

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

**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**

Denise de Souza Martins

Pelotas, 2014

Denise de Souza Martins

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

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.^a Dr.^a Roberta Marins Nogueira Peil

Coorientador: Pesq. Dr. José Ernani Schwengber

Pelotas, 2014

Denise de Souza Martins

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

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 08/08/2014

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Roberta Marins Nogueira Peil (Orientadora)

Doutora em Agronomia pela Universidad de Almería – Espanha.

Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch

Doutor em Agronomia pela Universidad Politécnica de Valencia – Espanha.

Prof. Dr. Denise Schmidt

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Pesq. Dr. Rogério Ferreira Aires

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Agradeço os meus orientadores, Roberta e José, que me auxiliaram e orientaram na condução dos trabalhos, e que me forneceram exemplos pessoais e profissionais de conduta.

Agradeço a minha família pelo carinho, amor, auxílio e orientação em todas as circunstâncias.

Agradeço aos estagiários da Embrapa Carolina Voser, Diego Rosa da Silva, Fábio Araújo, Maristela Watthier, Roger de Moraes, Ryan Schubert e Thobias Zanatta, com os quais tive grande prazer de conviver e contar com a ajuda na execução dos experimentos, além da amizade pessoal que construímos.

Aos colegas e professores do SPAF, com os quais pude conviver durante estes anos, agradeço as conversas e discussões, que contribuíram muito para minha formação.

Agradeço a Embrapa Clima Temperado, na pessoa do meu co-orientador José Ernani, pela cedência de espaço e estrutura para execução do trabalho, assim como agradeço a CAPES pela concessão de bolsa de doutorado.

Quero agradecer de forma muito especial ao meu esposo, André Oldoni, que foi e sempre será meu companheiro incansável, que esteve presente e aconselhando-me em todos os momentos de angústias e indecisões, que se privou de momentos de lazer para ficar comigo enquanto eu trabalhava, e que nunca, em nenhum momento reclamou desta situação, sempre compreensivo, motivador, e que, por esses e tantos outros motivos, é a razão da minha vida, motivação para meu trabalho.

Agradeço a Deus, por colocar tantas pessoas maravilhosas no meu caminho e me proporcionar mais este momento de alegria e conquista.

Resumo

MARTINS, Denise de Souza. **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**. 2014. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Os produtores de tomate em sistema de base ecológica preferem cultivares de crescimento determinado, devido à facilidade para o tutoramento e desbrota, bem como, por apresentarem ciclo mais curto, o que reduziria os problemas fitossanitários comuns ao final do período de cultivo. Assim, os objetivos do trabalho foram: estudar o crescimento (produção e partição de biomassa) do tomateiro Floradade submetido a diferentes densidades de plantio e número de hastes por planta em duas épocas de cultivo; estudar os componentes do rendimento e determinar a produtividade da cultura sob estas condições de cultivo; e analisar a qualidade comercial e química dos frutos produzidos sob os diferentes manejos fitotécnicos. Para isso, dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado/ Estação Experimental Cascata em condições de campo. A semeadura foi efetuada no dia 17 de setembro de 2010 para o ciclo de primavera-verão (PV), e para o cultivo de verão-outono (VO) foi realizada em 17 de dezembro de 2010. O ciclo da cultura foi de 111 dias no cultivo de PV e 81 dias no cultivo de VO, contados a partir do transplante. As plantas foram tutoradas verticalmente sendo retiradas todas as brotações abaixo da primeira inflorescência. Após a inserção da primeira inflorescência, foi permitido o desenvolvimento de uma haste lateral ou de três hastes laterais, mantendo-se assim duas hastes ou quatro hastes por planta. Também, foram avaliadas quatro densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m^{-2} no experimento de PV, e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} no experimento de VO. O espaçamento entre linhas foi de 1m. Assim, constituíram-se dois experimentos em esquema bifatorial (2x4), sendo os tratamentos resultantes da combinação entre os níveis dos dois fatores: número de hastes por planta e densidade de plantio. 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. Os frutos foram pesados para obtenção da massa fresca e classificados em comerciáveis ou não comerciáveis. Foram realizadas avaliações químicas dos frutos, como pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e ácido ascórbico (AA), e determinada a firmeza da polpa. A produção de massa seca de todos os órgãos é maior quando a disponibilidade de radiação solar é mais elevada. Com alta disponibilidade de radiação solar (primavera-verão), os frutos caracterizaram-se como os maiores drenos de fotoassimilados das plantas, representando em média 64,1% da MS da planta. A variação da densidade de plantio, no intervalo de 2,0 a 3,6 plantas m^{-2} e o número de hastes por planta (duas ou quatro) não afetam a produção de massa seca da cultura. Com baixa disponibilidade de radiação solar (verão-outono), a fração vegetativa caracteriza-se como o maior dreno de fotoassimilados, sendo que os frutos representaram somente, em média, 41,1% da MS da planta. O aumento da densidade de plantio,

no intervalo de 1,5 a 3,0 plantas m^{-2} e o aumento do número de hastes de duas para quatro proporcionam um incremento da massa seca vegetativa da cultura, sem efeito sobre a produção de massa seca dos frutos. O número de frutos por planta é reduzido com o aumento da densidade de plantio, porém por unidade de área aumenta, proporcionando maiores valores de produtividade para as maiores densidades de plantio em ambos os ciclos. Relacionando os dados de crescimento, produtividade, qualidade de frutos e a facilidade para o manejo das plantas, densidades entre 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} , com duas hastes por planta, para o cultivo de primavera-verão podem ser indicadas para o tomateiro Floradade de crescimento determinado em sistema de produção de base ecológica. Para o cultivo em verão-outono, devem ser realizados novos estudos testando maiores densidades de plantio, aliado ao estudo indicativo da viabilidade econômica da cultura na época em questão.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; *Lycopersicum esculentum*; produção orgânica; manejo fitotécnico; análise de crescimento; componentes do rendimento; qualidade de frutos

Abstract

MARTINS, Denise de Souza. **Management of plant density and number of shoots of Floradade tomato in ecological production system in two crop-seasons.** 2014. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Tomato growers in ecologically system prefer determinate growth varieties due to the ease for staking and pruning as well as its shorter crop cycle which would reduce common pest problems at the end of the growing season. Thus, this work aimed to: study the growth (biomass production and partition) of tomato cultivar Floradade under different plant densities and number of shoots per plant in two crop seasons; study the yield components and determine the crop yield under these conditions; and analyze the marketable and chemical fruit quality under different crop managements. In this sense, two experiments were conducted at Embrapa Clima Temperado / Estação Experimental Cascata in field conditions. Sowing was carried out on September 17, 2010, for the spring-summer crop season (SS), and on December 17, 2010 for summer-autumn crop season (SA). The crop cycle period since setting date held 111 days in SS and 81 days in SA. Plants were vertically trained and all side shoots below the first inflorescence were removed. After first inflorescence, it was allowed one or three side shoots development, thus keeping two or four shoots per plant. Four plant densities were also evaluated: 2.0; 2.5; 3.0 and 3.6 plants m^{-2} in SS, and 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 plants m^{-2} in SA. The row spacing was 1m. Thus, two experiments were set up in a factorial design (2x4), and the treatments resulted from the combination of the levels of the two factors: number of shoots per plant and plant density. Growth was quantified by determining the above-ground plant fresh and dry mass (DM) during the crop cycle and the accumulated DM at the end of each experiment, which included the fruits harvested during the crop cycle, as well as leaves from early defoliation and fractions of thinning. Fruits were weighed to obtain the fresh weight and divided into marketable and non-marketable. Chemical evaluations of fruits such as pH, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and ascorbic acid (AA) fruit pulp firmness was determined. Dry mass of all organs was greater when the availability of solar radiation was higher. In high solar radiation availability condition (spring-summer), fruits were characterized as the major sink for photoassimilates of plants, comprising on average of 64.1% of plant DM. Plant density in the range from 2.0 to 3.6 plants m^{-2} and number of shoots per plant (two or four) did not affect crop dry mass production. In low solar radiation availability (summer-autumn), vegetative fraction was characterized as the major sink for photoassimilates, and fruits only comprised on average of 41.1% of plant DM. Both, the increase in plant density in the range from 1.5 to 3.0 plants m^{-2} and in the number of shoots per plant from two to four, increased crop vegetative dry mass production, without any effect on the fruit dry mass production. The number of fruits per plant is reduced with increasing plant density, but it increased concerning fruit yield per square meter, leading to higher crop yield in both crop season. Taking account plant growth, fruit yield and quality as well as the easy for crop management, densities from 2.5 and 3.0 plants m^{-2} and the adoption of two shoots per plant can be indicated for tomato Floradade of determinate growth in ecologically system production in spring-summer crop season. For summer-autumn crop season, further studies

should be carried out by testing higher plant densities, together with indicative study of the economic viability of the crop at this season.

Key-words: *Solanum lycopersicum*; *Lycopersicum esculentum*; organic production; crop management; growth analysis; yield components; fruit quality

Sumário

Projeto de pesquisa.....	11
Relatório do trabalho de campo	39
Artigo 1 (segundo as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)....	40
Rendimento e qualidade dos frutos do tomateiro ecológico em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta.....	40
Resumo	40
Introdução	41
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	47
Conclusões.....	53
Referências	53
Artigo 2 (segundo as normas da Revista Bioscience Journal)	59
Dinâmica do crescimento de tomateiro de hábito determinado em sistema de produção de base ecológica e dois ciclos de cultivo	59
Resumo	59
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	82
Artigo 3 (segundo as normas da Revista Scientia Agricola).....	85
População de plantas e número de hastes de tomateiro ecológico: crescimento, produtividade e qualidade de frutos.....	85
Resumo	85
Introdução	87
Material e Métodos	90
Resultados e Discussão	93
Tabelas e Figuras.....	99

Referências	102
Considerações Finais	105
Referências	107
Apêndice A - Gráfico da evolução da radiação solar e da temperatura média do ar ao longo dos ciclos de cultivo. Pelotas, 2010-2011.....	114



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA FAMILIAR**



**FUNDADA EM 8 DE
DEZEMBRO DE 1883**

Projeto de pesquisa

**Manejo da densidade de plantio e do número de hastes da cultura do tomateiro
em sistema de produção de base ecológica**

Proponente:

Denise de Souza Martins
M. Sc. Engenheira Agrônoma

Pelotas, 2010

Sumário

Projeto de pesquisa.....	11
1. IDENTIFICAÇÃO	13
2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	14
2.1. Cultura do Tomateiro.....	14
2.2. Sistema de Produção de Base Ecológica.....	15
2.3. Manejo fitotécnico, produção e partição de biomassa.....	18
2.4. Análise de crescimento vegetal.....	20
3. OBJETIVOS.....	21
3.1. Objetivo Geral.....	21
3.2. Objetivos Específicos	21
4. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO	21
4.1. Localização.....	21
4.2. Material vegetal	22
4.3. Manejo do experimento em sistema de produção de base ecológica	22
4.3.1. Preparo das áreas.....	22
4.3.2. Condução do experimento e manejo de pragas e doenças	23
4.4. Tratamentos experimentais	24
4.5. Avaliações e medidas experimentais	25
4.5.1. Medidas meteorológicas	25
4.5.2. Avaliações de crescimento das plantas	25
4.5.3. Avaliação de produtividade da cultura.....	29
4.5.4. Avaliação química dos frutos	29
4.6. Análise estatística dos resultados	29
4.7. Outras demandas de pesquisa.....	30
5. RECURSOS NECESSÁRIOS.....	30
5.1. Recursos Financeiros.....	30
5.2. Recursos Físicos	31
5.3. Recursos Humanos	31
6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	31
6.1. Experimento de primavera-verão	31
6.2. Experimento de verão-outono	32
6.3. Elaboração da Tese	32
7. DIVULGAÇÃO PREVISTA.....	33
7.1. Artigos a serem gerados a partir dos resultados	33
8. LITERATURA CITADA	34

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1. Título do Projeto

Manejo da densidade de plantio e do número de hastes da cultura do tomateiro em sistema de produção de base ecológica

1.2. Prazo de execução

Início: março de 2010

Fim: agosto de 2014

1.3. Equipe Técnica

Pesquisadores:

Professora Dr^a. Roberta Marins Nogueira Peil – Orientadora;

Pesquisador Dr. José Ernani Schwengber – Co-orientador.

Estudantes envolvidos:

M. Sc. Denise de Souza Martins

Ryan NoreMBERG Schubert

Caroline Voser

1.4. Instituições envolvidas

Universidade Federal de Pelotas

Embrapa Clima Temperado

CAPES

CNPq

2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

2.1. Cultura do Tomateiro

O tomateiro é uma espécie de origem andina, denominado botanicamente de *Solanum lycopersicum* ou *Lycopersicon esculentum* Mill., sendo uma solanácea herbácea de ampla capacidade adaptativa. No Brasil, foi introduzido por imigrantes europeus no final do século XIX, destacando-se hoje entre as hortaliças pela área plantada, 61.000 ha e pela produção 3,8 milhões de toneladas, sendo cultivada sob diferentes sistemas de produção e em diversas regiões do país (IBGE, 2008).

No Rio Grande do Sul, a área cultivada com o tomate anualmente é estimada em 2.400 ha, com produção aproximada de 110 mil toneladas, sendo que em Pelotas são 226 ha, produzindo aproximadamente 10.700 toneladas (IBGE, 2008). A produtividade da cultura na safra de primavera-verão é de

O cultivo do tomate para mesa é altamente dependente de mão-de-obra e permite alta produtividade por área e, com isso, elevado rendimento econômico, sendo uma cultura adequada para propriedades agrícolas familiares, uma vez que tem mercado garantido e um valor satisfatório de venda, o que tem contribuído para melhorar a renda dos agricultores que se dedicam ao cultivo desta espécie, tornando viável sua permanência no campo.

Nos últimos anos, pode-se observar a crescente exigência do mercado consumidor em relação aos produtos alimentícios, através da busca por alimentos de melhor qualidade, o que inclui alimentos livres da contaminação química por agrotóxicos e com maior teor de antioxidantes. Além disso, é importante para a sociedade atual que a relação entre o alimento na prateleira e a sua origem no campo seja reforçada através da produção de alimentos de maneira ambientalmente responsável, e assim, mais sustentável. Assim, os sistemas de produção de hortaliças, bem como o manejo fitotécnico adotado nos cultivos vêm passando por transformações para adequar-se às novas exigências, o que tem demandado esforços de agricultores e pesquisadores para identificar e melhorar as tecnologias adotadas no setor.

Nesse contexto, o tomate é uma das hortaliças que adquiriu imagem negativa junto aos consumidores devido ao uso intensivo de agrotóxicos durante o ciclo de cultivo, principalmente inseticidas e fungicidas utilizados durante as fases de frutificação e maturação. Segundo os dados do Relatório de atividades de 2009 do

Programa Nacional de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), divulgado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2010), em junho de 2010, o tomate apresentou 32,6% das amostras analisadas insatisfatórias, principalmente pela presença de ingredientes ativos não permitidos para a cultura. Os inseticidas do grupo dos organofosforados foram os principais ingredientes ativos não autorizados encontrados nos frutos, sendo um grupo químico de alto risco à saúde, estando relacionado a alterações de comportamento de crianças e déficits de função cognitiva (LOVASI, 2011).

O fato de o tomate ser uma hortaliça consumida principalmente *in natura* faz com que aumente a preocupação dos consumidores com os resíduos de agrotóxicos no fruto, aumentando assim a procura pelo tomate produzido em sistemas de base ecológica. Essa mudança de hábito do consumidor, juntamente com a conscientização sobre os riscos decorrentes da aplicação indiscriminada de agrotóxicos no ambiente pelos agricultores, tem levado ao desenvolvimento de sistemas de produção que visam à redução da utilização de agrotóxicos e aprimoramento de técnicas de produção, ou seja, sistemas de produção de base ecológica.

2.2. Sistema de Produção de Base Ecológica

Segundo a Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003), que dispõe sobre a agricultura orgânica no país, a nomenclatura nacional a ser adotada para *sistemas de produção agropecuária que adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente*, é “sistema de produção orgânico”, sendo que este conceito, segundo esta lei, abrange também os sistemas denominados ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultural e outros que atendam aos princípios estabelecidos por ela.

Porém, a nomenclatura “alimento orgânico” vem sendo utilizada por todos os setores envolvidos, desde agricultores familiares até multinacionais para definir um modo de produção, em que muitas vezes, existe apenas a substituição dos insumos sintéticos da agricultura convencional por insumos alternativos, visando aproveitar o nicho de mercado hoje existente para a produção de alimentos mais saudáveis. Nestes casos, é dada maior ênfase para a dimensão econômica, ou seja, apenas visando o lucro, em detrimento das demais dimensões, como a ambiental e a social, que são apresentadas com mesma importância na definição de produção orgânica pela Lei nº 10.831.

O sistema de produção de base ecológica não se resume à mera troca de insumos convencionais por alternativos, visando atender um nicho de mercado em crescimento, mas traz presente, além da dimensão econômica, a ambiental, a social e a cultural da sustentabilidade (CAPORAL & COSTABEBER, 2004), e incorpora também práticas utilizadas em distintos sistemas de produção como o orgânico, o biodinâmico, o natural e o ecológico. Por isso, neste trabalho se optou pela nomenclatura de sistema de produção de base ecológica e não sistema de produção orgânico.

Outro aspecto a ser considerado em relação aos produtos oriundos de sistemas de produção de base ecológica é a valorização pelos consumidores, o que permite um maior preço pago pelos produtos “ecológicos” em comparação aos “convencionais”, permitindo um maior retorno econômico aos agricultores.

Mesmo com a crescente demanda por produtos ecológicos e sua maior valorização pelo mercado consumidor, atualmente a maior fração do tomate produzido no Brasil é proveniente de sistemas de cultivo convencional, com utilização de cultivares resultantes de intenso processo de melhoramento genético que propiciaram aumento da produtividade, mas, para tanto, tornaram a cultura altamente dependente de um pacote tecnológico sujeito a intenso uso de agrotóxicos, adubos químicos e outros produtos sintéticos (MEDEIROS et al., 2009).

CLARO (2001), a partir de sua experiência como extensionista rural e pesquisador em agricultura de base ecológica na região Centro-Serra do RS, descreve um sistema de produção de tomate de base ecológica, no qual apresenta técnicas para manejo ecológico de insetos e fungos, sendo este um dos desafios na produção de tomate neste sistema.

Outro grande desafio para agricultores ecologistas e principalmente para aqueles que estão na fase de transição ecológica é a falta de informações sobre o manejo a ser adotado no cultivo, sendo justamente neste período que os agricultores enfrentam as maiores dificuldades e, portanto, tem as maiores expectativas (GOMES & BORBA, 2004).

Um fator preponderante que determina o sucesso de uma lavoura de tomate é a escolha do genótipo, devendo dar-se prioridade a cultivares com resistência ou tolerância a pragas e doenças, que são os principais fatores limitantes à produção de tomate de base ecológica. Porém, atualmente, híbridos desenvolvidos em outros países tomam conta do mercado, com frutos do tipo longa-vida, mais resistentes na pós-colheita e nem sempre resistentes ou tolerantes às principais pragas e doenças ocorrentes no país. Além do agricultor ser dependente de sementes importadas, o uso de híbridos longa-vida vai contra o gosto da maioria dos consumidores, pois em geral são menos saborosos que as cultivares de polinização aberta e os híbridos do tipo “gaúcho” (ou caquí) com frutos climatéricos. Segundo LUZ et al. (2007), os consumidores de tomates ecológicos estão dispostos a romper com o padrão de fruto oferecido no mercado convencional, aceitando frutos com formatos e cores diferentes, e ainda, estão dispostos a pagar mais por eles. Assim, o resgate e o desenvolvimento de cultivares locais e adaptadas a cada ecossistema é fundamental para o sucesso de cultivos de base ecológica.

Por isso, neste trabalho será utilizada a cultivar Floradade, que é uma cultivar antiga utilizada na região, e segundo CLARO (2001), é indicada para cultivos de base ecológica no Rio Grande do Sul pela resistência ao ataque de fungos e insetos, além de ser uma cultivar do tipo “gaúcho” muito saborosa, com frutos de características físicas e organolépticas muito atrativas, possuindo hábito de crescimento determinado, o que concentra a produção de frutos em um menor período, diminuindo o tempo de exposição da cultura a pragas e doenças.

Além disto, o uso de cultivares de polinização aberta, como a ‘Floradade’ permite ao agricultor selecionar e produzir suas próprias sementes, o que é muito importante nestes sistemas, visto que o uso de sementes produzidas convencionalmente para a produção de orgânicos está com o prazo de validade findando (BRASIL, 2011), o que exigirá o uso de sementes produzidas organicamente.

Com a utilização do manejo ecológico do cultivo baseado em diferentes referências bibliográficas (CLARO, 2001; PENTEADO, 2004; LUZ et al., 2007; MELO et al., 2009), pretende-se também validar algumas práticas que se mostrem eficientes no manejo de pragas e doenças, possibilitando que agricultores iniciem a transição ecológica ou mesmo, aqueles que já estão nesta fase, aprimorem seus sistemas de manejo.

