

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

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



**TESE**

**Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de  
plantio e raleio de flores para diferentes ciclos de cultivo**

**Silvana Rodrigues**

**Pelotas, 2016**

**SILVANA RODRIGUES**

**Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de plantio e raleio de flores para diferentes ciclos de cultivo**

Tese 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 Doutor em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil

Pelotas, 2016.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

R696m Rodrigues, Silvana

Minitomateiros grape e cereja em hidroponia:  
densidade de plantio e raleio de flores para diferentes  
ciclos de cultivo / Silvana Rodrigues ; Roberta Marins  
Nogueira Peil, orientadora. — Pelotas, 2016.

92 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em  
Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de  
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,  
2016.

1. Solanum lycopersicon. 2. Cultivo protegido. 3.  
Análise de crescimento. 4. Componentes do rendimento.  
5. Qualidade de fruto. I. Peil, Roberta Marins Nogueira,  
orient. II. Título.

CDD : 630.2745

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

**Banca Examinadora:**

.....  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil  
Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch  
Universidade Federal de Pelotas

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

.....  
Prof. Dr. Gabriel Nachtigall Marques  
Instituto Federal Sul Rio-Grandense/Bagé

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, pela saúde e pela proteção, por ter me guiado pelo caminho certo durante todas as etapas da minha vida e principalmente, por ter me aberto uma janela sempre que uma porta se fechava;

À Professora Roberta Marins Nogueira Peil, exemplo de ética, minha eterna gratidão pela amizade, orientação, atenção, ensinamentos e compreensão dados durante a realização do doutorado;

À minha irmã Simone Lírio França e cunhado Antônio Augusto França, incansáveis, pacientes, protetores, obrigada pelo carinho, incentivo e apoio incondicionais, por serem meu porto seguro e base da minha vida;

A minha família, meus pais, que acreditaram e torceram por mim;

À Universidade Federal de Pelotas e ao curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pela oportunidade de realização do trabalho de doutorado;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pelo conhecimento transmitido;

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos;

Ao meu namorado Gerson Nunes, que durante este tempo me apoiou e lutou comigo para que este sonho se tornasse realidade;

A minha grande amiga Isabelita Pereira Portela, pelo companheirismo, palavras de incentivo, apoio e amizade;

Aos discentes do curso de Agronomia Raifer Campelo Simões, Cristiane Neutzling, Eduardo, pela amizade e auxílio prestado durante a execução do curso;

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pela amizade e auxílio prestado durante a execução deste trabalho;

Ao amigo e funcionário do Campo Didático e Experimental, Dudu, sempre disposto a nos ajudar;

A todos que contribuíram de alguma forma para que eu concluísse meu objetivo e a todos os que me proporcionaram, de alguma maneira, crescimento pessoal e profissional, minha eterna gratidão.

## Resumo

RODRIGUES, Silvana. **Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de plantio e raleio de flores para diferentes ciclos de cultivo**. 2016. 91f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

O tomateiro é cultivado em praticamente todas as regiões brasileiras. Dentre os diversos tipos de tomates existentes, o minitomate vem se destacando, devido às suas características produtivas, pois além de ser bastante atrativo e saboroso, possui alto valor agregado estimulando os produtores a investirem no cultivo dessa hortaliça. O cultivo de minitomate vem sendo realizado, principalmente, em ambiente protegido, como uma forma de minimizar as perdas em produção e qualidade de frutos, além de proporcionar a produção antecipada ou fora de safra e assim proporcionar maior retorno ao produtor do que o obtido com o cultivo convencional a céu aberto. Assim, os objetivos do trabalho foram: avaliar o efeito da variação da densidade de plantio e do raleio de inflorescências sobre a produção e partição de massa seca da planta e as características produtivas de minitomateiros dos tipos cereja e grape em duas épocas de cultivo, em sistema hidropônico; e estudar os componentes de rendimento, e as características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de duas cultivares de minitomates, observando a influência da adoção de uma alta densidade de plantio em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico. Para isso, dois experimentos foram realizados em condições de estufa plástica, no Campus da Universidade Federal de Pelotas, RS. A semeadura foi efetuada no dia 24 de novembro de 2012 para o ciclo de verão-outono (2012/2013), e para o cultivo de primavera-inverno (2013/2014) foi realizada em 26 de agosto de 2013. O ciclo da cultura foi de 183 dias no cultivo de verão-outono e 298 dias no cultivo de primavera-inverno, contados a partir do transplante. As plantas foram tutoradas por fita de ráfia presa na linha de arame disposta 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. A condução foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente. Objetivando-se prolongar o período de colheita, quando as plantas atingiram a altura do arame, a base dos caules foi sistematicamente desfolhada e rebaixada, seguindo a condução do tipo “carrossel holandês”. As plantas foram avaliadas em cinco densidades de plantio: 2,6; 2,9; 3,4; 3,9; e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> no experimento de verão-outono; para o experimento de primavera-inverno as densidades estudadas foram 2,9; 3,9; 4,7; 5,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup>. Após a emissão das inflorescências, foi feito o raleio das mesmas nas subparcelas determinadas, deixando-se 20 flores por racemo. O crescimento foi

quantificado por meio da determinação da biomassa aérea (massa fresca e seca) das plantas durante o ciclo produtivo e a acumulada ao final de cada experimento, sendo incluídos os frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas e as frações de desbrota. Para as avaliações das características físico-químicas, adicionalmente, aos experimentos foram escolhidas duas densidades de plantio: 3,4; e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> no experimento de verão-outono; e 2,9; e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> no experimento de primavera-inverno. Foram realizadas avaliações físico-químicas dos frutos, como o teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, relação °Brix/acidez ('ratio'), açúcares redutores, ácido ascórbico, pH, compostos fenólicos, luminosidade (I\*), vermelho (+a\*), amarelo (+b\*), Hue, licopeno, β-caroteno, ácido clorogênico, e a atividade antioxidante. Em relação ao aumento da densidade de plantio observou-se que houve uma redução no crescimento de todos os órgãos, no tamanho de frutos e na produção de frutos por planta, sem afetar a proporção de massa seca alocada nos frutos. Porém, aumenta linearmente o número de frutos colhidos e a produtividade por unidade de área. Já, o raleio de flores não afeta o crescimento dos frutos e a partição de massa seca para estes órgãos em ambas as cultivares e ciclos. Porém, em ciclo longo, de primavera-inverno, aumenta o tamanho e a produção dos frutos; e em ciclo curto, de verão-outono, não afeta as características produtivas de ambas as cultivares. Recomenda-se a adoção da densidade de plantio de 2,9 plantas m<sup>-2</sup> para ambas as cultivares em ciclo mais curto, de verão-outono; e as densidades de 2,9 e de 3,9 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' em ciclo longo de primavera-inverno. A prática do raleio, do ponto de vista fitotécnico, é recomendável para ambas as cultivares em ciclo de primavera-inverno. Em relação às características físicas e químicas relacionadas à qualidade organoléptica de frutos de minitomates com adoção de uma maior densidade de plantio, indicam que os componentes do rendimento são, de forma geral, semelhantes para os diferentes ciclos estudados e dependem, principalmente, do híbrido avaliado. O aumento da densidade de plantio reduz o tamanho dos frutos e aumenta o número e a produtividade de frutos por unidade de área em ambos os híbridos. O híbrido 'Grape Dolcetto' apresenta-se, com melhor qualidade, e é mais afetado pela adoção de uma maior densidade de plantio do que o híbrido 'Cereja Coco'. O emprego de uma alta densidade de plantio não afeta as características de coloração dos frutos das duas cultivares.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicon*; cultivo protegido; análise de crescimento; componentes do rendimento; qualidade de frutos.

## Abstract

RODRIGUES, Silvana. **Grape and cherry mini tomato tree in hydroponics: density of planting and trimming of different flowers growing cycles.** 2016.92 f. Thesis (Doctorate) - Family Agricultural Production Systems Post-Graduation Program. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The tomato is grown in almost all regions of Brazil. Among the different types of tomatoes, mini tomato has stood out due to their productive characteristics, as well as being very attractive and tasty, has high added value by encouraging producers to invest in the cultivation of this vegetable. The mini tomato cultivation is being carried out mainly in a protected environment, as a way to minimize losses in production and fruit quality, and provide the anticipated production or out of season and thus provide greater returns to producers than that obtained with conventional cultivation in the open. The objectives of the study were to evaluate the effect of variation of planting density and thinning of inflorescences on the production and dry matter partition of the plant and the production characteristics of mini tomato types cherry and grape in two growing seasons in hydroponic; and study the yield components, and the physical and chemical characteristics related to the organoleptic quality of two cultivars of mini tomato, noting the influence of adopting a high density planting in two crop cycles hydroponically. For this, two experiments were conducted in greenhouse conditions, on the campus of the Federal University of Pelotas, Brazil. Sowing was performed on November 24, 2012 to the summer-autumn cycle (2012/2013), and the spring-winter crop (2013/2014) was held on 26 August 2013. The crop cycle it was 183 days in the summer-autumn crop and 298 days in the spring-winter crop, counted from the transplant. The plants were stood by raffia tape, fixed in the line willing 3.0 m above the cultivation line and sustained by the greenhouse structure. Driving was single stem, becoming the thinning of the side rods periodically. Aiming to prolong the harvest period, when the plants reached the height of the wire, the base of the stems was systematically leafless and lowered, following the driving of the "Dutch Carousel". The plants were evaluated in five planting densities: 2.6; 2.9; 3.4; 3.9; and 4.7 m<sup>-2</sup> plants in the summer-autumn experiment; for spring-winter experiment densities studied were 2.9; 3.9; 4.7; 5.9 and 7.8 plants m<sup>-2</sup>. After the issuance of inflorescences was done thinning the same in certain subplots, leaving 20 flowers per raceme. Growth was quantified by

determining the biomass (fresh and dry weight) of the plants during the production cycle and accumulated at the end of each experiment, and included the fruits harvested during the production process as well as the leaves from early defoliation and the fractions of thinning. For evaluations of physical-chemical characteristics, in addition, the experiments were chosen two planting densities: 3.4; and 4.7 m<sup>-2</sup> plants in the summer-autumn experiment; and 2.9; and 7.8 plants m<sup>-2</sup> in spring-winter experiment. Physical and chemical evaluations of the fruits were carried out, such as soluble solids (° Brix), titratable acidity, ratio Brix / acidity (TA ratio), reducing sugars, ascorbic acid, pH, phenolics, lightness (L \*), red (+ a \*), yellow (+ b \*), Hue, lycopene, β-carotene, chlorogenic acid, and antioxidant activity. Regarding the increase in planting density was observed that a reduction in growth of all organs in fruit size and fruit yield per plant, without affecting the dry mass proportion allocated in fruits. However, linearly increases the number of harvested fruit and the productivity per unit area. Already, the thinning of flowers does not affect the growth of fruit and dry matter partition for these organs in both cultivars and cycles. However, in long cycle, spring and winter, increases the size and production of fruits; and short cycle of summer-autumn, does not affect the traits of both cultivars. It is recommended the adoption of the 2.9 plants planting density m<sup>-2</sup> for both varieties in shorter cycle of summer-autumn; and densities of 2.9 and 3.9 plants m<sup>-2</sup>, respectively, to 'Cherry Coco "and" Grape Dolcetto' in long cycle of spring-winter. The practice of thinning the fitotécnico point of view, it is recommended for both cultivars in spring-winter cycle. In relation to physical and chemical characteristics related to the organoleptic quality of fruit mini tomato with the adoption of a higher plant density, indicate that yield components are, in general, similar to the different cycles studied and depend mainly on the rated hybrid . Increased planting density reduces fruit size and increase the number and fruit yield per unit area in both hybrids. The hybrid 'Grape Dolcetto' presents itself with better quality and is more affected by the adoption of a higher plant density than the hybrid 'Cherry Coco'. The use of a high planting density does not affect the fruits of staining characteristics of both cultivars.

**Key words:** *Solanum lycopersicon*; protected cultivation var.; analysis of growth; yield components; fruit quality.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução Geral</b> .....	12
<b>2. Projeto de pesquisa</b> .....	17
2.1 Identificação.....	18
2.2 Antecedentes e justificativa.....	19
2.3 Material e Métodos.....	24
2.4 Recursos necessários.....	30
2.5 Cronograma de execução.....	32
2.6 Divulgação prevista.....	33
2.7 Bibliografia Citada.....	33
<b>3. Relatório do trabalho de campo</b> .....	37
<b>Artigo 1.</b> Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de plantio e raleio das flores para diferentes ciclos de cultivo.....	41
Resumo.....	41
Abstract.....	42
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Resultados e Discussão.....	47
Conclusão.....	54

Referências Bibliográficas.....	55
<b>Artigo 2.</b> Alta densidade de plantio, rendimento e qualidade pós-colheita de dois híbridos de minitomateiro em hidroponia.....	63
Resumo.....	64
Abstract.....	65
Introdução.....	65
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussão.....	70
Conclusão.....	76
Referências Bibliográficas.....	77
<b>Conclusões Gerais</b> .....	84
<b>Referências</b> .....	86

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças de frutos mais importantes no Brasil e no mundo. Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento de seu consumo (Carvalho & Pagliuca, 2007). A produção anual brasileira de tomate é estimada em 4,4 milhões de toneladas, sendo dois milhões de toneladas (77% do total) destinados ao mercado *in natura* e o restante ao processamento industrial da polpa (Fao, 2014).

Dentro do segmento do tomate de mesa, o cultivo de minitomates cresceu muito nos últimos anos no Brasil, principalmente entre os agricultores familiares, pelo seu alto rendimento econômico, contribuindo para melhorar a renda. Entre os minitomates que vem se destacando, estão os dos tipos cereja e grape. Apesar de ambos serem minitomates, diferem entre si quanto ao sabor, tamanho, formato, coloração e °Brix (concentração de açúcares). Enquanto o tomate salada possui concentração de açúcares entre 4 e 6°Brix, os frutos das variedades de minitomates possuem doçura suficiente para chegar entre 9 e 12°Brix (ABH, 2016). Esses frutos apresentam, em geral, grande versatilidade culinária, sendo indicados para o consumo *in natura*, em saladas cruas, na forma de snacks, como acompanhamento de bebidas ou, ainda, como lanche de adultos e crianças. (Sabio et al., 2013). A relação custo-benefício dos minitomates mostra-os como uma alternativa de retorno econômico maior quando comparado ao tomate do tipo salada. Esse produto também apresenta, para o agricultor familiar, uma boa produtividade, rusticidade, boa adaptação para o cultivo em ambiente protegido em sistema sem solo.

A crescente demanda por hortaliças de qualidade tem impulsionado alterações nas técnicas de produção associadas ao cultivo protegido. Verifica-se gradual substituição do cultivo em solo para o cultivo sem solo, principalmente, quando a presença de patógenos no solo impossibilita o seu uso. O cultivo sem solo 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 pode-se otimizar o uso da área, dispensando a rotação de culturas e o controle de plantas concorrentes (Peil, 2002).

A melhoria da qualidade do fruto é muito importante na satisfação do consumidor e desempenha um expressivo papel na comercialização. O consumidor estabelece como critérios mais importantes na aceitação para consumo, o estágio de maturação, sabor e aspecto visual, sendo critério secundário o valor nutritivo. Em se tratando de minitomates, os estudos do efeito de cultivares sobre os componentes de rendimento e as características físico-químicas do fruto ainda são escassos, principalmente nas condições brasileiras, o que destaca a importância de pesquisas que venham em apoio aos agricultores de hortaliças, uma vez que, com o mercado cada vez mais competitivo, os híbridos de tomateiro como os minitomates, alcançam grande aceitação, com valores compensadores, despertando maior interesse dos agricultores. Por ser um segmento novo para a tomaticultura, desconhece-se o espaçamento ideal a ser recomendado para se obter maiores rendimentos com fruto de qualidade.

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido, no período da entressafra, pode aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, sendo esses valores maiores que  $100 \text{ t ha}^{-1}$  em ciclos de 150 dias (Andriolo et al., 1997). Além disso, o aumento na produtividade do tomateiro produzido por meio de cultivo hidropônico tem sido de 20%-25% sobre o obtido pelo cultivo em solo, devido a diferentes fatores ou, em algumas situações, devido ao solo pobre em nutrientes ou até mesmo devido à ocorrência de pragas e doenças na lavoura do tomateiro (Bracini et al., 1997).

Dentre as técnicas de cultivo protegido, a hidroponia se destaca, sendo esta definida como um sistema de cultivo sem solo, no qual as plantas são cultivadas com raízes total ou parcialmente imersas em uma solução nutritiva, devidamente oxigenada, no qual não é utilizado substrato para a sustentação das raízes. (Andriolo, 1999).

Entre os sistemas hidropônicos mais utilizados encontra-se a técnica da lâmina ou do filme de nutrientes (do inglês "*Nutrient Film Technique*"), conhecida

como NFT (Cooper, 1979). 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 em torno das raízes. Essa solução é bombeada do depósito para os canais de cultivo com intervalos programados de acordo com as necessidades da cultura (Andriolo, 1999).

A solução passa pelas raízes, retornando para um depósito, formando um sistema fechado (Burrage, 1992). Neste sistema fechado, a solução nutritiva percorre várias vezes os mesmos canais, sendo que a solução drenada é armazenada e reutilizada. Desta forma, os nutrientes que anteriormente seriam eliminados para o meio ambiente são utilizados pelas plantas, causando baixo impacto ambiental.

Entre as vantagens observadas com o uso desta técnica, pode-se citar o baixo custo em relação aos demais sistemas de cultivo sem solo; a ausência de substratos; a 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); a economia de água e fertilizantes, o baixo impacto ambiental, a alta produtividade e a qualidade da colheita.

É importante destacar que o desenvolvimento do tomateiro depende de numerosos fatores, entre os quais se podem mencionar: material genético, iluminação, temperatura, nutrição, abastecimento de água e concentração de CO<sub>2</sub>, que atuam conjuntamente em complexa interação.

A cidade de Pelotas é um dos polos de produção de tomate de mesa do Rio Grande do Sul e seu cultivo está concentrado em propriedades familiares. Por isso, é para este perfil de agricultores que se direcionam os esforços em produzir conhecimento sobre a cultura e adequar a tecnologia de cultivo sem solo, assim como incentivar o cultivo de outras variedades de tomateiro. Todavia, poucos são os estudos realizados no sul do Brasil quanto ao manejo fitotécnico de minitomateiros. Ainda, o conhecimento básico gerado neste trabalho não se detém somente no campo dos cultivos sem solo, uma vez que as respostas ecofisiológicas obtidas podem ser estendidas a outros sistemas de produção.

Aspectos fitotécnicos fundamentais a serem estudados para a cultura de minitomateiro em ambiente protegido se referem às épocas de cultivo, a densidade de plantio, a qualidade dos frutos e o raleio de flores, mais adequados ao cultivo na

região sul do país, caracterizada por uma grande variação sazonal da disponibilidade de radiação solar e da temperatura. Ambos elementos climáticos podem exercer influência sobre o crescimento e a produtividade da cultura.

O crescimento e a produtividade de uma cultura podem ser definidos pela sua produção de biomassa (matéria fresca e seca) e a sua capacidade em acumular biomassa (partição de matéria seca e fresca) nos órgãos comercializáveis, no caso do tomateiro, os frutos. O equilíbrio entre o fornecimento (fonte) e a demanda de fotoassimilados (dreno) é fundamental para garantir um adequado crescimento e alta produtividade. A variação da densidade de cultivo e da carga de frutos na planta são medidas úteis e de fácil adoção para controlar a relação fonte/dreno e o balanço de assimilados entre os órgãos vegetativos e os frutos (Marcelis & De Koning, 1995).

Segundo Carvalho e Tessarioli Neto (2005), não há variação do número de frutos por planta do tomateiro, mas sim aumento na produtividade e redução na massa média dos frutos de tomate a medida que se adensa o cultivo. Esta elevada produtividade obtida em plantios adensados ocorre devido ao aumento da interceptação da luz fotossinteticamente ativa e da fotossíntese do dossel, que estimula o crescimento da cultura e aumenta o total de assimilados disponíveis para os frutos (Papadopoulos; Pararjasingham, 1997). No tomateiro, além do número de plantas por unidade de área, o número de frutos colhidos por plantas e a massa média dos frutos estão diretamente relacionados à produtividade (Papadopoulos; Pararjasingham, 1997). Apesar de ocorrer um aumento na produção do tomateiro com o aumento da densidade de plantio, a massa fresca média do fruto decresce. Entretanto, tais relações sofrem influência da época de cultivo (disponibilidade de radiação) e da variedade empregada. A disponibilidade de radiação solar da época exerce influência direta na fotossíntese potencial da cultura, afetando a força de fonte e o crescimento. Portanto, é aconselhável usar densidade de plantios mais elevadas em ciclos que coincidam com épocas de aumento da radiação solar (ciclos de primavera-inverno) e menores densidades em épocas de redução da radiação (ciclos de verão-outono) (Peil & Gálvez, 2005). Porém, poucas são as informações referentes à densidade de plantio a ser recomendada para a cultura de minitomeiro em função da época de cultivo e da duração do ciclo de cultivo na região sul do Brasil.

Dentro deste contexto, este trabalho foi formalizado em dois artigos científicos. O primeiro artigo, teve como objetivo avaliar, a influência de diferentes

densidades de plantio e o efeito do raleio das flores sobre a produção e partição de massa seca da planta e as características produtivas de minitomateiros dos tipos cereja e grape em dois ciclos de cultivo: um mais curto, de verão-outono, e um mais longo que compreende o período desde a primavera até o inverno do ano subsequente, em condições de ambiente protegido e sistema hidropônico. No segundo artigo, estudou-se os componentes de rendimento e as características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de duas cultivares de minitomates, observando a influência da adoção de uma alta densidade de plantio em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico.

