservatório, formando um sistema fechado.

O volume inicial de solução preparada foi de 400 litros para cada linha dupla de cultivo. O fornecimento da solução nutritiva foi realizado de forma intermitente, com 15 min de fornecimento e 30 min de intervalo entre 8:00 e 10:00 h e entre 16:30 e 19:00 h. No horário de 10:00 a 16:30 h, o tempo de fornecimento foi estendido para 30 min. Durante à noite, realizava-se apenas uma irrigação de 15 min, à 1:00 h.

A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (empregando-se um eletrocondutivímetro digital) e de pH (empregando-se um pHmetro digital), sendo este mantido entre 5,8 e 6,3, através da adição de solução de correção à base de ácido sulfúrico (H_2SO_4 1N) ou hidróxido de sódio (NaOH 1N).

A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de soluções estoques concentradas ou de água da chuva estocada, quando o valor da condutividade elétrica sofreu, respectivamente, uma diminuição ou um aumento, da ordem de 10%, de maneira similar à empregada anteriormente por Duarte *et al.* (2008), Montezano (2003, 2007) e Strassburger (2007), ou quando a altura da lâmina da solução nutritiva apresentava-se em torno de 0,2 m, mantendo-se, assim, o perfeito funcionamento das bombas.

As plantas foram dispostas nos canais de cultivo, de maneira que a distância entre elas dentro da linha de cultivo fosse de 0,35 m, o que resultou em uma densidade de $3,36 \text{ plantas m}^{-2}$, totalizando 21 plantas por canal de cultivo ou 42 plantas por linha dupla de cultivo.

A condução das plantas foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente e poda apical quando as plantas atingiram 2,0 m de altura. O tutoramento foi feito através de uma fita de ráfia presa em linha de arame disposta cerca de 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. Os demais tratos culturais e fitossanitários foram efetuados na medida em que se fizeram necessários.

O início do florescimento ocorreu aos 4 dias após o transplante, sendo feita, a partir de então, a contagem das flores emitidas por cacho floral, contando-se o número de flores emitidas até o surgimento de estrutura caulinar vegetativa no ápice. O período de colheita dos frutos, que já haviam iniciado a mudança de coloração de verde para vermelho, iniciou-se aos 45 dias após o transplante e teve duração de 43 dias. Em cada colheita, os frutos de cinco plantas por tratamento foram contados e pesados individualmente por cacho (do 1º ao 7º cacho emitido) e, com base nesses dados, determinaram-se o índice de pegamento dos frutos e os componentes do rendimento: número de frutos, produção de frutos e peso médio do fruto, tanto por cacho floral quanto por planta.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema bifatorial: posição do cacho floral (fator qualitativo com sete níveis) e concentração iônica da solução nutritiva (fator quantitativo com quatro níveis), totalizando 28 tratamentos experimentais, com cinco repetições.

A radiação solar global no exterior da estufa foi obtida a partir dos dados registrados pela Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 500 m do local do experimento, somando o valor de 1.175,4 MJ m⁻² desde o transplante até a última colheita (média de 13,25 MJ m⁻² dia⁻¹). Diariamente foi registrada a temperatura em termohigrógrafo, instalado em abrigo meteorológico a 1,5 m de altura do solo, sendo observada a média de 21°C desde o transplante até a última colheita.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e testes de hipóteses através da análise bifatorial, visando-se obter os efeitos principais dos fatores envolvidos e sua interação. Interpretaram-se os níveis do fator qualitativo através da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os do fator quantitativo por meio da análise de regressão, sendo obtidos a equação estimada e os pontos de máxima eficiência técnica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância observou-se que não houve interação significativa entre os fatores posição do cacho floral e concentração iônica da solução nutritiva para todas as variáveis analisadas, o que permitiu a análise e apreciação dos resultados sobre os efeitos principais dos fatores separadamente.

Em relação ao efeito da posição do cacho floral, verificou-se que somente para as variáveis índice de pegamento (Tabela 1) e produção de frutos (Figura 1), este apresentou influência significativa nas respostas observadas. Observou-se que o quinto cacho apresentou um índice de pegamento de frutos de 88,8%, diferindo significativamente somente do sétimo cacho, que apresentou 70,9% de pegamento de frutos (Tabela 1). Entretanto, esta diferença não afetou significativamente os componentes do rendimento (número, peso médio e produção de frutos por cacho), devido ao fato do sétimo cacho ter apresentado número superior de flores formadas (dados não mostrados). O quarto cacho apresentou uma produção média de 261,7 g, diferindo significativamente do sexto cacho, que apresentou média de 168,6 g (Figura 1), sendo esta a única diferença estatisticamente significativa observada em relação a esta variável.

Independentemente da posição do cacho floral, os resultados relativos aos demais componentes do rendimento foram estatisticamente equivalentes às médias observadas: número de 19,5 frutos e peso médio do fruto de 11,5 g. Tais resultados podem ser justificados pelo fato de que plantas com números semelhantes de fruto apresentam uma alocação similar de assimilados para os frutos (De Konning, 1994). Portanto, como não foi verificada diferença no número de frutos entre as diferentes posições dos cachos sobre a planta, os sete cachos avaliados apresentaram comportamento similar referente ao peso médio do fruto. A homogeneidade de respostas em função da posição do cacho floral observada para o tomate cereja neste trabalho difere do comportamento diferenciado entre cachos observado por Bertin & Gary (1992) em tomate do tipo salada. O pequeno tamanho dos frutos do tomate cereja indica que estes são drenos muito menos potentes do que os maiores frutos do tomate salada, o que leva a crer que a competição por assimilados entre cachos não se estabelece ao ponto de um cacho prejudicar os componentes do rendimento do outro, diferentemente do observado para tomates de frutos maiores. Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com o tomate cereja,

considerando condições climáticas diferenciadas (principalmente no que se refere à radiação solar) e cultivares a fim de verificar a manutenção de tal homogeneidade de respostas.