2.3. Manejo fitotécnico, produção e partição de biomassa

A capacidade produtiva da planta é determinada pela habilidade em produzir elevados níveis de fotoassimilados e ou direcionar eficientemente grande parte destes para os órgãos de interesse comercial (FAVILLE et al., 1999). Segundo Marcelis et al. (1998), a produção e a partição de biomassa (massa fresca e seca) entre os diferentes órgãos da planta pode ser definida como crescimento.

Além das próprias características genéticas das cultivares, algumas práticas de manejo, como a variação da densidade de plantio, interferem no crescimento e rendimento das plantas (MARCELIS et al., 1998; PEIL & GALVEZ, 2005; DUARTE et al., 2008). Esta prática interfere na penetração da radiação solar no dossel vegetal, e assim, modifica o equilíbrio entre o crescimento das partes vegetativas e dos frutos. Modificações na eficiência das fontes (folhas), através de uma alteração na população de plantas ou do aumento da disponibilidade de radiação, afetam indiretamente a distribuição da matéria seca entre os órgãos da planta do tomateiro (HEUVELINK, 1995; PERBONI et al., 2009).

O agricultor tem o interesse de que a máxima proporção de fotoassimilados seja destinada para os frutos, mas existe um limite neste fracionamento, pois as plantas necessitam destinar uma quantidade suficiente de fotoassimilados para os demais órgãos a fim de não prejudicar a capacidade de produção da planta (PEIL & GALVEZ, 2005). O balanço apropriado entre aporte e demanda de fotoassimilados pode ser obtido através de uma adequada relação fonte/dreno, que segundo MARCELIS & DE KONING (1995 apud PEIL & GALVEZ, 2005) está relacionada com a adequada carga potencial de frutos (drenos) por unidade de área cultivada de acordo com a estação do ano.

Esse ajuste deve ser feito através da variação da densidade de plantio e do número de hastes por planta de acordo com a radiação solar disponível, ou seja, a época de cultivo. Neste sentido, para a maioria das culturas, deve-se empregar

menores densidades e número de hastes no outono-inverno e maiores densidades e permitir o desenvolvimento de maiores números de hastes em ciclos de primavera-verão.

A população de plantas ideal a ser empregada é aquela suficiente para atingir o índice de área foliar (IAF) ótimo a fim de interceptar o máximo de radiação solar útil à fotossíntese e ao mesmo tempo maximizar a fração da matéria seca alocada para os frutos (SCHVAMBACH et al., 2002).

Assim, o emprego de uma densidade de plantio adequada proporciona maior eficiência de interceptação e utilização da radiação solar incidente sobre o dossel e maior produção por área. Um desempenho típico de qualquer espécie cultivada é o aumento da produtividade até certa densidade. Posteriormente, atinge-se um limite, a partir do qual, as plantas competem fortemente por fatores essenciais de crescimento, como nutrientes, água e luz, ocorrendo elevados sombreamento mútuo e auto-sombreamento e, conseqüentemente, diminuição da taxa fotossintética líquida. Dessa forma, o crescimento individual das plantas é negativamente afetado, a ponto de haver prejuízos à produtividade da cultura.

Para a produção de frutos para mesa, no campo, a densidade de plantio indicada para o tomateiro tem variado de 1,40 a 3,30 plantas m^{-2} , determinada pelo espaçamento entre fileiras de 1,0 a 1,2 m e entre plantas de 0,3 a 0,6 m, sendo mais comum 1,0 x 0,6 m (FONTES & SILVA, 2002). Entretanto, informações semelhantes não estão disponíveis para as condições climáticas do RS, onde existem diferenças marcantes entre os dois ciclos principais de cultivo (primavera-verão e verão-outono) no que se refere à disponibilidade de luz e, sobretudo, à dinâmica de evolução da radiação solar.

Talvez, a combinação de baixa densidade de plantio e elevado número de hastes por planta poderia resultar em produtividade e tamanho de frutos similares às obtidas com a combinação de alta densidade de plantio e menor número de hastes. Mas, a baixa relação fonte/dreno pode limitar o crescimento dos frutos, que são os maiores drenos. Assim, é necessário haver equilíbrio entre a carga de frutos e a parte vegetativa, pois ambos competem por fotoassimilados. E, este equilíbrio, depende da radiação solar disponível nas diferentes etapas do ciclo de cultivo.

A densidade de plantio também pode afetar as características fitoquímicas dos frutos, uma vez que estas são influenciadas pela interceptação de luz e taxa fotossintética da planta (BORRAZ, 1991).

Existem diversos trabalhos correlacionando o espaçamento e o número de hastes por planta com o crescimento e a produtividade de cultivares (HEUVELINK, 1995; ANDRIOLO et al., 2004; SELEGUINI et al., 2006; CARDOSO, 2007; FONTES et al., 2007; BOGIANI et al., 2008; MUELLER & WAMSER, 2009), mas a maioria destes trabalhos utilizou sementes híbridas, de genótipos de crescimento indeterminado, cultivados em ambiente protegido, em somente uma época do ano e com utilização de agrotóxicos e adubos altamente solúveis. Esse conhecimento não pode ser amplamente estendido a cultivos a campo e sistemas de produção de base ecológica, que preconizam a utilização de genótipos adaptados e de crescimento determinado, devido ao menor ciclo e por isso menor incidência de doenças, e a utilização de insumos alternativos.

Nesse sentido, torna-se importante o estudo das respostas da cultura do tomateiro quanto à densidade de plantio e ao número de hastes por planta a serem utilizados nos cultivos de primavera-verão e verão-outono a campo na microrregião de Pelotas, gerando conhecimento sobre o manejo fitotécnico a ser adotado na cultura em sistema de produção de base ecológica.

2.4. Análise de crescimento vegetal

O termo crescimento, segundo Fageria et al. (2006), refere-se a mudanças quantitativas irreversíveis no tamanho das células das plantas, alterando assim o tamanho de órgãos ou da planta como um todo.

Segundo Pereira & Machado (1987), é possível analisar a produção vegetal através de informações obtidas de maneira simples, determinando, por exemplo, a quantidade de massa contida na planta inteira e em suas partes (folhas, caule, raízes, flores e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante, representado pela área foliar. Para proceder essa amostragem da planta e suas partes para a análise de crescimento são necessárias coletas destrutivas.

As informações obtidas através da análise de crescimento poderão ser utilizadas para investigar a adaptação ecológica das culturas a novos ambientes, a competição entre espécies, os efeitos de manejo e tratos culturais, além da aferição da capacidade produtiva de diferentes genótipos (KVĚT et al., 1971).

A análise quantitativa do crescimento, através da acumulação de biomassa seca e área foliar durante o ciclo de cultivo, permite a dedução de diferentes índices fisiológicos, utilizados na tentativa de explicar e compreender diferenças de comportamento entre comunidades vegetais (PEREIRA & MACHADO, 1987).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Produzir conhecimento básico e aplicado sobre o manejo da densidade de plantio e do número de hastes por planta de tomateiro a campo, em sistema de produção de base ecológica em duas épocas de cultivo.

3.2. Objetivos Específicos

- Estudar o crescimento (produção e distribuição de biomassa) do tomateiro submetido a diferentes densidades de plantio e número de hastes por planta em duas épocas de cultivo;
- Estudar os componentes do rendimento e determinar a produtividade da cultura sob o efeito destas práticas de manejo e épocas de cultivo;
- Analisar a qualidade comercial e química dos frutos produzidos sob os diferentes manejos fitotécnicos e épocas de cultivo.

4. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

4.1. Localização

Os trabalhos serão realizados na Estação Experimental Cascata (Embrapa Clima Temperado), localizada no 5º distrito do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, durante os ciclos de cultivo de primavera-verão e verão-outono nos anos de 2010-2011; 2011-2012. A localização geográfica aproximada é: 31º 37' S, 52º 31' W e a altitude de 181 metros. A área de estudo encontra-se no Planalto Dissecado de Sudeste (Escudo Sul-Riograndense), com solo do tipo Argissolo (SANTOS et al., 2006) e clima do tipo Cfa (sem presença de estação seca e com verão quente - temperatura $\geq 22^{\circ}\text{C}$), segundo a classificação de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007).

4.2. Material vegetal

A cultivar Floradade (Top Seed®) será utilizada nos experimentos. A semeadura será realizada em bandejas de poliestireno expandido (128 células) preenchidas com substrato comercial (Germina Plant Horta Turfa Fértil), visto que ainda não foram realizados experimentos locais para a produção de mudas desta cultivar em substratos alternativos. Será utilizado o sistema de bandejas flutuantes, sendo intercalados os períodos de imersão e suspensão das bandejas para que não ocorra o encharcamento do substrato. O manejo da produção das mudas será de acordo com as recomendações de Claro (2001), sendo que dez dias antes do transplante as mudas sofrerão o processo de “endurecimento” com aplicação de calda bordalesa 0,25% e diminuição no fornecimento de água, para que as mesmas não sofram após o transplante para a área definitiva.

4.3. Manejo do experimento em sistema de produção de base ecológica

4.3.1. Preparo das áreas

Inicialmente, será determinada a necessidade de correção da fertilidade e acidez do solo em cada área experimental (uma para cada experimento), através da coleta de amostra que será encaminhada ao Laboratório de Análise de Solos (FAEM/UFPEL) para análise química. Este método de análise não é completo o suficiente para dar suporte ao manejo ecológico do solo, pois mostra apenas as características químicas do mesmo. Porém, como é uma ferramenta amplamente utilizada, será usada para auxiliar no cálculo da adubação orgânica e mineral. Visando melhorar a qualidade do solo, será realizada incorporação de adubação verde e fungos benéficos de solo como o trichoderma (*Trichoderma* sp.).

O solo será arado e gradeado para incorporação da adubação verde, composta de matéria verde de aveia e ervilhaca e matéria em decomposição de milho e feijão miúdo presentes na área. Devido a grande quantidade de biomassa vegetal de adubação verde (6 Mg ha⁻¹) não será possível a confecção de camaleões com a utilização de cultivador, por isso, a área será arada e gradeada e posteriormente levantados camaleões de forma manual com o emprego de enxada.

Serão construídos nove camaleões com aproximadamente 0,20 m de altura, 0,50 m de largura e 45,0 m de comprimento, dispostos no sentido Leste-Oeste e espaçados em 1m. Como área útil serão avaliadas as plantas de três camaleões, as

plantas presentes nos demais camaleões servirão de bordadura (Figura 1). A correção do pH e da fertilidade do solo será realizada a partir da utilização de insumos permitidos pelo Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal (BRASIL, 2011), utilizando-se calcário para correção do pH e como uma das fontes de cálcio para a cultura, vermicomposto bovino, cama de frango, fosfato natural, incorporação de adubação verde, boráx e *Trichoderma* sp. como agente biológico. Estes insumos serão colocados sobre a linha de cultivo antes do levantamento dos camaleões.

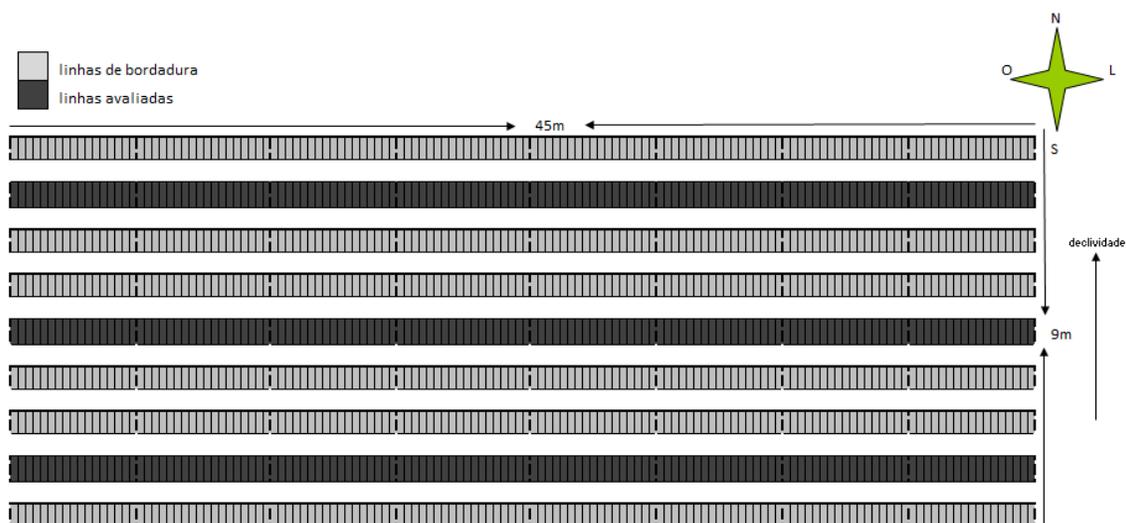


Figura 1. Croqui geral das áreas experimentais do tomateiro Floradade nas duas épocas de cultivo. Pelotas, 2011.

4.3.2. Condução do experimento e manejo de pragas, doenças e plantas espontâneas

Após a formação das mudas, quando as plantas apresentarem de duas a quatro folhas, as mesmas serão transplantadas para a área definitiva na primeira quinzena de outubro, no ciclo de primavera-verão, e na primeira quinzena de janeiro, no ciclo de verão-outono. Serão colocadas fitas gotejadoras sobre os camaleões para a realização da irrigação localizada.

As plantas serão tutoradas verticalmente com bambu e rafia através do sistema denominado “mexicano” (WAMSER et al., 2007), pois é o preferido pelos agricultores na região.

O manejo de pragas e de doenças será realizado de maneira preventiva e em havendo necessidade de forma curativa, conforme previsto no Regulamento Técnico

para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal (BRASIL, 2011), utilizando-se recomendações descritas por Claro (2001) e Penteado (2004). Dentre estas medidas preventivas serão utilizados métodos físicos, como a utilização de iscas adesivas coloridas amarelas, segundo Santos et al. (2008), principalmente para atração de insetos como vaquinhas (*Diabrotica* sp.), mosca branca (*Bemisia* sp.) e mosca minadora das folhas (*Liriomyza huidobrensis* Blanch.), e iscas azuis para captura de trips (*Frankliniella schulzei* Trybom.), além de armadilha luminosa para atração de lepidópteros em geral.

Como método de controle biológico, serão liberados nas áreas experimentais microhimenópteros *Trichogramma pretiosum*, cuja fêmea adulta ovoposita sobre os ovos da traça do tomateiro [*Tuta absoluta* (Meyrick)], contribuindo para a redução significativa das populações deste inseto (PRATISSOLI et al., 2005), além de parasitar ovos de outros lepidópteros como as brocas. Também para diminuir a incidência da traça do tomateiro serão utilizados feromônios atrativos sexuais que agem confundindo os insetos e impedindo que eles encontrem seus parceiros para reprodução. A broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) e a broca-grande-do-fruto, *Helicoverpa zea* (Boddie) serão controladas pela pulverização com *Bacillus thuringiensis* (DiPel®) (CLARO, 2001; MELO et al., 2009).

Como forma de prevenção e redução da fonte de inóculo de doenças serão realizadas limpezas nas plantas, retirando-se folhas, frutos e até mesmo plantas severamente atacadas por doenças. Havendo necessidade, haverá o controle curativo de doenças pela aplicação de calda bordalesa (CLARO, 2001; LUZ et al., 2007; MELO et al., 2009) e de insetos pela aplicação de calda sulfocálcica, “alhol” e água de cal e cinza (CLARO, 2001).

O controle de plantas espontâneas será realizado por meio de capina manual.

4.4. Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais serão constituídos pela combinação de dois fatores experimentais: densidade de plantio e número de hastes por planta. O fator densidade de plantio será estudado em quatro diferentes níveis: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m⁻², correspondentes a espaçamentos entre plantas na linha (camaleão) de 0,50; 0,40; 0,33 e 0,28 m. O fator experimental número de hastes por planta será estudado em dois níveis: duas e quatro hastes por planta. Assim, o experimento constitui-se em bifatorial 4x2, resultando em oito tratamentos. O delineamento

experimental adotado será de blocos completos ao acaso com três repetições. Cada parcela se constituirá de 17 plantas, sendo que no total serão 1224 plantas ocupando uma área de 405 m² por período experimental.

Serão mantidas algumas mudas na estufa para reposição no campo caso haja diminuição no estande pela incidência de insetos ou doenças. Também serão transplantadas mudas para vasos plásticos com intuito de fazer a reposição das três primeiras plantas coletadas para análise de biomassa de cada tratamento, sendo que estas não serão utilizadas nas coletas seguintes, servindo apenas para manter a densidade de plantio e dessa forma, realizar um maior número de coletas dentro de cada parcela.

Será realizada a limpeza das brotações até o surgimento da primeira inflorescência e, após esta, será permitido o desenvolvimento de uma haste lateral ou de três hastes laterais, mantendo-se assim duas hastes ou quatro hastes por planta. Todas as demais hastes serão sistematicamente removidas.

4.5. Avaliações e medidas experimentais

4.5.1. Medidas meteorológicas

Durante os ciclos de cultivo, serão monitorados dados de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e radiação solar global incidente. Essas medidas serão obtidas em um abrigo meteorológico, localizado a aproximadamente 200 m do local onde serão conduzidos os experimentos.

4.5.2. Avaliações de crescimento das plantas

O crescimento será quantificado por meio da determinação da biomassa aérea (matéria 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.

No momento do transplante, será avaliada a biomassa inicial das mudas. Posteriormente ao transplante, serão selecionadas 10 plantas por parcela, entre as 17 plantas de cada parcela, para avaliações de crescimento durante o cultivo, sendo três delas marcadas para análises relacionadas à produção de biomassa final, produtividade e características fitoquímicas dos frutos. Nestas plantas marcadas

para avaliações de crescimento será mantido total controle das desfolhas, desbrotas e colheitas, sendo estas frações de matéria fresca e seca incorporadas às frações folhas e frutas, respectivamente, quando serão computadas individualmente a cada planta controle.

As análises de biomassa serão realizadas a cada 14 dias, durante o ciclo de cultivo, fazendo-se representar todas as fases fenológicas do cultivo. Em cada período de análise será amostrada uma planta por parcela experimental, exceto ao término do experimento, quando serão amostradas três plantas por parcela. Serão determinados a altura das plantas, o número de cachos florais na haste principal e nas demais hastes das plantas, o número de folhas e a área foliar, a matéria fresca e seca de folhas, caule e frutos.

Em cada amostragem, as plantas serão cortadas rente ao solo e sua parte aérea separada em três frações: folhas, caule (incluindo hastes laterais e racemos) e frutos, sendo que cada fração será pesada para a obtenção da massa fresca, e levada para estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante, para a obtenção da massa seca. A área foliar das plantas durante o ciclo e acumulada ao final do experimento será obtida com integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100), incluindo a medição de área foliar das folhas provenientes da desfolha antecipada e das desbrotas.

A massa fresca e seca da fração vegetativa da planta corresponderá à soma das massas do caule e das folhas. A massa fresca e seca total da planta corresponderá à soma das massas do caule, das folhas e dos frutos. Com base nesses dados, se estabelecerá a produção e a partição das massas fresca e seca entre os diferentes órgãos da planta e calculados os principais índices de crescimento, quais sejam:

a) Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo (TCR) é o incremento de matéria seca por unidade de matéria já existente e pode ser expressa em unidade de matéria por matéria ou em porcentagem (HUNT, 2003). É calculada dividindo a diferença entre a matéria seca entre duas coletas pelo intervalo de tempo entre estas coletas ($t_2 - t_1$), como descrito na Equação 1. Pode ser calculada para a planta inteira ou para partes da planta.

$$TCR = \frac{(MS_2 - MS_1) / MS_1}{t_2 - t_1} \quad (01)$$

b) Taxa de crescimento absoluto (TCA)

É a variação da matéria seca por unidade de tempo. É a taxa de crescimento absoluto no total de matéria seca (HUNT, 2003). A unidade de G é massa por tempo. Pode ser obtida para um intervalo de tempo específico ($t_2 - t_1$) - Equação 2 (HUNT, 2003).

$$TCA = \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1} \quad (02)$$

c) Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF) é a relação entre a área foliar (AF) da planta e a área de solo ocupada por ela. Pode ser obtido pela multiplicação do valor da área foliar da planta pela densidade de plantio (D).

$$IAF = AF \cdot D \quad (03)$$

d) Área foliar específica (AFE)

A AFE é um componente morfológico (área foliar) e anatômico da folha (mesófilo foliar), sendo calculada através da razão entre a área foliar (AF) e a matéria seca da folha (MS_F), expressa em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ (Equação 4).

$$AFE = \frac{AF}{MS_F} \quad (04)$$

e) Razão de área foliar (RAF)

RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese e é uma componente morfológica, pois é a razão entre a AF (área responsável pela interceptação da energia luminosa e CO_2) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese), expressa

em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$. RAF é a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003).

$$RAF = \frac{AF}{MS_T} \quad (05)$$

f) Razão de peso foliar (RPF)

RPF representa a fração da massa seca das folhas (MS_F) e a massa seca de toda a planta (MS_T). Expressa a fração de MS produzida pela fotossíntese e que permanece retida nas folhas. É um cálculo adimensional que representa o quanto a planta investiu, da sua produção fotossintética, na constituição da MS de suas folhas.

$$RPF = \frac{MS_F}{MS_T} \quad (06)$$

g) Taxa assimilatória líquida (TAL)

A TAL é um índice de eficiência fotossintética da planta, calculada em função da área foliar total (HUNT, 2003). É expressa em matéria seca por unidade de área foliar por tempo, ou seja, a quantidade de matéria seca assimilada por unidade de área foliar por dia.

$$TAL = IAF \cdot TCR \quad (07)$$

h) Taxa de crescimento da cultura (TCC)

Expressa a capacidade de produção de matéria seca de uma comunidade (PAIVA e OLIVEIRA, 2006).

$$TCC = TAL \cdot IAF \quad (08)$$

i) Índice de colheita (IC)

É a razão entre a massa fresca da parte comercial, ou seja, dos frutos (MF_{FR}) e a massa fresca total da planta (MF_T) (HUHN, 1990), presente na Equação 09.

$$IC = \frac{MF_{FR}}{MF_T} \quad (09)$$

4.5.3. Avaliação de produtividade da cultura

Serão realizadas avaliações referentes aos componentes do rendimento das plantas. Após cada colheita, os frutos serão contados para obtenção do número de frutos por planta, e pesados para obtenção da massa fresca. Neste momento os frutos colhidos serão classificados em comerciáveis ou não comerciáveis, segundo as normas de classificação do tomate do Centro de Qualidade em Horticultura (CQH/CEAGESP, 2003), considerados não comerciáveis aqueles com defeitos graves como podridão, podridão apical e dano profundo. Cada planta terá sua produção contabilizada em separado e posteriormente será feita a relação para a produtividade por área de acordo com a densidade de plantio adotada.