## **2. Projeto de Pesquisa**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA FAMILIAR**

### **Projeto de Tese**

**Manejo fitotécnico e fisiologia da produção do tomateiro em ambiente  
protegido e cultivo hidropônico**

**Silvana Rodrigues**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE**  
**PRODUÇÃO AGRÍCOLA FAMILIAR**

**Título:** Manejo fitotécnico e fisiologia da produção do tomateiro em ambiente protegido e cultivo hidropônico

### **3. IDENTIFICAÇÃO**

**3.1 Instituição:** Universidade Federal de Pelotas (UFPe), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFt), Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.

#### **3.2. Equipe:**

- Silvana Rodrigues – Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Bolsista CNPQ, Dep. de Fitotecnia, UFPe/FAEM. Responsável.
- Roberta Marins Nogueira Peil – Prof<sup>a</sup>. Dep. de Fitotecnia/UFPe/FAEM. Orientadora.
- Isabel Lago – Prof<sup>a</sup>. Dep. de Fitotecnia/UFPe/FAEM. Coorientadora.
- Fernanda Carini – Aluna do curso de Agronomia, Bolsista FAPERGS, Dep. Fitotecnia/UFPe/FAEM. Participante.
- Cristiano Portz – Aluno do curso de Agronomia, Bolsista FAPERGS, Dep. Fitotecnia/UFPe/ FAEM. Participante.
- Laís Perín – Aluna do curso de Agronomia, Bolsista PET/MEC, Dep. Fitotecnia/UFPe/ FAEM. Participante.
- Eduardo de Oliveira – Aluno do curso de Agronomia, Bolsista CNPq, Dep. Fitotecnia/UFPe/ FAEM. Participante.
- Raifer Simões – Aluno do curso de Agronomia, Estagiário, Dep. Fitotecnia/UFPe/ FAEM. Participante.

#### 4. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

A cultura do tomateiro se reveste de grande importância para o setor hortigranjeiro da região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Segundo informações da Seção de Economia e Desenvolvimento da CEASA do Estado do Rio Grande do Sul, o volume de tomate cereja comercializado cresceu de 129,33 toneladas em 1998 para 216,86 toneladas em 2010 (CEASA/RS, 2011). Entretanto, o tomate do tipo salada tem um volume comercializado bem maior. Na CEAGESP foram comercializados entre 2005 e 2010, em média 23.024 t por mês de tomate salada, sendo o volume comercializado maior no mês de janeiro (24.071 t) e menor no mês de julho (21.563 t) (Agriannual, 2010).

O tomateiro é uma das mais importantes hortaliças cultivadas no Brasil, sendo sua utilização muito variada e com a existência de grande número de tipos de frutos (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.

A maioria da produção de tomate de mesa no Brasil é realizada por agricultores familiares, em pequenas áreas de cultivo tradicional, com a produtividade média de 60,5 Mg /ha (Fao, 2010). A elevada ocorrência de doenças e pragas, os elevados aporte de insumos e dispêndio de mão de obra, o alto investimento que a cultura demanda e, também, a necessidade do cultivo prolongado ou de maior número de ciclos de cultivos por ano para atender ao mercado tem despertado o interesse dos tomaticultores para o cultivo protegido (Andriolo et al., 1999). Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, a produção de tomate em ambiente protegido vem sendo expandida nos últimos anos, apresentando produtividade 4 a 15 vezes superior a dos cultivos convencionais (Martins, 1992), com alto retorno econômico, uma vez que tem mercado garantido e um alto valor de comercialização.

O cultivo hidropônico em ambiente protegido vem sendo utilizado para muitas hortaliças de frutos, como uma forma de minimizar as perdas em produção e qualidade, viabilizando o fornecimento no período da entressafra, proporcionando ao produtor maior retorno do que o obtido com o cultivo convencional. Além disso, através desse sistema se desvincula a produção do nível de fertilidade do solo e,

adicionalmente, otimiza-se o uso da área protegida, dispensando a rotação de culturas e o controle de plantas concorrentes. Esses sistemas permitem aos agricultores aumentar a densidade das plantas e a produtividade, diminuindo os custos da lavoura.

No cultivo hidropônico, as plantas são cultivadas com as raízes total ou parcialmente imersas em uma solução nutritiva, devidamente oxigenada, na qual não é utilizado substrato para a sustentação das raízes (Urrestarazu-Gavilán, 1997).

Entre os sistemas hidropônicos mais utilizados encontra-se a técnica da lâmina ou do filme de nutrientes (do inglês "Nutrient Film Technique"), conhecida como NFT (Cooper, 1979). 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 em torno das raízes. Essa solução é bombeada do depósito para os canais de cultivo com intervalos programados de acordo com as necessidades da cultura (Andriolo, 1999).

Entre as vantagens observadas no sistema hidropônico com o uso desta técnica, pode-se citar o baixo custo em relação aos demais sistemas de cultivo sem solo; a ausência de substratos; a 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); o eficiente uso da água; a economia de fertilizantes; a diminuição da ocorrência de doenças; o baixo impacto ambiental; a alta produtividade e a qualidade da colheita.

O manejo fitotécnico da cultura neste sistema tende a ser bastante tecnificado, uma vez que o investimento de implantação de uma estufa agrícola e de um sistema de cultivo hidropônico é relativamente dispendioso. Por isso, estudos sobre o manejo da cultura que venham a elucidar o comportamento ecofisiológico e a dinâmica de crescimento neste ambiente e incrementar a produtividade são de fundamental importância.

A cidade de Pelotas é um dos principais polos de produção de tomate de mesa do Rio Grande do Sul e seu cultivo está concentrado em propriedades familiares. Por isso, é para este perfil de agricultores que se direcionam os esforços em produzir conhecimento sobre a cultura e adequar a tecnologia de cultivo sem solo, assim como incentivar o cultivo de outras variedades de tomateiro. O tomate cereja mostra-se como uma alternativa de maior retorno econômico quando

comparado ao tomate do tipo salada. Todavia, poucos são os estudos realizados no sul do Brasil quanto ao manejo fitotécnico deste tipo de tomateiro. Ainda, o conhecimento básico gerado não se detém somente no campo dos cultivos sem solo, uma vez que as respostas ecofisiológicas obtidas podem ser estendidas a outros sistemas de produção.

Aspectos fitotécnicos fundamentais a serem estudados para a cultura do tomateiro cereja em ambiente protegido são a densidade de cultivo e o raleio de frutos. Ambos podem exercer influência sobre o crescimento e a produtividade da cultura. O crescimento e a produtividade de uma cultura podem ser definidos pela sua produção de biomassa (matéria fresca e seca) e a sua capacidade em acumular biomassa (partição de matéria seca e fresca) nos órgãos comercializáveis, no caso do tomateiro, os frutos. O equilíbrio entre o fornecimento (fonte) e a demanda de fotoassimilados (dreno) é fundamental para garantir um adequado crescimento e alta produtividade. A variação da densidade de cultivo e da carga de frutos na planta são medidas úteis e de fácil adoção para controlar a relação fonte/dreno e o balanço de assimilados entre os órgãos vegetativos e os frutos (Marcelis & De Koning, 1995).

Segundo Carvalho & Tessariolo Neto (2005), não há variação do número de frutos por planta do tomateiro, mas sim aumento na produtividade e redução na massa média dos frutos de tomate à medida que se adensa o cultivo. A elevada produtividade obtida em plantios adensados ocorre devido ao aumento da interceptação da luz fotossinteticamente ativa e da fotossíntese do dossel, que estimula o crescimento da cultura e aumenta o total de assimilados disponíveis para os frutos (Papadopoulos; Pararajasingham, 1997).

No tomateiro, além do número de plantas por unidade de área, o número de frutos colhidos por planta e a massa média dos frutos estão diretamente relacionados à produtividade (Papadopoulos; Pararajasingham, 1997; Streck et al., 1998). Apesar de ocorrer um aumento na produção do tomateiro com o adensamento de plantas, a massa média dos frutos decresce. Entretanto, tais relações sofrem influência da época de cultivo (disponibilidade de radiação) e do genótipo empregado. A disponibilidade de radiação solar da época de cultivo exerce influência direta na fotossíntese potencial de uma cultura, afetando a força de fonte e o crescimento. Portanto, é aconselhável usar densidades de plantio mais elevadas e maior carga de frutos em ciclos que coincidam com épocas de aumento da integral diária de radiação solar (ciclos de primavera-verão) e menores densidades e carga

de frutos em épocas de redução da radiação (ciclos de verão-outono) (Peil & Gálvez, 2005).

De maneira geral, para o tomateiro tipo salada, quanto maior o adensamento do plantio, menor será a produção total comercial e a massa média dos frutos, e maior será a produção de frutos médios e pequenos (Camargos, 1998; Seleguini et al. 2002). Este efeito da densidade de plantio na produção e massa média de tomate salada classificado ocorre porque em condições de adensamento as plantas competem mais por luz e direcionam um maior gasto de energia aos processos de crescimento celular e menor translocação de açúcares para os frutos, resultando numa diminuição do tamanho do fruto (Borraz et al., 1991). Tais relações são válidas para tomateiro do grupo salada e sob as condições de radiação em que foram realizadas as pesquisas.

Estudos semelhantes relacionando os efeitos da densidade de cultivo e do raleio, sobre o crescimento e o rendimento do tomateiro cereja são escassos e, em se tratando do cultivo em épocas com disponibilidades radioativas diferentes, inexistentes. Acredita-se que devido à menor força de dreno dos frutos de tomateiro cereja, as respostas obtidas em função da densidade de plantio, do raleio de frutos e da época de cultivo difiram daquelas obtidas para tomates de frutos maiores.

A utilização de sistemas fechados de cultivo sem solo, como é o caso do sistema NFT, mostra-se promissora também do ponto de vista de determinação da transpiração da cultura. Um conjunto de cultivo NFT pode ser considerado um lisímetro, uma vez que as saídas de água do sistema se dão somente através da transpiração das plantas (Valandro et al., 2003; Peil et al., 2012). O conhecimento da transpiração (consumo hídrico) ao longo do ciclo da cultura em condições diferenciadas de demanda evapotranspiratória da atmosfera possibilitará identificar qual o estágio mais suscetível à deficiência hídrica ou em que período do ciclo ocorre maior consumo de água, favorecendo o manejo adequado da irrigação, trazendo assim, maior retorno econômico através da produção de frutos (Fagan, 2005). Poucos são os estudos sobre a transpiração e o consumo hídrico do tomateiro nas condições do Rio Grande do Sul (Postingher 1996; Valandro, 2003).

Adicionalmente, o sistema NFT melhora a utilização de recursos hídricos, devido ao uso mais eficiente da água, uma vez que as perdas do sistema são mínimas (Adams, 1981). A eficiência do uso da água (EUA) é uma medida

importante que mostra a relação entre a unidade de biomassa produzida e a unidade de água utilizada (Kramer, 1995).

De um lado, o presente projeto propõe determinar a densidade crítica do cultivo e a necessidade ou não da prática do raleio para o tomateiro do tipo cereja e, por outro lado, estimar o consumo hídrico e a eficiência no uso da água de tomateiro do grupo salada e do grupo cereja em dois ciclos de cultivo (verão-outono-inverno e primavera-verão-outono), com dinâmicas opostas de evolução da radiação solar e da temperatura. O estudo do manejo fitotécnico do tomate cereja em épocas de disponibilidades radiativas e térmicas diferenciadas quanto à densidade de plantio e ao raleio de frutos permitirá analisar o balanço entre o fornecimento e a demanda de assimilados. Da mesma maneira, o conhecimento do consumo hídrico permitirá analisar a transpiração da cultura ao longo dos ciclos de cultivo e estimar a eficiência no uso da água, favorecendo o manejo adequado da irrigação em ciclos distintos. Conhecer o crescimento e a transpiração da cultura permitirá estabelecer práticas de manejo apropriadas à época do ano e ao sistema de cultivo, podendo melhorar o rendimento comercial e a eficiência do sistema. Esses fatores são essenciais quando o agricultor busca novas técnicas de produção.

#### **4. Objetivos e metas**

##### **Objetivo Geral:**

Produzir conhecimento básico e aplicado sobre o manejo fitotécnico e o consumo hídrico da cultura do tomateiro em ambiente protegido e sistema hidropônico.

##### **Objetivos Específicos:**

- Estudar os efeitos da densidade de plantio e da prática do raleio (demanda de drenos) sobre o crescimento da cultura (através da análise da produção e da distribuição de biomassa ao longo do ciclo de cultivo);
- Estudar os componentes do rendimento e avaliar a produtividade e a qualidade da colheita.

- Avaliar a transpiração da cultura, estudar as relações entre consumo hídrico e produção de biomassa e determinar a eficiência no uso da água.

**Metas:**

- Definir a densidade de plantio mais adequada para cada ciclo de cultivo;
- Definir a necessidade ou não da prática do raleio para o tomateiro cereja nas duas épocas de cultivo;
- Determinar o consumo hídrico ao longo do ciclo e nos diferentes estádios fenológicos da cultura para dois genótipos de tomateiro (do grupo cereja e do grupo salada).

**5. MATERIAL E MÉTODOS****5.1 Localização**

Os experimentos serão desenvolvidos em estufa agrícola localizada no Campo Experimental e Didático do Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL, localizado no município de Capão do Leão, RS, tendo como coordenadas geográficas aproximadas: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude de 13m.

A estufa é do modelo teto em arco (10x21m), de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 µm de espessura e disposta no sentido norte-sul. 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.

Durante a realização dos experimentos, o controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior da estufa, será realizado através da abertura das janelas laterais às 8 horas e seu fechamento entre 18 e 19 horas. Em dias que ocorram baixas temperaturas, fortes ventos, chuvas e/ou alta umidade relativa do ambiente externo à estufa, esta será fechada parcial ou totalmente, dependendo das condições climática

## 5.2 Descrição dos experimentos

Os experimentos serão realizados em dois ciclos de produção com dinâmicas opostas de evolução da radiação solar e temperatura: verão/outono/inverno de 2013 (janeiro a julho) e primavera/verão/outono de 2013/2014 (setembro a abril).

O experimento 1 será bifatorial e terá a finalidade de avaliar o efeito da variação da densidade de plantio e do raleio de frutos sobre a cultura do tomateiro híbrido cereja Coco (Taki<sup>®</sup>). A densidade de plantio será estabelecida como primeiro fator com cinco níveis. No ciclo de verão/outono/inverno serão avaliadas as densidades de 2,6; 2,9; 3,4; 3,9 e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,45; 0,40; 0,35; 0,30; 0,25 m); no ciclo de primavera/verão/outono, as seguintes densidades serão estudadas 2,9; 3,9; 4,7; 5,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,40; 0,30; 0,25; 0,20; 0,15 m). A prática do raleio será considerada o segundo fator com dois níveis: com raleio (deixando-se 20 flores por inflorescência) e sem raleio de frutos (deixando-se todas as flores).

Paralelamente, um segundo experimento (experimento 2) será realizado em ambos os ciclos de cultivo para avaliar a transpiração e determinar o consumo hídrico e a eficiência do uso da água de dois genótipos de tomateiro: tomate híbrido cereja Coco (Taki<sup>®</sup>) e tomate híbrido salada do tipo longa vida estrutural Monalisa (Sakata<sup>®</sup>), ambos de crescimento indeterminado. Adicionalmente, também se estudará a fenologia, a produção de biomassa, o rendimento e a qualidade dos dois genótipos. Neste experimento, as plantas serão cultivadas na densidade de 3,9 plantas m<sup>-2</sup>.

## 5.3 Sistema de cultivo hidropônico

As plantas serão cultivadas empregando-se a técnica de cultivo hidropônico NFT. No experimento 1, o sistema será composto por 12 canais de cultivo de madeira (0,30 m de largura e 7,5 m de comprimento) dispostos em linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m. Os canais serão 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. Internamente, os canais de madeira serão revestidos com filme de polietileno dupla face, 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.

Haverá um reservatório de armazenamento de solução nutritiva (caixa de água de polietileno com capacidade de 1000 litros) enterrado na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo. Pela propulsão de um conjunto moto-bomba de ¼ HP, fixado no tanque, a solução nutritiva será levada através de um cano de 1/2" até o ponto de cota mais alta dos canais de cultivo. A partir desse ponto, a solução nutritiva será fornecida livremente às plantas, de maneira a formar uma fina lâmina na base dos canais de cultivo .

Nas primeiras 12 horas após o transplante, o sistema de irrigação será mantido funcionando continuamente com o objetivo de evitar um eventual estresse hídrico às plantas. Após este período, o conjunto moto bomba será acionado durante 15 minutos a cada 1 hora, no período diurno (das 8:00 h às 18:00 h) e, no período noturno, o sistema será mantido desligado.

A solução nutritiva ajustada por Rocha et al. (2009) para a cultura do tomateiro cereja será empregada e apresenta a seguinte composição de macronutrientes (em mmol litro<sup>-1</sup>): 14,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 1,15 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 1,75 de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 1,15 de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 7,0 de K<sup>+</sup>; 3,5 de Ca<sup>+2</sup>; 1,75 de Mg<sup>+2</sup>. E a seguinte composição de micronutrientes (em mg L<sup>-1</sup>): 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. A solução nutritiva será monitorada diariamente durante o turno da manhã, através das medidas de condutividade elétrica (CE) (empregando-se condutímetro manual digital) e de pH (empregando-se pHmetro manual digital), sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5 através da adição de solução de correção a base de hidróxido de potássio (KON 1N) para aumentar o pH ou ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para diminuir o pH.

A solução nutritiva será mantida na CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup> e a reposição de nutrientes ou de água será realizada pela adição de solução estoque concentrada ou água, quando o valor da CE diminuir ou aumentar em 20%, ou quando a altura da lâmina de solução no reservatório estiver abaixo de 0,30 m, para que não haja interferência no funcionamento da bomba.

No experimento 2 a única mudança na estrutura física será a individualização de seis canais de cultivo para que se possa avaliar a transpiração através do consumo hídrico e determinar a eficiência do uso da água para cada genótipo. Isso acarretará na utilização de um reservatório de solução nutritiva menor (100l) para

cada canal simples, e, também, no emprego de uma moto-bomba (de menor potência) para cada reservatório. Os canais serão individualizados, ou seja, haverá um tanque reservatório de solução nutritiva para cada canal simples de cultivo, sendo os genótipos avaliados individualmente.

#### **5.4 Produção das mudas**

Em ambos os experimentos as mudas serão produzidas em espuma fenólica com dimensões de 2,5 x 2,5 x 3,0 cm, colocando-se uma semente por cubo. Os cubos serão dispostos em sistema flutuante para fertirrigação. Nesta fase, será utilizada a solução nutritiva na concentração de 50% (0,9 dS m<sup>-1</sup>), 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, quando serão transplantadas para os canais de cultivo hidropônico.

#### **4.5 Manejo da Cultura**

O tutoramento será feito por fita de ráfia presa na linha de arame disposta 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. As plantas serão conduzidas com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente e poda apical da haste principal duas folhas acima da última inflorescência emitida na altura da linha do arame. O monitoramento e o controle de doenças e pragas serão realizados de acordo com práticas alternativas e convencionais.

#### **5.6 Avaliações e medidas experimentais**

##### **5.6.1 Análises Fenológicas**

O registro da data de aparecimento de alguns órgãos nas plantas e duração das fases fenológicas será realizado de maneira similar descrito por Rocha (2009), com os seguintes critérios:

- a) Crescimento vegetativo: da emergência até a emissão da primeira inflorescência em 50% das plantas;

- b) Florescimento ao início da frutificação: desde a data em que 51% das plantas apresentarem a primeira inflorescência visível até a data em que 50% das plantas apresentarem os primeiros frutos visíveis;
- c) Plena frutificação: corresponderá ao período em que 51% das plantas apresentarem os primeiros frutos visíveis até a data em que 50% das plantas apresentarem os primeiros frutos em ponto de colheita;
- d) Colheita: corresponderá ao período em que 51% das plantas apresentarem frutos em ponto de colheita até o final da colheita.

### **5.6.2 Avaliações de crescimento**

O crescimento das plantas será avaliado no Laboratório de Plantas do Departamento de Fitotecnia e determinado através da quantificação da produção de matéria seca área das plantas, incluindo frutos colhidos durante o processo produtivo, bem como o material vegetal proveniente de desbrotas e desfolhas antecipadas. As plantas serão separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), caule (incluindo os racemos 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. Com base nesses dados, se estabelecerá a produção e distribuição de matéria fresca e seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta. Também será determinada a área foliar através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100), o qual permite obter a área foliar total integrada de cada planta. Será avaliado o índice de pegamento dos frutos (contando-se o número de flores e o número de frutos formados por inflorescência) e os componentes do rendimento: números de frutos, produção e o peso médio dos frutos.

A partir destas análises, se determinará a produção e a partição de biomassa entre os órgãos aéreos das plantas, o peso foliar específico, o índice de área foliar, a razão de área foliar, a taxa de assimilação líquida, a produtividade por planta e por unidade de superfície cultivada e a qualidade comercial dos frutos.

### **5.6.3 Análise de consumo hídrico e da eficiência no uso da água (EUA)**

Estas análises são referentes ao experimento 2. Cada conjunto composto por um canal de cultivo (25 plantas) e um reservatório de solução nutritiva formará um lisímetro, de maneira semelhante ao descrito por Valandro (2003) e Peil et al. (2012) para avaliação de consumo hídrico em sistemas de cultivo sem solo. Os canais de cultivo e os reservatórios de solução serão mantidos fechados, de maneira que a saída de água do sistema seja somente através da transpiração das plantas.