A concentração iônica da solução nutritiva apresentou efeito significativo para as variáveis de rendimento, peso médio do fruto e produção de frutos por planta (Figura 2). Em relação ao número de frutos, não se observou, estatisticamente, influência da concentração iônica da solução nutritiva nas respostas apresentadas (Figura 2a). Independentemente da concentração iônica, os resultados relativos à este componente do rendimento foram estatisticamente equivalentes à média obtida de 133,7 frutos. Para a variável índice de pegamento de frutos, também, não se observou nenhuma influência significativa da concentração da solução nutritiva (dados não mostrados). As quatro concentrações de nutrientes avaliadas apresentaram média de 81,3% de pegamento de frutos.

Em termos de peso médio de frutos (Figura 2b), as CEs de 1,8 e 2,3 dS m⁻¹ mostraram-se estatisticamente superiores à CE de 2,8 dS m⁻¹ e similares à CE de 1,3 dS m⁻¹, obtendo-se 13,0; 12,5; 9,5 e 10,9 g por fruto, respectivamente. O ponto de máximo peso médio se verifica na CE de 1,9 dS m⁻¹, na qual obtém-se 13,3 g. Resultados similares foram obtidos por Kawakami *et al.* (2007) e Campos *et al.* (2006) que avaliando o efeito da CE da solução nutritiva no cultivo de tomate cereja e tomate industrial, respectivamente, durante o ciclo outono-inverno, observaram que na medida em que se aumentou a CE da solução nutritiva ocorreu uma diminuição na massa média dos frutos. Comportamento similar foi encontrado por Li (2000) que verificou que o peso médio do fruto de tomate salada cultivado em solução nutritiva com CE de 6,8 dS m⁻¹ foi inferior ao observado na CE de 2,3 dS m⁻¹, corroborando os resultados obtidos neste trabalho.

No que tange à produção de frutos (Figura 2c), a média observada nas plantas cultivadas na solução nutritiva com CE de 1,8 dS m⁻¹ (296,5 g cacho⁻¹ e 2.075,2 g planta⁻¹) foi estatisticamente superior à das demais condutividades avaliadas. O estudo da máxima eficiência técnica (MET) permitiu obter a CE da solução nutritiva para o qual a produção é máxima, sendo o ponto de máximo desta variável de 1,7 dS m⁻¹, perfazendo uma produção de 297,9 g cacho⁻¹ e 2.085 g planta⁻¹. Esta resposta difere da observada por Kawakami *et al.* (2007) que não observaram diferenças significativas entre as produtividades de tomateiros cereja cultivados em soluções nutritivas com CE entre 1,3 e 3,8 dS m⁻¹. Considerando que

o número de frutos por planta não foi afetado significativamente pela CE da solução nutritiva e, sim o peso médio do fruto, pode-se dizer que a maior produção por planta obtida para a CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ deveu-se, primeiramente, ao maior peso médio dos frutos e, depois, a combinação deste com o maior valor absoluto do número de frutos colhidos neste tratamento.

Os resultados em relação à concentração iônica também diferem dos obtidos por Genúncio *et al.* (2006) e Torres *et al.* (2004) que, ao cultivarem tomate do tipo salada sob diferentes concentrações iônicas de solução nutritiva (de $1,4$ até $2,9 \text{ dS m}^{-1}$) em sistema hidropônico, durante o ciclo primavera-verão, verificaram que as mesmas variáveis de rendimento não diferiram estatisticamente nos tratamentos estudados. As respostas observadas por estes autores indicam, possivelmente, que as soluções nutritivas utilizadas foram desenvolvidas para suprir condições de alta exigência nutricional da cultura do tomateiro, podendo o tomate cereja então se desenvolver em soluções menos concentradas. Entretanto, Andriolo *et al.* (2003) observaram que a produtividade de frutos de tomateiro decresceu com o aumento da CE da solução nutritiva, porém, este efeito negativo somente foi observado com valores superiores a $4,9 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto que no presente trabalho tal fato ocorreu para a CE de $2,3 \text{ dS m}^{-1}$, nos levando a acreditar em uma maior sensibilidade do tomateiro cereja à salinidade. Li (2000), também, verificou um decréscimo na produtividade de frutos de tomateiro cv *Chaser* na medida em que se aumentou a CE da solução nutritiva (de $2,3$ até $6,8 \text{ dS m}^{-1}$), corroborando os resultados obtidos por Sonneveld (1988) de que o limite da CE para a cultura do tomateiro é de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, valor este similar ao observado na presente pesquisa.

A análise visual dos três gráficos constantes na figura 2, referentes às três variáveis relacionadas ao rendimento (número, peso médio e produção de frutos), sugere que houve tendência de melhor resposta da planta à concentração iônica intermediária de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$. Tais resultados podem ser explicados pelo efeito da concentração dos nutrientes no meio radicular. Em baixas concentrações iônicas há baixa disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água, propiciando respostas aquém do potencial produtivo da cultura, como o observado na CE de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Em contrapartida, em concentrações elevadas, menor é a diferença entre os potenciais hídricos da solução nutritiva e do sistema radicular, dificultando a absorção de água, podendo também dificultar a própria absorção mineral (Andriolo, 1999), o que pode levar à diminuição do peso médio do fruto e, conseqüentemente,

da produção de frutos. Segundo Cuartero & Muñoz (1999), sob salinidade moderada a redução no rendimento do tomateiro deve-se, principalmente, à redução da massa média dos frutos, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Uma das formas de avaliar-se a produtividade das culturas é considerando seu ciclo. Em tomateiros do tipo cereja, a avaliação da produção, considerando o tempo, permite uma melhor visualização do cultivo (Gusmão *et al.*, 2006). Na figura 3, encontra-se a distribuição dos valores de número de frutos acumulados, peso médio e produção acumulada de frutos, ao longo do ciclo de cultivo em função da concentração iônica da solução.

Com relação à variável número de frutos, percebeu-se a mesma tendência comportamental ao longo do ciclo de cultivo entre os quatros tratamentos avaliados (Figura 3a). Ao final do ciclo, o número de frutos colhidos por planta (média de 133,7 frutos) foi similar ao observado por Bavuso Neto *et al.* (2006) que obtiveram resultados variando entre 92 e 176 frutos por planta. Números superiores, de até 328 frutos por planta, foram observados por Postali *et al.* (2004) no híbrido comercial *Pepe*. A colheita de maior número de frutos maduros foi observada aos 81 dias após transplante (DAT), na qual se coletou 20,7 frutos por planta.