4.5.4. Avaliação química dos frutos

Serão realizadas avaliações químicas dos frutos, como pH (por Peagâmetro Digital), sólidos solúveis (por Refratometria), acidez total titulável e ácido ascórbico (AOAC, 1995) durante o ciclo produtivo, sendo retiradas amostras por repetição e enviadas ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

4.5.5. Avaliação física dos frutos

Também será determinada durante o ciclo produtivo a firmeza da polpa com uso de penetrômetro manual McCormick FT 011 e a coloração dos frutos através do colorímetro Minolta CR-300, sendo retiradas amostras por repetição e enviadas ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

4.6. Análise estatística dos resultados

Os resultados serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

4.7. Outras demandas de pesquisa

Com a execução deste trabalho espera-se abrir espaço para novas pesquisas que surjam a partir de demandas da própria execução dos trabalhos em campo e também de agricultores produtores de tomate ecológico. Espera-se poder fazer trabalhos adicionais, avaliando outros genótipos no sistema de base ecológica, tanto de frutos do tipo salada como também do tipo cereja. As plantas dos genótipos do grupo cereja, normalmente, apresentam maior resistência a pragas e doenças, o que pode permitir a ampliação do período de colheita, além de os frutos terem um maior valor de mercado. Essa é uma das demandas dos tomatocultores que chega à pesquisa através dos órgãos de extensão rural. O objetivo de fugir do período principal de safra (janeiro, fevereiro), permite ao agricultor ampliar a oferta do produto em mercados convencionais e institucionais, como a alimentação escolar, que exige frutos a partir do mês de março.

5. RECURSOS NECESSÁRIOS

5.1. Recursos Financeiros

Será utilizada a infra-estrutura da Estação Experimental Cascata – Embrapa Clima Temperado para condução do trabalho. Os recursos necessários se destinam à preparação da área experimental, materiais de consumo e serviços terceirizados, bem como recursos para divulgação dos resultados em eventos da área, conforme descrito abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Recursos necessários à execução do projeto de pesquisa.

DISCRIMINAÇÃO	
Material de consumo:	Valor (R\$)
Sementes	10,00
Substrato para produção das mudas	50,00
Esterco bovino para a vermicompostagem	200,00
Torta de mamona (2 sacos)	100,00
Mangueira gotejadora	300,00
Material para tutoramento das plantas	120,00
Material para preparo de caldas (óleo vegetal, sulfato de cobre, etc)	100,00
Sacos de papel para secagem do material	150,00
Análises químicas de solo e do húmus de minhoca	150,00
Subtotal	1.180,00
Outros (Diárias e passagens):	Valor (R\$)
Congresso Brasileiro de Olericultura	700,00

Congresso Brasileiro de Agroecologia	700,00
Publicações em outros eventos afins	300,00
Impressão de Pôsteres	300,00
Subtotal	2.000,00
Total de Recursos	3.180,00

5.2. Recursos Físicos

- Estrutura do campo experimental da Estação Experimental Cascata – Embrapa Clima Temperado;
- Laboratório de Física do Solo – FAEM/UFPEL;
- Laboratório de Tecnologia de Alimentos – EMBRAPA Clima Temperado

5.3. Recursos Humanos

- Professora Dra. Roberta Marins Nogueira Peil (Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL) – Orientadora;
- Pesquisador Dr. José Ernani Schwengber (Embrapa Clima Temperado/Pelotas) – Co-Orientador;
- Engenheira Agrônoma M. Sc. Denise de Souza Martins – Aluna de Doutorado do PPG em Sistemas de Produção Agrícola, FAEM/UFPEL;
- Biólogo Ryan Noremberg Schubert – Bolsista DTI 3 – CNPq;
- Caroline Voser – Aluna do curso de Ecologia da Universidade Católica de Pelotas – Bolsista de Iniciação Científica – CNPq.

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

6.1. Experimento de primavera-verão

Atividades	2010						2011					
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Revisão da Literatura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Coleta de solo para análise				X								
Adubação e Calagem					X							
Semeadura em bandejas						X						

7. DIVULGAÇÃO PREVISTA

Os resultados serão divulgados em periódicos (Horticultura Brasileira, Ciência Rural, Bragantia Paulista, Acta Scientiarum, Semina Agrícola, entre outros) e anais de Congressos, como o Congresso de Olericultura, Encontro de Pós-Graduação da UFPEL, Congresso de Agroecologia, bem como em palestras, reuniões técnicas, cursos e demais momentos oportunos.

7.1. Artigos a serem gerados a partir dos resultados

7.1.1. Título: Componentes do rendimento e qualidade de frutos de tomateiro 'Floradade' em função da densidade de plantio e número de hastes em sistema de produção de base ecológica.

Serão gerados dois artigos com esta temática, um para cada ciclo de cultivo, a serem enviados para as Revistas Horticultura Brasileira e Ciência Rural.

7.1.2. Título: Dinâmica do crescimento de tomateiro produzido em base ecológica e submetido a diferentes manejos fitotécnicos.

Serão gerados dois artigos com esta temática, um para cada ciclo de cultivo, a serem enviados para a Revista Bragantia Paulista e Acta Scientiarum.

7.1.3. Título: Crescimento, produtividade e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em duas épocas do ano sob manejo ecológico.

Será gerado um artigo a ser enviado para a Revista Semina Agrícola.

8. LITERATURA CITADA

ANDRIOLO, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; GODOI, R.; BORTOLOTTI, O. C.; LUZ, G. L. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. **Ciência Rural**, v. 34, n.4, 2004.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) - Relatório de atividades de 2009**. Brasília, 2010. 22p.

AOAC Official Methods of Analysis, AOAC **Official Method 967.21**, Chapter 45, p.16, 1995.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: Funep, 41p. 2003.

BOGIANI, J. C.; ANTON, C. da S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. de A.; SENO, S. Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.145-151, 2008.

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 hidroponia bajo invernadero. **Chapingo**, v.14, n.73/74, p. 26-30,1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de dezembro de 2003, Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007**. Regulamenta a Lei nº 10.831 e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de dezembro de 2007, Seção 1, p. 2-8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de dezembro de 2008, Seção 1, p. 21-26.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46 de 6 de outubro de 2011**. Estabelece o Regulamento Técnico para os

Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, 7 de outubro de 2011, Seção 1.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: aproximando conceitos com a noção de sustentabilidade. In: Ruscheinsky, Aloísio. (Org.): **Sustentabilidade: uma paixão em movimento**. Porto Alegre: Sulina, 2004. p.46-61.

CARDOSO, F. B. **Produtividade e qualidade de tomate com um e dois cachos em função da densidade de plantio, em hidroponia**. 2007. 49p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: teoria da trofobiose**. Porto Alegre: Expressão Popular. 2006. 320p.

CLARO, S. A. **Referenciais tecnológicos para a agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR. 2001. 250p.

CQH/CEAGESP. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. **Normas de Classificação do Tomate**. Centro de Qualidade em Horticultura CQH/CEAGESP, 2003. São Paulo (CQH. Documentos, 26).

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

FAVILLE, M. J.; SILVESTER, W. B.; ALLAN GREEN, T. G. JERMYN, W. A. Photosynthetic characteristics of three asparagus cultivars different in yield. **Crop Science**, v. 39, p. 1070-1077, 1999.

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

FONTES, P. C. R.; RIBEIRO, J. M. O. ; SILVA, G. H. Método DFT para produção de tomate em ambiente protegido. **Ciência Agrotécnica.**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 713-719, 2007.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 196 p.

HEUVELINK, E. Effect of plant density on biomass allocation to the fruits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Horticulture**, v.64, p. 193-201, 1995.

GOMES, J. C. C. & BORBA, M. F. S. Limites e possibilidades da agroecologia como base para sociedades sustentáveis. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 29, p. 5-14, jul./dez. 2004.

HUHN, M. Comments on the calculation of mean harvest indices. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 165, p. 86-93, 1990.

HUNT, R. Growth Analysis, Individual Plants. In: Thomas, B. et al. **Encyclopedia of applied plant sciences**. London: Academic Press, 2003. p. 579-588.

IBGE, 2008. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=18&i=P> Acesso em 27 de agosto de 2010.

KVĚT, J.; ONDOCK, J.P.; NEČAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: ŠESTÁK, Z.; ČATSKÝ, J.; JAVIS, P.G. (Ed.). *Plant photosynthetic production: Manual of methods*. The Hague: 1971. p.341-391.

LOVASI, G. S.; QUINN, J. W.; RAUH, V. A.; PERERA, F. P.; ANDREWS, H. F.; GARFINKEL, R.; HOEPNER, L.; WHYATT, R.; RUNDLE, A. Chlorpyrifos Exposure and Urban Residential Environment Characteristics as Determinants of Early Childhood Neurodevelopment. **American Journal of Public Health**, v. 101, n. 1, p. 63-70, 2011.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MARCELIS, L.F.M.; HEUVELINK, E., GOUDRIAAN, J. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 74, p. 83-111, 1998.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola** v. 23, p. 1-8. 2003.

MEDEIROS, M. A. de; RESENDE, F. V.; TOGNI, P. H. B.; SUJII, E. R. Efeito do consórcio cultural no manejo ecológico de insetos em tomateiro. **Comunicado Técnico**, 65. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009.

MELO, P. C. T.; TAMISO, L. G.; AMBROSANO, E. J.; SCHAMMASS, E. A.; INOMOTO, M. M.; SASAKI, M. E. M.; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de

tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, 27, p.553-559. 2009.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, n. 27, p. 064-069, 2009.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. de. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 104p. 2006.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633–1644, 2007.

PEIL, R. M.; GALVEZ, 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, n. 1, p. 05-11, 2005.

PENTEADO, S. R. Cultivo orgânico de tomate. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. 214 p.

PERBONI, L. T.; SCHNEID, D. F.; WATTHIER, M.; PEIL, R. M. N. Produção e partição de matéria seca do tomateiro cereja em função da densidade de plantação em sistema hidropônico. In.: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18**. Anais... Pelotas: UFPEL, 2009.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas, SP: Instituto Agronômico. 1987. 33p. (IAC Boletim técnico nº 114).

PRATISSOLI, D; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P. L. Capacidade de dispersão de Trichogramma em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.613-616, 2005.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F.; BECKER, W. F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A. 2008. Captura de insetos sugadores e fitófagos com uso de armadilhas adesivas de diferentes cores nos sistemas de produção convencional e integrada de tomate em Caçador, SC. **Horticultura Brasileira**, 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), S157-S163, 2008.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M.; SCHWENGBER, J. E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. **Circular Técnica 57**. 2006.

SCHVAMBACH, J. L.; ANDRIOLO, J. L.; HELDWEIN, A. B. Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, 2002.

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

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, 25, p.238-243, 2007.

Relatório do trabalho de campo

As áreas experimentais estavam localizadas na Embrapa Clima Temperado/ Estação Experimental Cascata, sendo os cultivos realizados a campo, utilizando a cultivar Floradade (Feltrin), de hábito de crescimento determinado e frutos do tipo caqui.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (128 células), empregando substrato comercial Germina Plant®. A semeadura foi efetuada segundo o calendário astronômico. As bandejas foram molhadas com alhol (3%) antes da semeadura para desinfecção e como repelente de pragas. Também foram semeadas abóbora de tronco, coentro e girassol que posteriormente foram transplantadas ao redor das áreas experimentais para formar um sistema puxa-empurra de pragas. As mudas foram produzidas em sistema flutuante, sendo alternado o período de imersão na água para que o substrato não ficasse muito úmido. Antes das mudas serem transplantadas para o campo foi realizada pulverização de calda bordalesa 0,2% para endurecimento das mudas.

Foram incorporadas às áreas experimentais massa seca proveniente de adubação verde, equivalendo a 1962,7 Kg/ha de palha de aveia, 512,0 Kg/ha de palha de ervilhaca e 3498,7 Kg/ha de palha de milho e feijão, totalizando 5973,3 Kg/ha de palhada total. Foi utilizada grade para cortar a palha. Em seguida passou-se o subsolador nas áreas experimentais e posterior as áreas foram aradas e gradeadas.

A adubação foi colocada na linha de plantio apenas, sendo levantado o camaleão para plantio das mudas na linha de adubação. Após, foi colocada a fita de gotejo. Foi realizada irrigação deixando os camaleões bem molhados antes do transplante das mudas, que foi realizado ao entardecer para diminuir a transpiração das plantas.

Foi realizada pulverização de calda sulfocálcica 22°Bé (1%) e alhol (3%) para controle de trips, pulgões e patriota. Mesmo assim, algumas plantas tiveram que ser arrancadas e substituídas da área experimental devido ao sintoma de virose (vira cabeça do tomateiro), principalmente no experimento de verão-outono, quando houve maior incidência da doença.

Ocorreram incidências de doenças foliares como alternariose, mancha de cladospório, mancha alva e requeima, sendo realizada aplicação de calda bordalesa (0,5%) e curapeste 5% para mantê-las com baixo nível de dano.

Artigo 1 (segundo as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Rendimento e qualidade dos frutos do tomateiro ecológico em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta

Denise de Souza Martins⁽¹⁾, José Ernani Schwengber⁽²⁾, Roberta Marins Nogueira Peil⁽³⁾,

Maristela Watthier⁽²⁾, Diego Rosa da Silva⁽²⁾, Ryan Noremberg Schubert⁽²⁾

⁽¹⁾PPGSPAF - FAEM - UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS. E-mail:

denisedesouzamartins@gmail.com.

⁽²⁾Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, BR 392, Km 78, Caixa Postal

403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. E-mail: jose.ernani@embrapa.br,

maristela_mw@yahoo.com.br, dyegurs@hotmail.com, ryannslp@yahoo.com.br.

⁽³⁾Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Departamento de Fitotecnia – UFPel, Caixa

Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: rmpeil@ufpel.edu.br.

Resumo – O presente trabalho objetivou avaliar os componentes do rendimento e a qualidade dos frutos de tomateiro de crescimento determinado ‘Floradade’ em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta em duas épocas de cultivo, primavera-verão (PV) e verão-outono (VO), em sistema de produção de base ecológica. Dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado/EEC nos anos de 2010/2011. As plantas foram conduzidas com duas ou quatro hastes e foram avaliadas quatro densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m⁻² na PV, e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m⁻² no VO. Foram avaliados número e massa média de frutos, produtividade, teor de ácido ascórbico, sólidos solúveis totais e pH dos frutos. O aumento da densidade de plantio e do número de hastes por planta aumentou a produtividade comercial em ambos os cultivos, sendo que no cultivo de PV ainda aumentou o número de frutos por área e os teores de sólidos solúveis, porém, diminuiu os teores de ácido ascórbico dos frutos. A densidade de 3,0 plantas m⁻² e a condução com duas hastes podem ser indicadas para o tomateiro Floradade em sistema de produção de base ecológica em condições de campo para o cultivo de PV. Para o cultivo em ciclo de verão-

outono devem ser realizados novos estudos testando maiores densidades de plantio e a viabilidade econômica da cultura.

Termos para indexação: *Solanum lycopersicum*, produção orgânica, manejo fitotécnico.

Yield and quality of ecological tomato according to the plant density and number of stems per plant

Abstract – This study aimed to evaluate fruit yield components and quality of determinate growth tomato ‘Floradade’ as a function of plant density and number of shoots per plant in two growing seasons, spring-summer (SS) and summer-autumn (SA) in ecological production system. Two experiments were conducted at Embrapa Clima Temperado / EEC in the years of 2010 and 2011. Plants were trained with two or four shoots and four plant densities were evaluated: 2.0; 2.5; 3.0 and 3.6 plants m⁻² in SS, and 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 plants m⁻² in SA. Number of fruit and fruit medium weight, yield, ascorbic acid content, total soluble solids and pH of fruits were evaluated. The increase of plant density and number of shoots per plant increased marketable fruit yield in both crops seasons. Besides, it increased the number of fruits per square meter and soluble solids content, and decreased fruit ascorbic acid content in SS. The density of 3.0 plants m⁻² and the adoption of two shoots per plant may be indicated for tomato Floradade in ecological system production in field conditions for SS. For summer-autumn crop season, further studies should be carried out by testing higher plant densities and the economic viability of the crop.

Introdução

O cultivo do tomate para mesa pode compor uma estratégia de diversificação para propriedades agrícolas familiares, permitindo elevado rendimento econômico, principalmente se produzido em sistemas de base ecológica. O uso de cultivares de polinização aberta nestes sistemas possibilita ao agricultor selecionar e produzir suas próprias sementes, indo ao encontro da Instrução Normativa nº 46 (Brasil, 2011) que regulamenta o uso de sementes para os sistemas orgânicos de produção.

Além das características genéticas das cultivares, fatores associados ao manejo das plantas, como a densidade de plantio, interferem no crescimento e rendimento da cultura (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997; Peil & Galvez, 2005). O rendimento de hortaliças de fruto é determinado pela combinação dos componentes número e massa média de frutos, cuja associação resulta na produção total por planta. Associando-se à densidade de plantio, estes componentes definem o rendimento por unidade de área, que é uma consequência, do ponto de vista da fisiologia da produção, do balanço entre o crescimento vegetativo (fonte) e o crescimento generativo (drenos) para um determinado fornecimento de fotoassimilados.

O balanço apropriado entre aporte e demanda de fotoassimilados pode ser obtido através de uma adequada relação fonte/dreno, que está relacionada com a adequada carga potencial de frutos por unidade de área (Peil & Galvez, 2005). Esse ajuste deve ser feito através da variação da densidade de plantio e do número de hastes por planta de acordo com a radiação solar disponível e a fertilidade do solo.

O emprego de uma densidade de plantio adequada proporciona maior eficiência na interceptação e na utilização da radiação solar incidente sobre o dossel e maior produção por área.

No Rio Grande do Sul são cultivadas duas safras de tomate por ano, uma delas na primavera-verão, quando a disponibilidade de radiação solar e temperatura média do ar são crescentes e outra, no verão-outono, quando a disponibilidade de radiação solar e temperatura média do ar apresentam dinâmica de evolução oposta. Com isso, o manejo da cultura precisa ser estudado para as duas épocas de cultivo, pois as respostas das plantas estão condicionadas às condições de ambiente.

Um fruto tipo salada possui massa média entre 250 e 500 gramas. Porém, de maneira geral, o adensamento do cultivo, apesar de aumentar a produção por área diminui a massa média dos frutos (Streck et al., 1998; Carvalho & Tessarioli Neto, 2005; Machado et al.,

2007; Wamser et al. 2009), pois diminui a penetração de radiação solar no dossel. Assim, menores densidades de plantio proporcionariam um possível aumento de fotoassimilados na planta, podendo ocasionar maior quantidade de frutos por planta, aumento no tamanho do fruto e melhoria em seu sabor (Caliman, 2003).

A densidade de plantio pode afetar as características fitoquímicas dos frutos, uma vez que estas são influenciadas pela interceptação de luz e pela taxa fotossintética da planta (Borraz et al., 1991). O frutos do tomate apresentam em média teores de ácido ascórbico entre 10 e 30 mg/100g de fruto fresco (Davies & Hobson, 1981), porém, recomenda-se que esse teor seja de 23 mg/100g de polpa fresca do fruto (Crawford, 1966).