Através da graduação dos reservatórios de solução nutritiva na faixa de 0 a 100 litros, se determinará os volumes de solução repostos ao sistema a partir de um volume inicial. Ao fim do ciclo de cultivo, por ocasião da última colheita, se fará o somatório do adicionado de solução nutritiva por reservatório. Dividindo-se este valor pelo número de plantas do canal, se terá o consumo hídrico (correspondendo à transpiração) em litros por planta e, a partir da densidade de plantio, se calculará o gasto de água por unidade de área cultivada.

A EUA será determinada pela relação entre a produção de biomassa fresca e seca total e o volume de água consumido por planta.

### **5.6.4 Análises da qualidade dos frutos**

O teor de sólidos solúveis totais (<sup>0</sup>Brix), a acidez total titulável, os conteúdos de fenóis totais, de carotenóides totais e de licopeno de frutos coletados em fase intermediária do período de colheita serão analisados no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da FAEM/UFPel.

### **4.6.5 Variáveis meteorológicas**

Durante os experimentos, serão monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar no interior da estufa, 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 incidente no exterior da estufa será obtida através dos dados coletados na Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 500 m do local onde serão executados os experimentos.

## **5.7 Delineamento experimental e análise estatística dos resultados**

No experimento 1, o delineamento experimental adotado será em blocos casualizados com parcela subdividida e três repetições, sendo o fator densidade alocado na parcela e o fator raleio de frutos na subparcela. Para o experimento a ser realizado no verão/outono/inverno, a parcela será constituída por 16 plantas e a subparcela por 8 plantas. No experimento de primavera/verão/outono, a parcela será constituída por 24 plantas e a subparcela por 12 plantas. Para as avaliações, serão utilizadas duas plantas por repetição (6 plantas por tratamento), evitando-se as bordaduras.

Os dados obtidos no experimento 1 serão submetidos à análise de variância e decomposição em componentes polinomiais, visando-se obter os efeitos principais dos dois fatores envolvidos e sua interação. Os níveis do fator raleio serão interpretados através do teste F ( $P < 0,05$ ) e do fator densidade por meio de análise de regressão, obtendo-se a equação estimada e os pontos de máxima eficiência técnica.

O experimento 2 será um fatorial com dois níveis (genótipos). O delineamento experimental adotado será de blocos ao acaso com três repetições. Cada bloco corresponderá a um canal duplo de cultivo, no qual serão dispostos os dois genótipos de tomateiro (um em cada canal simples, correspondendo cada canal simples a uma parcela experimental com 25 plantas).

Os dados obtidos no experimento 2 serão submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) e, quando necessário, a comparação de médias será realizada através do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## **6. Recursos necessários**

O projeto já conta com infraestrutura básica para a realização da pesquisa (estufa de cultivo agrícola, estrutura para cultivo hidropônico, temporizadores para o controle da irrigação etc).

## 6.1 Material de consumo

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
			Unitário (R\$)	Total (R\$)
Bandejas de plástico para produção de mudas	-	14	15,00	210,00
Baldes de plástico	-	4	5,00	20,00
Sacos de papel	Cento	10	3,50	35,00
Esponja Fenólica	Caixa	2	49,00	98,00
Material de limpeza água sanitária	Litros	20	1,50	30,00
Malha para tutoramento	Metros	270	1,30	351,00
Fertilizantes solúveis	-	-	-	230,00
Polietileno dupla face preto e branco (150 µ x 8 x 19) para revestimento dos canais	Metro Linear	19	12,40	235,60
Canos de PVC, junções, torneiras, cola, etc.	-	-	-	84,00
Mangueira Flexível ¾	Metro	10	3,40	34,00
Abraçadeira ¾	-	6	1,30	7,80
Sementes de tomate híbrido Coco	Pacote c/ 1000 unidades	2	160,00	320,00
Sementes de tomate híbrido Monalisa	Pacote c/1000 unidades	2	165,00	330,00
Vidraçarias de laboratório	-	-	-	300,00
Bandejas de alumínio para secagem de material vegetal	cento	5	15,00	75,00
Sub-total				2.359,80

## 6.2 Material permanente

Discriminação	Unid.	Quant.	Preço	
			Unitário (R\$)	Total (R\$)
Moto-bomba ½ cv Eletroplas	-	2	167,80	335,6



Tabela 2. Atividades previstas para 2013/2014.

Atividades	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Revisão de literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Organização da estufa	X	X								
Produção das mudas	X	X								
Instalação dos experimentos			X							
Condução dos experimentos de primavera/verão/outono			X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 3. Atividades previstas para 2014/2015.

Atividades	Mai	Jul	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev
Revisão de Literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análise dos resultados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Elaboração da Tese								X	X	
Defesa da Tese										X

## 8. Divulgação dos resultados

Os resultados obtidos, através da execução do presente projeto serão publicados em congressos, reuniões técnico-científicas e revistas científicas relacionadas à área de estudo, assim como farão parte de uma tese de doutorado apresentada à Universidade Federal de Pelotas/ Curso de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.

## 9. Referências Bibliográficas

ADAMS, P. **Nutrient- Film Culture. Agricultural Water Management**, Amsterdam, Netherlands, n. 4, p. 471 – 478, 1981.

AGRIANUAL. **Tomate**. São Paulo: FNP, p. 493-504, 2010.

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

BORRAZ, C.J.; CASTILHO, S.F.; ROBELES, E.P. Efectos del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), en hidroponía bajo invernadero. **Chapingo**, v.14, n.73/74, p.26-30, 1991.

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

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.986-989, out-dez 2005.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO RIO GRANDE DO SUL S.A. Disponível [*On line*] em <<http://www.ceasa.rs.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2012.

COOPER, A.J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

FAGAN, E.D. **Regime de irrigação e densidade de frutos na produção do melão hidropônico**. Santa Maria, 2005, 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFSM, 2005.

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.

KRAMER, P. J., BOYER, J. S. 1995. **Water relations of plants and soils**. Academic Press, Inc., San Diego, CA.

MARCELIS, L.F.M.; DE KONING, A.N.M. Biomass partitioning in plants. Crop growth. In: BAKKER. J.C., BOT, G.P.A., CHALLA, H., VAN de BRAAK, N.J. (Edits). *Greenhouse climate control: an integrated approach*. Wageningen Pers, Wageningen, p. 84-92, 1995.

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

Organização das nações unidas para a agricultura e alimentação (fao). Disponível [*On line*] em <<http://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 25 set. 2012.

PAPADOPOULOS, A. P.; PARARAJASINGHAM. 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.; GÁLVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de La producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v.11, 1: 05-11, 2005.

PEIL R.M.N.; STRASSBURGER A.S.; FONSECA L.A. 2012. Growth, Water Consumption and Use Efficiency of Summer Squash Crop in Closed Rice Husk Medium Growing System. **Acta Horticulturae** (no prelo).

POSTINGHER, D.; MARTINS, S.R.; ASSIS, F. N. de. Respostas Agronômicas da Cultura do Tomateiro em Estufa Plástica. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.2, nº 2, 105-108, Mai.-Ago, 1996

ROCHA, M. Q. **Crescimento, Fenologia e Rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidropônico**. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Agrícola Familiar)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; ZIZAS, G.B. Influência do espaçamento entre plantas e número de cachos por plantas na cultura do tomateiro, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, Jul., p. 25-28, 2002. Suplemento.

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

URRESTARAZU-GAVILAN, M. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: URRESTARAZU-GAVILAN, M. **Manual de cultivo sin suelo**. Almeria, 1997, 23-64p.

VALANDRO, J. Respostas fisiológicas do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em substrato sob diferentes níveis hídricos em ambiente protegido. Pelotas: UFPel. 49p. (Tese Doutorado), 2003.

### **3.Relatório do trabalho de campo**

#### **Primeiro experimento (ciclo verão-outono 2012/2013)**

O trabalho de campo teve início durante o mês de agosto de 2013, através de diversas atividades, como limpeza da estufa, reforma da casa de vegetação, manutenção dos canais de cultivos, instalação do sistema hidráulico (bombas e tubulações) e do sistema elétrico (temporizadores), e dos tanques de armazenamento de solução nutritiva e instalação do termohigrógrafo de registro contínuo semanal no abrigo meteorológico localizado no interior da estufa.

O experimento teve a finalidade de avaliar o comportamento dos minitomateiros sob o efeito do raleio de frutos, e diferentes densidades de plantio: 2,6; 2,9; 3,4; 3,9; e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> sobre a cultura. Em função da disponibilidade de sementes no mercado, optou-se por empregar mudas dos minitomateiros híbridos Cereja Coco® (Taki) e Grape Dolcetto® (Isla), ambos de hábitos indeterminado.

A sementeira foi efetuada no dia 24 de novembro de 2012, as mudas foram produzidas em cubos de espuma fenólica (2,5 x 2,5 x 3,0 cm), colocando-se uma semente por célula, sendo estas cobertas por uma pequena camada de substrato. Desde a sementeira até o momento da completa abertura das folhas cotiledonares, foi fornecida somente água da chuva às plântulas. Após este período, foi fornecida a mesma solução nutritiva recomendada para o cultivo definitivo, porém apenas com 50% da concentração original. No período de produção de mudas, efetuou-se diariamente o controle do ambiente da sementeira, através da abertura das laterais do túnel alto, de acordo com as condições meteorológicas do dia, assim como o monitoramento do pH, da condutividade elétrica (CE) e da altura da lâmina de solução nutritiva dos quadros de fertirrigação. As mudas foram produzidas em estufa agrícola e dispostas no sistema flutuante para fertirrigação, até atingirem de 5 a 6 folhas definitivas para o transplante.

Paralelamente ao período de desenvolvimento das mudas, construiu-se o sistema de cultivo sem solo, fazendo-se o revestimento dos canais de cultivo com o plástico dupla face branco e preto, a instalação dos sistemas hidráulico e de irrigação, instalação das motobombas e dos reservatórios.

Neste período, também foram elaboradas as soluções concentradas de macronutrientes e micronutrientes, sendo que, a solução A continha um volume de 50L de solução com Calcinit (Nitrato de cálcio da Noruega); a solução B continha 50L de solução com os demais fertilizantes fontes de macronutrientes ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KNO}_3$ ); e a solução C portava 50L de solução com micronutrientes. As três soluções estoques foram formuladas na concentração de 100 vezes.

No dia que antecedeu ao transplante, ajustou-se o temporizador analógico, inserindo a frequência de irrigações pré-estabelecida no projeto, como também se inspecionou todo o sistema a fim de constatar problemas de vazamento e assegurar o seu perfeito funcionamento.

O transplante ocorreu 31 dias após a semeadura. Logo após o estabelecimento das mudas no sistema, realizou-se o tutoramento das plantas com fio de ráfia preso em linha de arame disposta cerca de 3,0 m acima da linha de cultivo.

Durante o período experimental, efetuou-se o manejo da temperatura e da umidade relativa do ar no interior da estufa agrícola através da abertura ou fechamento das cortinas laterais e portas. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da estufa foram coletados por meio de um termo-higrômetro digital. Através da Estação Agrometeorológica de Pelotas (convênio UFPel/Embrapa), localizada a uma distância de aproximadamente 1000m do local do experimento, foram obtidos os dados de radiação solar global no exterior da estufa. Da mesma forma, fez-se o controle da solução nutritiva por meio da correção do pH e da CE, sendo o pH mantido entre 5,5 e 6,5, através da adição de solução de correção à base de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$  1N), para aumentar o pH, ou ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), para diminuir o pH. A reposição de nutrientes ou de água foi realizada através da adição de solução estoque concentrada ou de água da chuva estocada, quando o valor da CE sofria, respectivamente, uma variação superior ou inferior na ordem de 20%. Não havendo variação, manteve-se um volume de

solução suficiente para atender ao consumo hídrico das plantas e que não comprometesse o funcionamento das bombas de impulsão.

No que se refere ao manejo da cultura, executaram-se, semanalmente, desbrotas nas hastes laterais (eliminação de brotações axilares, e de brotos-ladrões presentes na base do caule e no ápice dos cachos florais), e desfolhas (folhas doentes, senescentes ou aquelas situadas abaixo do cacho colhido). Após a inflorescência, foi feito o raleio das flores, nas subparcelas determinadas, deixando-se 20 flores por racemo. Todo o material vegetal proveniente de desbrotas, desfolhas e podas foram incorporados em suas respectivas avaliações de biomassa. Objetivando-se prolongar o período de colheita, quando as plantas atingiram a altura do arame, os caules foram rebaixados.

Logo após o transplante, foram selecionadas e identificadas as plantas a serem empregadas como controle dos tratamentos. Durante o período de cultivo, o controle de pragas foi realizado por métodos preventivos através do inseticida ecológico 'AGV Xispa-praga®' (composto por óleo de NIM, extrato de plantas e óleo mineral) na dosagem de 50 ml do produto por litro de água. Entretanto, devido à alta incidência do ataque do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), decidindo-se então aplicar o acaricida "KRAFT 36EC®" (Abamectina) na dosagem de 0,3 ml L<sup>-1</sup>, com o objetivo de reduzir o tamanho da população da praga que viesse a comprometer o próximo cultivo. O inseticida possui registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do tomateiro, sob o nº 07703. Outra prática realizada durante a condução do experimento foi à catação manual de lagartas presentes nas plantas e o esmagamento de seus ovos. Com relação ao manejo de doenças pulverizou-se água semanalmente na parte aérea da planta. Não obtendo-se efeito, aplicou-se o fungicida "Score 250EC®" (Difeconazol) na dosagem de 0,5 ml L<sup>-1</sup>, com o objetivo de controlar a ocorrência intensa da doença fúngica causada por *Oidium sp.* O fungicida possui registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do tomateiro, sob o nº 002894.

As colheitas foram distribuídas ao longo de seis meses, e foram realizadas sempre que frutos maduros (cor vermelha) eram observados. Os frutos colhidos eram contados, pesados para determinação de massa fresca e seca. Estes valores foram reunidos para o cálculo final da produção. O preparo das amostras para determinação do pH, o teor de sólidos solúveis, a acidez total titulável, consistiu de

frutos escolhidos aleatoriamente da colheita de cada semana. Foram escolhidos cerca de 10 frutos por tratamento.

O fim do experimento coincidiu com a última colheita, no dia 24 de junho de 2013. Para análise da biomassa final, as plantas foram colhidas e separadas em três frações: caules (incluindo racemos), folhas (incluindo pecíolos) e frutos. Após secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, foi obtido o peso seco das frações através de nova pesagem. Determinou-se, também, a área foliar acumulada com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100).

### **Segundo experimento (ciclo primavera-inverno 2013/2014)**

As atividades tiveram início logo após o término do primeiro experimento, quando se realizou a limpeza da casa de vegetação e demais estruturas ali presentes, manutenção dos canais de cultivo e desinfestação dos reservatórios de solução nutritiva.

O experimento teve a finalidade de avaliar o comportamento dos minitomateiros sob o efeito do raleio de frutos, e diferentes densidades de plantio: 2,9; 3,9; 4,7; 5,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> sobre a cultura.

As mudas utilizadas neste experimento também foram dos minitomateiros híbridos Cereja Coco® (Taki) e Grape Dolcetto® (Isla). A semeadura dos minitomateiros sucedeu-se da mesma forma que no experimento 1, sendo realizada no dia 26 de agosto de 2013. O transplante foi realizado 28 dias após a semeadura.

O tutoramento das plantas, as podas das hastes laterais, o raleamento, os tratos culturais assim como o manejo do ambiente interno da estufa, da solução nutritiva e da cultura ocorreram de forma semelhante à descrita para o primeiro experimento. Todo o material vegetal proveniente de desbrotas, desfolhas e podas foram incorporados em suas respectivas avaliações de biomassa. Objetivando-se prolongar o período de colheita, quando as plantas atingiram a altura do arame, os caules foram rebaixados. As colheitas foram distribuídas ao longo de dez meses, e os frutos foram colhidos sempre que maduros eram observados.

Neste experimento o manejo de pragas procedeu-se de forma equivalente ao primeiro cultivo, aplicando-se o produto “KRAFT 36EC®” (dosagem de 0,3 ml L<sup>-1</sup>) aos 22 DAT. Com relação ao manejo de doenças, não foi necessária a adoção de

nenhuma prática de controle, uma vez que durante o ciclo da cultura, não houve o surgimento de doenças.

O experimento foi finalizado no dia 18 de julho de 2014. Para análise da biomassa final, as plantas foram colhidas e separadas três frações: caules (incluindo inflorescência), folhas (incluindo pecíolos) e frutos. Após secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, foi obtido o peso seco das frações através de nova pesagem. Determinou-se, também, a área foliar acumulada com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100).

## **Artigo 1- Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de plantio e raleio de flores para diferentes ciclos de cultivo**

### **Minitomateiros grape and cherry in hydroponics: planting density and thinning of flowers for different crop cycles**

Silvana Rodrigues<sup>1</sup>; Roberta Marins Nogueira Peil<sup>1</sup>; Raifer Campelo Simões<sup>1</sup>; Cristiane Neutzling

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Depto de Fitotecnia, Cx. P. 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. silvana.rodriguesb@gmail.com, rmpeil@ufpel.edu.br., raifercsimoes@yahoo.com.br., cristianeneutzling@hotmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da variação da densidade de plantio e do raleio de inflorescências sobre a produção e partição de massa seca da planta e as características produtivas de minitomateiros Cereja Coco® (Taki) e Grape Dolcetto® (Isla) em duas épocas de cultivo, em sistema hidropônico. Foram avaliadas cinco densidades de plantio: 2,6; 2,9; 3,4; 3,9 e 4,7 plantas m<sup>-2</sup>, no ciclo de verão-outono, e 2,9; 3,9; 4,7; 5,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup>, no ciclo de primavera-inverno. O aumento da densidade de plantio reduziu o crescimento de todos os órgãos, o tamanho de frutos e a produção por planta, sem afetar a proporção de massa seca alocada nos frutos. Porém, aumentou linearmente o número de frutos colhidos e a produtividade por unidade de área. Já, o raleio de flores não afetou o crescimento dos frutos e a partição de massa seca para estes órgãos em ambas as cultivares e ciclos. Porém, em ciclo longo, de primavera-inverno, aumentou o tamanho e a produção dos frutos de ambas as cultivares. Considerando aspectos de crescimento, produtividade e de qualidade dos frutos, bem como a dificuldade de manejo das plantas em cultivos muito adensados, recomenda-se a adoção da densidade de plantio de 3,9 e 2,9 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' em ciclo mais curto, de verão-outono; e a densidade de 4,7 plantas m<sup>-2</sup>, para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno. A prática do raleio, do ponto de vista fitotécnico, é recomendável para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicon*, cultivo protegido, crescimento, partição, produtividade, manejo fitotécnico.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the effect of variation of planting density and thinning of inflorescences on the production and dry matter partition of the plant and the production characteristics of mini tomato Cherry Coco® (Taki) and 'Grape Dolcetto® (Isla) in two season's cultivation, hydroponically. Five planting densities were evaluated: 2.6; 2.9; 3.4; 3.9 and 4.7 m<sup>-2</sup> plant in the summer-autumn cycle, and 2.9; 3.9; 4.7; 5.9 and 7.8 plants m<sup>-2</sup>, in spring-winter cycle. Increased planting density reduced the growth of all organs, the fruit size and yield per plant, without affecting the dry mass proportion allocated in fruits. However, it increased linearly with the number of harvested fruit and the productivity per unit area. Already, the thinning of flowers did not affect the growth of fruit and dry matter partition for these organs in both cultivars and cycles. However, long cycle, spring-winter, increased the size and production of the fruits of both cultivars. Considering aspects of grow-cement, productivity and fruit quality as well as the difficulty of handling the plants in very dense crops, it recommended the adoption of planting density of 3.9 and 2.9 plants m<sup>-2</sup>, respectively to 'Cherry Coco' and 'Grape Dolcetto' in shorter cycle of summer-autumn; and the density of 4.7 plants m<sup>-2</sup> for both cultivars in long cycle of spring-winter. The practice of thinning the phythotechnic point of view, it is recommended for both cultivars in long cycle of spring-winter.

**Key words:** *Solanum lycopersicon*, protected cultivation, growth, productivity, management, phythotechnic partition.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de minitomateiro (*Solanum lycopersicon*) tem se tornado, para muitos agricultores, uma boa alternativa de produção. Esse tipo de tomateiro possui boa rusticidade, alto valor de mercado, boa produtividade, além de ser muito saboroso.

Devido ao alto custo de produção da lavoura de minitomateiro, muitos agricultores têm optado por ciclos de cultivo longos em ambiente protegido, especialmente em casas de vegetação ou estufas, pois esse sistema proporciona menores perdas em produção e qualidade de frutos, além de proporcionar maior retorno ao agricultor do que o obtido com o cultivo convencional no campo. O cultivo protegido, associado ao cultivo hidropônico, proporciona um maior crescimento das plantas, possibilitando que o agricultor tenha maior controle sobre este, devido à

maior eficiência de manejo de água e nutrição, gerando um aumento no rendimento das culturas e antecipando ou prolongando a safra.

No Rio Grande do Sul são cultivadas duas safras de tomateiro por ano, uma delas na primavera-verão, um período mais favorável à ocorrência de pragas, doenças e distúrbios fisiológicos, em razão da alta temperatura, pluviosidade e insolação do verão; e a outra, no verão-outono, quando a luminosidade e temperatura se apresentam em declínio, o que propicia prejuízos ao crescimento e qualidade dos frutos, além de propiciar uma elevada incidência de doenças fúngicas. Por ser um segmento novo para a tomaticultura, desconhecem-se estudos que indiquem o espaçamento ideal e o efeito do raleio para se obterem maiores produções com frutos de qualidade de variedades de minitomateiros em cultivo hidropônico, para diferentes ciclos de cultivo.