Na colheita realizada aos 57 DAT, verificaram-se os maiores valores de peso médio do fruto para a CE de 1,8 dS m⁻¹ (Figura 3b). Ao término do cultivo, o peso médio do fruto obtido nas soluções nutritivas de CE de 1,3; 1,8 e 2,3 dS m⁻¹ enquadra-se ao padrão de peso do grupo cereja, de 10 a 30 g (Diez-Niclos, 1995) e, de acordo com a classificação proposta por Fernandes *et al.* (2007), ajusta-se a classe de frutos médios (entre 10 e 15 g). Já o peso médio do fruto obtido na CE de 2,8 dS m⁻¹, enquadra-se na classe de frutos pequenos (entre 5 e 10 g). Tais resultados assemelham-se aos encontrados por Bavuso Neto *et al.* (2006) e são superiores aos observados por Barbosa *et al.* (2000) e Postali *et al.* (2004), em cultivo hidropônico no Brasil.

A produção total de frutos atingiu, aos 88 DAT, 1.288,8; 2.075,2; 1.452,5 e 1.116,9 g planta⁻¹, referentes às CEs de 1,3; 1,8; 2,3 e 2,8 dS m⁻¹, respectivamente. Tais produções no espaçamento adotado correspondem, respectivamente, a rendimentos de 43.303, 69.726, 48.804 e 37.526 kg ha⁻¹ ou 492, 792, 554 e 426 kg ha⁻¹ dia⁻¹, distribuídos em dez colheitas de frutos maduros. As produções foram mais concentradas durante dezesseis dias do ciclo, entre a quinta (65 DAT) e a oitava colheita (81 DAT). A maior produção por planta observada neste trabalho foi similar

às obtidas por Postali *et al.* (2004) com o híbrido *Super Sweet* (2.089 g planta⁻¹) e à mínima obtida por Bavuso Neto *et al.* (2006) (1.884 g planta⁻¹) em estudo com híbridos em sistema hidropônico, entretanto, foi inferior à observada pelo primeiro autor com o híbrido *Pepe* (2.977 g planta⁻¹). A referida produção, também, foi próxima à observada por Gusmão *et al.* (2006) em avaliação de híbridos de tomateiro cereja (entre 1.642 e 2.240 g planta⁻¹) em cultivo convencional em ambiente protegido.

Através dos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que a posição do cacho floral na planta não afeta os componentes do rendimento número e peso médio do fruto, exercendo pouca influência sobre a produção de frutos por cacho do tomateiro cereja. A variação da concentração iônica da solução nutritiva (na faixa entre 1,3 e 2,8 dS m⁻¹) não afeta o número de frutos colhidos por planta, mas uma CE superior a 2,3 dS m⁻¹ provoca uma redução no peso médio do fruto e, consequentemente, na produção de frutos por planta.

Os dados observados neste trabalho levam a considerar que deve-se realizar, nas condições estudadas, uma redução de 25% da concentração iônica da solução nutritiva padrão (isto é, empregar a solução com CE de 1,8 dS m⁻¹), obtendo-se, desta forma, uma elevação na produção final da cultura do tomateiro cereja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO JL. 1999. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 142 p.

ANDRIOLO JL; WITTER M; DAL ROSS T; GODÓI RS. 2003. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com reutilização da solução nutritiva drenada. **Horticultura Brasileira**, v.21, 3: 485-489.

BARBOSA RM; LIMA MCB; SILVA EC. 2002. Uma experiência com o cultivo hidropônico do tomateiro do grupo cereja em Maceió, AL. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, Suplemento 2.

BAVUSO NETO P; SILVA EC; MARQUES DJ; MACIEL GM. 2006. Desempenho de genótipos e cultivares híbridas comerciais de tomateiro do grupo cereja em sistema de cultivo hidropônico NFT. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46, Goiânia. **Horticultura Brasileira**, v.24, p. 277-280.

BERTIN N. 1995. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. **Annals of Botany**, v.75, p. 55-65.

BERTIN N; GARY C. 1992. Tomato fruit set and competition for assimilates, during the early production period. **Acta Horticulturae**, v.303, p. 121-126.

CAMPOS CAB; FERNANDES PD; GHEYI HR; BLANCO FF; GONÇALVES CB; CAMPOS SAF. 2006. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Science Agricultural**, v.63, 2: 146-152.

CLAUSSEN W. 2002. Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown tomato plants as affected by nitrogen source and nutrient concentration. **Plant and Soil**, 00: 1-11.

COOPER AJ. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79: 1048-1052.

CUARTERO J; MUÑOZ RF. 1999. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p. 83-125.

DE KONNING ANM. 1994. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. Wageningen, 240p. (Dissertation – Wageningen Agricultural University).

DIEZ NICLOS J. 1995. Tipos varietables. In: NUEZ F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, p. 93-129.

DUARTE TS; PEIL RMN; BACCHIS S; STRASSBURGER AS. 2008. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 346-351.

FERNANDES C; CORÁ JE; BRAZ LT. 2007. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, 25: 275-278.

GENÚNCIO GC; MAJEROWICZ N; ZONTA E; SANTOS AM; GRACIA D; AHMED CRM; SILVA MG. 2006. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, 24: 175-179.

GIORDANO LB; BOITEUX LS; SILVA JBC; CARRIJO OA. 2005. Seleção de linhagens com tolerância ao calor em germoplasma de tomateiro coletado na região Norte do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.23, 1: 105-107.

GUSMÃO MTA; GUSMÃO SAL; ARAÚJO JAC. 2006. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, 24: 431-436.

HEUVELINK E. 1996. **Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 326 p. (Tese de Doutorado).

HO LC. 1996. Tomato. In: ZAMSTRI E; SCHAFFER AA. **Photoassimilate distribution in plants and crops**. New York: Marcel Dekker, 905 p.

KAWAKAMI FPC; ARAUJO JAC; IUNCK AV; FACTOR TL; CORTEZ GE. 2007. Manejo da fertirrigação em função da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada no cultivo de tomate cereja sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, Suplemento-resumo.

LAPUERTA JC. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: NUEZ, F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 793 p.

LI YL. 2000. **Analysis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment**. Wageningen University, 96 p. (Tese de Doutorado).

MARTINEZ HEP. 2002. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 61 p.