O teor de sólidos solúveis é uma das principais características dos frutos no que diz respeito ao sabor, visto que é nesta fração que se encontram os açúcares e os ácidos. Essa característica se torna ainda mais importante nos cultivos de tomate para indústria, pois quanto maior o teor de sólidos solúveis, maior será o rendimento industrial e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa do tomate. Entretanto, de acordo com Dorais et al. (2001) e Caliman (2003), o conteúdo de sólidos solúveis é inversamente proporcional à produção do tomateiro. Frutos de tomate apresentam em média 4,5 °Brix (Giordano et al., 2000).

Inúmeras são as pesquisas que tratam destas relações para genótipos de tomateiro de crescimento indeterminado, em sistema de produção convencional ou em cultivo em substrato (Heuvelink, 1995; Papadopoulos & Pararajasingham, 1997; Andriolo et al., 2004; Carvalho & Tessarioli Neto, 2005; Seleguini et al., 2006; Machado et al., 2007; Wamser et al. 2009; Peil et al., 2014). Porém, entre os produtores de tomate em sistema de base ecológica, existe a preferência por cultivares de crescimento determinado, devido à facilidade para o tutoramento e desbrota, bem como por apresentarem ciclo mais curto, o que reduziria os problemas fitossanitários comuns ao final do período de cultivo. Entretanto, raras são as pesquisas

direcionadas para o estudo do manejo da densidade de plantas e do número de hastes de tomateiros de crescimento determinado e, mais especificamente, em sistemas de produção de base ecológica. Uma vez que as plantas são de porte mais baixo, a condução deve ser realizada com mais de uma haste, e que as condições edáficas afetam o crescimento da cultura, pode-se supor que as respostas sejam diversas daquelas já observadas para tomateiros de porte alto em cultivo convencional.

Assim, este trabalho objetivou avaliar os componentes do rendimento e a qualidade dos frutos de tomateiro de crescimento determinado 'Floradade' em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta em duas épocas de cultivo, primavera-verão e verão-outono, em sistema de produção de base ecológica.

Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado/ Estação Experimental Cascata (latitude de 31°37'S, longitude 52°31'W e altitude 181 metros), localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. Os cultivos foram realizados no campo, utilizando a cultivar Floradade® (Feltrin), de hábito de crescimento determinado e frutos do tipo caqui.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (128 células), empregando substrato comercial Germina Plant®. A semeadura foi efetuada no dia 17 de setembro de 2010 para o ciclo de primavera-verão (PV), realizando-se o transplante no campo 32 DAS (dias após a semeadura). A semeadura para o cultivo de verão-outono (VO) foi realizada em 17 de dezembro de 2010 e o transplante das mudas no campo foi realizada 27 DAS. O ciclo da cultura foi de 111 dias no cultivo de PV e 81 dias no cultivo de VO, contados a partir do transplante.

O solo do local é do tipo Argissolo (Embrapa, 2006), sendo manejado de forma ecológica há dez anos. A análise do solo indicou as seguintes características químicas e físicas: pH água=5,5; Ca=2,6 cmol_cdm⁻³; Mg=0,9 cmol_cdm⁻³; H+Al trocável=3,5 cmol_cdm⁻³;

Saturação Bases=52%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=25%; P (Mehlich)=11,9 mg dm⁻³; CTC_{pH 7,0}=7,3 cmol_cdm⁻³ e K=119 mg dm⁻³ na área experimental do ciclo de PV; pH água=5,5; Ca=2,3 cmol_cdm⁻³; Mg=1 cmol_cdm⁻³; H+Al trocável=3,5 cmol_cdm⁻³; Saturação Bases=51%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=24%; P (Mehlich)=20,2 mg dm⁻³; CTC_{pH 7,0}=7,1 cmol_cdm⁻³ e K=121 mg dm⁻³ na área experimental do ciclo de VO.

A correção do solo com base na análise química foi realizada na sua totalidade na base, utilizando-se 28 g de calcário, 5 kg de húmus de minhoca, 5 kg de cama de aviário, 14 g de fosfato natural, 10 g de farinha de osso e 3 g de micronutriente boro (Boráx) por metro linear. Foi utilizada irrigação por gotejamento.

As plantas foram tutoradas verticalmente com bambu a partir de 30 DAT através do sistema denominado “mexicano” (Wamser et al., 2007), sendo retiradas todas as brotações abaixo da primeira inflorescência.

As plantas foram conduzidas com duas ou quatro hastes. Após a inserção da primeira inflorescência, foi permitido o desenvolvimento de uma haste lateral ou de três hastes laterais, mantendo-se assim duas hastes ou quatro hastes por planta. Todas as demais hastes e brotações foram sistematicamente removidas.

Também, foram avaliadas quatro densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m⁻² no experimento de PV, correspondendo aos espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,50; 0,40; 0,33 e 0,28 m; e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m⁻² no experimento de VO, correspondendo aos espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,65; 0,50; 0,40 e 0,33 m. O espaçamento entre linhas foi de 1m.

Assim, constituiu-se um experimento em esquema bifatorial (2x4), sendo os tratamentos resultantes da combinação dos níveis dos dois fatores: número de hastes por planta e densidade de plantio. O delineamento experimental empregado foi de blocos ao

acaso, com três repetições. Cada bloco foi constituído por três linhas de cultivo. As plantas úteis para as análises estavam localizadas na linha central, sendo as linhas adjacentes consideradas bordadura. Cada parcela experimental foi constituída por 51 plantas.

Para o controle de pragas e de doenças utilizaram-se métodos curativos e preventivos, como aplicação de caldas bordalesa e sulfocálcica e produto a base de *Bacillus thuringiensis*, utilização de iscas adesivas amarelas e azuis, isca luminosa, feromônios de atração para traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) e liberação de parasitóides de ovos de mariposas (*Trichogramma pretiosum*). Para o controle de plantas espontâneas foi realizada capina manual.

Foram marcadas cinco plantas por parcela experimental para coleta dos dados. A colheita teve início aos 68 DAT para o cultivo de PV e aos 62 DAT para o cultivo de VO, sendo realizadas uma vez por semana até o final do ciclo, quando eram recolhidos frutos de coloração pintando a coloridos (Ceagesp, 2003), efetuando-se, a seguir, a contagem, a determinação da massa fresca (MF) e a categorização dos frutos. Os frutos com defeitos graves e leves (graves: podre, rachado, imaturo; leves: deformado, manchado) foram considerados como não comerciáveis. As variáveis analisadas foram número de frutos, massa média e produção total (comercial e não comercial).

Foi coletada uma amostra de oito frutos totalmente vermelhos de cada tratamento na metade do período produtivo para análise química no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, sendo determinados os teores de ácido ascórbico (método oficial 967), sólidos solúveis totais (refratometria) e pH (peagâmetro digital).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste DMS de Fisher em nível mínimo de 5% de probabilidade de erro.

A radiação solar global incidente e a temperatura foram obtidas em estação agroclimática automática localizada em abrigo meteorológico nas proximidades do local onde foram conduzidos os experimentos.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores densidade de plantio e número de hastes para a maioria das variáveis resposta em ambos os ciclos de cultivo ($p > 0,05$), sendo os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 e figura 1. Os resultados referentes às variáveis respostas para as quais houve interação entre os fatores são apresentados na figura 2.

Para ambos os ciclos de cultivo, o número de frutos comerciais por unidade de área (Figura 1a) e, conseqüentemente, a produtividade comercial (Figura 1b) aumentaram de forma linear com o adensamento de plantio, como resposta ao maior número de plantas presentes na área.

A maior produção de frutos é um indicativo de que a maior interceptação da luz e da fotossíntese do dossel das populações mais adensadas tenha aumentado a produção de fotoassimilados do conjunto de plantas, os quais foram disponibilizados para estes órgãos (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997).

As produtividades entre 82 e 101 t ha⁻¹, obtidas no cultivo de PV foram excelentes, superando as produtividades obtidas por híbridos de porte indeterminado em cultivo convencional (Carvalho & Tessarioli Neto, 2005; Wamser et al., 2009) e a média de produtividade nacional e regional do fruto, que é de 60 t e 47 t ha⁻¹, respectivamente, segundo o sistema IBGE de recuperação automática para o ano de 2012. Entretanto, as produtividades obtidas no cultivo de VO, entre 14,6 e 22,8 t ha⁻¹, foram, aproximadamente, 80% menores que as obtidas no cultivo de PV, sendo consideradas baixas quando comparadas com as médias regionais e nacionais. Porém, historicamente, nesta segunda safra, o agricultor consegue comercializar o produto por preços maiores (HORTIFRUTI BRASIL, 2013/2014), podendo compensar financeiramente a baixa produtividade.

O fluxo da radiação solar global foi maior no período de PV do que no VO, totalizando, respectivamente, 2333 MJ m⁻² e 1368 MJ m⁻². No cultivo de PV, a disponibilidade de radiação solar aumenta ao longo do ciclo da cultura. Considerando-se

plantas sadias e supridas adequadamente de água e nutrientes, a fotossíntese líquida e a produção de fitomassa são proporcionais à quantidade de radiação absorvida pelo dossel (Monteith, 1972). Além disso, as temperaturas médias do ar no início do ciclo são mais baixas (em torno de 15,5 a 16,5⁰C entre outubro e novembro), o que favorece a emissão de um maior número de flores por racemo. Assim, justifica-se a maior produção de frutos neste período em comparação com o período de VO. No ciclo de VO, a dinâmica da radiação solar é oposta, diminuindo ao longo do ciclo da cultura. Isto é, aproximadamente em março/ abril, época em que as plantas estão carregadas de frutos e há maior demanda por fotoassimilados, a radiação solar disponível diminui sensivelmente, levando à diminuição do crescimento das plantas e a uma alta taxa de aborto. Além disso, as temperaturas médias do ar foram muito elevadas no início do ciclo (janeiro/fevereiro), alcançando valores superiores a 28⁰C, justamente na época em que ocorre a indução floral da maioria das inflorescências, o que, habitualmente, diminui o número de flores produzidas por racemo, diminuindo o número potencial de frutos das plantas.

O índice de área foliar (IAF) das plantas no período de VO foi 50% menor que o IAF das plantas no cultivo de PV, comparando-se as mesmas densidades de plantio e número de hastes por planta (dados não apresentados). Como a interceptação de luz é um importante fator que determina a produtividade das plantas, quando a área foliar é reduzida, ocorre a redução da interceptação da radiação solar e redução da produção de fotoassimilados (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997), o que, aliado à menor radiação solar do período, colaborou para a redução da produtividade no ciclo de verão-outono. Menores valores de IAF para o cultivo de VO quando comparados com o cultivo de PV foram encontrados por Radin et al. (2003) para esta mesma cultivar. No cultivo de VO ocorreu, ainda, um agravante, que foi a manifestação de requeima (*Phytophthora infestans*) nas plantas ao final do ciclo, que ocasionou perda da área foliar das plantas de forma muito rápida e prejudicou ainda mais a

produtividade. A maior ocorrência de doenças fúngicas é apontada como um dos maiores problemas favorecidos pela baixa disponibilidade de radiação solar das condições de final de verão e outono no sul do Rio Grande do Sul.

No ciclo de PV, as plantas com quatro hastes apresentaram maior número e produtividade comercial de frutos do que as plantas com duas hastes (Tabela 1). Carvalho & Tessarioli Neto (2005) e Charlo et al. (2009) também verificaram maior número de frutos quando as plantas foram conduzidas com maior número de hastes. Para o ciclo de VO, esta diferença não é observada (Tabela 1), mostrando que para este ciclo, devido à baixa radiação solar disponível e à grande competição por fotoassimilados que se estabelece nesta condição, o número de quatro hastes por planta resultou em uma grande competição entre as hastes o que impediu que houvesse um maior número de frutos produzidos do que nas plantas com somente duas hastes.

O maior número de frutos e a maior produtividade obtida por área com o adensamento de plantio e o aumento do número de hastes no cultivo de PV, possivelmente, estão relacionados com o aumento do IAF (média de 3,08 para a densidade de 3,6 plantas m^{-2} e 2,93 para plantas com quatro hastes) e, conseqüentemente, à maior eficiência do dossel na interceptação (Papadopoulos & Pararajasingham, 1997; Heuvelink, 1995) e aproveitamento da abundante radiação solar disponível no período de PV.

Para ambos os ciclos de cultivo, o fator densidade não apresentou efeito significativo sobre o número de frutos não comerciais por área, em média 4,0 e 3,5 frutos m^{-2} nos cultivos de PV e VO, respectivamente. Assim, também não ocorreram diferenças significativas na produtividade de frutos não comerciais, com média de 5,25 e 3,12 $t\ ha^{-1}$ de frutos não comerciais produzidos por área para os cultivos de PV e VO, respectivamente.

O fator número de hastes por planta não afetou a variável produtividade de frutos não comerciais (em massa) para ambos os ciclos de cultivo, assim como não afetou a variável

número de frutos no cultivo de VO (Tabela 1). Porém, no cultivo de PV, o aumento do número de hastes por planta aumentou significativamente o número de frutos não comerciais por área. O principal motivo de descarte de frutos em plantas com quatro hastes foi a presença de furos nos frutos pelo ataque da broca grande (*Helicoverpa zea*) e broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) do tomateiro, além da incidência de podridão mole (*Erwinia sp.*), sendo que esta bactéria penetra através de ferimentos causados por insetos que provocam furos nos frutos. Este maior dano por lagartas brocadoras de frutos em plantas com quatro hastes pode estar relacionado à maior dificuldade dos inimigos naturais aplicados na área experimental, como os parasitóides de ovos, bem como as aplicações com *Bacillus turigiensis*, chegarem até o alvo, devido ao maior adensamento de hastes por área.

Houve interação entre os dois fatores para a variável teor de ácido ascórbico (AA) dos frutos no cultivo de PV (Figura 2a). Para plantas com duas hastes, o aumento da densidade de plantio diminuiu de forma linear o teor de AA nos frutos. Para plantas com quatro hastes, o teor de AA responde de forma quadrática ao aumento da densidade de cultivo, com valores iniciais mais altos na densidade de 2,0 plantas m⁻². Comparando-se o número de hastes dentro das mesmas densidades de plantio no ciclo de PV, percebe-se que o aumento do número de hastes por planta ocasiona diminuição nos teores de AA nos frutos, sendo que frutos de plantas com quatro hastes apresentaram teores de AA abaixo de 23mg/100ml, considerado como valor mínimo recomendável. Frutos de plantas com duas hastes apresentam teores de AA acima de 20mg/100ml de polpa, aproximando-se do considerado adequado. Os dados concordam com os obtidos por Dorais et al. (2001) e Caliman (2003), mostrando que algumas características químicas são inversamente proporcionais à produtividade do tomateiro. O adensamento de plantas, apesar de incrementar a interceptação de luz e a taxa fotossintética do dossel, reduz a penetração de luz no seu interior, diminuindo a taxa fotossintética individual das plantas e com isso a biossíntese de ácido ascórbico (Caliman, 2003). Para o

ciclo de VO, os fatores densidade de plantio e número de hastes por planta não afetaram o teor de AA nos frutos, apresentando em média 19,8 mg/100ml de polpa de fruto.

Por outro lado, o aumento da densidade de plantio no cultivo de PV, proporcionou elevação de forma quadrática no teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos, com valores de 4,8 e 4,7^oBrix nas densidades de 3,0 e 3,6 plantas m⁻² (Figura 2a). O teor de SS também é maior com o menor número de hastes por planta (Tabela 2) no ciclo de PV, sendo que no VO esta diferença não foi significativa. Caliman (2003) afirma que o conteúdo de sólidos solúveis é inversamente proporcional à produtividade do tomateiro. Percebe-se no presente trabalho que os teores de SS aumentaram com o adensamento de cultivo assim como a produtividade do tomateiro no período, porém, os teores de SS mostraram tendência de estabilidade para as duas densidades mais elevadas, quando a produtividade tendeu a manter-se crescente (Figura 1b). Estes resultados concordam com Guimarães et al. (2007), que obteve relação direta entre produtividade de frutos e sabor dos mesmos dentro das densidades testadas. Estes autores afirmam que o aumento na atividade fotossintética do conjunto de plantas pode ser uma forma de obter elevada produtividade sem afetar negativamente a qualidade dos frutos.

Percebe-se que ocorreu uma relação inversa entre o conteúdo de AA e SS nos frutos para o cultivo de PV (Figura 2a). O ácido ascórbico é sintetizado a partir dos açúcares produzidos na fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2009), logo, quando os valores de ácido ascórbico estão altos, os valores dos sólidos solúveis estão mais baixos, pois em parte são transformados em vitamina C. Para o ciclo de VO, os fatores densidade de plantio e número de hastes por planta não afetaram o teor de SS nos frutos, mantendo-se em média com 4,0 °Brix.

A variável resposta acidez dos frutos (pH) não foi influenciada pelos fatores experimentais, com média de 4,3 em ambos ciclos de cultivos. Os valores do pH encontrados neste trabalho são similares aos encontrados por Carvalho et al. (2005) em sistema convencional e por Casa & Evangelista (2009) em sistema orgânico de produção, e se

encontram na faixa considerada como desejável para o fruto de tomate, com valores superiores a 3,7. O valor do pH torna-se muito importante quando o fruto é destinado ao processamento, pois um pH inferior a 4,5 é desejável para impedir a proliferação de microorganismos (Monteiro et al., 2008). Entretanto, para o consumo *in natura*, de modo geral, tomates excessivamente ácidos são rejeitados pelo consumidor (Borguini & Silva, 2007).

No cultivo de PV, houve interação entre os fatores para a variável massa média dos frutos (Figura 2b). Para as plantas com duas hastes o aumento da densidade de plantio não afetou a massa média dos frutos, mantendo-se em 222,94 g por fruto. A não variação da massa média dos frutos também é observada no cultivo de VO para ambos os fatores, densidade e número de hastes, quando a massa média observada dos frutos foi de 159,7 g (Tabela 3). Neste experimento, a baixa disponibilidade de radiação impediu que se estabelecessem diferenças entre os tratamentos. A massa média dos frutos no ciclo de VO foi bastante inferior à massa média para frutos do tipo salada, que é de no mínimo 250 g, ficando 90g abaixo deste valor.

Porém, para as plantas com quatro hastes no cultivo de PV, houve efeito significativo da densidade de plantio, observando-se uma diminuição linear na massa média dos frutos com o aumento da densidade de plantio (Figura 2b). Estes dados concordam com os encontrados por Streck et al., 1998; Carvalho & Tessarioli Neto, 2005; Machado et al., 2007 e Wamser et al. 2009, que comprovaram que o adensamento dos cultivos diminuiu a massa média dos frutos.

A diminuição da massa média dos frutos para plantas com quatro hastes com o adensamento do cultivo é atribuído à menor penetração da radiação solar no dossel. Os resultados deste trabalho indicam que não é exclusivamente a densidade de plantas que altera a penetração de radiação solar no dossel, mas também a densidade de hastes por área. Na PV,

com alta disponibilidade de radiação solar, para plantas com duas hastes, mesmo aumentando-se a densidade de plantio, a massa média de frutos não foi alterada significativamente, indicando que com este baixo número de hastes por planta, o aumento da densidade de plantio não prejudicou de forma significativa a penetração da radiação solar no dossel, não afetando o crescimento dos frutos. Já, para plantas com quatro hastes, percebeu-se uma diminuição da massa média dos frutos com o aumento da densidade de plantio, indicando que, nesta situação, ocorreu uma diminuição da penetração da radiação solar no 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.

Conclusões

1. As respostas das plantas de tomateiro, quanto aos componentes do rendimento e às características químicas dos frutos, em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta dependem da época de cultivo.

2. Relacionando os dados de produtividade, qualidade de frutos e a facilidade para o manejo das plantas, a densidade de 3,0 plantas m⁻² com duas hastes por planta para o cultivo de primavera-verão pode ser indicada para o tomateiro Floradade de crescimento determinado em sistema de produção de base ecológica em condições de campo.

3. Para o cultivo em ciclo de verão-outono, devem ser realizados novos estudos testando maiores densidades de plantio e a viabilidade econômica da cultura nesta época do ano nas condições do sul do Rio Grande do Sul.

Referências

- ANDRIOLO, J.L.; ESPÍNOLA, M.C.G.; GODÓI, R.; BORTOLOTTI, O.C.; LUZ, G.L. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. **Ciência Rural**, v.34, p.1251-1253. 2004.
- BORGUINI, R.G. & SILVA, M.V. O conteúdo nutricional de tomates obtidos por cultivo orgânico e convencional. **Revista Higiene Alimentar**, v.45, p.41-46, 2007.

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), em hidroponía bajo invernadero. **Chapingo**, v.14, n.73/74, p.26-30, 1991.

BRASIL. Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 2011.

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

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

CARVALHO, L.A. de; NETO, J.T.; ARRUDA, M.C. de; JACOMINO, A.P.; MELO, P.C.T. de. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento. **R. bras. Agrocência**, v.11, n.3, p.295-298, 2005.