A escolha da densidade ideal para a cultura do tomateiro é de grande importância, pois interfere na produtividade, no tamanho dos frutos e na ocorrência de pragas e doenças, além de facilitar os tratos culturais (Silva & Giordano, 2000; Alvarenga, 2004; Penteado, 2004, Azevedo, 2006). Fontes (2005) destaca que o adensamento da cultura do tomateiro deve variar de acordo com a variedade cultivada, as condições edafoclimáticas e o sistema de produção adotado pelo agricultor. Alvarenga (2004) acrescenta que deve-se estabelecer um espaçamento que maximize a produção e não prejudique a qualidade, rendimento e o tamanho dos frutos.

É importante destacar que na cultura do tomateiro, através da manipulação da densidade de plantio e do raleio de frutos, se possa interferir no crescimento e rendimento da cultura. Como os frutos são drenos metabólicos fortes, os fotoassimilados são translocados preferencialmente para estes órgãos (Peluzio et al., 1999). A relação fonte/dreno pode exercer influência na produtividade e no tamanho individual dos frutos (Peluzio, Casali e Lopes, 1995). E esta é diretamente afetada por ambas as práticas citadas.

Trabalhos já foram realizados sobre diferentes densidades de plantio para tomateiros do grupo cereja (Carvalho, 2005, Peil et al., 2014) em ambiente protegido e para tomateiro do grupo de mesa em sistema de produção de base ecológica (Martins, 2014); e sobre a influência do raleio em tomateiros de mesa (Leal, 2003, Shirahige et al., 2010). Entretanto, poucas informações são disponíveis cujo objetivo

seja definir, para diferentes ciclos de cultivo, o efeito da variação da densidade de plantio e do raleio para a cultura do minitomateiro em cultivo hidropônico.

Supõe-se que haja respostas diferenciadas entre as cultivares do tipo cereja e grape em relação à variação da densidade de plantio e ao raleio de inflorescências, uma vez que estas apresentam tamanhos de frutos e, conseqüentemente, demanda de dreno distintos. Além disso, acredita-se que a elevação da densidade de plantio acima da densidade crítica possa levar a um declínio do crescimento individual das plantas ao ponto de prejudicar a produção por planta e, inclusive, para densidades muito altas, a produtividade por unidade de área. Adicionalmente, com o raleio das inflorescências seria possível limitar o número de frutos na planta, aumentar o crescimento vegetativo e, como consequência, aumentar o tamanho médio dos frutos.

Assim, este trabalho objetivou avaliar, em condições de ambiente protegido e sistema hidropônico, o efeito da variação da densidade de plantio e do raleio de inflorescências sobre a produção e partição de massa seca da planta e as características produtivas de minitomateiros dos tipos cereja e grape em dois ciclos de cultivo: um mais curto, de verão-outono, e um mais longo que compreende o período desde a primavera até o inverno do ano subseqüente.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram realizados em uma estufa de cultivo modelo “Arco Pampeana”, disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150  $\mu\text{m}$  de espessura), compreendendo uma área de 210  $\text{m}^2$  (10 x 21 m), com o solo coberto com plástico dupla face branco-preto, localizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas (com coordenadas geográficas aproximadas de: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude de 13 m).

As mudas foram produzidas em cubos de espuma fenólica (2,5 x 2,5 x 3,0 cm) previamente lavados, dispostos em um quadro de irrigação. As mudas foram mantidas com uma lâmina de 1 cm de solução nutritiva na concentração de 50% até atingirem o estágio de 5 a 7 folhas definitivas, sendo, então, transplantadas para os canais de cultivo hidropônico. As cultivares utilizadas foram os minitomateiros

híbridos Cereja Coco® (Taki) e Grape Dolcetto® (Isla), ambos de hábito indeterminado.

A semeadura foi efetuada no dia 24 de novembro de 2012 para o ciclo de verão-outono (2012/2013), realizando-se o transplante em 27 de dezembro, e encerrando-se o experimento no dia 24 de junho de 2013, compreendendo um ciclo de 183 dias desde o transplante. A semeadura para o cultivo de primavera-inverno (2013/2014) foi realizada em 26 de agosto de 2013, ocorrendo o transplante em 23 de setembro, e encerrando-se o ciclo no dia 18 de julho de 2014, totalizando 298 dias desde o transplante.

As plantas foram cultivadas empregando-se a técnica de cultivo hidropônico NFT (do inglês "*Nutrient Film Technique*" ou Técnica da Lâmina de Nutrientes; Cooper, 1979). O sistema foi composto por 12 canais de cultivo de madeira (0,30 m de largura e 7,5 m de comprimento) dispostos em linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m. Os canais foram 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 um canal de coleta que conduzia a solução drenada até os reservatórios. Internamente, os canais de madeira foram revestidos com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de cultivo de plástico que conduziam o lixiviado da solução nutritiva até o reservatório. Empregou-se um reservatório de solução nutritiva (capacidade de 1000 litros) enterrado na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo. Pela propulsão de um conjunto moto-bomba de ¼ HP, fixado no tanque, a solução nutritiva era levada através de um cano de ½", até o ponto de cota mais alta dos canais de cultivo. A partir desse ponto, a solução nutritiva era fornecida livremente às plantas, de maneira a formar uma fina lâmina na base dos canais de cultivo.

As fertirrigações foram programadas por um temporizador, sendo o período de fornecimento da solução nutritiva de 15 minutos, com intervalos de 30 minutos de intervalo, entre 8 e 19h. Nos dias em que a temperatura do ar foi elevada, o período de fornecimento foi aumentando para 30 minutos, entre às 10h e 16h. Durante a noite, realizava-se apenas uma irrigação de 15 minutos, à 1 h.

A radiação solar global incidente no exterior da estufa foi obtida através dos dados coletados na Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada a aproximadamente 450m do local do experimento. Durante a realização do

experimento, o controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior da estufa, foi realizado através da abertura diária da estufa, a qual era mantida com as cortinas laterais e as portas frontais abertas durante a maior parte do período diurno.

A solução nutritiva utilizada foi ajustada por Rocha et al. (2010) para a cultura do minitomateiro cereja e apresenta a seguinte composição de macroelementos (em mmol litro<sup>-1</sup>): 14,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1,15 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 1,75 de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 1,15 de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 7,0 de K<sup>+</sup>; 3,5 de Ca<sup>+2</sup>; 1,75 de Mg<sup>+2</sup>. E a seguinte composição de micronutrientes (em mg L<sup>-1</sup>): 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. A solução nutritiva foi monitorada diariamente durante o turno da manhã, através das medidas de condutividade elétrica (CE) (empregando-se condutímetro manual digital) e de pH (empregando-se pHmetro manual digital), sendo a CE mantida em 1,8 dS m<sup>-1</sup> e o pH entre 5,5 e 6,5.

As plantas foram tutoradas por fita de ráfia presa na linha de arame disposta 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. A condução foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente. Objetivando-se prolongar o período de colheita, quando as plantas atingiram a altura do arame, a base dos caules foi sistematicamente desfolhada e rebaixada, contornando a linha de cultivo, seguindo o tutoramento do tipo “carrossel holandês”. O “carrossel holandês” é uma modalidade de tutoramento aplicada a variedades de crescimento indeterminado, onde as plantas podem atingir até 6 metros de comprimento, tem como objetivo obter melhor espaço na estufa, prolongar o ciclo do minitomateiro, e obter frutos na entressafra, estas plantas são conduzidas com fitilhos, e após chegarem na altura do arame, elas são desfolhadas e deitadas. O monitoramento e o controle de doenças e pragas foram realizados de acordo com práticas alternativas e convencionais.

As plantas foram avaliadas em cinco densidades de plantio: 2,6; 2,9; 3,4; 3,9; e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,45; 0,40; 0,35; 0,30; 0,25 m), no experimento de verão-outono; para o experimento de primavera-outono as densidades estudadas foram 2,9; 3,9; 4,7; 5,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,40; 0,30; 0,25; 0,20; 0,15 m). O raleio das inflorescências foi realizado após a presença de 20 flores abertas, eliminando-se a porção distal do racemo.

Assim, constituem-se dois experimentos, um para cada cultivar, em esquema bifatorial, sendo os 10 tratamentos resultantes da combinação dos níveis dos dois fatores: densidade de plantio e raleio. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com parcela dividida e três repetições. O fator densidade foi alocado na parcela, a qual foi constituída por 24 plantas, sendo o fator raleio alocado na subparcela, composta por 12 plantas. Para as avaliações, foram utilizadas duas plantas por repetição (6 plantas por tratamento).

Avaliou-se a massa área fresca e seca acumulada pelas plantas ao final do experimento, separadas em três frações: folhas, caule e frutos, as quais foram pesadas para a obtenção da massa fresca. Essas frações foram secas em estufa a 65°C até peso constante e depois pesadas em balança de precisão e, assim, determinada a produção de massa seca. Também foi feita a área foliar acumulada ao final do experimento, através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). A MS aérea total da planta correspondeu à soma das folhas, caules e frutos, e a massa seca vegetativa à soma das folhas e caules. Os frutos colhidos durante o ciclo produtivo e as folhas originadas de desfolhas antecipadas foram somados às frações correspondentes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de 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 raleio através da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os do fator quantitativo densidade de plantio por meio da análise de regressão, sendo obtida a equação estimada.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir da análise de variância observou-se para ambos os ciclos de cultivo, verão-outono e primavera-inverno, que não houve interação entre os fatores densidade de plantio e raleio para todas as variáveis avaliadas, o que permitiu a análise e apreciação dos resultados sobre os efeitos principais dos fatores separadamente.

O aumento da densidade de plantio causou redução linear da produção da MS dos frutos, dos órgãos vegetativos e, conseqüentemente, da parte aérea total das plantas de ambas as cultivares nos dois ciclos avaliados (Figura 1).

Através da comparação entre a menor e a maior densidade empregadas, observa-se que aumento da densidade de plantio de 2,6 para 4,7 plantas  $m^{-2}$  no ciclo de verão-outono causou uma redução, respectivamente, para as cultivares 'Cereja Coco' (Figura 1a) e 'Grape Dolcetto' (Figura 1c), da ordem de 63,8 e 74,8% na produção de MS dos frutos, de 71,0 e 67,7% na produção de MS dos órgãos vegetativos e de 69,5 e 71,2% na massa seca total produzida. Comparativamente a este primeiro ciclo, no ciclo de primavera-inverno, a elevação da densidade de plantio de 2,9 para 7,8 plantas  $m^{-2}$  causou uma inferior redução proporcional da produção de MS. Para 'Cereja Coco' (Figura 1b) esta redução foi de 37,1% na MS de frutos, 35,8% na MS dos órgãos vegetativos e de 36,6% na MS total. Para 'Grape Dolcetto', (Figura 1d), a redução observada entre a menor e a maior densidade, na primavera-inverno, foi de 61,7% na MS de frutos, de 35,8% na MS dos órgãos vegetativos e de 50,9% na MS total.

A fração de MS alocada para os frutos (MS frutos/MS total) ao final do ciclo de cultivo, não mostrou diferença significativa entre as densidades em ambos os experimentos, com valor médio, respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto', de 41,7 e 40,3%, no cultivo de verão-outono, e 70,0 e 63,1%, para o cultivo de primavera-inverno.

Valores semelhantes aos do ciclo de verão-outono foram obtidos em trabalho realizado sobre a influência de diferentes densidades de cultivo para dois genótipos de tomateiro cereja cultivados em substrato de casca de arroz por Peil et al. (2014), em ciclo curto de primavera (89 dias). Os autores também observaram que a partição de MS para os frutos não foi afetada pela densidade de plantio.

O aumento da densidade de plantio reduziu também de forma linear a área foliar das plantas (Figura 2), corroborando o comportamento observado para a produção de massa seca vegetativa. A redução da área foliar com o aumento da densidade está relacionada à elevação do auto sombreamento das folhas do dossel e, conseqüentemente, à maior competição por luz diminuindo, assim, a atividade fotossintética da planta e a expansão foliar.

Porém, em função do aumento da população de plantas, observou-se que à medida que se aumentou a densidade de plantio, houve um aumento linear do

índice de área foliar (IAF) para ambas cultivares nos dois ciclos avaliados (Figura 2). O aumento do IAF propicia um aumento na capacidade da cultura de interceptar a energia solar e, conseqüentemente, a fotossíntese do dossel e, desta forma, é uma variável importante na definição da produtividade ((Taiz & Zeiger, 2009).

Quanto ao número de frutos por planta, não houve efeito significativo da densidade de cultivo, para ambas cultivares, no ciclo de verão-outono, com médias de 252,1 e 224,3 frutos para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto'. O mesmo ocorreu para 'Cereja Coco' no ciclo de primavera-inverno, com média de 480,4 frutos planta<sup>-1</sup>. Porém, no ciclo de primavera-inverno, para cultivar 'Grape Dolcetto', o número de frutos por planta foi afetado negativamente com o aumento da densidade, apresentando modelo linear ( $y = - 39,723x + 615,87$  e coeficiente de determinação,  $R^2 = 0,97$ ). Por outro lado, o aumento da densidade de plantio causou aumento linear do número de frutos colhidos por unidade de área das duas cultivares, nos dois ciclos avaliados (Figura 3a, 3b).

No ciclo mais curto de verão-outono, entre a menor e a maior densidade, o número de frutos m<sup>-2</sup> variou entre 596,2 e 1123,5 para 'Cereja Coco' e 501,9 e 967,3 para 'Grape Dolcetto' (Figura 4a). Já, no ciclo de primavera-inverno, foram colhidos entre 1683,4 e 3409,7 frutos m<sup>-2</sup> de 'Cereja Coco' e entre 1481,18 e 2399,6 frutos m<sup>-2</sup> de 'Grape Dolcetto' (Figura 3b).

Por outro lado, percebeu-se uma redução linear da massa fresca média dos frutos de ambas as cultivares com o aumento da densidade de plantio nos dois ciclos de cultivo (Figura 3c, 3d). No cultivo de verão-outono, a massa média dos frutos de 'Cereja Coco' diminuiu de 10,6 g, obtido na menor densidade, para 8,9 g, na maior densidade (Figura 3c), sendo que, no ciclo de primavera-inverno, os valores iniciaram em 10,1 g, na menor densidade, baixando para 7,4 g na maior densidade (Figura 3d). Para 'Grape Dolcetto', a massa fresca média dos frutos reduziu-se, entre a menor e a maior densidade, de 8,6 g para 6,8 g e de 10,6 g para 7,7 g, respectivamente, no ciclo de verão-outono (Figura 3c) e de primavera-inverno (Figura 4d). Considerando que os valores mais altos de densidades avaliados no ciclo de verão-outono (até 4,7 plantas m<sup>-2</sup>) foram inferiores aos do ciclo de primavera-inverno (até 7,8 plantas m<sup>-2</sup>), constata-se que, na média, o efeito do aumento da densidade de plantio foi mais marcante sobre o tamanho dos frutos no primeiro ciclo.

Com base na classificação do tomate cereja proposta por Fernandes et al. (2007), na média, somente os frutos de 'Cereja Coco' produzidos nas duas menores densidades (2,6 e 2,9 plantas m<sup>-2</sup> no ciclo de verão-outono e 2,9 e 3,9 plantas m<sup>-2</sup> no ciclo de primavera-inverno) alcançaram a classe de fruto médios (acima de 10g). Os frutos produzidos em todas as demais densidades ajustaram-se à classe pequenos frutos (entre 5 a 10 g).

Para os frutos de 'Grape Dolcetto' não existe classificação proposta no mercado brasileiro, sendo aceitos diferentes tamanhos com o igual valor de comercialização. Normalmente, as variedades do tipo grape apresentam frutos de menor tamanho médio do que os frutos do grupo cereja. Entretanto, somente os frutos desta variedade produzidos no ciclo de primavera-inverno sob as menores densidades (2,9 e 3,9 plantas m<sup>-2</sup>) apresentaram massa fresca média dentro da faixa indicada pela empresa produtora de sementes, que é de 10 a 15g frutos<sup>-1</sup>.

Entretanto, deve-se considerar que para o grupo de minitomates, que apresentam frutos pequenos, a preocupação com o tamanho dos frutos passa a ser menos relevante para a sua valorização no mercado, já que o grande diferencial destes produtos é justamente o tamanho reduzido. Neste sentido, uma vez que não existe classificação oficial para minitomates, o conhecimento empírico indica que frutos com massa média ao redor de 9-10g são considerados os mais adequados para comercialização.

Porém, conforme Gomes Júnior et al., (2011), para consumo *in natura* os consumidores, independentemente do tamanho dos frutos, têm preferência por minitomates de coloração uniforme e intensa, com alto teor de sólidos solúveis, baixa acidez e a inexistência de deformidades. Inclusive, para os tomates do tipo grape já existe uma tendência dos comerciantes em separar os frutos segundo o tamanho: frutos menores, médios e maiores; sendo adotado o mesmo preço para todos.

Em relação à produção de frutos, o aumento da densidade de plantio causou uma redução de forma linear na produção por planta e aumentou, também de forma linear, a produtividade por unidade de área, para ambas cultivares nos dois ciclos de cultivo (Figura 4).

De maneira semelhante ao observado por Peil et al. (2014) para o tomateiro Cereja Vermelho, não foi alcançado o ponto de densidade crítica (Castilla, 2001) para ambas as cultivares nos dois ciclos de cultivo. Esperava-se que, a partir de uma

determinada densidade, a competição entre plantas chegasse a um nível crítico em que a redução na produção de frutos por planta não fosse mais compensada pelo aumento do número de plantas por unidade de área, havendo diminuição também na produtividade. Mas, as plantas das duas cultivares ganharam produtividade linearmente, mesmo no ciclo de primavera-inverno em que foram adotadas altas densidades.

A produtividade de 'Cereja Coco' no ciclo de verão-outono na densidade de 3,9 plantas  $m^{-2}$  foi de 9,15  $kg\ m^{-2}$ , cujo incremento foi de 0,79  $kg\ m^{-2}$  em relação ao obtido com a densidade de 3,4 plantas  $m^{-2}$  (8,36  $kg\ m^{-2}$ ), enquanto na densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$  obteve-se somente 0,55  $kg\ m^{-2}$  a mais (9,70  $kg\ m^{-2}$ ) do que na densidade de 3,9 plantas  $m^{-2}$ . Para 'Grape Dolcetto', obteve-se 7,20  $kg\ m^{-2}$  na densidade de 3,9 plantas  $m^{-2}$ , cujo incremento em relação à densidade de 3,4 plantas  $m^{-2}$  foi de somente 0,51  $kg\ m^{-2}$ , enquanto na densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$  obteve-se 0,67  $kg\ m^{-2}$  a mais (7,87  $kg\ m^{-2}$ ). Já no ciclo mais longo de primavera-inverno, a produtividade de 'Cereja Coco' na densidade de 5,9 plantas  $m^{-2}$  foi de 23,93  $kg\ m^{-2}$ , que é 4,57  $kg\ m^{-2}$  superior ao obtido com a densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$ , enquanto na densidade de 7,8 plantas  $m^{-2}$  obteve-se 7,57  $kg\ m^{-2}$  a mais (31,49  $kg\ m^{-2}$ ) do que com 5,9 plantas  $m^{-2}$ . Para 'Grape Dolcetto', obteve-se 20,96  $kg\ m^{-2}$  na densidade de 5,9 plantas  $m^{-2}$ , cujo incremento em relação à densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$  foi de 0,89  $kg\ m^{-2}$ , enquanto na densidade de 7,8 plantas  $m^{-2}$  obteve-se 3,81  $kg\ m^{-2}$  a mais (24,77  $kg\ m^{-2}$ ) do que na densidade de 5,9 plantas  $m^{-2}$ .

A definição da densidade de plantio deve considerar, além da produtividade, a qualidade dos frutos e questões relacionadas às dificuldades de manejo, alto custo com mão de obra e colheita, assim como, a maior probabilidade de incidência de doenças fúngicas e bacterianas e as conseqüentes dificuldades para o seu monitoramento e controle. Assim, mesmo com o aumento linear de produtividade (Figura 4) e com um número elevado de frutos (Figura 3a, 3b) observados para ambas cultivares nos dois ciclos avaliados, densidades muito elevadas não são aconselháveis em virtude das maiores dificuldades de manejo.

A redução da produção de MS por planta (Figura 1) é atribuída ao maior sombreamento mútuo que ocorre com a elevação da densidade, o que leva a uma diminuição da área foliar individual da planta (Figura 5) e, conseqüentemente, da interceptação de luz e da fotossíntese individuais, causando redução no crescimento (Figura 1) e na produção de frutos (Figura 4), conforme descrito por Papadopoulos &

Pararajasingham (1997). O aumento da densidade de plantio dificulta a penetração da radiação solar no interior do dossel e com isso a produção de fotoassimilados das plantas, estabelecendo-se uma competição mais acirrada entre os órgãos aéreos, diminuindo-se, desta maneira, a massa média dos frutos (Figura 3c, 3 d).

Por outro lado, a elevada produtividade obtida em plantios adensados ocorre devido ao aumento da interceptação de luz do dossel em função do maior IAF (Figura 5) e, conseqüentemente, da fotossíntese do conjunto de plantas (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997), aumentando o número total de frutos produzidos por unidade de área (Figura 3a, 3b).

Os resultados obtidos estão de acordo com Peil et al. (2014), em trabalho com tomateiro Cereja Vermelho, e Carvalho & Tessarioli Neto (2005), trabalhando com tomateiro salada, para os quais, também, não houve variação do número de frutos por planta, mas sim um aumento da produtividade de tomate à medida que se adensou o cultivo.

Em relação ao efeito do raleio das flores realizado no ciclo de verão-outono, observa-se que esta prática exerceu efeito negativo somente sobre a produção de massa seca total das plantas de 'Grape Dolcetto' (tabela 1), sem afetar as demais variáveis de crescimento e de produção (tabela 2) desta cultivar e sem afetar as respostas da cultivar do grupo cereja (tabelas 1 e 2).