MONTEZANO EM. 2003. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 60 p. (Dissertação de Mestrado).

MONTEZANO EM. 2007. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 141 p. (Tese de Doutorado).

PEIL RMN; BOONYAPORN S; SAKUMA H. 1994. Effect of different media on the growth of tomato in soilless culture. **Report on Experiments in Vegetable Crops Production**, v.53, p. 61-65. Tsukuba International Agricultural Training Centre, Tsukuba, Japan.

POSTALI GB; SILVA EC; MACIEL GM. 2004. Produção de híbridos comerciais de tomateiro do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, Suplemento 2.

SAVVAS D; LENZ F. 2000. Effects of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. **Scientia Horticulturae**, v.84, 1-2: 37-47.

SIDDIQI MV; KRONZUCKER HJ; BRITTO DT; GLASS DM. 1998. Growth of a tomato crop at reduced nutrient concentrations as a strategy to limit eutrophication. **J. Plant Nutrition**, 21: 1879-1895.

SONNEVELD C. 1988. The salt tolerance of greenhouse crops. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, 36: 63-73.

SOUZA VS; SOARES I; CRISÓSTOMO LA; SILVA LA; HERNANDEZ FFF. 2005. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, 2: 123-128.

STANGHELLINI C. 1987. **Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management.** Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países baixos. 18 + 150 pp. (Tese de Doutorado).

STIGTER HCM. 1969. Growth relations between individual fruits, and between fruits and roots in cucumber. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.17, p. 209-214.

STRASSBURGER AS. 2007. **Cultivo da abobrinha italiana em substrato de casca de arroz em ambiente protegido com solução nutritiva recirculante.** Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 118 p. (Dissertação de Mestrado).

TORRES OGV; GARCIA PS; CASTILLO GAB; MENDONZA MNR; LÓPEZ CT; VILLA MS; SORIANO EC. 2004. Desarrollo y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con solución nutritiva específica para cada etapa fenológica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, FERTBIO, 26. **Resumos...** Lajes: (CD-ROM).

Tabela 1. Índice de pegamento de frutos, produção de frutos por cacho e número de flores formadas por cacho do tomateiro cereja cultivado em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono em função da posição do cacho floral. (Fruit taking index of cherry tomato grown in hydroponic system in summer-autumn crop-season according to the position of floral truss). Pelotas, RS, 2008.

Posição do cacho floral	Índice de pegamento de frutos (%)	Produção de frutos por cacho (g)	Número de flores formadas por cacho
1	78,14 ab*	202,48 ab	24,7 a
2	83,51 ab	229,07 ab	24,0 a
3	82,78 ab	242,89 ab	24,6 a
4	83,57 ab	261,70 a	27,2 a
5	88,79 a	197,36 ab	21,2 a
6	79,29 ab	168,58 b	22,9 a
7	70,91 b	181,24 ab	26,8 a
CV (%)	19,66	46,18	50,79

* Médias seguidas pelas mesmas letras na posição vertical não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

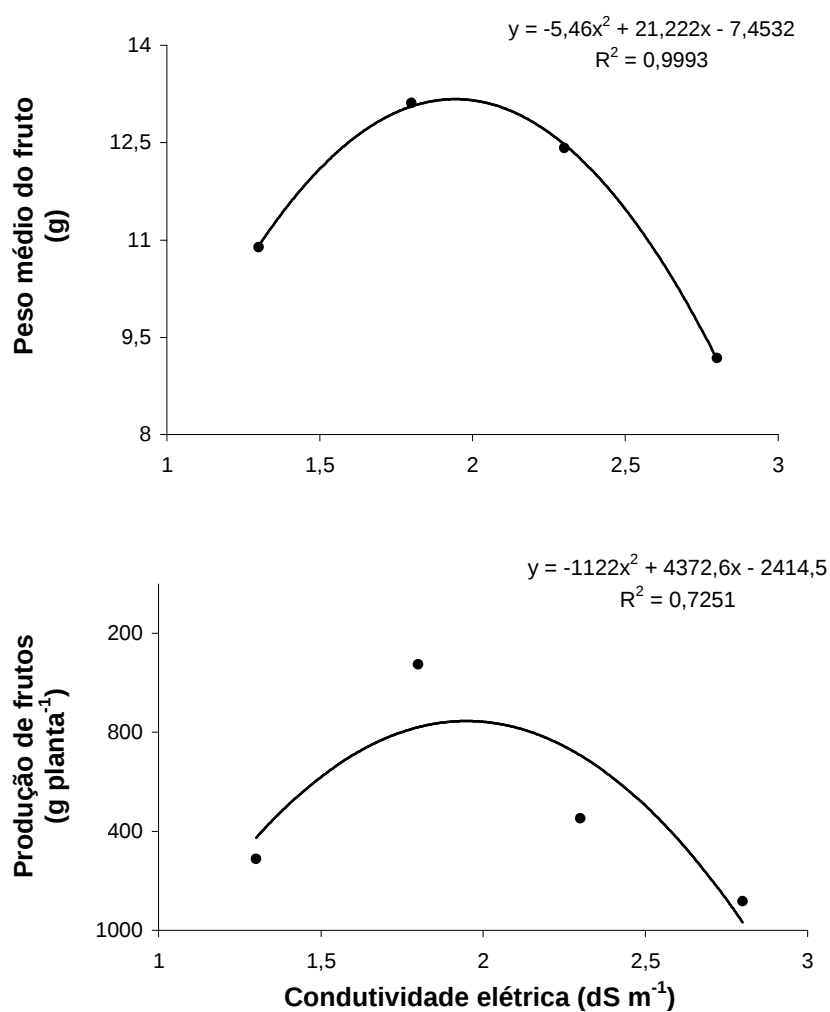


Figura 2. Efeito da concentração iônica da solução nutritiva (expressa através da condutividade elétrica) sobre os componentes do rendimento do tomateiro cereja em sistema hidropônico. (Nutrient solution ion concentration (in terms of electrical conductivity) effects on the yield components of cherry tomato crop grown in hydroponic system). Pelotas, RS, 2008.