CASA, J. & EVANGELISTA, R.M. Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, suplemento 1, p.1101-1108, 2009.

CEAGESP/CQH. **Normas de Classificação do Tomate**. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2003. (Centro de Qualidade em Horticultura. Documentos, 26).

CHARLO, H.C.O; SOUZA, S.C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.144-149, 2009.

CRAWFORD, A.Mc. **Alimentos**: seleção e preparo. Rio de Janeiro: Record, 1966. 387p.

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

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2. ed., 2006. 306p.

GIORDANO, L.B.; RIBEIRO, C.S. da. Origem botânica e composição química do fruto. In: SILVA J.B.C. da; GIORDANO, L.B. (Orgs.) *Tomate para o processamento industrial*. Brasília DF: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças. p.36-59. 2000.

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

HEUVELINK, E. Growth, development and yield of a tomato crop: periodic destructive measurements in a greenhouse. **Scientia Horticulturae**, v.61, p.77-99, 1995.

HORTIFRUTI BRASIL. Dezembro de 2013/Janeiro de 2014. Pag. 31-34. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/130/tomate.pdf>

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

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P. da S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alim. Nutr.**, v.19, n.1, p. 25-31, 2008.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v.9, n.3, p.747-766, 1972.

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

PEIL, R.M. & GALVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v.11, n.1, p.05-11, 2005.

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

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

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

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

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.238-243, 2007.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; SUZUKI, A. Espaçamento entre plantas e cachos por haste no tutoramento vertical do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.565-570, 2009.

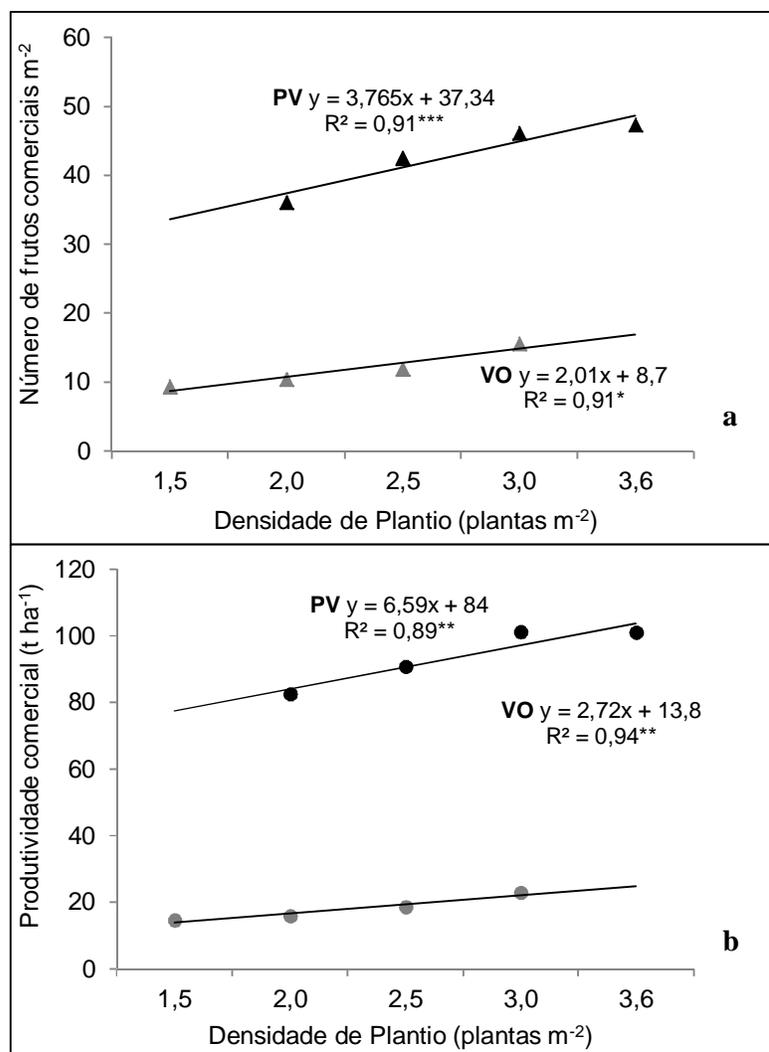


Figura 1. Número de frutos e produtividade comercial do tomateiro Floradade em cultivo de primavera-verão (PV) e verão-outono (VO) em função da densidade de plantio em sistema de produção de base ecológica. Pelotas, 2010/2011.

Tabela 1. Número de frutos e produtividade comercial (COM) e não comercial (NCOM) de frutos de tomateiro Floradade em duas épocas de cultivo em função do número de hastes por planta em sistema de produção de base ecológica. Pelotas, 2010/2011.

	Ciclo Primavera-Verão 2010/2011				Ciclo Verão-Outono 2011			
	Nº de frutos por m ²		Produtividade (t ha ⁻¹)		Nº de frutos por m ²		Produtividade (t ha ⁻¹)	
Hastes por planta	COM	NCOM	COM	NCOM	COM	NCOM	COM	NCOM
02	39,8 b	2,8 b	88,7b	4,1 ^{ns}	12,4 ^{ns}	3,1 ^{ns}	18,7 ^{ns}	2,5 ^{ns}
04	46,2a	5,2a	99,1a	6,4	11,1	3,8	17,1	3,7
CV	11,0	24,8	11,6	24,3	32,8	24,0	26,0	23,2

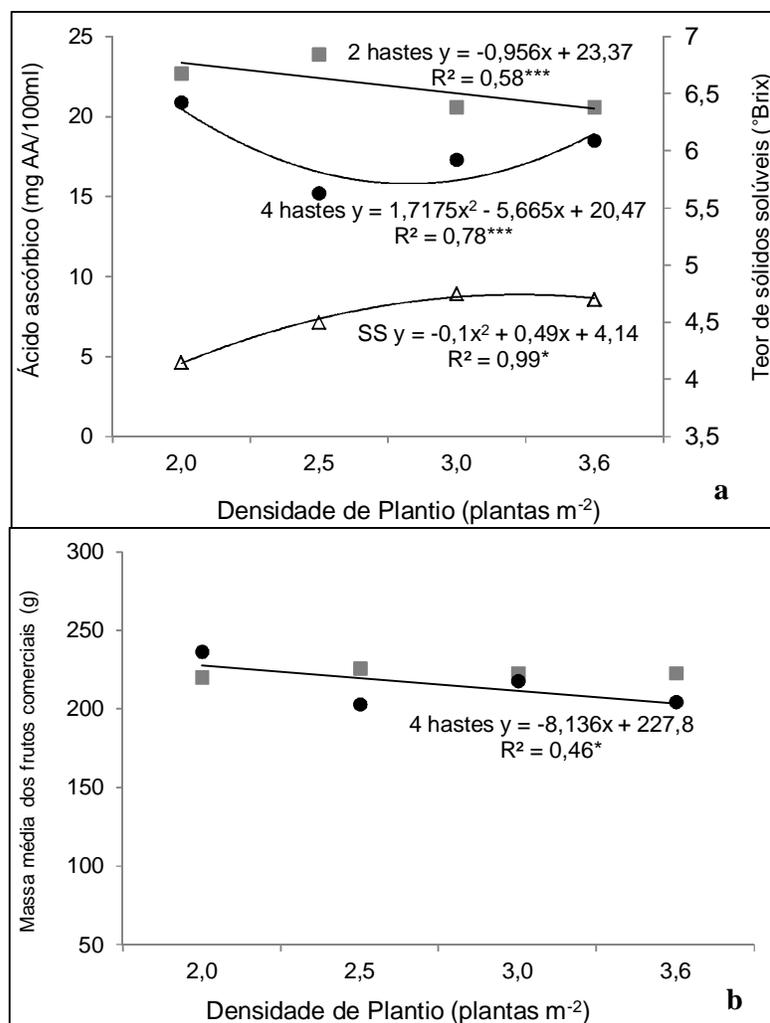


Figura 2. Teores de ácido ascórbico (AA) e sólidos solúveis (SS) e massa média de frutos comerciais do tomateiro Floradade em cultivo de primavera-verão em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta em sistema de produção de base ecológica. Pelotas, 2010/2011.

Tabela 2. Teor de sólidos solúveis (SS em °Brix) nos frutos do tomateiro Floradade em duas épocas de cultivo em função do número de hastes por planta em sistema de produção de base ecológica. Pelotas, 2010/2011.

	Ciclo Primavera-Verão 2010/2011	Ciclo Verão-Outono 2011
<i>Hastes por planta</i>		
02	4,63a	4,0 ^{ns}
04	4,43 b	4,1
CV	2,77	6,8

Artigo 2 (segundo as normas da Revista Bioscience Journal)

Dinâmica do crescimento de tomateiro de hábito determinado em sistema de produção de base ecológica em dois ciclos de cultivo

Growth dynamic of determinate growth tomato plants in ecological production system in two crop-seasons

Denise de Souza Martins⁽¹⁾, Roberta Marins Nogueira Peil⁽²⁾, José Ernani Schwengber⁽³⁾,

Ryan NoreMBERG Schubert⁽³⁾, Maristela Watthier⁽³⁾ e Diego Rosa da Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾PPGSPAF - FAEM - UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS. E-mail: denisedesouzamartins@gmail.com.

⁽²⁾Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Departamento de Fitotecnia – UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: rmpeil@ufpel.edu.br.

⁽³⁾Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS. E-mail: jose.ernani@embrapa.br, ryannslp@yahoo.com.br, maristela_mw@yahoo.com.br, dyegurs@hotmail.com.

Resumo: O presente trabalho objetivou avaliar, ao longo de dois ciclos de cultivo, o acúmulo e a partição de massa seca, bem como, os índices de crescimento de plantas de tomateiro Floradade de crescimento determinado, cultivadas em sistema de produção de base ecológica, sob diferentes densidades de plantio e número de hastes. Dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado/EEC, em Pelotas, RS, nos anos de 2010/2011. As plantas foram conduzidas com duas ou quatro hastes e foram avaliadas quatro densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m⁻² no experimento de primavera-verão (PV), e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m⁻² no verão-outono (VO). O efeito dos tratamentos foi obtido mediante a determinação da massa seca (MS) dos órgãos da parte aérea e da área foliar em seis épocas de coleta: aos 16, 29, 48, 81, 102 e 111 dias após o transplante (DAT) no ciclo de PV; e aos 17, 33, 45, 59, 73 e 81 DAT no ciclo de VO. Imediatamente após a coleta, as plantas foram separadas em três frações: folhas (incluindo pecíolo), caule (incluindo hastes laterais e

racemos) e frutos, que foram submetidos à secagem em estufa à temperatura de 65°C, até peso constante. A MS da fração vegetativa da planta correspondeu à soma das massas do caule e das folhas. A MS total da planta correspondeu à soma das massas do caule, das folhas e dos frutos. A partir dos resultados, conclui-se que a dinâmica do crescimento e as respostas da cultura do tomateiro Floradade de crescimento determinado à variação da densidade de plantio e ao número de hastes variam em função do ciclo de cultivo. A produção de massa seca de todos os órgãos é maior na PV, quando a disponibilidade de radiação solar é mais elevada. Com alta disponibilidade de radiação solar (PV), a variação da densidade de plantio, no intervalo de 2,0 a 3,6 plantas m⁻², e o número de hastes por planta (duas ou quatro) não afetam a produção de massa seca da cultura. Com baixa disponibilidade de radiação solar (VO), o aumento da densidade de plantio, no intervalo de 1,5 a 3,0 plantas m⁻², e o aumento do número de hastes de duas para quatro proporcionam um incremento da massa seca vegetativa da cultura, sem efeito sobre o crescimento dos frutos. Os frutos caracterizam-se como os maiores drenos de fotoassimilados da planta no ciclo de PV, já no ciclo de VO, o compartimento vegetativo foi o maior dreno de fotoassimilados.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; Análise do crescimento; Produção e partição de massa seca; Densidade de plantio; Número de hastes.

Abstract: This study aimed to evaluate the time-course of dry mass accumulation and partitioning as well as growth rates of Floradade determinate growth tomato plants grown in ecological system under different plant densities and number of shoots in two crop-seasons. Two experiments were conducted at Embrapa Clima Temperado / EEC, in Pelotas, Brazil, in the years 2010/2011. Plants were conducted with two or four shoots and four plant densities were evaluated: 2.0; 2.5; 3.0 and 3.6 plants m⁻² in spring-summer (SS), and 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 plants m⁻² in summer-autumn (SA). The effect of treatments was obtained by determining the dry mass (DM) of above-ground plant organs and leaf area in six sampling dates: at 16,

29, 48, 81, 102 and 111 days after transplanting (DAT) in the SS crop; and 17, 33, 45, 59, 73 and 81 DAT at SA crop. After collection, plants were separated into three fractions: leaves (including petioles), stem (including racemes and lateral shoots) and fruit, which were dried in oven. The DM of the vegetative plant fraction corresponded to the sum of the masses of shoots and leaves. The total plant DM corresponded to the sum of the masses of shoots, leaves and fruits. From the results, it is concluded that the growth dynamics and the responses of Floradade determinate growth tomato crop concern the variation of plant density and the number of shoots varied according the crop-season. The dry mass production of all organs was greater when the availability of solar radiation was higher (SS). In high availability of solar radiation condition (SS), the variation of plant density in the range from 2.0 to 3.6 plants m^{-2} and the number of shoots per plant (two or four) did not affect crop dry mass production. In low radiation availability crop-season (SA), the increase of plant density in the range from 1.5 to 3.0 plants m^{-2} and the increase of the number of shoots from two to four provide higher vegetative dry mass production, with no effect on fruit growth. In SS crop-season, fruits were the major sink of photoassimilate of the plants. In SA crop-season the vegetative compartment were the major sink of photoassimilate.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Growth analysis; Dry mass production and partitioning; Plant density; Number of shoots.

INTRODUÇÃO

O tomate produzido no Rio Grande do Sul se destina, basicamente, ao consumo "*in natura*" e tem como foco os mercados locais. Cultivares de hábito determinado são preferidas pelos produtores, pela facilidade na condução sem necessidade de desponete, com tutoramento facilitado pelo porte da planta, pelo ciclo de vida mais curto, e geralmente, por apresentam maior rusticidade (ALVARENGA, 2004).

Plantas com hábito de crescimento determinado são utilizadas prioritariamente para produção de frutos para indústria no centro-oeste e nordeste do país sendo assim raros os estudos relacionados ao manejo cultural com intuito de conhecer a resposta da planta ou mesmo alterar as características produtivas e de qualidade dos frutos do tipo salada em cultivares de crescimento determinado. O mesmo não acontece com cultivares de hábito indeterminado, para as quais existem inúmeros trabalhos registrados na literatura relacionados ao manejo cultural das plantas (HEUVELINK, 1997; PAPADOPOULOS; PARARAJASINGHAM, 1997; ANDRIOLO et al., 2004; PEIL et al., 2014). A maioria destes trabalhos utilizou cultivares híbridas, produzidas em sistema convencional (com utilização de agrotóxicos e adubos solúveis) e cultivo em estufas plásticas. Esse conhecimento não pode ser amplamente estendido a cultivos a campo e sistemas de produção de base ecológica, que preconizam a utilização de genótipos adaptados e de crescimento determinado.

Assim, estudos são necessários para avaliar o comportamento de cultivares de crescimento determinado de tomateiro do tipo salada em sistemas de produção de base ecológica, avaliando-se também práticas de manejo a serem adotadas com as plantas neste sistema, visto que a produção e a procura por produtos oriundos de sistemas orgânicos tem aumentado no Brasil.

Nesse sentido, a análise de crescimento é uma das ferramentas que tem auxiliado os pesquisadores, tornando-se um método padrão para a mensuração da produtividade biológica das culturas. As informações obtidas através da análise de crescimento podem ser utilizadas para investigar a adaptação ecológica das culturas a novos ambientes, a competição entre espécies, os efeitos de manejo e tratos culturais, além da aferição da capacidade produtiva de diferentes genótipos (KVET et al., 1971).

Segundo Benincasa (2003), a análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que em média 90% da massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu ciclo é

resultado da atividade fotossintética, sendo que esta é diretamente dependente da disponibilidade de radiação solar do período de cultivo. A análise de crescimento requer informações obtidas por meio de vários índices fisiológicos, sendo que os mais utilizados são o índice de área foliar, a taxa de crescimento absoluto, a taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida, estando essas variáveis diretamente relacionadas com a quantidade de massa seca contida na planta inteira e em suas partes (KVET et al., 1971). Os índices de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica aos diversos órgãos da planta, que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento. Sendo assim, a análise de crescimento expressa as condições morfofisiológicas da planta e quantifica a produção líquida, derivada do processo fotossintético, sendo o resultado do desempenho do sistema assimilatório durante certo período de tempo (LARCHER, 1995).

Vários trabalhos já foram realizados buscando caracterizar a dinâmica do crescimento do tomateiro (HO, 1984; HEUVELINK, 1997; PELUZIO et al., 1999; FAYAD et al., 2001; LOPES, 2010). Entretanto, informações mais aprofundadas sobre o crescimento de tomateiro de hábito determinado em sistema de cultivo de base ecológica são inexistentes. De forma semelhante, informações sobre as respostas destas plantas a diferentes densidades de plantio e número de hastes nas condições climáticas dos dois ciclos de cultivo habitualmente realizados no RS - primavera-verão e verão-outono, com dinâmicas opostas de evolução da radiação solar - são desconhecidas.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar, ao longo de dois ciclos de cultivo realizados no RS a acumulação e a partição de massa seca, bem como, os índices de crescimento de plantas de tomateiro de hábito determinado, cultivadas em sistema de produção de base ecológica, sob distintas densidades de plantio e número de hastes.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em áreas distintas, porém próximas, na Estação Experimental Cascata (31°37'S, 52°31'W e altitude 181 metros) da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. Os cultivos foram realizados a campo, utilizando a cultivar Floradade, de hábito de crescimento determinado e frutos do tipo caqui.

Para ambos os experimentos, as mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (128 células), empregando-se substrato comercial Germina Plant Horta Turfa Fértil®. No experimento de primavera-verão (PV), a semeadura foi efetuada no dia 17 de setembro de 2010 e o plantio no campo realizado 32 dias após, quando as mudas apresentavam de três a quatro folhas definitivas. A duração do período experimental foi de 111 dias, contados do transplante até o final da colheita dos frutos. A semeadura para o experimento de verão-outono (VO) foi realizada dia 17 de dezembro de 2010 e o plantio no campo 27 dias após. A duração do período experimental foi de 81 dias.

O solo do local é do tipo Argissolo (Embrapa, 2006), vindo sendo manejado de forma ecológica a dez anos, e apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH água=5,5; Ca=2,6 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Mg=0,9 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al trocável=3,5 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Saturação Bases=52%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=25%; P (Mehlich)=11,9 mg dm^{-3} ; $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ =7,3 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e K=119 mg dm^{-3} na área experimental do ciclo de PV, e pH água=5,5; Ca=2,3 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Mg=1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al trocável=3,5 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Saturação Bases=51%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=24%; P (Mehlich)=20,2 mg dm^{-3} ; $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ =7,1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e K=121 mg dm^{-3} na área experimental do ciclo de VO.

A correção do solo com base na análise química foi realizada toda na base, utilizando-se 28 g de calcário, 5 kg de húmus de minhoca, 5 kg de cama de aviário, 14 g de fosfato

natural, 10 g de farinha de osso e 3 g de micronutriente boro (Boráx) por metro linear. Foi utilizada irrigação por gotejamento.

As plantas foram tutoradas verticalmente a partir dos 30 cm de altura do nível do solo, através do sistema denominado “mexicano” (WAMSER et al., 2007), sendo realizada limpeza das brotações até o surgimento da primeira inflorescência, e após esta, foi permitido o desenvolvimento de uma ou de três hastes laterais, mantendo-se assim duas ou quatro hastes por planta, definindo-se, assim, os dois níveis de um dos fatores experimentais avaliados. Todas as demais hastes foram sistematicamente removidas.

Os tratamentos experimentais foram constituídos por plantas com duas e quatro hastes em diferentes populações de plantas, sendo 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m^{-2} no experimento de primavera-verão (PV), correspondendo a espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,50; 0,40; 0,33 e 0,28 m; e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} no experimento de verão-outono (VO), correspondendo a espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,65; 0,50; 0,40 e 0,33 m.

O controle de pragas e de doenças foi baseado na Instrução Normativa nº 46 (BRASIL, 2011), utilizando-se calda bordalesa para controle de doenças e calda sulfocálcica, iscas adesivas coloridas, isca luminosa e feromônio de atração para controle de pragas.