No ciclo de primavera-inverno, a prática do raleio não afetou a produção de MS de todos os órgãos e a partição de massa seca para os frutos de ambas as cultivares (tabela 1). Porém, como esperado, o raleio de flores diminuiu o número de frutos por planta de 'Cereja Coco' e aumentou a massa fresca média de ambas as cultivares (tabela 2). Como consequência da maior massa média dos frutos, a prática do raleio teve efeito positivo sobre a produção de frutos das duas cultivares (tabela 2).

As maiores massas médias obtidas neste experimento com o tratamento de raleio se devem à maior disponibilidade de assimilados por fruto nos cachos que foram submetidos ao raleio. Vários autores relatam o aumento na massa média em plantas de tomateiro submetidas ao raleio (Heuvelink, 1997; Almeida Leal et al., 2003; Ghebremariam et al., 2005; Shirahige et al., 2009; Hanna et al., 2010, Hesami et al., 2012). Para o agricultor que tem interesse na produção de frutos de maior tamanho, a prática do raleio de inflorescência, se mostra viável em ambiente protegido e sistema hidropônico. No entanto, para a realização desse trato cultural é

necessária uma maior demanda de mão de obra especializada, o que aumenta o custo de produção.

As respostas diferenciadas em função dos ciclos de cultivo se devem, parcialmente, às condições climáticas diversas. O fluxo da radiação solar global externa acumulada durante os períodos de verão-outono e primavera-inverno foi de 2512 MJ m<sup>-2</sup> e 3527 MJ m<sup>-2</sup>, respectivamente (figura 5a, 5b). No ciclo de verão-outono, a temperatura média foi de 25,4 °C, com média das mínimas de 19,5 °C e das máximas de 31,4°C. Para o ciclo de primavera-inverno, a temperatura média foi de 21,8 °C, com média das mínimas de 15,1°C e das máximas de 28,7°C (figura 5c, 5d).

Além de ter sido um ciclo mais longo, que compreendeu um período de 115 dias a mais (63% a mais em tempo), no ciclo de primavera-inverno, a radiação solar incidente foi crescente durante os cinco primeiros meses do período experimental (Figura 5), proporcionando um maior crescimento da planta, e conseqüentemente, um maior índice de pegamento de frutos, o que segundo Heuvelink (1997), favoreceria a alocação de fotoassimilados para estes órgãos em relação a um cultivo realizado no verão-outono, no qual, logo após o período de transplante, a incidência de radiação solar já começou a decrescer. Além disso, as temperaturas médias do ar no início no ciclo de primavera-inverno foram mais baixas (Figura 5d), o que favoreceu o crescimento da planta, e também a emissão de um maior número de flores por racemo nesta etapa. Com isto, explica-se a maior produção de massa seca de todos os órgãos da planta, os maiores número de frutos e produção de massa fresca de frutos em comparação com o ciclo de verão-outono.

No ciclo de verão-outono, adicionalmente a sua menor duração, aconteceu o contrário. A radiação solar disponível diminuiu (Figura 5a) sensivelmente, levando à diminuição do crescimento das plantas e a uma alta taxa de aborto. Além disso, no início do ciclo, as temperaturas foram muito elevadas (Figura 5c), justamente na época em que há a indução floral das maiorias das inflorescências, o que, habitualmente, diminui o número de flores produzidas por racemo, diminuindo o número potencial de frutos das plantas e a produção.

No cultivo de verão-outono, o compartimento vegetativo foi o maior dreno dos fotoassimilados da planta, correspondendo a 58,3 e 59,7%, respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto'. Rocha (2010), trabalhando com tomateiro Cereja

Vermelho cultivado em sistema hidropônico em verão-outono, também observou que a maior proporção de MS produzida pela planta foi destinada aos órgãos vegetativos aéreos.

Para o cultivo de primavera-inverno, os frutos foram os maiores drenos de fotoassimilados. Diversos autores também relatam que os frutos de tomateiro são os maiores drenos de fotoassimilados (Heuvelink, 1997; Lopes, 2010), corroborando com os resultados obtidos. É possível afirmar, então, que no cultivo de primavera-inverno as plantas foram mais eficientes em destinar MS aos frutos do que no cultivo de verão-outono.

Neste sentido, mais importante do que a evolução diferenciada da radiação solar dos dois ciclos de cultivo e considerando que ambas as cultivares são de crescimento indeterminado, o alongamento do ciclo de primavera-inverno foi determinante para que uma maior proporção de assimilados fosse alocada nos frutos neste ciclo.

Corroborando com as informações anteriores, ambas cultivares apresentaram valores de IAF menores no verão-outono em relação ao cultivo de primavera-inverno (Figura 2). De maneira semelhante, Martins (2014), trabalhando com a cultivar Floradade, encontrou valores menores de IAF no cultivo de verão-outono do que no cultivo de primavera-verão.

Observou-se que o alongamento do ciclo de cultivo em 115 dias proporcionou uma elevação considerável do número e da produção de frutos. No ciclo de verão-outono, as plantas de 'Cereja Coco' e de 'Grape' produziram, respectivamente, 251 frutos e 2493,3g planta<sup>-1</sup> e 224 frutos e 1932,5g planta<sup>-1</sup>. No ciclo de primavera-inverno, os valores foram de 465 frutos e 4393,9g planta<sup>-1</sup> e 443 frutos e 4191,7g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Na média, o ciclo mais longo proporcionou um aumento de 76,2 e 116,9% na produção por planta, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto'.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados, conclui-se que para ambos os ciclos de cultivo e para as cultivares Cereja Coco e Grape Dolcetto, o aumento da densidade de plantio reduz o crescimento de todos os órgãos, o tamanho de frutos e a produção de frutos por planta, sem afetar a proporção de massa seca alocada nos frutos. Porém,

aumenta linearmente o número de frutos colhidos e a produtividade por unidade de área. Já, o raleio de flores não afeta o crescimento dos frutos e a partição de massa seca para estes órgãos em ambas as cultivares e ciclos. Porém, em ciclo longo, de primavera-inverno, aumenta o tamanho e a produção dos frutos; e em ciclo curto, de verão-outono, não afeta as características produtivas de ambas as cultivares.

Considerando aspectos de crescimento, produtividade e de qualidade dos frutos, bem como a dificuldade de manejo das plantas em cultivos muito adensados, recomenda-se a adoção da densidade de plantio de 3,9 e 2,9 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' em ciclo mais curto, de verão-outono; e a densidade de 4,7 plantas m<sup>-2</sup>, para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno. A prática do raleio, do ponto de vista fitotécnico, é recomendável para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA MAR. 2004. Tomate: produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA. 400p.

ALMEIDA DE LEAL, Marco Antônio; DE ARAÚJO, Maria Luiza; DE ARAÚJO, Maria do Carmo. Raleio e capação na produtividade e na qualidade dos frutos de tomateiro cultivado em ambiente protegido, em sistema orgânico. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, 2003.

AZEVEDO, V.F. *Produção orgânica de tomateiro tipo "cereja": Comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura*. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2006.

CARVALHO, W.; FONSECA, M.E.N.; SILVA, H.R.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.232 n.3, p.819-825, jul-set 2005.

CASTILLA N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: NUEZ F (ed). El cultivo del tomate. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. p. 189-225.

COOPER, A.J. *The ABC of NFT*. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

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

FONTES, P. C. R., *Cultura do tomate, olericultura teoria e prática: Cultura Tomate*. Viçosa-MG, 457-477p., 2005.

GHEBREMARIAN, T. T. 2005. *Yield and quality response of tomato and hot pepper to pruning*. University of Pretoria; pp. 105.

HANNA Y.M. 2010. Influence of cultivar, growing media, and cluster pruning on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Hort. Technol.* 19: 395-399.

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

HESAMI A; SARIKHANI KHORAMI S; HOSSEINI SS. 2012. Effect of shoot pruning and flower thinning on quality and quantity of semi-determinate tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Not. Sci. Biol* 4: 108-111.

LEAL MAA; ARAÚJO ML; FERNANDES MCA. 2003. Raleio e capação na produtividade e na qualidade dos frutos de tomateiro cultivado em ambiente protegido, em sistema orgânico. *Horticultura Brasileira* 21: 267-267.

LOPES, Welder de Araújo Rangel. *Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo*. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

MARTINS D.S. 2014. *Manejo da densidade de plantio e do número de hastes do tomateiro Floradade em sistema de produção de base ecológica em duas épocas de cultivo*. Pelotas: UFPEL-FAEM. 114p. (Tese/mestrado).

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

PEIL, R.M.N; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R; ROMBALDI, C.V. 2014. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. *Horticultura Brasileira* 32: 234-240.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F. Partição de assimilados em tomateiro após a poda apical. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 13, n. 1. p. 41-43, 1995.

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

PENTEADO, S.R. 2004. *Cultivo orgânico de tomate*. Viçosa: UFV. 214p.

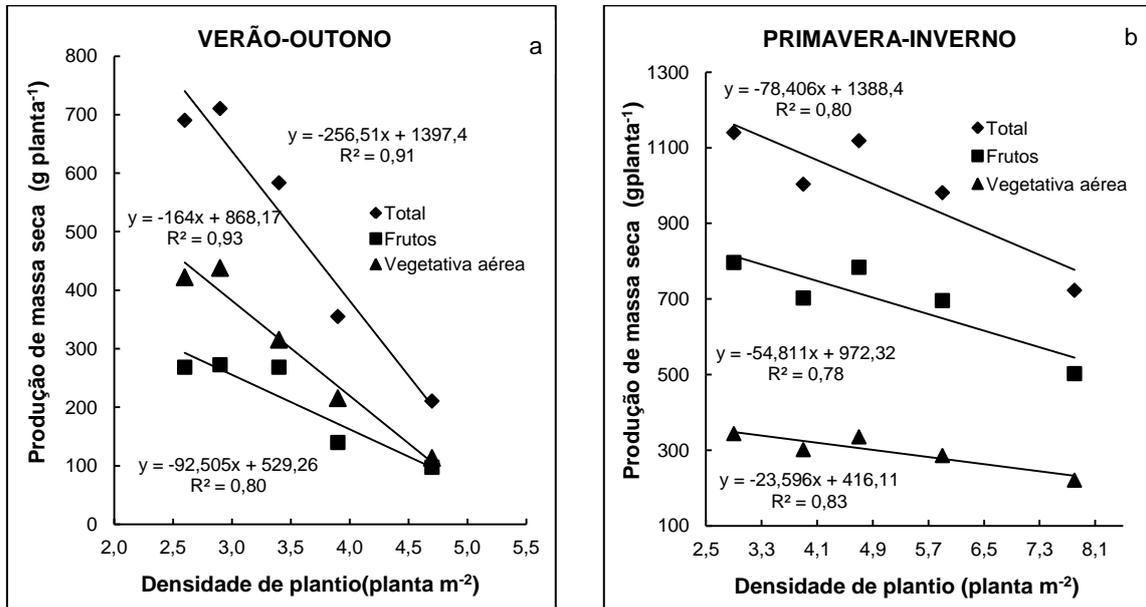
ROCHA, M. Q; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. *Horticultura Brasileira*. vol. 28, pp 466-471, 2010.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 168p., 2000.

SHIRAHIGE, F.H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. 292-298, 2010.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 819p. 2009.

## CEREJA COCO



## GRAPE DOLCETTO

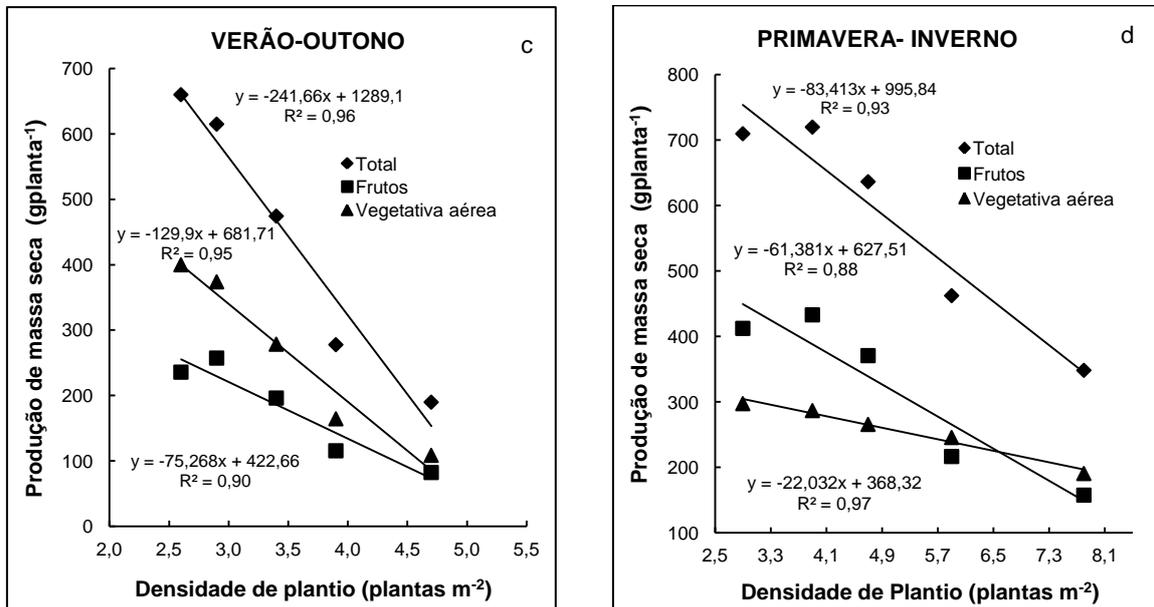
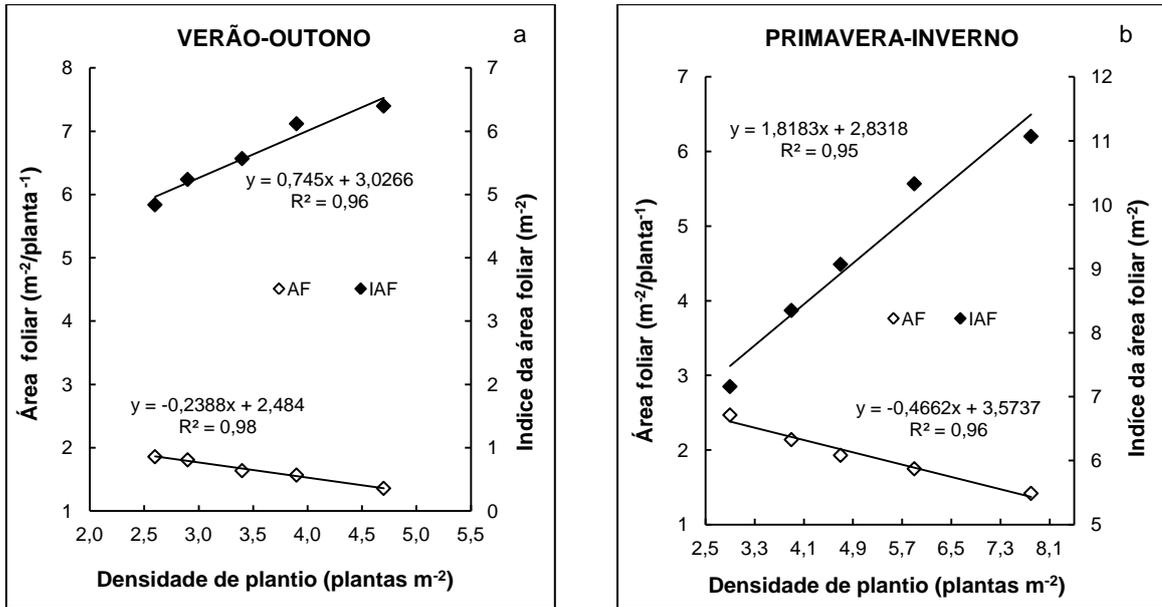


Figura 1. Produção acumulada de massa seca total da planta, dos órgãos vegetativos aéreos e dos frutos de duas cultivares de minitomateiro, 'Cereja Coco' (a, b) e 'Grape Dolcetto' (c, d), em função da densidade de plantio ao longo do ciclo de verão-outono (a, c) e de primavera-inverno (b, d) em sistema hidropônico. UFPel, Pelotas, 2012/2014.

## CEREJA COCO



## GRAPE DOLCETTO

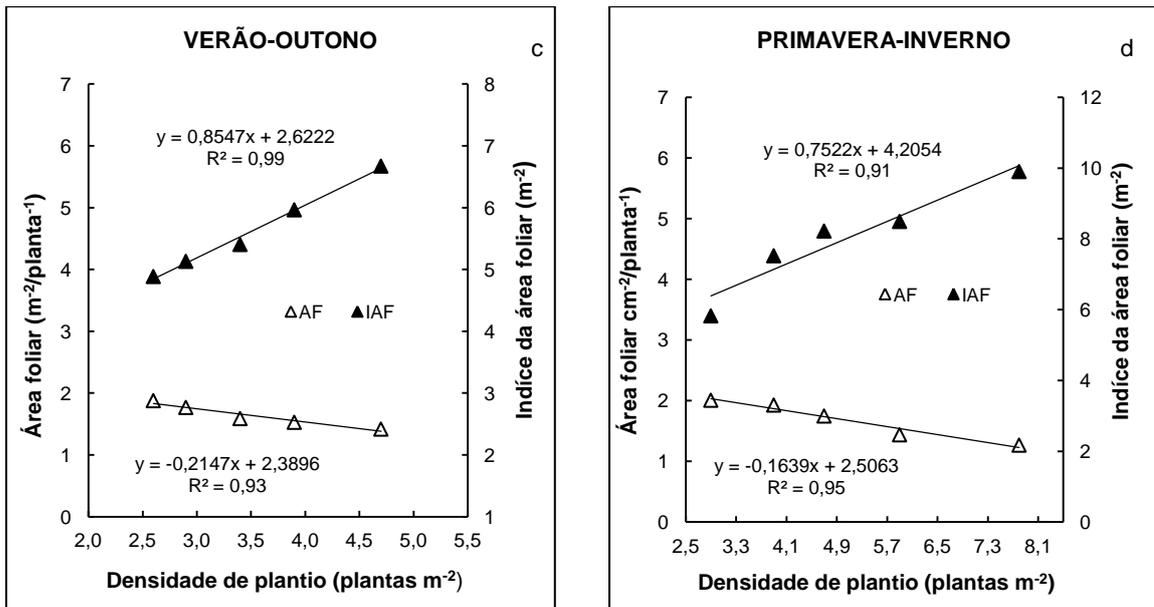


Figura 2. Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF) de duas cultivares de minitomateiro, 'Cereja Coco' (a, b) e 'Grape Dolcetto' (c, d), em função da densidade de plantio ao longo do ciclo de verão-outono (a, c) e de primavera-inverno (b, d) em sistema hidropônico. UFPel, Pelotas, 2012/2014.

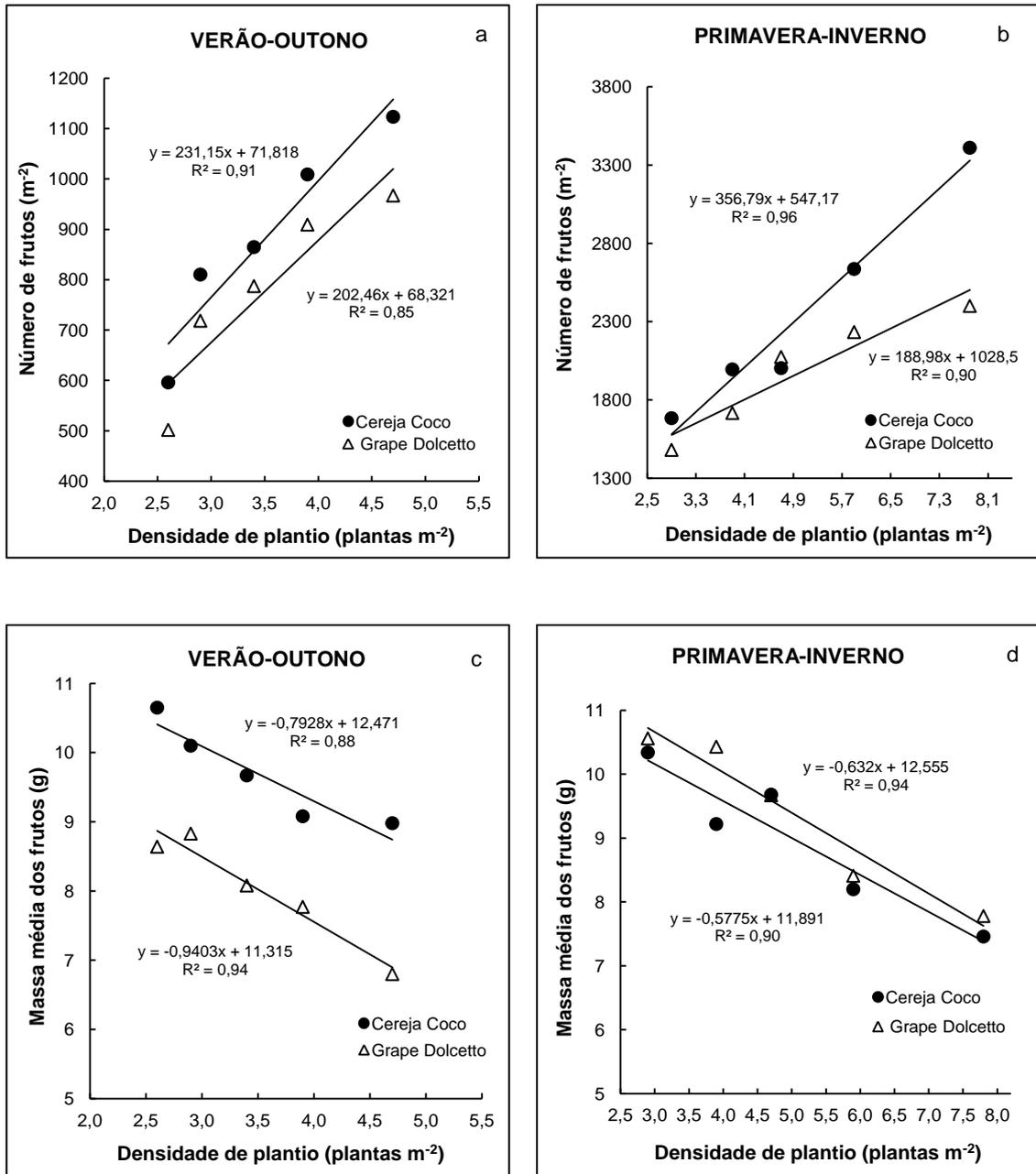


Figura 3. Número de frutos produzidos por unidade de área (a, b) e massa fresca média de frutos (c, d) de duas cultivares de minitomateiro, 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto', em função da densidade de plantio no ciclo de verão-outono (a, c) e de primavera-inverno (b, d), em sistema hidropônico. UFPel, Pelotas, 2012/2014.