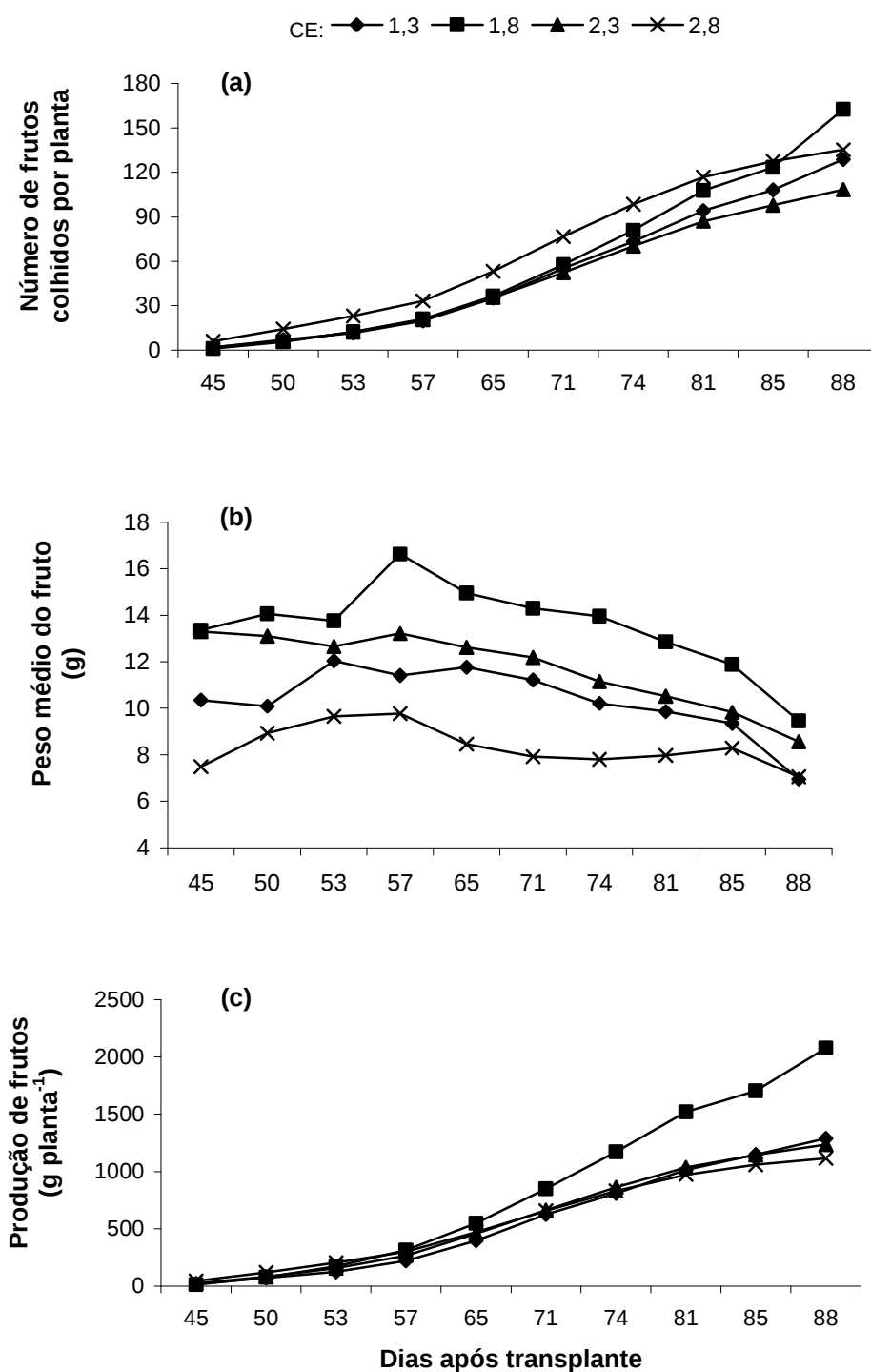


Figura 3. Evolução dos valores dos componentes de rendimento (número de frutos e produção acumulados e peso médio do fruto) do tomate cereja em função da concentração iônica da solução nutritiva (expressa pela condutividade elétrica, CE, em dS m^{-1}) ao longo do ciclo de cultivo, em sistema hidropônico. (Time-course of yield components (accumulated number of fruits and production and fruit mean weight) of cherry tomato according to the ion concentration of the nutrient solution (in terms of electrical conductivity, CE, in dS m^{-1}) during to the cultivation cycle, in hydroponic system). Pelotas, RS, 2008.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos e nas condições de cultivo hidropônico do tomateiro cereja, pode-se concluir que:

- As folhas podem representar o principal dreno de fotoassimilados da planta, seguidas do caule e, por último, dos frutos;
- Os frutos representam entre 26 e 41% da matéria seca aérea das plantas;
- Caule e folhas não se comportam como um compartimento único de estocagem de fotoassimilados. Os frutos competem mais com as folhas do que com o caule na partição de assimilados;
- Ao ser submetida a uma menor demanda de drenos (pela ausência de frutos), a planta de tomate cereja acumula maior quantidade de fotoassimilados nas folhas e não reduz a produção total de matéria seca aérea;
- A posição do cacho floral na planta não afeta o número nem o peso médio do fruto, exercendo pouca influência sobre a produção de frutos por cacho;
- A expansão foliar, o crescimento de frutos e a produtividade diminuem quando a concentração iônica da solução nutritiva aumenta no intervalo entre 1,8 e 2,8 dS m⁻¹ e quando é reduzida de 1,8 para 1,3 dS m⁻¹;
- A variação da concentração iônica da solução nutritiva, na faixa entre 1,3 e 2,8 dS m⁻¹, não afeta o número de frutos colhidos por planta. Entretanto,

concentrações iônicas superiores a $2,3 \text{ dS m}^{-1}$ reduzem o peso médio do fruto e, conseqüentemente, a produtividade;

- A solução nutritiva com CE de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ aumenta a produtividade do tomateiro cereja em sistema hidropônico no ciclo de verão-outono.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P.; SERRA, G.; TOGNONI, F.; LEONI, S. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, 361: 245-257, 1994.
- ALCÁZAR, J.E.; NUEZ, F. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: NUEZ F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 347 p.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. 400 p.
- ALVES FILHO, M. Colheitadeira de tomate reduz perdas e preserva mão-de-obra. Campinas, SP: **Jornal da Unicamp**, ano XXI, ed. 348, p. 5, 2006.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1999. 142 p.
- ANDRIOLO, J.L. **Olericultura Geral: princípios e técnicas**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 2002. 158 p.
- ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v.15, 1: 28-32, 1997.
- 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, 1: 75-83, 2000.
- ANDRIOLO, J.L.; LANZANOVA, M.E.; WITTER, M. Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v.21, 3: 478-481, 2003.
- ANDRIOLO, J.L.; LUDKE, L.; DUARTE, T.S.; SKREBSKY, E.C. Posição dos frutos e seu efeito na repartição da matéria seca da planta do tomateiro. **Ciência Rural**, v.30, 2: 235-240, 2000.