O efeito dos tratamentos foi medido através da análise do crescimento das plantas, mediante a determinação da massa seca (MS) dos órgãos da parte aérea e da área foliar em seis épocas de coleta: aos 16, 29, 48, 81, 102 e 111 dias após o transplante (DAT) no ciclo de PV; e aos 17, 33, 45, 59, 73 e 81 DAT no ciclo de VO. Para determinar a MS durante o ciclo, foram amostradas três plantas por tratamento, sendo uma por parcela, cortada rente ao solo. Ao final do período experimental foram avaliadas três plantas por repetição, ou seja, nove plantas por tratamento. Imediatamente após a coleta, as plantas foram separadas em três frações: folhas, caule (incluindo hastes laterais e racemos) e frutos, que foram submetidos à

secagem em estufa à temperatura de 65°C, até peso constante. A área foliar das plantas foi obtida com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100). A MS e a área foliar de uma amostra de 20 mudas foram avaliadas no dia do transplante.

Durante 45 DAT foi realizada reposição no campo de plantas coletadas para as primeiras análises de biomassa ou retiradas por motivos fitossanitários, a partir de plantas cultivadas em vasos plásticos com 0,5 litros de volume de substrato, em condições de estufa. No entanto, essas plantas de reposição não foram utilizadas como plantas controle nas coletas seguintes, servindo apenas para manter as densidades de plantio e, dessa forma, possibilitar a realização de um maior número de coletas dentro de cada parcela, sem comprometer o estande de plantas.

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso com parcela dividida, com 48 tratamentos (quatro densidades de plantio x dois números de hastes x seis datas de amostragem) e três repetições. Cada um dos blocos foi constituído por três fileiras de plantas, com espaçamento de 1,0 m entre fileiras, sendo que as plantas úteis encontravam-se na fileira central e as fileiras laterais serviram como bordadura. Cada parcela foi constituída por 51 plantas, sendo 17 delas consideradas plantas úteis, em ambos os experimentos sendo o fator data de amostragem alocado na subparcela.

As colheitas foram realizadas uma vez por semana, sendo recolhidos frutos de coloração pintando a maduros (CEAGESP, 2003), efetuando-se a seguir a contagem e a secagem dos frutos a 65°C, até peso constante, para determinar a produção de MS em cada colheita de frutos. A produção de MS acumulada foi obtida pela soma das colheitas individuais de cada planta. O mesmo procedimento foi realizado para desfolhas e desbrotas efetuadas durante o ciclo em plantas controle.

A MS da fração vegetativa da planta correspondeu à soma das massas do caule e das folhas. A MS total da planta correspondeu à soma das massas do caule, das folhas e dos

frutos. Com base nesses dados e na área foliar das plantas, se estabeleceu a produção e a partição da massa seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta e calculados os principais índices de crescimento, conforme Benincasa (2003): índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento absoluto (TAC), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF), de acordo com as equações descritas na sequência.

$$IAF=AF^* \cdot D \quad TCA=(MS_2-MS_1)/(t_2-t_1) \quad RAF=AF^{**}/MS_T \quad AFE=AF^{**}/MS_F$$

$$RPF=MS_F/MS_T$$

* AF: área das folhas presentes na data de coleta

D: densidade de plantio

ΔMS : diferença de produção de massa seca entre duas amostragens

Δt : diferença temporal entre duas amostragens

** AF: área foliar acumulada (incluída a medição de área foliar das folhas provenientes da desfolha antecipada e das desbrotas).

MS_T : massa seca total da planta

MS_F : massa seca de folhas

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o efeito do fator época de coleta avaliado por meio de análise de regressão e as médias dentro de cada fator comparadas pelo teste DMS de Fisher em nível mínimo de 5% de probabilidade de erro.

Os dados de radiação solar global incidente e de temperatura foram obtidos em um abrigo meteorológico, localizado a aproximadamente 200 m do local onde foram conduzidos os experimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ambos os ciclos de cultivo, primavera-verão (PV) e verão-outono (VO), não houve interação entre densidade de plantio e número de hastes por planta para todas as variáveis avaliadas, o que permitiu a apresentação dos resultados considerando somente os efeitos principais dos fatores.

A tabela 1 apresenta as equações de regressão e seus respectivos coeficientes de determinação, relacionando as variáveis avaliadas com o período após o transplante para os diferentes níveis dos dois fatores estudados, no cultivo de PV e de VO.

Tabela 1. Equações de regressão e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) relacionando as variáveis avaliadas (y) com o período após o transplante (x) de plantas de tomateiro Floradade cultivadas em diferentes densidades de plantio e número de hastes por plantas, em ciclo de primavera-verão e de verão-outono. Pelotas, 2010-2011.

Ciclo de primavera-verão						
Variável	Fator	Nível	Equação	R^2		
Massa seca total	Densidade	2,0 pl m ⁻²	$y = -12,13x^3 + 124,69x^2 - 203,83x + 29,14$	0,97***		
		2,5 pl m ⁻²	$y = -14,23x^3 + 145,04x^2 - 240,21x + 35,22$	0,97***		
		3,0 pl m ⁻²	$y = -12,68x^3 + 134,34x^2 - 219,12x + 31,22$	0,97***		
		3,6 pl m ⁻²	$y = -16,53x^3 + 163,48x^2 - 253,48x + 32,24$	0,96***		
	Nº de hastes	2	$y = -10,69x^3 + 113,02x^2 - 179,25x + 24,41$	0,98***		
		4	$y = -17,09x^3 + 170,75x^2 - 279,07x + 39,51$	0,96***		
		Massa seca vegetativa	Densidade	2,0 pl m ⁻²	$y = -6,05x^3 + 53,94x^2 - 68,72x + 6,15$	0,99***
				2,5 pl m ⁻²	$y = -6,12x^3 + 56,03x^2 - 74,84x + 8,12$	0,98***
3,0 pl m ⁻²	$y = -7,32x^3 + 66,56x^2 - 90,24x + 10,26$			0,98***		
3,6 pl m ⁻²	$y = -7,55x^3 + 67,5x^2 - 84,09x + 7,65$			0,96***		
Nº de hastes	2		$y = -5,75x^3 + 52,12x^2 - 65,32x + 6,3$	0,99***		
	4		$y = -7,76x^3 + 69,9x^2 - 93,63x + 9,79$	0,97***		
	Massa seca de frutos		Densidade	2,0 pl m ⁻²	$y = -6,05x^3 + 70,53x^2 - 134,92x + 24,02$	0,95**
				2,5 pl m ⁻²	$y = -8,07x^3 + 88,71x^2 - 165,12x + 28,43$	0,94***
3,0 pl m ⁻²		$y = -5,32x^3 + 67,48x^2 - 128,61x + 22,29$		0,97*		
3,6 pl m ⁻²		$y = -8,94x^3 + 95,69x^2 - 169,13x + 25,92$		0,95***		
Nº de hastes		2	$y = 83,27x - 92,55$	0,85***		
		4	$y = -9,29x^3 + 100,56x^2 - 185,17x + 31,04$	0,95***		
		Ciclo de verão-outono				
		Variável	Fator	Nível	Equação	R^2
Massa seca total	Densidade	1,5 pl m ⁻²	$y = -2,08x^3 + 20,63x^2 - 9,21x - 0,79$	0,99*		
		2,0 pl m ⁻²	$y = -2,84x^3 + 26,50x^2 - 10,06x - 1,50$	0,98**		
		2,5 pl m ⁻²	$y = -3,27x^3 + 30,53x^2 - 12,35x - 0,92$	0,98***		
		3,0 pl m ⁻²	$y = -2,48x^3 + 25,12x^2 + 0,68x + 1,09$	0,99**		
	Nº de hastes	2	$y = -2,42x^3 + 22,39x^2 - 1,59x - 0,41$	0,99**		
		4	$y = -2,92x^3 + 29,0x^2 - 13,88x - 0,64$	0,99**		
		Massa seca vegetativa	Densidade	1,5 pl m ⁻²	$y = -1,97x^3 + 15,3x^2 + 1,05x - 2,01$	0,99*
				2,0 pl m ⁻²	$y = -1,62x^3 + 11,46x^2 + 17,59x - 5,63$	0,95*
2,5 pl m ⁻²	$y = -2,54x^3 + 19,14x^2 + 7,84x - 3,47$			0,98**		
3,0 pl m ⁻²	$y = 40,54x + 1,57$			0,97***		
Nº de hastes	2		$y = -3,23x^2 + 49,32x - 11,6$	0,97**		
	4		$y = -2,34x^3 + 18,51x^2 + 5,72x - 3,41$	0,99**		
	Massa seca de frutos		Densidade	1,5 pl m ⁻²	$y = 4,36x^2 - 8,41x + 1,76$	0,96***
				2,0 pl m ⁻²	$y = 4,06x^2 - 3,67x - 1,65$	0,94***
2,5 pl m ⁻²		$y = 4,85x^2 - 6,06x - 0,28$		0,97***		
3,0 pl m ⁻²		$y = -1,36x^3 + 17,44x^2 - 32,11x + 6,16$		0,97*		
Nº de hastes		2	$y = 20,38x - 21,42$	0,84***		
		4	$y = 23,5x - 25,88$	0,85***		

***** Significância da regressão com $p < 0,05$; $p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente.

Durante o ciclo de primavera-verão, como é natural no sul do RS, a radiação solar global aumentou com o decorrer do experimento até o final de dezembro, totalizando 2333 MJ m⁻², com média diária de 21 MJ m⁻². No experimento de verão-outono, a evolução de radiação solar global foi inversa, diminuindo com o transcorrer do experimento, totalizando 1368 MJ m⁻², com média diária de 16,9 MJ m⁻². A temperatura média do ar (T_m) aumentou durante o ciclo de PV e teve dinâmica inversa no cultivo de VO, diminuindo ao longo do ciclo da cultura. No experimento de PV, a T_m diária foi de 17°C até 48 DAT e em seguida manteve-se entre 20 a 24°C até o final do ciclo da cultura. No cultivo de verão-outono a T_m do ar foi diminuindo ao longo do ciclo da cultura, atingindo valores médios de 17,7°C no terço final do ciclo. A T_m de todo o período experimental foi de 20°C e 21,7°C, nos ciclos de PV e VO, respectivamente.

As curvas ajustadas da evolução da produção de MS total por unidade de área foram do tipo sigmoide tanto para as quatro densidades de plantio (Figura 1a, b; Tabela 1), como para plantas com duas e quatro hastes (Figura 1 c, d; Tabela 1) em ambos os ciclos de cultivo, com pico de acúmulo entre 102-111 DAT para o ciclo de PV e 81 DAT para o ciclo de VO, indicando tendência de decréscimo ao final do período experimental. Estes resultados mostram que as plantas, ao final dos períodos experimentais, já estavam em fase de senescência, quando a perda de MS ocorre em detrimento ao ganho, comportamento típico de plantas de crescimento determinado. Chirinos-Torres et al. (1999) também tiveram seus dados de acúmulo de massa seca na planta inteira do tomateiro de indústria cv. Rio Grande, de crescimento determinado, representados por uma curva sigmoide, com pico de acúmulo entre 105-120 dias após o transplante e, posteriormente decaindo, correspondendo à etapa de senescência da planta.

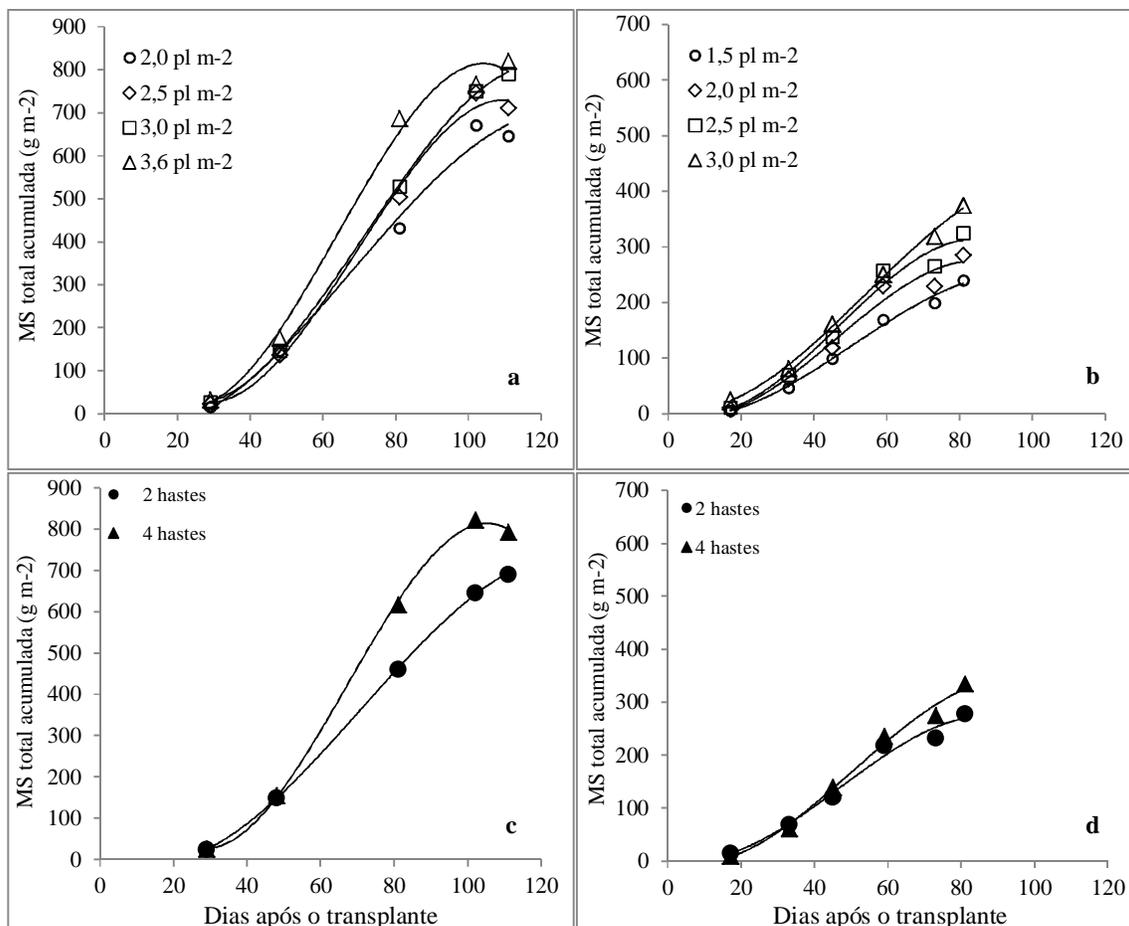


Figura 1. Produção de massa seca (MS) total acumulada de plantas de tomateiro Floradade em cultivo de base ecológica sob diferentes densidades de plantio (a, b) e número de hastes por planta (c, d), ao longo do cultivo de primavera-verão (a, c) e de verão-outono (b, d). Pelotas, 2010/2011.

A evolução da produção acumulada de MS vegetativa e de frutos no ciclo de PV ocorreu segundo modelos sigmoidais para todos os níveis do fator densidade (Figura 2a, b), mostrando também tendência de decréscimo ao final do período experimental.

No ciclo de PV, o adensamento do cultivo não proporcionou incremento significativo na produção final de MS de caule, folhas, frutos e total da planta por unidade de área e nem no IAF máximo (Tabela 2). Com o adensamento das plantas, uma maior competição por radiação solar se estabelece entre elas, reduzindo a quantidade de radiação interceptada por planta e, com isso, a fotossíntese individual das plantas. Conforme vai aumentando-se a densidade de cultivo, as plantas possuem menor espaço para expandir suas folhas, ocorrendo

maior sombreamento mútuo e com isso, menor interceptação de luz por planta e consequentemente menor crescimento individual (ANDRIOLO et al., 2004; PAPADOPOULOS; PARARAJASINGHAM, 1997). Este menor crescimento individual das plantas nas maiores densidades foi compensado pelo maior número de plantas, resultando na ausência de diferenças na produção final de MS por unidade de área e no IAF máximo com a variação da densidade de plantio.

Tabela 2. Índice de área foliar máximo (IAF), produção e partição da massa seca na última coleta de plantas de tomateiro Floradade em função da densidade de plantio (plantas m⁻²) e do número de hastes por planta, em cultivo de base ecológica, na primavera-verão e no verão-outono. Pelotas, 2010/2011.

Ciclo	IAF	Massa seca final (g m ⁻²)				Fração da Massa Seca Total (%)		
		Caule	Folhas	Frutos	Total	Caule	Folhas	Frutos
Primavera-verão								
Densidade de plantio								
2,0	2,04 ^{ns}	81 ^{ns}	147 ^{ns}	419 ^{ns}	647 ^{ns}	12,5 ^{ns}	22,7 ^{ns}	64,8 ^{ns}
2,5	2,10	92	161	458	711	12,8	22,5	64,6
3,0	2,65	110	171	510	791	13,8	21,5	64,6
3,6	3,08	109	200	511	820	13,3	24,1	62,5
Nº de hastes								
02	2,04 b	91 ^{ns}	156 ^{ns}	444 ^{ns}	691 ^{ns}	13,0 ^{ns}	22,6 ^{ns}	64,3 ^{ns}
04	2,93a	105	183	505	793	13,1	22,8	64,0
Médias	2,47	98	170	474	742	13,1	22,7	64,1
CV	35,6	22,8	21,8	15,1	16,7	11,5	7,7	4,5
Verão-outono								
Densidade de plantio								
1,5	0,89 b	43,1 c	88,3 c	109,4 ^{ns}	240,8c	17,9 ^{ns}	36,8 ^{ns}	45,3 ^{ns}
2,0	1,20ab	55,1 bc	117,1bc	113,7	285,9b	19,2	40,7	40,2
2,5	1,18ab	59,4 b	131,5ab	134,2	325,1b	18,4	40,8	40,8
3,0	1,56a	75,6a	155,4a	143,9	374,9a	19,9	41,9	38,2
Nº de hastes								
02	1,17 ^{ns}	52,1 b	113,6 ^{ns}	113,1 ^{ns}	278,7b	18,6 ^{ns}	40,7 ^{ns}	40,7 ^{ns}
04	1,25	64,6a	132,6	137,5	334,6a	19,2	39,3	41,5
Médias	1,21	58,3	123,1	125,3	306,7	18,9	40,0	41,1
CV	27,4	17,8	20,0	22,6	11,6	10,5	16,2	19,5

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem significativamente pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns} diferença estatisticamente não significativa pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

No ciclo de VO, a MS da fração vegetativa das plantas na densidade de 3,0 plantas m⁻² cresceu linearmente durante o período experimental, enquanto para as demais densidades de plantio esta resposta foi ajustada na forma de modelos sigmoidais (Figura 2c; Tabela 1). Já,

evolução do acúmulo da MS de frutos ocorreu segundo um modelo sigmoidal para a população de 3,0 plantas m^{-2} e segundo modelos quadráticos para as demais populações de plantas (Figura 2d e Tabela 1).

Em relação às médias obtidas ao final do período experimental de VO (Tabela 2), observou-se que à medida que se aumentou a densidade de plantio, houve uma tendência de aumento do IAF e da produção da MS do caule e das folhas, o que resultou em aumento da MS do total da planta. Porém, a produção acumulada da MS dos frutos ao final do ciclo de VO não foi afetada significativamente pelo adensamento do cultivo (Tabela 2), com produção média de 116,4 gramas m^{-2} .

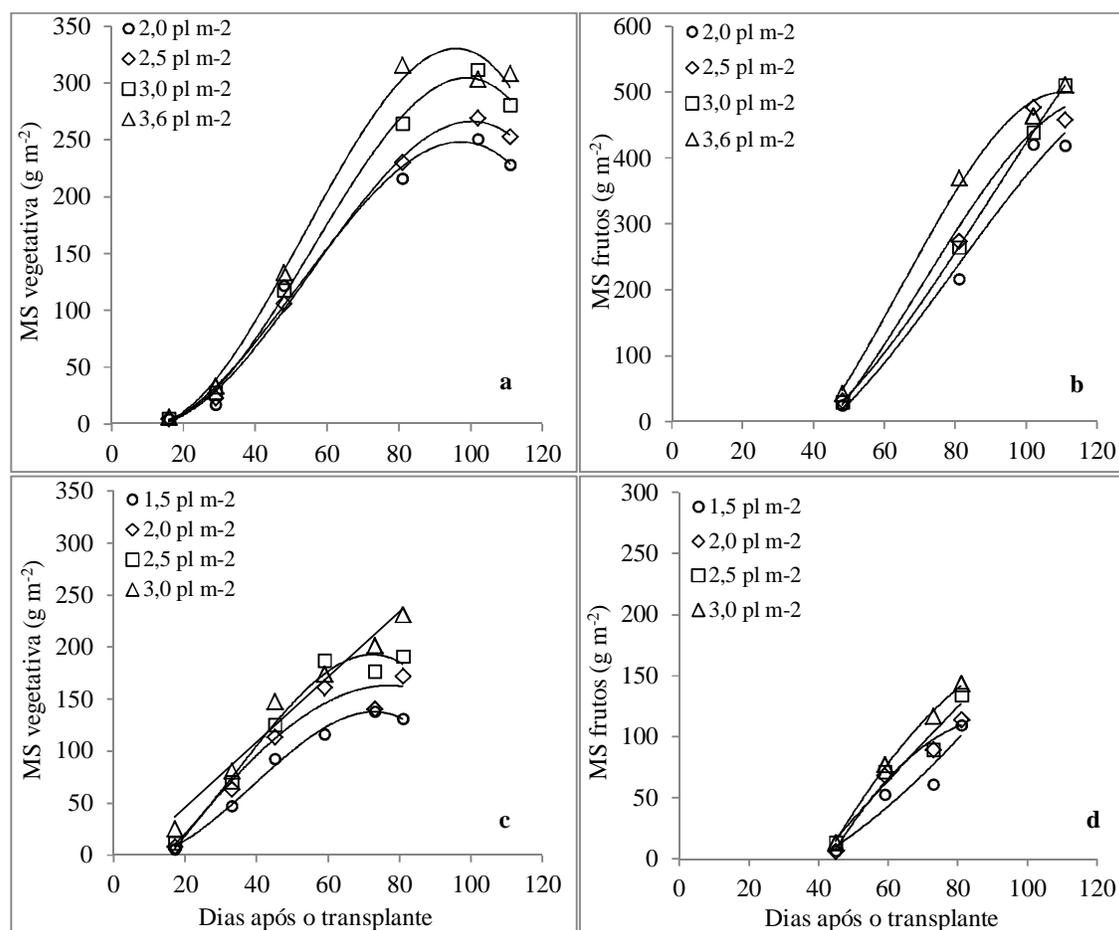


Figura 2. Produção de massa seca (MS) da fração vegetativa (a, c) e dos frutos (b, d) de plantas de tomateiro Floradade em cultivo de base ecológica sob diferentes densidades de plantio, ao longo do cultivo de primavera-verão (a,b) e de verão-outono (c,d). Pelotas, 2010/2011.