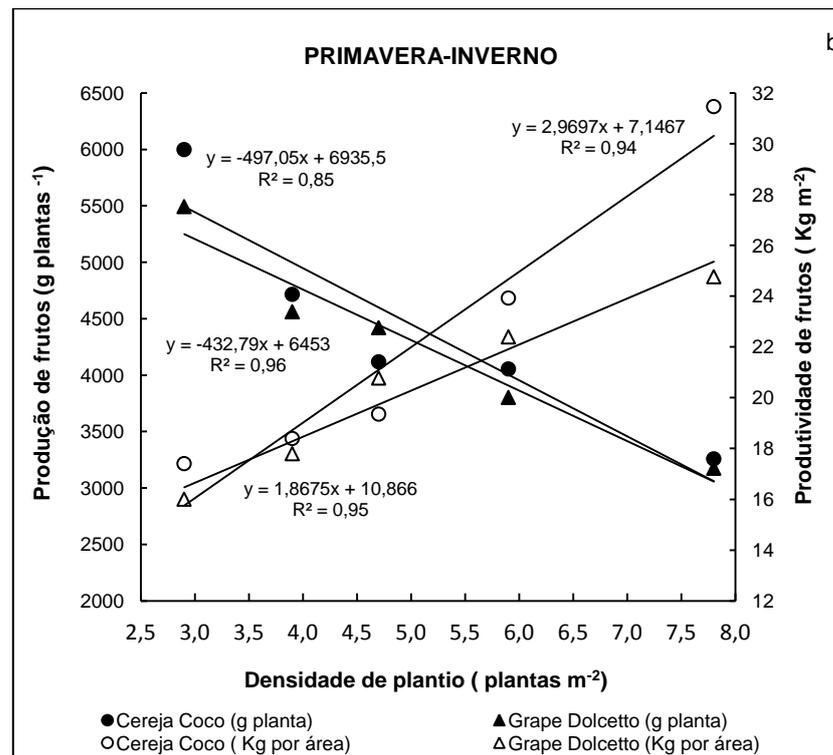
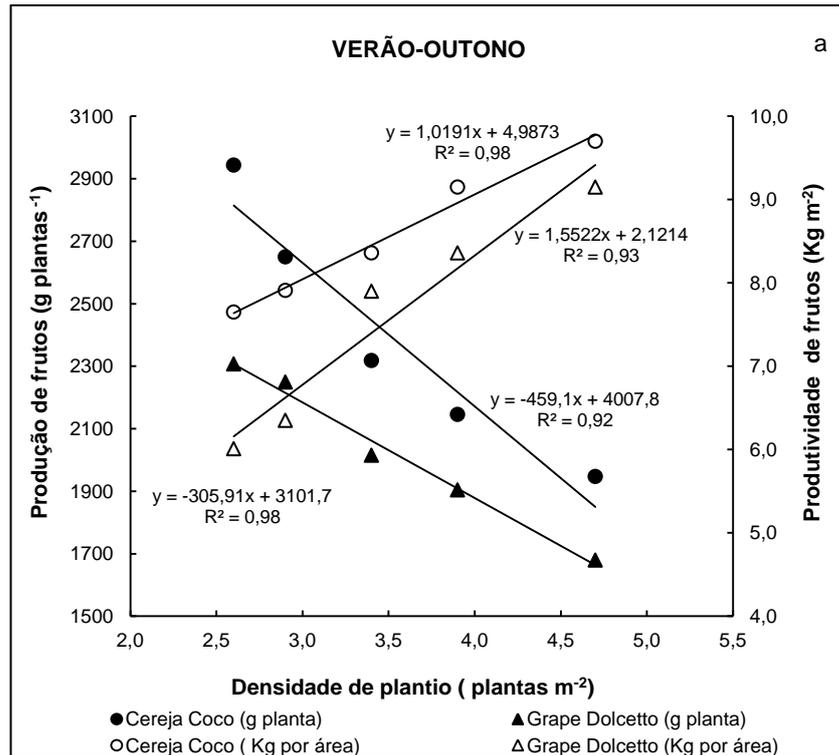


Figura 4. Produção ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e produtividade ( $\text{Kg m}^{-2}$ ) de frutos de duas cultivares de minitomateiro, 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto', em função da densidade de plantio no ciclo de verão-outono (a) e de primavera-inverno (b), em sistema hidropônico. UFPel, Pelotas, 2012/2014.

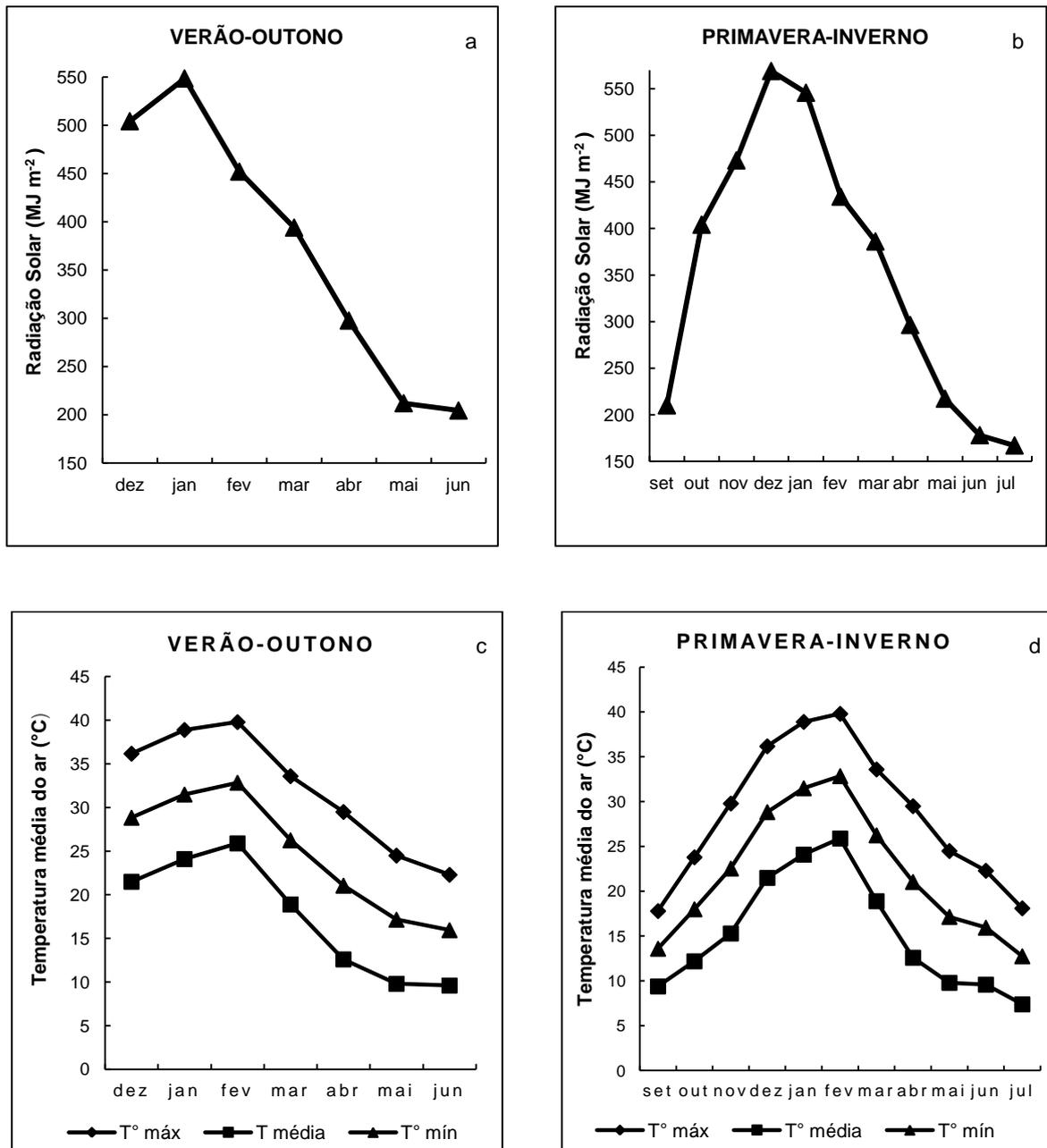


Figura 5. Evolução mensal da radiação solar global externa acumulada (MJ m<sup>-2</sup>) e das médias da temperatura média, mínima e máxima do ar (°C), no interior de estufa cultivada com minitomateiros ao longo do ciclo de verão-outono (a, c) e de primavera-inverno (b, d). UFPel, Pelotas, 2012/2014.

Tabela 1. Efeito do raleio de flores sobre a produção de massa seca dos órgãos vegetativos, dos frutos e do total da parte aérea da planta e a partição da massa seca para os frutos (% MS Frutos) de duas cultivares de tomateiro, em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico. Pelotas, 2012/2014.

Ciclo de Cultivo	Cultivar	Raleio	Massa seca (g planta <sup>-1</sup> )			
			Vegetativa	Frutos	Total	%MS Frutos
<i>Verão-outono</i>	'Cereja Coco'	Sem raleio	293,83 *	216,87 *	510,70 *	42,5 *
		Com raleio	311,62	204,56	516,19	40,0
	'Grape Dolcetto'	Sem raleio	277,29 *	177,36 *	454,65a	39,01 *
		Com raleio	251,45	145,36	396,81b	37,0
<i>Primavera- inverno</i>	'Cereja Coco'	Sem raleio	389,14 *	683,68 *	1072,8 *	63,7 *
		Com raleio	314,96	706,04	1021,0	68,9
	'Grape Dolcetto'	Sem raleio	327,49 *	527,49 *	854,9 *	61,7 *
		Com raleio	300,49	518,36	818,9	63,2

Diferença não significativa ( ), para cada ciclo de cultivo e cultivar.

Tabela 2. Efeito do raleio de flores sobre o número de frutos por planta, a massa média e a produção de frutos de duas cultivares de tomateiro, em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico. UFPEL, Pelotas, 2012/2014.

Época de Cultivo	Cultivar	Raleio	Nº de frutos (planta <sup>-1</sup> )	Massa média (g fruto <sup>-1</sup> )	Produção (g planta <sup>-1</sup> )
<i>Verão-outono</i>	'Cereja Coco'	Sem raleio	248,9 *	9,60 *	2390,1 *
		Com raleio	255,0	10,2	2596,5
	'Grape Dolcetto'	Sem raleio	234,3 *	8,07 *	1892,3 *
		Com raleio	214,2	9,21	1972,8
<i>Primavera-inverno</i>	'Cereja Coco'	Sem raleio	492,2 a	8,54b	4204,7b
		Com raleio	438,7 b	10,72a	4583,2a
	'Grape Dolcetto'	Sem raleio	452,9 *	8,81b	4011,9b
		Com raleio	434,4	10,07a	4371,4a

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de F, 5% de probabilidade; Diferença não significativa ( ) para cada ciclo de cultivo e cultivar.

## Artigo 2- ALTA DENSIDADE DE PLANTIO, RENDIMENTO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE DOIS HÍBRIDOS DE MINITOMATEIRO EM HIDROPONIA

Silvana Rodrigues<sup>1</sup>; Roberta Marins Nogueira Peil<sup>1</sup>; Cesar Valmor Rombaldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Depto de Fitotecnia, Cx. P. 354, CEP: 96010-900, Pelotas, RS. silvana.rodriguesb@gmail.com.

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estudar os componentes de rendimento e as características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de duas cultivares de minitomates, observando a influência da adoção de uma alta densidade de plantio em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico. Dois experimentos foram realizados em condições de estufa plástica, no Campus da Universidade Federal de Pelotas, RS. As plantas foram conduzidas com duas densidades de plantio: 3,4 e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> no experimento de verão-outono; e 2,9 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> no experimento de primavera-inverno. Foram avaliados: número e massa média de frutos, produtividade e as características físico-químicas dos frutos [teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, relação °Brix/acidez ('ratio'), açúcares redutores, ácido ascórbico, pH, compostos fenólicos, luminosidade (I\*), vermelho (+a\*), amarelo (+b\*), Hue, licopeno, β-caroteno, ácido clorogênico e a atividade antioxidante]. Conclui-se que as respostas dos componentes do rendimento e das características físico-químicas de frutos de minitomates frente à adoção de uma maior densidade de plantio são, de forma geral, semelhantes para os diferentes ciclos estudados e dependem, principalmente, do híbrido avaliado. A maior densidade de plantio reduz o tamanho dos frutos e aumenta o número e a produtividade de frutos por unidade de área dos dois híbridos. Em relação às características químicas relacionadas à qualidade organoléptica, o híbrido 'Grape Dolcetto' apresenta-se, de maneira geral, com melhor qualidade, e é mais afetado pela adoção de uma maior densidade de plantio do que o híbrido 'Cereja Coco'. O emprego de uma alta densidade de plantio não afeta as características de coloração dos frutos das duas cultivares.

**Palavras-Chave:** *Solanum lycopersicon*; sólidos solúveis; fitoquímicos, coloração, tomate grape, tomate cereja, sistema NFT.

**Abstract:** This study aimed to study the yield components and the physicochemical characteristics related to the organoleptic quality of two cultivars of mini tomatoes,

noting the influence of adopting a high density planting in two crop cycles hydroponically. Two experiments were conducted in greenhouse conditions, on the campus of the Federal University of Pelotas, Brazil. The plants were conducted with two planting densities: 3.4 and 4.7 m<sup>-2</sup> plant in the summer-autumn experiment; and 2.9 and 7.8 plants m<sup>-2</sup> in spring-winter experiment. Were evaluated: average number and weight of fruits, productivity and the physicochemical characteristics of fruits [soluble solids (° Brix), titratable acidity, ratio Brix / acidity (TA ratio), reducing sugars, ascorbic acid, pH, compounds phenolics, brightness (I \*), red (+ a \*), yellow (+ b \*), Hue, lycopene, β-carotene, chlorogenic acid and antioxidant activity]. It is concluded that the responses of yield components and the physicochemical characteristics of fruits of mini tomatos forward to the adoption of a higher plant density are, in general, similar to the different cycles studied and depend mainly on the rated hybrid. Most planting density reduces fruit size and increase the number and fruit yield per unit area of the two hybrids. Regarding the chemical characteristics related to the organoleptic quality, the hybrid 'Grape Dolcetto' presents, in general, better quality, and is most affected by the adoption of a higher plant density than the hybrid 'Cherry Coco'. The use of a high planting density does not affect the fruits of staining characteristics of both cultivars.

**Key words:** *Solanum lycopersicon*; soluble solids; phytochemicals, colouring, grape tomatoes, cherry tomatoes, NFT system

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do tomateiro em condições protegidas aumentou rapidamente nos últimos anos, principalmente nas regiões sul e sudeste, com a finalidade de proteger a cultura contra as chuvas de verão e contra as baixas temperaturas no inverno. Além disso, este sistema proporciona ao agricultor a produção na entressafra, obtendo maior retorno do que o sistema convencional.

A utilização do tomate é muito variada e existe um grande número de tipos de frutos (Gusmão, et al., 2000). Dentre estes, encontram-se os minitomates, que apesar de ser uma cultura recentemente introduzida no país, contempla um crescente mercado, considerado um dos mais promissores na linha de produtos diferenciados.

Em se tratando de minitomates, os estudos relativos ao efeito da densidade para diferentes cultivares, sobre o rendimento e qualidade do fruto, ainda são escassos, o que destaca a importância de pesquisas que venham em apoio aos produtores de hortaliças, uma vez que, com o mercado cada vez mais competitivo,

os híbridos de minitomateiros alcançam grande aceitação, com valores compensadores, despertando maior interesse nos produtores.

As informações sobre a qualidade pós-colheita dos frutos de minitomates são importantes, não só apenas para satisfazer ao consumidor nas suas exigências, mas também por possibilitar seleção genética de novas cultivares, melhores práticas de manejo como a densidade, a época de cultivo, e o manuseio pós-colheita (Chitarra e Chitarra, 2005).

De um modo geral, os atributos de qualidade dos produtos hortícolas podem ser dados por meio de propriedades físicas, químicas, nutricionais e sensoriais, juntamente com sua integridade, cor, frescor, “flavor” e textura. Relacionado a isso, diversos fatores podem influenciar as propriedades químicas e físicas de um produto agrícola como: a cultivar, o tipo de solo, a época de cultivo, o sistema de produção (orgânico, convencional e hidropônico), a densidade e o ponto de colheita (Camargo et al., 2009).

Se por um lado o cultivo em alta densidade de plantas de minitomateiro leva a uma elevação considerável do rendimento por unidade de área e do conteúdo de alguns compostos fitoquímicos, por outro lado, pode ocasionar redução do tamanho dos frutos (Peil et al., 2014), com reflexos negativos sobre algumas características físicas, como a coloração dos frutos. Porém, estas respostas são variáveis em função da cultivar avaliada (Peil et al., 2014) e do local e época de cultivo.

Supõe-se que a alta densidade de plantio pode resultar no aumento da produtividade por área, porém pode causar perdas na qualidade dos frutos no que se refere às características físico-químicas e diminuição da massa média. No entanto, estas respostas podem ser diferenciadas entre cultivares do tipo cereja e do tipo grape.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi gerar conhecimento sobre os componentes de rendimento e as características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de duas cultivares de minitomates, observando a influência da adoção de uma alta densidade de plantio em dois ciclos de cultivo em sistema hidropônico.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram realizados em uma estufa de cultivo modelo “Arco Pampeana”, disposta no sentido Norte-Sul, revestida com filme de polietileno de

baixa densidade (150  $\mu\text{m}$  de espessura), compreendendo uma área de 210  $\text{m}^2$  (10 x 21 m), com o solo coberto com plástico dupla face branco-preto, localizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas (com coordenadas geográficas aproximadas de: latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude de 13 m).

As mudas foram produzidas em cubos de espuma fenólica (2,5 x 2,5 x 3,0cm), dispostos em um quadro de irrigação. As mudas foram sub-irrigadas com solução nutritiva na concentração de 50% até atingirem o estágio de 7 folhas definitivas, sendo, então, transplantadas para os canais de cultivo hidropônico. As cultivares utilizadas foram os minitomateiros híbridos Cereja Coco® (Taki) e Grape Dolcetto® (Isla), ambos de hábito indeterminado.

A semeadura foi efetuada no dia 24 de novembro de 2012 para o ciclo de verão-outono (2012/2013), realizando-se o transplante em 27 de dezembro, e encerrando-se o experimento no dia 24 de junho de 2013, compreendendo um ciclo de 183 dias desde o transplante. A semeadura para o cultivo de primavera-inverno (2013/2014) foi realizada em 26 de agosto de 2013, o transplante em 23 de setembro, e encerrando-se o ciclo no dia 18 de julho de 2014, totalizando 298 dias desde o transplante.

As plantas foram cultivadas empregando-se a técnica de cultivo hidropônico NFT (do inglês "*Nutrient Film Technique*" ou Técnica da Lâmina de Nutrientes; Cooper, 1979). O sistema foi composto por 12 canais de cultivo de madeira (0,30 m de largura e 7,5 m de comprimento) dispostos em linhas duplas, com distância entre linhas duplas de 1,2 m e distância entre linhas simples de 0,5 m. Os canais foram 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 um canal de coleta que conduzia a solução drenada até os reservatórios. Internamente, os canais de madeira foram revestidos com filme de polietileno dupla face preto-branco, de maneira a formar canais de cultivo de plástico que conduziam o lixiviado da solução nutritiva até o reservatório. Empregou-se um reservatório de solução nutritiva (capacidade de 1000 litros) enterrado na extremidade de cota mais baixa dos canais de cultivo. Pela propulsão de um conjunto moto-bomba de ¼ HP, fixado no tanque, a solução nutritiva era levada através de um cano de ½", até o ponto de cota mais alta dos canais de cultivo. A partir desse ponto, a solução nutritiva era fornecida livremente às plantas, de maneira a formar uma fina lâmina na base dos canais de cultivo.

As fertirrigações foram programadas por um temporizador, sendo o período de fornecimento da solução nutritiva de 15 minutos, com intervalos de 30 minutos de intervalo, entre 8 e 19h. Nos dias em que a temperatura do ar foi elevada, o período de fornecimento foi aumentando para 30 minutos, entre às 10h e 16h. Durante a noite, realizava-se apenas uma irrigação de 15 minutos, à 1 h.

Durante a realização dos experimentos, o controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior da estufa, foi realizado através da abertura diária da estufa, a qual era mantida com as cortinas laterais e as portas frontais abertas durante a maior parte do período diurno.