ANDRIOLO, J.L.; LUZ, G.L.; BORTOLOTTI, O.C.; GODOI, R.S. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.35, 4: 781-787, 2005.

ANDRIOLO, J.L.; ROSS, T.D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.34, 5: 1451-1457, 2004.

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**, v.21, 3: 485-489, 2003.

BACCHI, S. **Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz**. 2004. 65f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

BARBOSA, R.M.; LIMA, M.C.B.; SILVA, E.C. Uma experiência com o cultivo hidropônico do tomateiro do grupo cereja em Maceió, AL. **Horticultura Brasileira**, v.20, n. 2, Suplemento 2, 2002.

BAVUSO NETO, P.; SILVA, E.C.; MARQUES, D.J.; MACIEL, G.M. Desempenho de genótipos e cultivares híbridas comerciais de tomateiro do grupo cereja em sistema de cultivo hidropônico NFT. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46, Goiânia. **Horticultura Brasileira**, v.24, p. 277-280, 2006.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 1988. 41 p.

BERNARDES, L.J.L. A hidroponia do tomate cereja. **Hidroponia & Cia** (Primeiro boletim informativo sobre o cultivo sem solo no Brasil). Piracicaba, 6: 5, 1996.

BERTIN, N. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. **Annals of Botany**, v.75, p. 55-65, 1995.

BERTIN, N.; GARY, C. Tomato fruit set and competition for assimilates, during the early production period. **Acta Horticulturae**, v.303, p. 121-126, 1992.

CAMPOS, C.A.B.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; BLANCO, F.F.; GONÇALVES, C.B.; CAMPOS, S.A.F. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. **Science Agricultural**, v.63, 2: 146-152, 2006.

CARDOSO, M.J.; FONTES, L.A.N.; LOPES, N.F. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.34, 191: 71-89, 1987.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, USP/ESALQ. **Hortifruti Brasil**, ano 6, 58: 6-14, 2007.

CLAUSSEN, W. Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown tomato plants as affected by nitrogen source and nutrient concentration. **Plant and Soil**, 00: 1-11, 2002.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL S.A. Disponível [On line] em <<http://www.ceasa.rs.gov.br>> Acesso em: 10 out. 2007.

CENTRAL DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível [On line] em <<http://www.ceagesp.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2007.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E.; VAN MEETEREN, U. Crop growth and development. Long-term responses. Crop growth. In: BAKKER JC; BOT GPA; CHALLA H; VAN DE BRAAK NJ (Edits.). **Greenhouse climate control: an integrated approach**. Wageningen Pers; Wageningen, 1995. p.62-84.

CHARLES-EDWARDS, D.A.; DOLEY, D.; RIMMINGTON, G.M. Light interception by an isolated plant: a simple model. **Ann. Bot.**, 37: 919-928, 1986.

COCKSHULL, K.E.; GRAVES, C.J.; CAVE, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticulture Science**, Asford Kent, v.67, p. 11-24, 1992.

COMETTI, N.N.; MATIAS, G.C.S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M.S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico – sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, 26: 252-257, 2008.

COOPER, A.J. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79: 1048-1052, 1973.

CORTÉS, E.M. Características del riego en cultivo sin suelo: exigencias en aportación y manejo. Resultados experimentales en cultivo de pepino en perlita. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Ed.). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: DGIFA-FIAPA – Caja Rural de Almeria, 1999. p. 287-305.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CAVARIANNI, R.L.; BARBOSA, J.C. Produção do melão rendilhado em função da concentração de potássio na solução nutritiva e do número de frutos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.22, 1: 23-27, 2004.

CTIFL. Centre Technique Interprofessionel dès fruits e dès Legumes. **Maîtrise de la conduite climatique**. Paris: CTIFL, 1995. 127p.

CUARTERO, J.; MUÑOZ, R.F. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, v.78, p. 83-125, 1999.

D'ARCY, W.G. The *Solanaceae* since 1976, with a review of its biogeography. In: HAWKES JG; LESTER RN; NEE M; ESTRADA N. (Eds.). **Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution**. Royal Botanic Gardens, Kew: 75-137, 1991.

DE KONNING, A.N.M. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. 1994. 240f. Wageningen. (Dissertation – Wageningen Agricultural University).

DIEZ NICLOS, J. Tipos varietables. In: NUEZ F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 1995. p. 93-129.

DIMESNTEIN, L. **Tomate cereja – sabor e rentabilidade no mesmo produto**. Disponível [On line] em <<http://www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=4864>>. Acesso em: 25 set. 2007.

DUARTE, T.S. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. 2006. 85f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGER, A.S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 346-351, 2008.

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N.; MONTEZANO, E. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. **Horticultura Brasileira**, 26: 342-347, 2008.

EHRET, D.L.; HO, L.C. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. **Journal of Horticultural Science**, v.61, p. 361-367, 1986.

ELOI WM. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. 2007. 110f. Piracicaba: USP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Tese de Doutorado).

ESPÍNOLA, H.N.R.; ANDRIOLO, J.L.; BARTZ, H.R. Acúmulo e repartição da matéria seca da planta de pepino tipo conserva sob três doses de nutrientes minerais. **Ciência Rural**, v.31, 3: 387-392, 2001.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, 200/201: 99-104, 1999.

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

FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.19, 3: 232-237, 2001.

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, 4: 564-570, 2002.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; SILVA, D.J.H.; BARBOSA, J.G. Produção de mudas de tomateiro por meio de estacas enraizadas em hidroponia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, 4: 343-348, 2004.