Os resultados referentes ao número de hastes por planta indicam que para plantas com quatro hastes no ciclo de PV, a produção acumulada de MS vegetativa e de frutos foi crescente até os 101 DAT, com decréscimo ao final do período experimental, sendo, portanto representada por modelos sigmoidais (Figura 3a, 3b; Tabela 1). A evolução da produção acumulada de MS vegetativa para plantas com duas hastes também se adequou a um modelo sigmoidal (Figura 3a; Tabela 1), sendo que o ganho em MS de frutos apresentou comportamento linear (Figura 3b; Tabela 1).

Ao final do período experimental de PV, plantas com quatro hastes apresentaram maior IAF, porém não diferiram significativamente de plantas com duas hastes quanto à produção de MS de caules, folhas e frutos e, conseqüentemente, do total da planta (Tabela 2).

No ciclo de VO, o ganho ao longo do tempo da MS da porção vegetativa para plantas com duas e quatro hastes foi representado por funções polinomiais de segunda e terceira ordem, respectivamente (Figura 3 c; Tabela 1), havendo maiores valores acumulados para plantas com quatro hastes a partir dos 60 DAT. Esse resultado foi propiciado pelo maior acúmulo de massa seca do caule a partir do estabelecimento das hastes laterais para plantas com quatro hastes, visto que a massa seca de folhas não se diferenciou entre estes tratamentos ao final do período experimental (Tabela 2).

Quanto aos frutos, a evolução do acúmulo de MS para o cultivo de VO ocorreu segundo um modelo linear para ambos números de hastes (Figura 3d; Tabela 1), sendo que os dois tratamentos mostraram acúmulo crescente durante o ciclo e tendência similar.

A maior produção de MS das plantas com quatro hastes ao final do experimento de VO se originou da maior produção acumulada de MS do caule nestas plantas, tendo em vista que a produção acumulada de MS de folhas e de frutos não mostrou diferença significativa entre os tratamentos de número de hastes (Tabela 2).

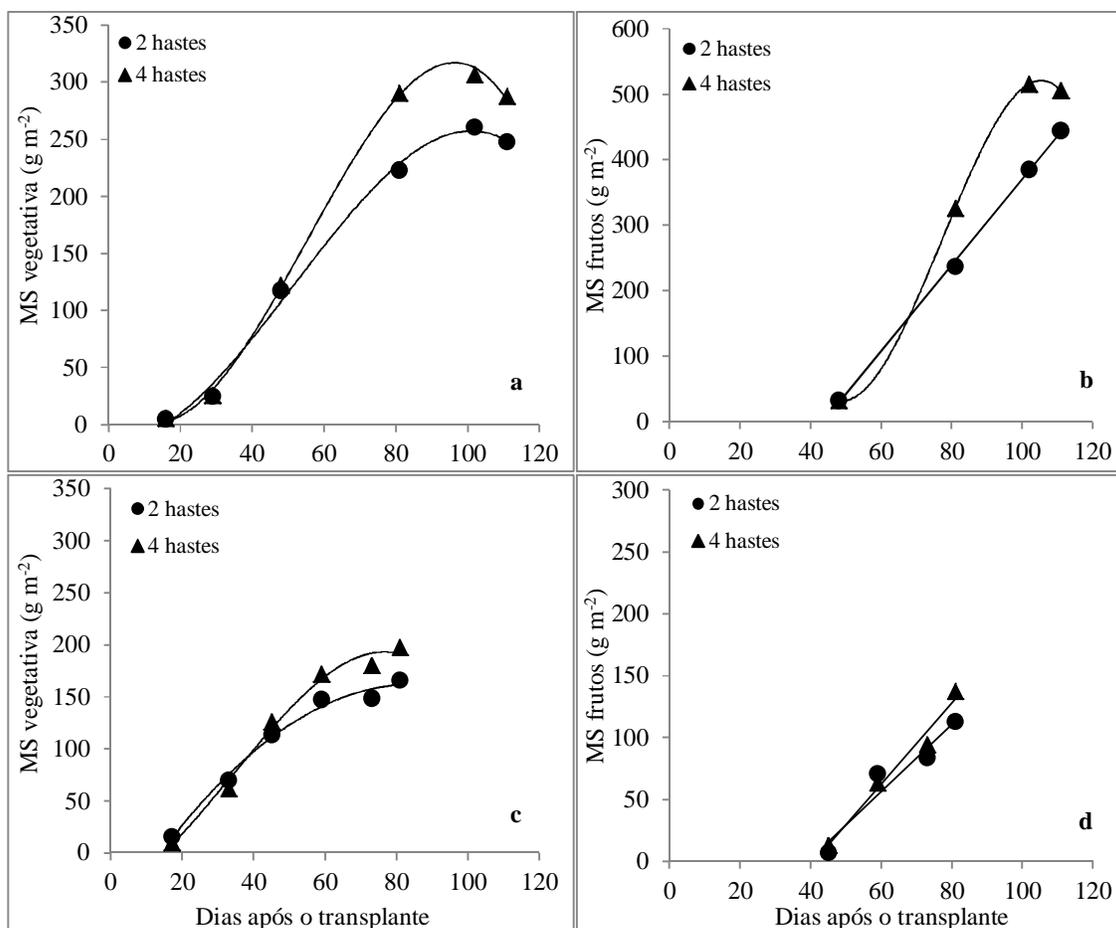


Figura 3. Produção de massa seca (MS) da fração vegetativa (a, c) e de frutos (b, d) de plantas de tomateiro Floradade conduzidas com duas e quatro hastes em cultivo de base ecológica, ao longo do ciclo de primavera-verão (a,b) e de verão-outono (c,d). Pelotas, 2010/2011.

O índice de área foliar (IAF) máximo no ciclo de PV foi obtido aos 81 DAT, havendo diferença estatística apenas entre os tratamentos de número de hastes, em que plantas com quatro hastes apresentaram maior IAF que plantas com duas hastes (Tabela 2). O valor médio do IAF aos 81 DAT para os tratamento de densidade foi de 2,49, enquanto que ao final do ciclo de cultivo, o valor médio foi de 0,36. Fayad et al. (2001) verificaram IAF máximo, de 4,12, aos 58 dias para o tomateiro cv. Santa Clara, chegando ao final do ciclo com 0,17, indicando período de senescência e abscisão foliar.

Para o cultivo de VO, o IAF máximo foi alcançado aos 45 DAT, quando a maior densidade de plantio apresentou maior IAF, diferindo da menor população de plantas. Porém,

não houve efeito do número de hastes sobre esta variável (Tabela 2). Ao final do ciclo produtivo, o IAF médio foi reduzido a 0,11, não diferindo entre os tratamentos.

Para idênticas densidades de plantio, o IAF máximo das plantas no período de VO foi 50% inferior ao IAF das plantas no cultivo de PV. De maneira semelhante, Radin et al. (2003), também trabalhando com a cultivar Floradade, encontrou valores menores de IAF no cultivo de VO do que no cultivo de PV. Essa resposta está relacionada à disponibilidade de radiação solar e à temperatura média do ar. No cultivo de PV, a radiação solar incidente é maior. Ela é interceptada pelas plantas e transformada em massa seca, fazendo com que também aumente a área foliar das plantas. No ciclo de VO ocorre redução da radiação solar disponível, reduzindo a interceptação da radiação solar e conseqüentemente a redução da produção de fotoassimilados, reduzindo assim também a área foliar das plantas. Por sua vez, a temperatura influi na velocidade de respiração e síntese de amido, e por conseqüência na velocidade de importação de assimilados. A temperatura em ascensão no cultivo de PV faz com que acelere o crescimento da planta, aumentando sua área foliar e biomassa total. No cultivo de VO, a temperatura diminui ao longo do ciclo, havendo um crescimento inicial rápido das plantas, porém, este crescimento é desacelerado pela diminuição da temperatura, diminuindo o crescimento da planta como um todo e, conseqüentemente, sua área foliar.

Aliado a isto, ocorreu um agravante no cultivo de VO, que foi a ocorrência de requeima (*Phytophthora infestans*) nas plantas ao final do ciclo. Apesar do uso da calda bordalesa ser eficiente para controle desta doença em tomateiro (DINIZ et al., 2006), as condições climáticas foram muito favoráveis ao patógeno, com radiação solar baixa, temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar (acima de 65%), proporcionando condições para ocorrência de uma epidemia severa (REIS, 2010), que ocasionou perda da área foliar das plantas de forma muito rápida, antes da avaliação final de biomassa.

A fração de MS alocada para os frutos ao final do ciclo de cultivo não mostrou diferença significativa entre os tratamentos em ambos os experimentos, com valor médio de 64,1% para o cultivo de PV e 41,1% no cultivo de VO (Tabela 2). Para o cultivo de PV, os frutos foram os maiores drenos de fotoassimilados, seguidos pelas folhas e pelo caule. Diversos autores relatam que, em hortaliças de frutos, estes são os maiores drenos de fotoassimilados (PEIL; GALVEZ, 2005; DUARTE et al., 2008), além disso, trabalhos com tomateiro também relatam os frutos como os maiores drenos de fotoassimilados (HO, 1984; HEUVELINK, 1997; CALIMAN, 2008; LOPES, 2010), corroborando com os resultados obtidos, quando os frutos representaram a maior contribuição proporcional para a composição da matéria seca total da planta ao final do ciclo de cultivo. No cultivo de VO, o compartimento vegetativo foi o maior dreno dos fotoassimilados na planta (Tabela 2).

É possível observar que no cultivo de PV as plantas foram mais eficientes em destinar MS aos frutos do que no cultivo de VO (Tabela 2). Diferentes fatores podem afetar a alocação de matéria seca aos frutos, dentre estes se destacam o número total de frutos (HEUVELINK, 1997; MARCELIS, 1993; 1996; PEIL; GALVEZ, 2002) e a radiação solar interceptada (MARCELIS, 1993; PEIL; GALVEZ, 2005). No ciclo de PV, o número médio de frutos por unidade de área foi 43. No ciclo de VO, esse número foi reduzido para 12. No ciclo de PV, a radiação solar incidente foi crescente durante o período experimental, 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 VO. A redução da força de fonte, através da redução da radiação solar disponível no período de VO e da própria redução da área foliar, determinou um menor pegamento de frutos, o que trouxe como consequência, uma redução da força de drenos (redução do número de frutos), determinando uma menor alocação proporcional de assimilados para estes órgãos. Outros autores encontraram respostas semelhantes, observando

variações na distribuição da matéria seca entre os órgãos da planta em função de distintas disponibilidades radiativas das épocas de cultivo (PAPADOPOULOS; PARARAJASINGHAM, 1997; RADIN et al., 2003; ROCHA, 2009).

A produção final de MS total no cultivo de PV foi, em média, 45% maior que a produção no cultivo de VO (Tabela 2). A interceptação de luz é importante fator que determina a produção de matéria seca e a produtividade das plantas. Quando a área foliar é reduzida, ocorre redução na interceptação da radiação solar e redução da produção de fotoassimilados, o que, aliado à menor radiação solar do período de VO, colaborou para a redução da produção de MS total e conseqüentemente de todos os órgãos da planta (Tabela 2) neste ciclo, pois, segundo Monteith (1972), a produção de biomassa apresenta relação direta com a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) da cultura no cultivo de PV foi crescente até os 102 DAT para as densidades de 2,0 e 2,5 plantas m^{-2} (Tabela 3) e plantas com duas hastes (Tabela 4), e até os 81 DAT para as densidades de 3,0 e 3,6 plantas m^{-2} (Tabela 3) e plantas com quatro hastes (Tabela 4), decrescendo a partir daí. Até os 81 DAT, as plantas da maior densidade de plantio apresentaram maior velocidade média de crescimento e incorporação de MS que as plantas das demais densidades, atingindo valor máximo de 15,44 $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$. Para o fator número de hastes, observa-se a mesma tendência, com valores mais elevados da TCA em plantas com quatro hastes (Tabela 4). Percebe-se que a TCA cresceu com o aumento da área foliar, até que a elevação do autossombreamento das folhas provocou o seu declínio. Fayad et al. (2001) verificaram que a TCA cresceu até os 75 DAT, decrescendo a partir desta época, até o final do ciclo.

De maneira geral, no cultivo de VO, a TCA é crescente até os 59 DAT, atingindo valor máximo de 8,52 $gramas\ m^{-2}\ dia^{-1}$ na população de 2,5 plantas m^{-2} (Tabela 3). No intervalo dos 59 aos 73 DAT, a velocidade de crescimento das plantas, tanto para os

tratamentos de densidade (Tabela 3) quanto para de número de hastes (Tabela 4), diminui acentuadamente, voltando a aumentar ao final do ciclo. Este resultado possivelmente esta relacionado à baixa radiação solar disponível no período, pois neste intervalo de tempo houve pelo menos três dias em que a radiação média diária esteve próxima ou inferior a 9 MJ m^{-2} , aproximando-se do limite trófico da cultura ($8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), justificando as menores taxas de crescimento neste intervalo de tempo.

A razão de área foliar (RAF), de maneira geral, decresce a partir dos 29 DAT e dos 33 DAT para os tratamentos de densidade de plantas nos cultivos de PV e VO, respectivamente (Tabela 3). Observa-se o declínio da RAF à medida que a planta cresce, pois o crescimento da planta aumenta a interferência negativa do sombreamento das folhas superiores sobre as folhas inferiores, causando a diminuição da área foliar fotossinteticamente útil. Em nenhum dos ciclos de cultivo houve efeito significativo do fator densidade sobre esta variável, porém percebe-se que no cultivo de PV, de maneira geral, as plantas na densidade de $2,5 \text{ plantas m}^{-2}$ apresentaram menores valores de RAF que as demais densidades durante praticamente todo o cultivo (Tabela 3), mostrando maior eficiência das folhas, pois menor foi a área foliar necessária para produzir um grama de MS.

Para o fator número de hastes, observa-se também que os valores de RAF diminuíram ao longo do ciclo (Tabela 4). No cultivo de PV, as plantas com quatro hastes apresentaram, de maneira geral, valores menores de RAF que plantas com duas hastes. Esta relação é inversa no cultivo de VO, quando plantas com duas hastes apresentam menores valores de RAF que plantas com quatro hastes. Nota-se que, no cultivo de VO, os valores de RAF são mais elevados do que no cultivo de PV. Esse fato, também, é atribuído à menor intensidade de radiação incidente sobre as plantas, pois à medida que diminui a radiação solar, maior será a área foliar necessária para produzir um grama de MS.

Tabela 3. Evolução da taxa de crescimento absoluto (TCA), da razão de área foliar (RAF), da área foliar específica (AFE) e da razão de peso foliar (RPF) do tomateiro Floradade cultivado sob quatro densidades de plantio em cultivo de base ecológica, ao longo dos ciclos de primavera-verão e de verão-outono. Pelotas, 2010/2011.

Ciclo/ Dias	TCA (g m ⁻² dia ⁻¹)				RAF (dm ² g ⁻¹)				AFE (dm ² g ⁻¹)				RPF			
Após o Transplante																
Primavera-verão	Densidade de plantio (plantas m ⁻²)															
	2,0	2,5	3,0	3,6	2,0	2,5	3,0	3,6	2,0	2,5	3,0	3,6	2,0	2,5	3,0	3,6
16	0,26	0,25	0,27	0,35	1,06	1,15	1,42	1,13	1,42	1,53	2,24	1,52	0,75	0,75	0,70	0,75
29	0,95	1,41	1,75	2,10	1,20	1,23	1,24	1,20	0,94	1,23	1,46	1,69	0,71	0,70	0,71	0,71
48	6,82	6,03	6,29	7,53	0,83	0,74	0,83	0,90	1,36	1,51	1,53	1,81	0,61	0,49	0,54	0,50
81	8,67	11,1	11,57	15,44	0,63	0,48	0,62	0,55	1,80	1,60	1,90	1,85	0,35	0,30	0,33	0,30
102	13,1	11,5	10,55	11,10	0,31	0,30	0,37	0,34	1,27	1,25	1,38	1,34	0,24	0,24	0,27	0,26
111	1,66	4,19	8,65	2,52	0,19	0,16	0,19	0,19	0,82	0,72	0,86	0,79	0,23	0,22	0,21	0,24
Verão-outono	Densidade de plantio (plantas m ⁻²)															
	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0
17	0,32	0,45	0,64	1,44	1,40	1,36	1,33	1,04	1,93	1,86	1,85	1,88	0,73	0,73	0,72	0,55
33	2,57	3,43	3,65	3,49	1,37	1,35	1,34	1,30	0,96	1,26	1,57	1,89	0,72	0,71	0,71	0,69
45	4,35	4,68	5,71	6,68	1,09	1,35	1,12	1,23	1,65	2,04	1,87	1,94	0,66	0,66	0,60	0,63
59	4,98	7,85	8,52	6,43	0,91	0,88	0,85	0,91	2,04	1,92	1,81	2,07	0,45	0,46	0,47	0,43
73	2,16	0,02	0,57	4,77	0,72	0,63	0,64	0,65	1,50	1,59	1,44	1,59	0,48	0,40	0,44	0,41
81	5,19	7,03	7,40	7,07	0,51	0,57	0,59	0,61	1,39	1,42	1,44	1,45	0,37	0,41	0,41	0,42

A área foliar específica (AFE) é um componente morfológico e anatômico da folha, indicando, de maneira geral, sua espessura (Benincasa, 2003). Folhas expostas ao sol são mais espessas, apresentando maior peso em relação a sua área do que folhas de sombra, por isso apresentam menores valores de AFE que estas. Assim, a AFE nos plantios mais adensados (3,0 e 3,6 plantas m⁻²), nos quais as folhas se encontravam mais sombreadas, foi maior que a AFE nos cultivos menos adensados no cultivo de PV (Tabela 3). O fator número de hastes não apresentou significância para esta variável em ambos os cultivos, não sendo possível perceber tendência de resposta nos dados (Tabela 4). Nota-se também, que a AFE apresentou maiores valores no cultivo de VO quando comparando as mesmas densidades de plantio (Tabela 3) e número de hastes (Tabela 4) utilizadas no cultivo de PV. Maiores valores de AFE são associados a folhas que necessitam aumentar sua superfície em função da baixa espessura, a fim de favorecer a interceptação de luz, sobretudo quando há limitação de luminosidade, como ocorreu no ciclo de VO. Para o tomateiro (cv. Santa Clara), Fayad et al. (2001) observaram a diminuição da AFE ao longo do ciclo cultural, atingindo o valor mínimo de

0,78 dm² g⁻¹ aos 120 DAT, similar aos valores obtidos no cultivo de PV, indicando aumento da MS das folhas e redução na expansão da área foliar com o aumento da idade da planta.

A razão de peso foliar (RPF) expressa a fração da MS não exportada das folhas para o restante da planta. Percebe-se que em ambos os cultivos, PV e VO, e para os dois fatores experimentais, densidade de plantas (Tabela 3) e número de hastes (Tabela 4), a RPF diminuiu ao longo do ciclo da cultura, mostrando que ocorreu a exportação de fotoassimilados das folhas (fonte) para os outros órgãos da planta, sobretudo os frutos. A RPF costuma ser interpretada como um parâmetro indicador da capacidade de mobilização de reservas e partição de assimilados entre fonte e drenos. Queda intensa da RPF durante o ciclo da cultura indica maior habilidade da planta em direcionar os seus assimilados para os órgãos, presumivelmente, de maior interesse econômico, como os frutos. No cultivo de PV, para ambos os fatores, a RPF caiu em torno de 69% até o final do ciclo, enquanto no cultivo de VO, a RPF diminuiu apenas 41%. Isso indica que no cultivo de VO, as plantas apresentaram menor capacidade de mobilização das reservas das folhas para os demais órgãos, mantendo grande parte dos fotoassimilados alocados nas folhas, o que é confirmado pelos resultados de partição de fotoassimilados presentes na Tabela 2.