A solução nutritiva utilizada foi ajustada por Rocha et al. (2010) para a cultura do minitomateiro cereja e apresenta a seguinte composição de macronutrientes (em mmol litro<sup>-1</sup>): 14,0 de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 1,15 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 1,75 de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; 1,15 de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 7,0 de K<sup>+</sup>; 3,5 de Ca<sup>+2</sup>; 1,75 de Mg<sup>+2</sup>. E a seguinte composição de micronutrientes (em mg L<sup>-1</sup>): 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. A solução nutritiva foi monitorada diariamente durante o turno da manhã, através das medidas de condutividade elétrica (CE) (empregando-se condutímetro manual digital) e de pH (empregando-se pHmetro manual digital), sendo a CE mantida em 1,8 dS m<sup>-1</sup> e o pH entre 5,5 e 6,5.

As plantas foram tutoradas por fita de ráfia presa na linha de arame disposta 3,0 m acima da linha de cultivo e sustentada pela estrutura da estufa. A condução foi com haste única, fazendo-se a desbrota das hastes laterais periodicamente. Objetivando-se prolongar o período de colheita, quando as plantas atingiram a altura do arame, a base dos caules foi sistematicamente desfolhada e rebaixada, seguindo a condução do tipo “carrossel holandês”. O monitoramento e o controle de doenças e pragas foram realizados de acordo com práticas alternativas e convencionais.

As plantas foram avaliadas em duas densidades de plantio: 3,4 e 4,7 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,35 e 0,25 m), no experimento de verão-outono; para o experimento de primavera-inverno as densidades estudadas foram 4,7 e 7,8 plantas m<sup>-2</sup> (correspondendo, respectivamente, aos espaçamentos entre plantas na linha de 0,40 e 0,15 m).

Assim, constituíram-se dois experimentos em cada ciclo de cultivo, um para cada cultivar. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída por 24 plantas e a

subparcelas por 12 plantas. Para as avaliações, foram utilizadas duas plantas por repetição (6 plantas por tratamento).

As colheitas foram realizadas quando os frutos atingiram a maturidade, efetuando-se, a seguir, a contagem e a determinação da massa fresca. As variáveis analisadas foram número de frutos, massa média e produtividade ( $\text{Kg m}^{-2}$ ).

As avaliações de qualidade pós-colheita foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (FAEM/UFPEL). Coletaram-se 10 frutos de cada colheita por tratamento e parcela. Foram avaliadas as seguintes características:

**Sólidos solúveis (SS):** Os frutos foram triturados e, em seguida, feita a leitura dos sólidos solúveis com o refratômetro manual. Os resultados foram expressos em  $^{\circ}$ Brix.

**Acidez total titulável (AT):** A titulação feita utilizando-se 10ml de suco diluídos em 90ml de água destilada, cuja diluição foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1, e expressa em porcentagem de ácido cítrico em 100g de polpa conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

**Açúcares redutores:** Os açúcares redutores foram determinados pelo método de Lane-Eynon, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

**Coloração:** A cor da epiderme dos frutos foi mensurada com o colorímetro (Minolta Chromometer Modelo CR 300, D65, Osaka, Japan), com 8 mm de abertura no padrão CIE-L\*a\*b\*. As medições foram realizadas em faces opostas e na região equatorial de cada fruto. E na tonalidade da cor pelo ângulo de Hue [ $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ]. O ângulo Hue é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores: 0 $^{\circ}$  (vermelho), 90 $^{\circ}$  (amarelo), 180 $^{\circ}$  (verde) e 270 $^{\circ}$  (azul).

**pH:** Medido através do extrato aquoso, em potenciômetro Micronal modelo B-221, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

**Índice de maturação (IM) “ratio”:** Foi obtido através da relação entre os SS e AT, onde,  $IM = SS/AT$  (Tressler & Joslyn, 1961).

**Ácido ascórbico:** Determinado através da titulação de oxi-redução e expresso em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa, conforme publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2007).

**Licopeno,  $\beta$ -caroteno:** Foram determinados através da extração líquido-líquido utilizando acetona p.a. e hexano p.a., sendo o sobrenadante lido em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 505, 453, 663 e 645 nm,

respectivamente, conforme Nagata & Yamashita (1992) e expresso em  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  de amostra.

**Teor de Compostos Fenólicos Totais:** Para a determinação de compostos fenólicos totais foi utilizado o método descrito por Singleton & Rossi (1965); 1g de fruto foi macerado e colocado em balão volumétrico de 100 mL. Foram adicionados 60 mL de água ultrapura e em seguida foram adicionados 5 mL de Reagente de Folin. Após 8 min, adicionou-se 20 mL de carbonato de sódio 20 % (m/v). O volume de 100 mL foi completado com água ultrapura. As amostras permaneceram em repouso e ao abrigo da luz, por 2 horas. Logo após, as amostras foram filtradas e em seguida foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 725 nm. A prova em branco foi realizada utilizando-se 1 mL de água ultrapura em substituição a 1g de fruto. Os resultados foram expressos em equivalência de mg de ácido gálico por 100 g a partir de uma curva de calibração.

**Ácido clorogênico total:** determinado por método fotométrico, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

**Atividade antioxidante:** para determinar o potencial antioxidante das amostras dos mini tomates, foram utilizados o complexo fosfomolibdênio em meio aquoso que possui coloração amarela, quando oxidado tornando-se verde à medida que é reduzido por substâncias antioxidantes, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste F a 5% de probabilidade, usando o software estatístico Assistat® (versão 7.7 beta).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados referentes aos componentes do rendimento indica que a adoção de uma elevada densidade de plantio reduziu a massa média dos frutos do híbrido Grape, sem afetar a massa média dos frutos de Cereja Coco no ciclo de verão-outono (Tabela 1). Já, no ciclo de primavera-inverno, a alta densidade reduziu a massa média de ambas as cultivares (Tabela 2). Em ambos os ciclos de cultivo, a densidade mais elevada proporcionou um aumento do número e da produtividade de frutos das duas cultivares (Tabelas 1 e 2). Resultados de redução da massa média e aumento do número e da produtividade de frutos com o aumento

da densidade de plantio foram reportados também para o minitomateiro Cereja Vermelho (Peil et al., 2014).

Com base na classificação do tomate cereja proposta por Fernandes et al. (2007), na média, somente os frutos de 'Cereja Coco' produzidos no ciclo de primavera-inverno na densidade de 2,9 plantas  $m^{-2}$  alcançaram a classe de frutos médios (acima de 10g). Os demais frutos produzidos ajustaram-se à classe pequenos frutos (entre 5 a 10 g).

Os frutos de 'Grape Dolcetto' obtidos no ciclo de primavera-inverno na menor densidade (2,9 plantas  $m^{-2}$ ) apresentaram massa fresca média dentro da faixa indicada pela empresa produtora de sementes, que é de 10 a 15g frutos<sup>-1</sup>. Apesar de não estarem disponíveis na bibliografia parâmetros relativos ao tamanho adequado para comercialização do tomate grape, tem-se conhecimento que o padrão médio de comercialização para este grupo de tomates é inferior ao do tomate cereja.

A produtividade de 'Cereja Coco' no ciclo de verão-outono na densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$  foi de 9,72 kg  $m^{-2}$ , cujo incremento em relação à densidade de 3,4 plantas  $m^{-2}$  foi de somente 1,30 Kg. Para 'Grape Dolcetto', o ganho com o aumento da densidade foi mais significativo; obteve-se 9,15 kg  $m^{-2}$  na densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$ , que é 3,14 Kg superior ao obtido com a densidade de 3,4 plantas  $m^{-2}$ . Já no ciclo mais longo de primavera-inverno, a cultivar Cereja Coco apresentou um maior ganho de produtividade com o aumento da densidade. Para esta cultivar, a produtividade na densidade de 7,8 plantas  $m^{-2}$  foi de 31,47 kg  $m^{-2}$ , que é 14,06 kg  $m^{-2}$  superior ao obtido com a densidade de 2,9 plantas  $m^{-2}$ . Para 'Grape Dolcetto', obteve-se 27,77 kg  $m^{-2}$  na densidade de 7,8 plantas  $m^{-2}$ , cujo incremento em relação à densidade de 2,9 plantas  $m^{-2}$  foi de 8,76 kg  $m^{-2}$ .

A elevada produtividade obtida em plantios adensados ocorre devido ao aumento da interceptação da luz fotossinteticamente ativa do dossel e, conseqüentemente, da fotossíntese do conjunto de plantas (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997), aumentando o número total de frutos produzidos por unidade de área.

Não foram observados efeitos da adoção de uma maior densidade de plantio para as duas cultivares, em ambos os ciclos de cultivo, sobre as variáveis: concentração de açúcares redutores, ácido ascórbico, luminosidade, vermelho, amarelo, ângulo Hue, teor de licopeno,  $\beta$ caroteno, ácido clorogênico e atividade antioxidante (Tabelas 3 e 4).

A adoção de uma maior densidade de plantio causou redução da concentração de SS de Grape Dolcetto, sem afetar os frutos de Cereja Coco em ambos os ciclos de cultivo (Tabelas 3 e 4).

Os teores de SS dos frutos de 'Grape Dolcetto' foram bastante elevados nas menores densidades, sendo de 13,4 e 11,2<sup>o</sup>Brix, respectivamente, no verão-outono e na primavera-inverno. O tomate 'Cereja Coco' apresentou valores de SS de 9,6 e 7,5<sup>o</sup>Brix na menor densidade, respectivamente, no verão-outono e na primavera-inverno. Os valores são semelhantes ao encontrado por Candian (2015) para 'Cereja Coco' (7,4), e superiores aos encontrados por outros autores para os híbridos do tipo grape 'Sweet Million' (7,4<sup>o</sup>Brix) e Sweet Grape' (7,1<sup>o</sup>Brix) (Abrahão et al.,2014; Takahashi, 2014), confirmando que o fator genético é preponderante na manifestação desta característica.

Em relação à acidez total titulável (AT) no ciclo de verão-outono (Tabela 3), não houve efeito da maior densidade para as duas cultivares, enquanto no ciclo de primavera-inverno (Tabela 4), houve diminuição dos valores dos frutos de Grape Dolcetto.

Os frutos do minitomateiro 'Cereja Coco' apresentaram AT mais elevada, entre 1,03 e 1,14 g ácido cítrico/100g, que os frutos do minitomateiro 'Grape Dolcetto' (entre 0,58 e 0,64 g ácido cítrico/100g).

O índice de maturação (IM), ou seja, a relação SS/AT do minitomateiro 'Grape Dolcetto' foi expressivamente superior ao do minitomateiro 'Cereja Coco', devido ao maior valor de sólidos solúveis e menor acidez (tabelas 3 e 4).

O aumento da densidade de plantio causou redução no índice de maturação, no ciclo de verão-outono em ambas cultivares, já para o ciclo de primavera-outono apenas o minitomateiro 'Grape Dolcetto' apresentou uma redução com a densidade de plantio mais elevada (tabela 3 e 4). O minitomateiro 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' apresentaram médias de IM de 9,32 a 6,22 e 13,51 a 20,93, respectivamente, no verão-outono e na primavera-inverno.

Um alto valor da relação SST/AT determina sabor suave devido à excelente combinação de açúcar e ácido, enquanto que valores baixos se correlacionam como ácido e sabor adstringente, indicando ser mais próprio para o processamento (FERREIRA et al., 2004). Para Machado et al. (2005), tomates de mesa devem apresentar valor de IM superior a 13,5. Valores semelhantes "foram obtidos no minitomateiro 'Grape Dolcetto' nas duas épocas de cultivos.

Sousa et al. (2011) trabalhando com tomateiro em casa de vegetação encontraram valores muito superiores, variando entre 30,34 a 48,8, valores considerados elevados quando comparados a outros encontrados na literatura que relatam valores que variam de 12,60 a 15,40 (CARDOSO et al., 2006).

A associação das três variáveis (SS, AT e IM) explica o grau e sensação de doçura do híbrido Grape Dolcetto, justificando seu nome, decorrente da alta concentração de açúcares, assim como da menor acidez.

Em tomates do tipo salada, aproximadamente, metade da massa seca de frutos é constituída por açúcares redutores, como a glicose e frutose (Demiate et al., 2002). Com relação aos açúcares redutores totais encontrados nas cultivares, os teores de 'Grape' foram bastante elevados e variaram entre 3,19 e 3,79%, sendo que para 'Cereja Coco' os valores foram entre 1,25 e 1,97% (Tabelas 2 e 3). O maior conteúdo de açúcares redutores está correlacionado com a maior concentração de SS ou a maior doçura do fruto de 'Grape Dolcetto'. Além disso, juntamente com a acidez titulável, os açúcares redutores influenciam a intensidade do aroma, e sabor (Auerswald et al., 1999), importantes para a escolha do consumidor.

O ácido ascórbico é o precursor da vitamina C, e é um componente de muitos vegetais do consumo humano, principalmente, das frutas e hortaliças. Entre estas, se destacam as frutas cítricas e o tomate. É um nutriente de destaque em razão de sua grande importância na nutrição humana, devido a sua atividade antioxidante (Dumas, 2003). De acordo com Sampaio & Fontes (1998), o teor de ácido ascórbico em frutos de tomate pode variar de 7,2 a 45,6mg100g<sup>-1</sup> de polpa. Assim, verificou-se que os frutos da cultivar 'Grape Dolcetto' apresentaram valores de ácido ascórbico elevados, entre 51,4 e 53,9 mg 100g<sup>-1</sup> (tabelas 3 e 4). Abrahão et al. (2014), trabalhando com minitomate 'Sweet Grape' observou valores de ácido ascórbico de 47 mg 100g<sup>-1</sup>. Porém, valores mais baixos, entre 17 e 22 mg 100g<sup>-1</sup> são descritos na literatura para esta mesma cultivar (Dumas et al., 2003; Holcman, 2009). Já, os valores presentes nos frutos da cultivar 'Cereja Coco' foram inferiores (entre 42,1 e 45,2 mg 100g<sup>-1</sup>) (tabelas 3 e 4).

Em relação ao pH, não houve efeito da maior densidade para as duas cultivares no ciclo de primavera-inverno (Tabela 4). Porém, no ciclo de verão-outono, a maior densidade causou redução do pH dos frutos de 'Grape Dolcetto'. Observaram-se valores superiores para os frutos de 'Grape Dolcetto' (entre 4,4 e 5,7), em relação ao 'Cereja Coco' (entre 3,6 e 4,0) (Tabelas 3 e 4). Os valores de pH

obtidos na presente pesquisa, com exceção do medido nos frutos da cultivar Grape na menor densidade no cultivo de verão-outono (5,7; Tabela 3), ficaram próximos à faixa ideal para minitomates, cujo pH desejável é inferior a 4,5 e superior a 3,7 (Giordano et al., 2000). Embora a cultivar 'Cereja Coco' tenha apresentado valores de pH mais baixos e, presumivelmente, um sabor mais ácido dos frutos, esta característica promove melhor a conservação do fruto na pós colheita, evitando rachaduras e podridões (Nascimento et al., 2013).

Quanto aos compostos fenólicos, o plantio sob uma maior densidade aumentou o seu teor nos frutos de ambas as cultivares no ciclo verão-outono (Tabela 3) e diminuiu na cultivar Grape Dolcetto no ciclo de primavera-inverno (Tabela 4). A época de verão-outono se caracteriza pela redução acentuada da radiação solar incidente, o que pode levar a um elevado sombreamento da cultura em condições de maior densidade de plantas, havendo como resposta a este estresse, um aumento da síntese dos compostos fenólicos, como observado para ambas as cultivares nesta época. Já, no ciclo mais longo, de primavera-inverno, apesar da elevada densidade de 7,8 plantas m<sup>-2</sup>, isso não foi observado, indicando que a alta disponibilidade de radiação solar do início do ciclo de cultivo relativizou estas respostas. A cultivar 'Grape Dolcetto' apresentou valores superiores (entre 32,2 e 40,7, no cultivo de verão-outono, e entre 36,1 e 40,6, no ciclo de primavera-inverno) da cultivar Cereja Coco (entre 23,1 e 32,1, no ciclo de verão-outono, e entre 36,0 e 37,0, no ciclo de primavera-inverno). Tomates de mesa no cultivo hidropônico em casas de vegetação na Nova Zelândia (SAHLIN et al., 2004) apresentaram teores de fenólicos totais entre 21,3 a 36,40 mg/100g.

Os valores do descritor acromático L\* (luminosidade) apresentaram médias entre 31 a 37 para 'Cereja Coco' e entre 29 a 40 ('Grape Dolcetto') (Tabelas 3 e 4). De acordo com o Conselho Relativo à Proteção das Indicações Geográficas e Denominações de Origem dos Produtos Agrícolas e dos Gêneros alimentícios (2016), os valores considerados ideais de luminosidade para o minitomate estão entre 38 e 40. Considerando estes valores, o ciclo de primavera-inverno apresentou os valores de luminosidade mais adequados (Tabela 4).

O cromático a\* representa a região que compreende do vermelho (a\*+) até o verde (a\*-), de tal modo que, quanto maiores os valores, mais vermelho o fruto; por outro lado, quanto mais próximos de zero, mais verde é o fruto. Os valores de a\* foram de 32,0, para 'Cereja Coco', e entre 31,0 a 34,0 para 'Grape Dolcetto' no

verão-outono. Na primavera-inverno, os valores foram entre 34,0 e 36,0 e 29,5 e 34,0, respectivamente, para as duas cultivares. Este resultado indica que, neste último ciclo de cultivo, os frutos de 'Cereja Coco' apresentavam-se com coloração vermelha mais intensa do que os frutos de 'Grape Dolcetto'.

Para o descritor cromático  $b^*$ , que representa o grau da cor amarela ( $b^{*+}$ ) até o grau da cor azul ( $b^{*-}$ ), os valores de  $b^*$  variaram de 17,1 a 19,0, para 'Cereja Coco', e de 17,7 a 18,2, para 'Grape Dolcetto', no ciclo de verão-outono. No ciclo de primavera-inverno, os valores foram, respectivamente, de 13,5 e 15,3 e de 15,7 e 18,9 (Tabelas 3 e 4). Estas informações indicam que, de maneira geral, no cultivo de verão-outono, os frutos apresentavam-se mais amarelados.

Pode-se observar que a croma  $b^*$  apresentou valores menores que a croma  $a^*$ , em todos os tratamentos, demonstrando menor intensidade de cor amarela que de cor vermelha, uma característica inerente e positiva das cultivares de minitomates trabalhadas, uma vez que hoje o mercado busca frutos com coloração vermelha mais intensa, mais atrativa ao consumidor (Adriano et al., 2011). A cor é o atributo mais importante para orientar o consumidor na escolha quando os frutos de tomates são comercializados em embalagens transparentes fechadas, como usualmente ocorre com os minitomates (Luiz, 2005).

Com relação à cor, no ciclo de verão-outono, os minitomates apresentaram um ângulo de Hue de  $45^\circ$  ('Cereja Coco'), e entre  $40,2$  e  $44,5^\circ$  ('Grape Dolcetto'). Para o ciclo de primavera-inverno, os valores foram menores, de  $31,9$  e  $33,0^\circ$ , para 'Cereja Coco', e de  $30,1^\circ$ , para 'Grape Dolcetto', indicando, assim, que houve uma redução da cor vermelha neste ciclo, o que pode estar associado às altas temperaturas apresentadas.

Quanto ao teor de licopeno, para o ciclo de verão-outono, os valores médios nos frutos de 'Cereja Coco' e de 'Grape Dolcetto' foram, respectivamente, de  $12,4$  e  $15,6 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ . Já, no ciclo de primavera-inverno, os valores foram maiores, sendo, na média, de  $18,3$  e  $21,4 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto'. Estes resultados corroboram as informações de Shirahige et al. (2010) e Georgé et al. (2011), para os quais os teores de licopeno variam conforme a cultivar e o ano do cultivo.

Em relação ao conteúdo de  $\beta$ - caroteno, os valores foram semelhantes para ambos os ciclos (Tabelas 3 e 4). As médias foram mais elevadas para a cultivar

Grape Dolcetto em ambos os ciclos, variando entre 112,9 e 118,8  $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ . Para a cultivar Cereja Coco, os valores variaram entre 101,8 e 107,9  $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ .

O ácido clorogênico é um composto antioxidante que protege o organismo contra o câncer ao inibir toxinas ambientais como a nitrosamina, presente na fumaça do cigarro, atuando também na redução da pressão arterial. Em tomates saladas, apresenta uma quantidade de 13 a 38  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  (Bugianesi et al. 2004). Pelos resultados obtidos, constata-se que para ambas cultivares, duas densidades e ciclos de cultivo, os frutos apresentaram valores dentro da faixa de referência, sem diferenças estatísticas entre as médias. Os maiores valores foram observados nos frutos de 'Cereja Coco na primavera-inverno (30,0 e 31,3  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ). No verão-outono, os valores observados para esta cultivar foram de 23,0 e 25,0  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ . Já, para 'Grape Dolcetto', as diferenças entre os valores obtidos nos dois ciclos foram menores, variando entre 26,0 e 30,0 (Tabelas 3 e 4).

Quanto à atividade antioxidante, de maneira geral, a cultivar Cereja Coco apresentou valores mais elevados em ambos os ciclos de cultivo, com média de 3,70%, frente à média de 3,00% de 'Grape Dolcetto'.

#### 4. CONCLUSÃO

As respostas dos componentes do rendimento e das características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de frutos de minitomates frente à adoção de uma maior densidade de plantio são, de forma geral, semelhantes para os diferentes ciclos estudados e dependem, principalmente, do híbrido avaliado.

A maior densidade de plantio reduz o tamanho dos frutos e aumenta o número e a produtividade de frutos por unidade de área dos híbridos 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto'.

Em relação às características químicas relacionadas à qualidade organoléptica, o híbrido 'Grape Dolcetto' apresenta-se, de maneira geral, com melhor qualidade, e é mais afetado pela adoção de uma maior densidade de plantio do que o híbrido 'Cereja Coco'.