FERNANDES, C.; CORÁ, J.E.; BRAZ, L.T. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. **Horticultura Brasileira**, 25: 275-278, 2007.

FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, v.20, 200/201: 56-63, 1999.

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

FLORES, M.E.P. **Variabilidade genética de acessos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) com base na avaliação de fotossíntese, partição de fotoassimilados e produção**. 2007. 48f. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. (Dissertação de Mestrado).

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.23, 1: 94-99, 2005.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 50 p. (Boletim técnico, 180).

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

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

GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; SILVA, J.B.C.; CARRIJO, O.A. Seleção de linhagens com tolerância ao calor em germoplasma de tomateiro coletado na região Norte do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.23, 1: 105-107, 2005.

GRUBBEN, G.J.H. **Tropical vegetables and their genetic resources**. Rome: AGPE, 1977. 197 p.

GUIMARÃES, M.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; CALIMAN, F.R.B.; LOOS, R.A.; STRINGHETA, P.C. Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos a poda apical e de cachos florais. **Horticultura Brasileira**, 25: 265-269, 2007.

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

GUSMÃO, S.A.L.; PÁDUA, J.G.; GUSMÃO, M.A.; BRAZ, L.T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja”. **Horticultura Brasileira**, v.18, Suplemento Julio, 2000.

HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.Q.C.; MONTEIRO, F.A. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 51-73.

HEUVELINK, E. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, 75: 381-389, 1995.

HEUVELINK, E. **Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis**. 1996. 326f. Wageningen: Wageningen Agricultural University. (Tese de Doutorado).

HEUVELINK, E. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. **Scientia Horticulturae**, 69: 51-59, 1997.

HEUVELINK, E.; MARCELIS, L.F.M. Dry matter distribution in tomato and cucumber. **Acta Horticulturae**, v.260, p. 149-157, 1989.

HO, L.C. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v.2, p. 51-59, 1984.

HO, L.C. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.39, p. 355-378, 1988.

HO, L.C. Tomato. In: ZAMSTRI, E; SHAFFER, AA (Eds.). **Photoassimilate distribution in plants and crops**. Source-sink relationships. Marcel dekker, New York, p. 709-728, 1996.

HUETT, D.O. Effect of nitrogen on the yield and quality of vegetables. **Acta Horticulturae**, 247: 205-209, 1989.

ISLA SEMENTES LTDA. 2001. **A invasão do tomate cereja**. Disponível [On line] em <http://www.isla.com.br/cgi-bin/artigo.cgi?id_artigo=108>. Acesso em: 18 set. 2007.

JONES, J.W.; DAYAN, E.; ALLEN, L.H. A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO). **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.24, p. 663-672, 1991.

KAWAKAMI, F.P.C.; ARAUJO, J.A.C.; IUNCK, A.V.; FACTOR, T.L.; CORTEZ, G.E. Manejo da fertirrigação em função da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada no cultivo de tomate cereja sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.25, Suplemento-resumo, 2007.

LAPUERTA, J.C. Anatomía y fisiología de la planta. In: NUEZ, F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.

LAROUCHE, R.; GOSSELIN, A.; VEZINA, L.P. Nitrogen concentration and photosynthetic photon flux in greenhouse tomato production: I. growth and development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.114, 3: 458-461, 1989.

LI, Y.L. **Analysis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment**. 2000. 96f. Wageningen University. (Tese de Doutorado).

LORENZO, P. **Intercepción de luz, bioproductividad e intercambio gaseoso durante la ontogenia de um cultivo invernol de *Cucumis sativus* L. en Almería**. 1996. 255f. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, España. (Monografía).

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI MG. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, 1: 331-350, 1986.

MARCELIS, L.F.M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. **Scientia Horticulturae**, v.54, n. 2, 1993.

MARCELIS, L.F.M. **Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber**. 1994a. 173f. Wageningen Agricultural University. (Tese de Doutorado).

MARCELIS, L.F.M. Effect of fruit growth, temperature and irradiance on biomass allocation to the vegetative parts of cucumber. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.42, 2: 115-123, 1994b.

MARCELLIS, L.F.M. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v.47, p. 1281-1291, 1996.

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

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

MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal, SP: Funep, 1997. 31 p.

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

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3ª edição. Viçosa: UFV, 2006. 111 p.

MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C. de C.; NETO, F.G.C.; ALMEIDA, A.H.B.; SOUZA, J.O.; NEGREIROS, M.Z.; SOARES, S.P.F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, 4: 792-797, 2006.

MONTEZANO, E.M. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. 2003. 60f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

MONTEZANO, E.M. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro**. 2007. 141f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.N.; FONSECA, L.A. Aspectos produtivos e de qualidade dos frutos do meloeiro cultivado em casca de arroz. In: Congresso de Iniciação Científica, XIV e Encontro de Pós-Graduação, VII da UFPel. Pelotas. 2006. **Resumos...** (CD-rom).

MORAES, C.A.G. **Hidroponia: como cultivar tomates em sistema NFT**. 1^a. ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143 p.

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

MORSELLI, T.B.G.A. **Cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2001. 139f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Tese de Doutorado).

NEDERHOFF, E.M.; RIJSDIJK, A.A.; GRAAF, R. Leaf conductance and rate of crop transpiration of greenhouse grown cucumber and tomato. **Journal of Horticultural Science**, v.68, 6: 925-937, 1992.

NICLOS, M.J.D. Tipos varietales. In: NUEZ, F (Coord.). **El cultivo del tomate**. Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 793 p.

NIEUWHOF, M.; GARRETSEN, F.; OEVEREN, J.C. van. Growth analysis of tomato grow under low energy conditions. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v.39, p.191-196, 1991.

NUEZ, F.; DIEZ, M.J.; PICO, B.; CORDOVA, P.F. **Catalogo de semillas de tomate**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 1996. 177 p.

OLIVEIRA, B.C.; CARDOSO, M.A.A.; OLIVEIRA, J.C.; OLIVEIRA, J.A.; CAVALCANTE, L.F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, 1: 11-16, 2007.

OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, 8: 1049-60, 1995.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). Disponível [On line] em <<http://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 18 out. 2007.

PAPADOPOULOS, A.P.; PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.69, p. 1-29, 1997.

PEIL, R.M.N. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. 2000. 210f. Almería. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica). Universidad de Almería.

PEIL, R.M.N.; BOONYAPORN, S.; SAKUMA, H. Effect of different media on the growth of tomato in soilless culture. **Report on Experiments in Vegetable Crops Production**, v.53, p. 61-65, 1994. Tsukuba International Agricultural Training Centre, Tsukuba, Japan.

PEIL, R.M.N.; GÁLVEZ, J.L. Effect of fruit removal on growth and biomass partitioning in cucumber. **Acta Horticulturae**, 588: 69-74, 2002.

PEIL, R.M.N.; GÁLVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **R. Bras. Agrociência**, v.11, 1: 05-11, 2005.

PELUZIO, J.M.; CASALI, V.W.D.; LOPES, N.F.; MIRANDA, G.U.; SANTOS, G.R. Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. **Ciênc. Agrotec.**, v.23, 3: 510-514, 1999.

PINTO, C.M.F.; CASALI, V.W.D.. Tomate: tecnologia e produção. **Informe Agropecuário**, 6 (66), p. 8, 1980.

PIVETTA, C.R.; TAZZO, I.F.; MAASS, G.F.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, v.37, 5: 1274-1280, 2007.

PORTO, A.; OLIVEIRA, L. **Tabela da composição de alimentos**. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, 2006..

POSTALI, G.B.; SILVA, E.C.; MACIEL, G.M. Produção de híbridos comerciais de tomateiro do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, Suplemento 2, 2004.

QUEIROGA, R.C.F.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R. Partição de assimilados e índices fisiológicos de cultivares de melão do grupo Cantalupensis influenciados por número e posição de frutos na planta, em ambiente protegido. **Ceres**, 55(6): 596-604, 2008.

QUIJANO, F.G. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento de duas cultivares de alface em ambiente protegido**. 1999. 116f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

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

RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997. 510 p.

RICK, C.M. The tomato. **Sci. Amer.**, 239: 67-76, 1978.

ROSA, J. **Respostas agronômicas da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em distintas épocas de semeadura e colheita em estufa plástica**. 1998. 47f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

SANDRI, M.A.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M.; DAL ROSS, T. Effect of shading on tomato plants grow under greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v.21, 4: 642-645, 2003.

SAVVAS, D.; LENZ, F. Effects of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. **Scientia Horticulturae**, v.84, 1-2: 37-47, 2000.

SCHMIDT, D.; SANTOS, S.S.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; PILAU, F.G. Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, 18: 273-274, 2000.

SCOTT, H.D.; BATCHELOR, J.T. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, v.71, 6: 776-782, 1989.

SHAFFER, A.A.; PHARR, D.M.; MADORE, M.A. Cucurbits. In: ZAMSKI E; SHAFFER AA (Eds.). **Photoassimilate distribution in plants and crops**. Source-Sink relationships. New York: Marcel DeKKer, p. 729-757, 1996.

SIDDIQI, M.V.; KRONZUCKER, H.J.; BRITTO, D.T.; GLASS, D.M. Growth of a tomato crop at reduced nutrient concentrations as a strategy to limit eutrophication. **J. Plant Nutrition**, 21: 1879-1895, 1998.

SILVA, E.C.; GAMBINI FILHA, E.M.; MACIEL, G.M. Produção de tomateiros do grupo cereja cultivados no sistema hidropônico com diferentes números de hastes. In: 43 Congresso Brasileiro de Olericultura, Recife (PE). **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, Suplemento 2, 2003. (CD-ROM).

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Org.). **Cultivo de tomate para industrialização**. Brasília, DF: Sistemas de Produção, 2ª edição, Embrapa Hortaliças, 2006.

SONNEVELD, C. The salt tolerance of greenhouse crops. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, 36: 63-73, 1988.

SOUZA, V.S.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L.A.; SILVA, L.A.; HERNANDEZ, F.F.F. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, 2: 123-128, 2005.

STANGHELLINI, C. **Transpiration of greenhouse crops. An aid to climate management**. 1987. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países baixos. 18 + 150 pp. (Tese de Doutorado).

STANGHELLINI, C.; VAN MEURS, W.T.M.; CORVER, F.; VAN DULLEMEN, E.; SIMONSE, L. Combined effect of climate and concentration of the nutrient solution on a greenhouse tomato crop. II: Yield quantity and quality. **Acta Horticulturae**, v.458, p. 231-237, 1998.

STARCK, Z. Photosynthesis and endogenous regulation of the source-sink relation in tomato plants. **Photosynthetica**, 17: 1-11, 1983.

STARCK, Z; KOZINSKA, M; SZANIAWSKI, R. Photosynthesis in tomato plants with modified source-sink relationship. In: MARCELLE R; CLIJSTERS H; VAN POUCKE M (Edits.). **Photosynthesis and plant development**. Dr. W. Junk Publishers, La Haya. p. 233-241, 1979.

STEIJN, B. **Training course on soilless cultivation of vegetables**. 1995. 79 p.

STIGTER, H.C.M. Growth relations between individual fruits, and between fruits and roots in cucumber. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.17, p. 209-214, 1969.

STRASSBURGER, A.S. **Cultivo da abobrinha italiana em substrato de casca de arroz em ambiente protegido com solução nutritiva recirculante**. 2007. 118f. Pelotas: UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. (Dissertação de Mestrado).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TANAKA, A.; FUJITA, K.; KIKUCH, K. Nutriophysiological studies on the tomato plant. IV. Source-sink relationships and structure of the source-sink unit. **Soil Science Plantarum Nutrition**, v.20, 3: 305-315, 1974.

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86 p.

TORRES, O.G.V.; GARCIA, P.S.; CASTILLO, G.A.B.; MENDONZA, M.N.R.; LÓPEZ, C.T.; VILLA, M.S.; SORIANO, E.C. Desarrollo y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con solución nutritiva específica para cada etapa fenológica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, FERTBIO, 26. **Resumos...** Lajes: 2004. (CD-ROM).

VAN IEPEREN, W. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. **Journal of Horticultural Science**, 71: 99-111, 1996.

WARREN-WILSON, J. Control of crop processes. In: REES AR; COCHSHULL KE; HAND DW. **Crop processes in controlled environment**. London: Academic Press, 1972. p. 7-30.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)