O emprego de uma alta densidade de plantio não afeta as características de coloração dos frutos das duas cultivares.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANO, E.; Leonel, S. e Evangelista, R. M. (2011) - Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. Revista Brasileira de Fruticultura, vol.33, n.spe1, p.541- 545.

ABRAHÃO, C.; VILLAS BOAS, R. L.; BULL, L. T. Relação K:Ca:Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato. Irriga, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 214-224, 2014.

AUERSWALD, H. et al. Sensory analysis and instrumental measurements of short-term stored tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Postharvest Biology and Technology, v. 15, p. 323-334, 1999.

CANDIAN JS. 2015. Número e tipos de condução de hastes na produção e na qualidade de minitomate em manejo orgânico. Botucatu: UNESP - FCA. 46p. (Dissertação Mestrado em Agronomia).

CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; GALVÃO, A.G.; BAIER, J.E.; FARIA, M.V.; CAMARGO, C.K. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. Semina: Ciências Agrárias, v.30, p.993-998, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

COOPER, A.J. *The ABC of NFT*. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e titulométrico. Publicativo UEPG - Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, PR, v.8, n.1, p.65-78, 2002.

DUMAS Y; DADOMO M; LUCCA GD; GROLIER P; DI LUCCA G. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 369-382

GEORGÉ S; TOURNIAIRE F; GAUTIER H; GOUPY P; ROCK E; CARIS-VEYRAT C. 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chemistry* 124: 1603-1611.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). Tomate para processamento industrial. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: Embrapa Hortaliças, 2000. p. 36-59.

GUSMÃO SAL de; PÁDUA JG; GUSMÃO MTA de; BRAZ LT. 2000. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja" em Jaboticabal-SP. *Horticultura Brasileira* 18: 572-573.

HOLCMAN, E. Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas. 2009. 127 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coord. Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. (Primeira edição digital).

LUIZ, K. M. B. (2005) - Avaliação das características físicoquímicas e sensoriais de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) armazenados em refrigeradores domésticos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. p.107

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Método de Tillmans modificado. 2007. Disponível em: Acesso em: 14 Fev. 2016.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistema de poda visando o consumo in natura. *Horticultura Brasileira* v.25, p.149-153, 2007.

NASCIMENTO, A. R.; Soares Júnior, M. S.; Caliari, M; Fernandes, P. M.; Rodrigues, J. P. M.; e Carvalho, W. T. (2013) -Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no Estado de Goiás, Brasil. *Horticultura Brasileira*, Brasília, vol.31, n.4, p.637-644.

NAGATA, M.; YAMAHSITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

PAPADOPOULOS AP; PARARAJASINGHAM S; SHIPP JL; JARVIS WR; JEWETT TJ; CLARKE ND. 1997. Integrated management of greenhouse vegetable crops. *Horticultural Reviews* 21:1-39.

PEIL, R.M.N; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R; ROMBALDI, C.V. 2014. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. *Horticultura Brasileira* 32: 234-240.

ROCHA, M. Q; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. vol.28, pp 466-471, 2010.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G.P.; LISTER, C.E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal Food Composition and Analysis*, v. 17, n. 5, p. 635-647, 2004.

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio no solo coberto com polietileno preto. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 136-139, 1998.

SELEGUINI A; SENO S; FARIA JÚNIOR MJA. 2006. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. *Acta Scientiarum. Agronomy* 28: 359-363.

SINGLETON VL, Rossi JA 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158.

SHIRAHIGE, Fernando H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. 292-298, 2010.

TAKAHASHI, K. Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico, dois tipos de condução de hastes e poda apical. 2014. 42f. Tese (Mestrado em Agronomia- área Horticultura) Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu-SP, 2014.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. *Fruits and vegetable juice processing*. Westport: Connecticut: AVI, 1961. 1028p.

**Tabela 1.** Efeito da densidade de plantio sobre a massa média de fruto, o número de frutos e a produtividade de minitomates ‘Cereja Coco’ e ‘Grape Dolcetto’ cultivados em sistema hidropônico, no ciclo de verão-outono. Pelotas, UFPel, 2013.

Cultivar	Densidade de plantio (plantas m <sup>-2</sup> )	Massa Média	Nº de frutos (m <sup>-2</sup> )	Produtividade (Kgm <sup>-2</sup> )
‘Cereja Coco’	3,4	9,57 <sup>ns</sup>	864,9 b	7,91b
	4,7	8,98	1123,5a	9,76a
<b>CV (%)</b>		<b>14,55</b>	<b>22,64</b>	<b>11,70</b>
‘Grape Dolcetto’	3,4	8,08a	787,44b	6,01b
	4,7	6,82b	967,3a	9,15a
<b>CV (%)</b>		<b>19,45</b>	<b>21,7</b>	<b>10,23</b>

Médias seguidas de letras distintas na linha para cada cultivar diferem estatisticamente pelo teste F, 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação.

**Tabela 2.** Efeito da densidade de plantio sobre a massa média de fruto, o número de frutos e a produtividade de minitomates ‘Cereja Coco’ e ‘Grape Dolcetto’ cultivados em sistema hidropônico, no ciclo de primavera-inverno. Pelotas, UFPel, 2013-2014.

Cultivar	Densidade de plantio (plantas m <sup>-2</sup> )	Massa Média	Nº de Frutos (m <sup>-2</sup> )	Produtividade (Kgm <sup>-2</sup> )
‘Cereja Coco’	2,9	10,56a	1994,7b	17,41b
	7,8	7,78 b	3409,7a	31,47a
<b>CV (%)</b>		<b>19,73</b>	<b>17,52</b>	<b>19,48</b>
‘Grape Dolcetto’	2,9	10,34 <sup>a</sup>	1481,2b	16,01b
	7,8	7,46b	2399,7a	24,77a
<b>CV (%)</b>		<b>14,23</b>	<b>23,60</b>	<b>15,22</b>

Médias seguidas de letras distintas na linha para cada cultivar diferem estatisticamente pelo teste F, 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação.

**TABELA 3:** Efeito da densidade de plantio sobre: sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), acidez titulável, índice de maturação (IM=relação  $^{\circ}$ Brix/acidez ('ratio'), açúcares redutores, ácido ascórbico, pH, compostos fenólicos, luminosidade ( $L^*$ ), vermelho (+a\*), amarelo (+b\*), Hue, licopeno,  $\beta$ -caroteno, ácido clorogênico e atividade antioxidante de frutos dos minitomates 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' cultivados em sistema hidropônico, no ciclo de verão-outono. Pelotas, UFPel, 2013.

PARÂMETROS	Cultivar	'Cereja Coco'		'Grape Dolcetto'	
	Densidade de plantio (plantas m <sup>-2</sup> )	3,4	4,7	3,4	4,7
Sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix)		9,6 a	7,1a	13,4 a	10,1 b
Acidez (g ácido cítrico/100g)		1,03 a	1,14 a	0,64 a	0,61 a
Índice de maturação		9,32a	6,22 b	20,93 a	16,55 b
Açúcares Redutores		1,42 a	1,25 a	3,23 a	3,19 a
Ácido Ascórbico (mg de 100g <sup>-1</sup> polpa)		44,3 a	42,1 a	52,9 a	51,4 a
pH		3,82 a	3,90 a	5,70 a	4,41 b
Compostos Fenólicos		23,09 b	32,08 a	32,23 b	40,74 a
Luminosidade ( $L^*$ )		36,00 a	31,00 a	29,00 a	35,00 a
Vermelho (+a*)		32,00 a	32,00 a	34,00 a	31,00 a
Amarelo (+b*)		19,40 a	17,10 a	17,70 a	18,20 a
Hue		45,32 a	45,12 a	44,59 a	40,23 a
Licopeno ( $\mu$ g 100g <sup>-1</sup> polpa)		13,09 a	11,70 a	14,70 a	16,60 a
$\beta$ -caroteno ( $\mu$ g 100g <sup>-1</sup> polpa)		107,96 a	105,07 a	112,35 a	118,89 a
Ácido Clorogênico (mg 100g <sup>-1</sup> polpa)		23,00 a	25,00 a	29,00 a	26,00 a
Atividade Antioxidante (%)		3,93 a	3,55 a	2,75 a	3,23 a

Médias seguidas de letras distintas na linha para cada cultivar diferem estatisticamente pelo teste F, 5% de probabilidade.

**TABELA 4:** Efeito da densidade de plantio sobre: sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), acidez titulável, índice de maturação (IM=relação  $^{\circ}$ Brix/acidez ('ratio'), açúcares redutores, ácido ascórbico, pH, compostos fenólicos, luminosidade ( $L^*$ ), vermelho (+ $a^*$ ), amarelo (+ $b^*$ ), Hue, licopeno,  $\beta$ -caroteno, ácido clorogênico e atividade antioxidante de frutos dos minitomates 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' cultivados em sistema hidropônico, no ciclo de primavera-inverno. Pelotas, UFPel, 2013-2014.

PARÂMETROS	Cultivar	'Cereja Coco'		'Grape Dolcetto'	
	Densidade de plantio (plantas $m^{-2}$ )	2,9	7,8	2,9	7,8
Sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix)		7,5 a	6,4 a	11,2 a	7,3 b
Acidez (g ácido cítrico/100g)		1,06 a	1,04 a	0,58 a	0,54 b
Índice de maturação		6,98 a	6,15a	19,31 a	13,51 b
Açúcares Redutores		1,97 a	1,73 a	3,79 a	3,79 a
Ácido Ascórbico (mg de $100g^{-1}$ polpa)		43,6 a	45,2 a	53,9 a	53,5 a
pH		4,01 a	3,59 a	4,81 a	4,95 a
Compostos Fenólicos		36,00 a	37,01 a	40,6 a	36,10 b
Luminosidade ( $L^*$ )		39,50 a	42,30 a	39,00 a	40,01 a
Vermelho (+ $a^*$ )		36,00 a	34,00 a	29,5 a	34,00 a
Amarelo (+ $b^*$ )		15,3 a	13,56 a	15,69 a	18,98 a
Hue		31,90 a	33,03 a	30,09 a	30,16 a
Licopeno ( $\mu g 100g^{-1}$ polpa)		19,40 a	17,10 a	20,70 a	22,10 a
$\beta$ -caroteno ( $\mu g 100g^{-1}$ polpa)		102,30 a	101,80 a	112,90 a	116,30 a
Ácido Clorogênico (mg $100g^{-1}$ polpa)		30,00 a	31,30 a	29,00 a	30,00 a
Atividade Antioxidante (%)		3,60 a	3,90 a	2,91 a	3,02 a

Médias seguidas de letras distintas na linha para cada cultivar diferem estatisticamente pelo teste F, 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES GERAIS

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

1. O aumento da densidade de plantio, para ambos os ciclos de cultivo e para as cultivares Cereja Coco e Grape Dolcetto, reduz o crescimento de todos os órgãos, o tamanho de frutos e a produção de frutos por planta, sem afetar a proporção de massa seca alocada nos frutos. Porém, aumenta linearmente o número de frutos colhidos e a produtividade por unidade de área;
2. O raleio de flores não afeta o crescimento dos frutos e a partição de massa seca para estes órgãos em ambas as cultivares e ciclos. Porém, em ciclo longo, de primavera-inverno, aumenta o tamanho e a produção dos frutos; e em ciclo curto, de verão-outono, não afeta as características produtivas de ambas as cultivares;
3. Considerando aspectos de crescimento, produtividade e de qualidade dos frutos, bem como a dificuldade de manejo das plantas em cultivos muito adensados, recomenda-se a adoção da densidade de plantio de 3,9 e 2,9 plantas  $m^{-2}$ , respectivamente, para 'Cereja Coco' e 'Grape Dolcetto' em ciclo mais curto, de verão-outono; e a densidade de 4,7 plantas  $m^{-2}$ , para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno. A prática do raleio, do ponto de vista fitotécnico, é recomendável para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno.

4. A prática do raleio, do ponto de vista fitotécnico, é recomendável para ambas as cultivares em ciclo longo de primavera-inverno.
5. As respostas dos componentes do rendimento e das características físico-químicas relacionadas à qualidade organoléptica de frutos de minitomates frente à adoção de uma maior densidade de plantio são, de forma geral, semelhantes para os diferentes ciclos estudados e dependem, principalmente, do híbrido avaliado.
6. Em relação às características químicas relacionadas à qualidade organoléptica, o híbrido 'Grape Dolcetto' apresenta-se, de maneira geral, com melhor qualidade, e é mais afetado pela adoção de uma maior densidade de plantio do que o híbrido 'Cereja Coco'.
7. O emprego de uma alta densidade de plantio não afeta as características de coloração dos frutos das duas cultivares.

## REFERÊNCIAS

ADRIANO, E.; Leonel, S. e Evangelista, R. M. (2011) - Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.33, n.spe1, p.541- 545.

ADAMS, P. **Nutrient- Film Culture. Agricultural Water Management**, Amsterdam, Netherlands, n. 4, p. 471 – 478, 1981.

AGRIANUAL. **Tomate**. São Paulo: FNP, p. 493-504, 2010.

ANDRIOLO JL; DUARTE TS; LUDKE L; SKREBSKY EC. 1997. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, 15: 28-32.

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

ABH - Associação Brasileira De Horticultura. **Tomate Cereja – Sabor e Rentabilidade no mesmo produto**. Disponível em <http://www.abhorticultura.com.br/News/>. Acessado em 28 de junho de 2016.

BURRAGE, S.W. Nutrient Film Technique in protected cultivation. **Acta Horticulturae**, 323:23-38, 1992.

BORRAZ, C.J.; CASTILHO, S.F.; ROBELES, E.P. Efectos del despunte y la densidad de poblacion sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), en hidroponía bajo invernadero. **Chapingo**, v.14, n.73/74, p.26-30, 1991.

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

CARVALHO, J. R. de; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifrúti Brasil**, Piracicaba, n. 58, p. 6, 2007.

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.986-989, out-dez 2005.

Centrais De Abastecimento Do Rio Grande Do Sul S.A. Disponível [Online] em <<http://www.ceasa.rs.gov.br>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

COOPER, A.J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

FAGAN, E.D. **Regime de irrigação e densidade de frutos na produção do melão hidropônico**. Santa Maria, 2005, 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFSM, 2005.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **FAO Statistical Yearbook 2013**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 05 abr. 2016.

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.

KRAMER, P. J., BOYER, J. S. 1995. **Water relations of plants and soils**. Academic Press, Inc., San Diego, CA.

MARCELIS, L.F.M.; DE KONING, A.N.M. Biomass partitioning in plants. Crop growth. In: BAKKER. J.C., BOT, G.P.A., CHALLA, H., VAN de BRAAK, N.J. (Edits). **Greenhouse climate control: an integrated approach**. Wageningen Pers, Wageningen, p. 84-92, 1995.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 65 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

Organização das nações unidas para a agricultura e alimentação (**FAO**). Disponível [online] em <<http://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

PAPADOPOULOS, A. P.; PARARAJASINGHAM. 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.; GÁLVEZ, J.L. Reparto de matéria seca como factor determinante de La producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v.11, 1: 05-11, 2005.

PEIL R.M.N.; STRASSBURGER A.S.; FONSECA L.A. 2012. Growth, Water Consumption and Use Efficiency of Summer Squash Crop in Closed Rice Husk Medium Growing System. **Acta Horticulturae** (no prelo).

POSTINGHER, D.; MARTINS, S.R.; ASSIS, F. N. de. Respostas Agronômicas da Cultura do Tomateiro em Estufa Plástica. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.2, nº 2, 105-108, maio/agosto, 1996.

ROCHA, M. Q. **Crescimento, Fenologia e Rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidropônico**. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Agrícola Familiar) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SABIO, R. P; VENTURA, M. B & CAMPOLI, S. S. Mini e “baby” frutas e Hortaliças. **Revista Hortifrúti Brasil**, Piracicaba, n. 120, p. 8, São Paulo: IEA/SAA, 1997. p.1-75.2013.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; ZIZAS, G.B. Influência do espaçamento entre plantas e número de cachos por plantas na cultura do tomateiro, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, jul. p. 25-28, 2002. Suplemento.

STERCK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em

estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.33, n.7. p.1105-1112, jul.1998.

URRESTARAZU-GAVILAN, M. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: URRESTARAZU-GAVILAN, M. **Manual de cultivo sin suelo**. Almeria, 1997, 23-64p.

VALANDRO, J. Respostas fisiológicas do tomateiro (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Cultivado em substrato sob diferentes níveis hídricos em ambiente protegido. Pelotas: UFPel. 49p. (Tese Doutorado), 2003.

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

ALMEIDA DE LEAL, Marco Antônio; DE ARAÚJO, Maria Luiza; DE ARAÚJO, Maria do Carmo. Raleio e capação na produtividade e na qualidade dos frutos de tomateiro cultivado em ambiente protegido, em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, 2003.

AZEVEDO, V.F. **Produção orgânica de tomateiro tipo "cereja": Comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2006.

ABRAHÃO, C.; VILLAS BOAS, R. L.; BULL, L. T. Relação K: Ca: Mg na solução nutritiva para a produção de minitomate cultivado em substrato. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 214-224, 2014.

AUERSWALD, H. et al. Sensory analysis and instrumental measurements of short-term stored tomatoes (*Lycopersicon esculentum Mill.*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 323-334, 1999.

CANDIAN JS. 2015. **Número e tipos de condução de hastes na produção e na qualidade de minitomate em manejo orgânico**. Botucatu: UNESP - FCA. 46p. (Dissertação Mestrado em Agronomia).

CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; GALVÃO, A.G.; BAIER, J.E.; FARIA, M.V.; CAMARGO, C.K. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, p.993-998, 2009.

CARVALHO, W.; FONSECA, M.E.N.; SILVA, H.R.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.232 n.3, p.819-825, jul.-set 2005.

CASTILLA N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: NUEZ F (ed). El cultivo del tomate. **Madrid: Ediciones Mundi Prensa**. p. 189-225.

COOPER, A.J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e título métrico. Publicativo UEPG - **Ciências Exatas e da Terra**. Ciências Agrárias e Engenharias, Ponta Grossa, PR, v.8, n.1, p.65-78, 2002.

DUMAS Y; DADOMO M; LUCCA GD; GROLIER P; DI LUCCA G. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 83: 369-382

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

FONTES, P. C. R., **Cultura do tomate, olericultura teoria e prática: Cultura Tomate**. Viçosa-MG, 457-477p., 2005.

GEORGÉ S; TOURNIAIRE F; GAUTIER H; GOUPY P; ROCK E; CARIS-VEYRAT C. 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. **Food Chemistry**, 124: 1603-1611.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). Tomate para processamento industrial. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: **Embrapa Hortaliças**, 2000. p. 36-59.

GUSMÃO SAL de; PÁDUA JG; GUSMÃO MTA de; BRAZ LT. 2000. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja" em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**. 18: 572-573.

GHEBREMARIAN, T. T. 2005. **Yield and quality response of tomato and hot pepper to pruning**. University of Pretoria; pp. 105.

HANNA Y.M. 2010. Influence of cultivar, growing media, and cluster pruning on greenhouse tomato yield and fruit quality. **Hort. Technol**. 19: 395-399.

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

HESAMI A; SARIKHANI KHORAMI S; HOSSEINI SS. 2012. Effect of shoot pruning and flower thinning on quality and quantity of semi-determinate tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Not. Sci. Biol**, 4: 108-111.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 127 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coord. Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. (Primeira edição digital).

LEAL MAA; ARAÚJO ML; FERNANDES MCA. 2003. Raleio e capação na produtividade e na qualidade dos frutos de tomateiro cultivado em ambiente protegido, em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, 21: 267-267.

LUIZ, K. M. B. (2005) - **Avaliação das características físicoquímicas e sensoriais de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) armazenados em refrigeradores domésticos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. p.107.

LOPES, Welder de Araújo Rangel. **Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Método de Tillmans modificado**. 2007. Disponível em: Acesso em: 14 fev. 2016.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistema de poda visando o consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.149-153, 2007.

MARTINS D.S. 20014. **Manejo da densidade de plantio e do número de hastes do tomateiro Floradade em sistema de produção de base ecológica em duas épocas de cultivo**. Pelotas: UFPEL-FAEM. 114p. (Tese/mestrado).

NASCIMENTO, A. R.; Soares Júnior, M. S.; Caliari, M; Fernandes, P. M.; Rodrigues, J. P. M.; e Carvalho, W. T. (2013) - Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no Estado de Goiás, Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, vol.31, n.4, p.637-644.

NAGATA, M.; YAMAHSITA, I. **Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit**. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

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

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. Agrocência**, v.11, 1: 05-11.

PEIL, R.M.N; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R; ROMBALDI, C.V. 2014. Densidade de plantio e genótipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. **Horticultura Brasileira**, 32: 234-240.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F. Partição de assimilados em tomateiro após a poda apical. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1. p. 41-43, 1995.

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

PENTEADO, S.R. 2004. **Cultivo orgânico de tomate**. Viçosa: UFV. 214p.

ROCHA, M. Q; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. vol.28, pp 466-471, 2010.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G.P.; LISTER, C.E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. **Journal Food Composition and Analysis**, v. 17, n. 5, p. 635-647, 2004.

SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio no solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 136-139, 1998.

SELEGUINI A; SENO S; FARIA JÚNIOR MJA. 2006. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum. Agronomy**. 28: 359-363.

SINGLETON VL, Rossi JA 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **Am J Enol Viticult**, 16: 144-158.

SHIRAHIGE, Fernando H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 292-298, 2010.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. Tomate para processamento industrial. Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia** - Embrapa Hortaliças, 168p., 2000.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 eds. Porto Alegre: Artmed. 819p. 2

TAKAHASHI, K. **Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico, dois tipos de condução de hastes e poda apical**. 2014. 42f. Tese (Mestrado em Agronomia- área Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu-SP, 2014.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. Fruits and vegetable juice processing. **Westport: Connecticut: AVI**, 1961. 1028p.