Tabela 4. Evolução da taxa de crescimento absoluto (TCA), da razão de área foliar (RAF), da área foliar específica (AFE) e da razão de peso foliar (RPF) do tomateiro Floradade conduzido com duas (2H) e quatro hastes (4H), em cultivo de base ecológica, nos ciclos de primavera-verão e de verão-outono. Pelotas, 2010/2011.

Ciclo/ Dias Após o Transplante	TCA ($\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$)		RAF ($\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$)		AFE ($\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$)		RPF		
Primavera-verão	Número de hastes por planta								
		2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H
	16	0,28	0,28	1,14	1,24	1,54	1,81	0,74	0,73
	29	1,50	1,61	1,25	1,19	1,36	1,30	0,71	0,70
	48	6,56	6,77	0,83	0,82	1,57	1,54	0,53	0,54
	81	9,41	13,98	0,61	0,53	1,86	1,72	0,33	0,31
	102	10,74	12,38	0,34	0,32	1,30	1,32	0,26	0,24
	111	5,45	3,06	0,19	0,17	0,84	0,76	0,23	0,23
Verão-outono	Número de hastes por planta								
		2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H
	17	0,88	0,54	1,20	1,36	1,89	1,87	0,64	0,73
	33	3,36	3,21	1,32	1,36	1,39	1,45	0,71	0,70
	45	4,25	6,46	1,26	1,13	1,92	1,83	0,65	0,62
	59	6,98	6,91	0,80	0,97	1,81	2,10	0,44	0,46
	73	0,98	2,78	0,64	0,68	1,50	1,56	0,43	0,44
	81	5,85	7,49	0,57	0,57	1,40	1,45	0,41	0,39

A partir dos resultados, conclui-se que a dinâmica do crescimento e as respostas da cultura do tomateiro Floradade de crescimento determinado à variação da densidade de plantio e ao número de hastes variam em função do ciclo de cultivo. A produção de massa seca de todos os órgãos é maior quando a disponibilidade de radiação solar é mais elevada. Com alta disponibilidade de radiação solar (primavera-verão), a variação da densidade de plantio, no intervalo de 2,0 a 3,6 plantas m^{-2} , e o número de hastes por planta (duas ou quatro) não afetam a produção de massa seca da cultura. Com baixa disponibilidade de radiação solar (verão-outono), o aumento da densidade de plantio, no intervalo de 1,5 a 3,0 plantas m^{-2} , e o aumento do número de hastes de duas para quatro proporcionam um incremento da massa seca vegetativa da cultura, sem efeito sobre o crescimento dos frutos. No ciclo de primavera-verão, os frutos caracterizam-se como os maiores drenos de fotoassimilados da planta, já no ciclo de verão-outono, o maior dreno de fotoassimilados foi o compartimento vegetativo.

BIBLIOGRAFIA

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

ANDRIOLO, J. L.; ESPÍNOLA, M. C. G.; GODÓI, R.; BORTOLOTTO, O. C.; LUZ, G. L. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. **Ciência Rural**, v.34, p.1251-1253. 2004.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. Jaboticabal: FCAV. 2003. 41 p.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011**. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial da União. Brasília DF, 07 out. 2011, Seção 1.

CALIMAN, Fabiano Ricardo Brunele. **Enriquecimento com CO₂ por meio de compostagem para a cultura do tomateiro em ambiente protegido**. 2008. 79 f. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.

CEAGESP. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. **Normas de Classificação do Tomate**. Centro de Qualidade em Horticultura, 2003. São Paulo (CQH. **Documentos, 26**).

DINIZ, L. P., MAFFIA, L. A., DHINGRA, O. D., CASALI, V. W. D., SANTOS, R. H. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 171-179. 2006.

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; MONTEZANO, E. M. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 342-347, 2008.

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

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

HO, L. C. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v. 2, p. 277-285, 1984.

KVET, J.; ONDOK, J. P.; NEGAS, J.; JARVIS, P. O. Methods of Growth Analysis. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. (Ed). **Plant Photosynthetic Production**. The Hague: W. Junk, 1971. p. 343-391.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer. 1995. 448 p.

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.

MARCELIS, L. F. M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 2, p. 123-130, 1993.

MARCELIS, L. F. M. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 1281-1291, 1996.

MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v. 9, n. 3, p. 747-766, 1972.

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

PEIL, R. M. N.; GALVEZ, J. L. Effect of Fruit Removal on Growth and Biomass Partitioning in Cucumber. **Acta Horticulturae**, n. 588, p. 69-74, 2002.

PEIL, R. M.; GALVEZ, J. L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producci3n de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. **Revista Brasileira Agrobiencia**, v.11, n. 1, p. 05-11, 2005.

PEIL, R. M. N.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; ROMBALDI, C. V. Densidade de plantio e gen3tipos de tomateiro cereja em sistema fechado de cultivo em substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 234-240, 2014.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, G. R. Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro ap3s a poda apical acima do quarto cacho. **Ci3ncia e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 3, p. 510-514, 1999.

RADIN B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JUNIOR, C.; BARNI, N. A.; MATZENAUER, R.; DIDON3, I. A. Efici3ncia de uso da radia3n fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecu3ria Brasileira**, Bras3lia, v. 38, n. 9, p. 1017-1023, 2003.

REIS, A. Requeima: doen3a destrutiva e comum ao tomateiro e 3 batateira. **Comunicado T3cnico, 78**. Embrapa Hortali3as. Bras3lia – DF. 2010.

ROCHA, M. Q. **Crescimento, Fenologia e Rendimento do tomateiro cereja em cultivo hidrop3nico**. 2009. 129p. Disserta3n (Mestrado no Programa de P3s-Gradua3n em Sistemas de Produ3n Agr3cola Familiar). UFPEL, Pelotas, 2009.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. Produ3n do tomateiro em fun3n dos sistemas de condu3n de plantas. **Horticultura Brasileira**, 25, p.238-243, 2007.

Artigo 3 (segundo as normas da Revista Scientia Agricola)

População de plantas e número de hastes de tomateiro ecológico: crescimento, produtividade e qualidade de frutos.

Plant population and number of shoots of organic tomato: growth, yield and fruit quality.

MARTINS, Denise de Souza^{1*}; PEIL, Roberta Marins Nogueira²; SCHWENGBER, José Ernani³; PEREIRA, Caroline Voser³; MORAES, Roger Terra de³; ZANATTA, Thobias³

¹PPGSPAF - FAEM - UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS. E-mail:

denisedesouzamartins@gmail.com.

²Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Departamento de Fitotecnia – UFPel, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS.

³Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS.

Resumo - O presente trabalho objetivou verificar o efeito da densidade de plantio e do número de hastes por planta no crescimento, produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro em nível de planta e da cultura, produzido em duas épocas, primavera-verão (PV) e verão-outono (VO), em sistema de produção de base ecológica. Dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado/EEC nos anos de 2010/2011. As plantas foram conduzidas com duas ou quatro hastes e foram avaliadas quatro densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m⁻² na PV, e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m⁻² no VO. Foram avaliados número e massa de frutos, produtividade, relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) e o crescimento das plantas. O efeito da época de cultivo foi mais marcante sobre as variáveis avaliadas do que o efeito dos fatores, sendo que a produtividade média alcançada na PV (9,9 kg m⁻²) foi muito superior à do VO (2,1 kg m⁻²). No ciclo de PV, plantas com quatro hastes produziram maior número de frutos e apresentaram maior produção por planta que plantas com duas hastes, porém, com o adensamento do cultivo, a massa média destes

frutos diminuiu, enquanto que para plantas com duas hastes a massa média dos frutos não foi afetada pelo adensamento do cultivo. O número de frutos por planta foi reduzido com o aumento da densidade de plantio, porém por unidade de área aumentou, proporcionando maiores valores de produtividade para as maiores densidades de plantio em ambos os ciclos. Os frutos com melhor relação SST/ATT foram obtidos em plantas com duas hastes na densidade de 3,0 plantas m^{-2} no cultivo de PV.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, produção orgânica, manejo fitotécnico.

Abstract: The present study aimed to determine the effect of plant density and number of shoots per plant on growth, yield and fruit quality of tomato crop produced in two seasons, spring-summer (SS) and summer-autumn (SA) in ecological system. Two experiments were conducted at Embrapa Clima Temperado / EEC in the years 2010/2011. Plants were conducted with two or four shoots and four plant densities were evaluated: 2.0; 2.5; 3.0 and 3.6 plants m^{-2} in SS, and 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 plants m^{-2} in SA. Number of fruits and fruit weight, yield, soluble solid content/ acidity relation (SST/ ATT) and plant growth were evaluated. The effect of crop-season was stronger on the evaluated variables than the effect of the experimental factors. The average fruit yield obtained in SS (2.1 kg m^{-2}) was much higher than the one in SA (9.9 kg m^{-2}). In SS, plants with four shoots presented higher number of fruits and yield per plant than plants with two shoots. However, with increasing plant density, the average fruit weight of four shoots plants decreased, while for two shoots plants, it was not observed. With increasing plant density, the number of fruits per plant decreased, but the number of fruits obtained per square meter increased, resulting in higher fruit yield in both crop cycles. The best SST/ATT was observed in fruits obtained from plants with two shoots at the plant density of 3.0 plants m^{-2} in SS.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, organic production, crop management.

Introdução

No Rio Grande do Sul, a área cultivada com o tomate é estimada em 2.323 ha, com produção aproximada de 107.000 toneladas, sendo que no município de Pelotas são cultivados 100 ha, produzindo aproximadamente 6.000 toneladas do fruto (IBGE, 2012).

O cultivo do tomate para mesa é altamente dependente de mão de obra e permite alta produtividade por área e, com isso, elevado rendimento econômico, sendo uma cultura adequada para propriedades agrícolas familiares.

O fato do tomate para mesa ser uma hortaliça consumida principalmente *in natura* faz com que aumente a preocupação dos consumidores com a presença de resíduos de agrotóxicos nos frutos, aumentando, assim, a procura por tomates produzidos em sistemas ecológicos.

Um grande desafio para agricultores que praticam a agricultura de base ecológica e, principalmente, para aqueles que estão na fase de transição do sistema convencional para o ecológico, é a falta de informações sobre o manejo a ser adotado nas culturas. É nessa fase do processo de transição que os agricultores enfrentam as maiores dificuldades e, portanto, tem as maiores expectativas (Gomes e Borba, 2004).

Inúmeras são as pesquisas que tratam do manejo fitotécnico para genótipos de tomateiro de crescimento indeterminado, em sistema de produção convencional ou em cultivo em substrato (Heuvelink, 1997; Papadopoulos e Pararajasingham, 1997; Andriolo et al., 2004; Carvalho e Tessarioli Neto, 2005; Seleguini et al., 2006; Machado et al., 2007; Wamser et al. 2009; Peil et al., 2014). Porém, entre os produtores de tomate em sistema de base ecológica, existe a preferência por cultivares de crescimento determinado, devido à facilidade para o tutoramento e desbrota, bem como por apresentarem ciclo mais curto, o que reduziria os problemas fitossanitários comuns ao final do período de cultivo, e por frutos climatéricos do tipo caqui, que detêm a preferência do público consumidor de hortaliças ecológicas.

Entretanto, raras são as pesquisas direcionadas para o estudo do manejo fitotécnico deste grupo de tomateiros e, mais especificamente, em sistemas de produção de base ecológica. Uma vez que as plantas são de porte mais baixo e a condução deve ser realizada com mais de uma haste e que as condições edáficas afetam o crescimento da cultura, pode-se supor que as respostas sejam diversas daquelas já observadas para tomateiros de porte alto em cultivo convencional.

É de conhecimento geral, que algumas práticas de manejo, como a variação da densidade de plantio podem interferir no crescimento e rendimento das plantas (Marcelis et al., 1998; Peil e Galvez, 2005; Duarte et al., 2008). A alteração na população de plantas interfere na penetração da radiação solar no dossel vegetal e, desta maneira, modifica o equilíbrio entre o crescimento (acúmulo de massa seca) das partes vegetativas e dos frutos, influenciando na produção final.

Assim, o emprego de densidades de plantio adequadas proporciona maior eficiência de interceptação e utilização da radiação solar incidente sobre o dossel podendo proporcionar aumento da produtividade. Isso ocorre até o limite da densidade crítica a partir da qual, as plantas competem fortemente por fatores essenciais de crescimento, como nutrientes, água e luz, aumentando o sombreamento mútuo e, conseqüentemente, diminuindo a taxa fotossintética líquida do dossel. Dessa forma, o crescimento individual das plantas é tão negativamente afetado, a ponto de haver prejuízos à produtividade da cultura.

Machado et al. (2007) constataram redução significativa do número de frutos por planta no híbrido Kátia de crescimento determinado e frutos do grupo *Saladete* quando o espaçamento entre plantas foi reduzido. Esta queda na produção individual das plantas, quando sujeitas às maiores populações, é atribuída à mudança na distribuição de assimilados como resposta a uma competição que se verifica internamente na planta, agravada pela

competição entre plantas, o que compromete o pegamento dos frutos ou reduz a produção de flores por cacho (Austin e Dunton Junior, 1970).

Para a produção de base ecológica, a produtividade obtida é um fator importante, porém, deve ser contrabalanceada com a qualidade dos frutos, pois o consumidor busca um produto diferenciado, que além de atraente, precisa ter tamanho adequado e ser saboroso.

Neste sentido, várias pesquisas já verificaram que o adensamento da cultura, além de afetar o número de frutos, diminui a massa média destes (Streck et al., 1998; Carvalho e Tessarioli Neto, 2005; Machado et al., 2007; Wamser et al. 2009) e afeta as características fitoquímicas dos mesmos (Borraz et al., 1991).

O sabor é um aspecto importante para o consumidor no momento de decidir qual tipo de tomate comprar, havendo preferência por uma proporção balanceada de açúcar/ácido, dada pela relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT). Quando altos teores de açúcares são combinados com baixos teores de ácidos, o sabor apesar de muito doce, é considerado “sem gosto” e quando há altos teores de ácidos e baixos teores de açúcares, o sabor é “azedo” (Pierro, 2002). Segundo Kader et al. (1978), o fruto do tomateiro é considerado saboroso quando apresenta a relação SST/ATT superior a 10.

A firmeza da polpa é representada pelas substâncias pécticas que compõem as paredes celulares, responsáveis pela textura do fruto. Frutos mais firmes tem uma maior resistência ao transporte e ao ataque de microrganismos patogênicos (Carvalho, 1980). Esta característica é particularmente importante quando se trata de cultivares de tomateiro de frutos climatéricos do tipo caqui, preferidos pelo mercado consumidor de tomates ecológicos, mas de difícil conservação pós-colheita.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da variação da densidade de plantio e do número de hastes por planta no crescimento, produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro Floradade de crescimento determinado e frutos climatéricos

do tipo caqui em nível de planta e da cultura, cultivado em duas épocas, em sistema de produção de base ecológica.

Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados em 2010/2011 na Estação Experimental Cascata (altitude 181 metros) da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. Os cultivos foram realizados a campo, utilizando a cultivar Floradade® (Feltrin), de hábito de crescimento determinado e frutos do tipo caqui.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (128 células), empregando substrato comercial Germina Plant®. A semeadura foi efetuada no dia 17 de setembro de 2010 para o ciclo de primavera-verão (PV), realizando-se o plantio a campo 32 dias após a semeadura (DAS). A semeadura para o cultivo de verão-outono (VO) foi realizada no dia 17 de dezembro de 2010 e o plantio das mudas no campo foi realizado 27 DAS. O solo do local é do tipo Argissolo (Embrapa, 2006) e apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH água=5,5; Ca=2,6 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Mg=0,9 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al trocável=3,5 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Saturação Bases=52%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=25%; P (Mehlich)=11,9 mg dm^{-3} ; $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ =7,3 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e K=119 mg dm^{-3} na área experimental do ciclo de PV, e pH água=5,5; Ca=2,3 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Mg=1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al trocável=3,5 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Saturação Bases=51%; Índice SMP= 6,2; Matéria orgânica=1,9%; Argila=24%; P (Mehlich)=20,2 mg dm^{-3} ; $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$ =7,1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ e K=121 mg dm^{-3} na área experimental do ciclo de VO.

A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química, utilizando-se 28 g de calcário, 5 Kg de húmus de minhoca, 5 Kg de cama de aviário, 14 g de fosfato natural, 10 g de farinha de osso e 3 g de micronutriente boro por metro linear. Foi utilizada irrigação por gotejamento.

As plantas foram tutoradas verticalmente após atingirem 30 cm de altura, através do sistema denominado “mexicano” (Wamser et al., 2007), sendo retiradas todas as brotações abaixo da primeira inflorescência.

As plantas foram conduzidas com duas ou quatro hastes. Após a inserção da primeira inflorescência, foi permitido o desenvolvimento de uma haste lateral ou de três hastes laterais, mantendo-se assim duas hastes ou quatro hastes por planta. Todas as demais hastes e brotações foram sistematicamente removidas.

Também, foram avaliadas cinco densidades de plantio: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,6 plantas m^{-2} no experimento de PV, correspondendo aos espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,50; 0,40; 0,33 e 0,28 m; e 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} no experimento de VO, correspondendo aos espaçamentos entre plantas na linha de cultivo de 0,65; 0,50; 0,40 e 0,33 m. O espaçamento entre linhas foi de 1m.

Assim, constituiu-se um experimento em esquema bifatorial (2x4), sendo os tratamentos resultantes da combinação dos níveis dos dois fatores: número de hastes por planta e densidade de plantio. O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com três repetições. Cada bloco foi constituído por três linhas de cultivo. As plantas úteis para as análises estavam localizadas na linha central, sendo as linhas adjacentes consideradas bordadura. Cada parcela experimental foi constituída de 51 plantas em ambos os experimentos.

Para o controle de pragas e de doenças utilizou-se métodos curativos e preventivos, como aplicação de calda bordalesa para fungos diversos, calda sulfocálcica para trips, ácaro e pulgão, produto a base de *Bacillus thuringiensis* para lagartas, utilização de iscas adesivas amarelas e azuis para *Diabrotica speciosa* e trips, isca luminosa para atração de mariposas noturnas, feromônios de atração para traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) e liberação de parasitóides de ovos de mariposas (*Trichogramma pretiosum*).

Foram marcadas cinco plantas por repetição (15 por tratamento) para coleta dos dados de produção. As colheitas foram realizadas uma vez por semana, sendo colhidos frutos de coloração pintando a coloridos (Ceagesp, 2003), efetuando-se a seguir a contagem e a pesagem.

Foi realizada a avaliação do crescimento das plantas mediante a determinação da matéria seca (MS) dos órgãos da parte aérea acumulada ao final do ciclo (111 e 81 dias após o transplante, respectivamente para PV e VO). Para determinar a MS foram amostradas três plantas por repetição de cada tratamento, cortadas rente ao solo. Imediatamente após a coleta as plantas foram separadas em três frações: folhas (incluindo pecíolo), caule (incluindo hastes laterais e racemos) e frutos, que foram submetidos à secagem em estufa à temperatura de 65°C, até peso constante.

A MS dos frutos colhidos semanalmente foi acrescentada aos valores das colheitas anteriores para determinar a produção acumulada de MS da planta. O mesmo procedimento foi realizado para desfolhas e desbrotas efetuadas nas plantas controle durante o ciclo. A massa seca da fração vegetativa correspondeu à soma das massas do caule e das folhas. A massa seca total da planta correspondeu à soma das massas do caule, das folhas e dos frutos.

Foi coletada uma amostra dos frutos de cada tratamento na metade do período produtivo para as análises químicas e física no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado. Foram determinados sólidos solúveis totais (SST) (refratometria), acidez total titulável (ATT), expressa em ácido cítrico (método oficial 942) e firmeza da polpa expressa em libras (penetrômetro manual McCormick FT 011).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o efeito da densidade avaliado por meio de análise de regressão e a comparação de médias do fator número de hastes pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os dados de radiação solar global incidente e de temperatura foram obtidos em um abrigo meteorológico, localizado a aproximadamente 200 m do local onde foram conduzidos os experimentos. A radiação solar global acumulada foi de 2333 e 1368 MJ m⁻² e a temperatura média foi de 20°C e 21,7°C, respectivamente, em PV e VO.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores densidade de plantio e número de hastes para a maioria das variáveis avaliadas em ambos os ciclos de cultivo, excetuando-se a massa média de frutos e a relação SST/ATT no experimento de PV. Observou-se, todavia, efeitos significativos para alguns fatores isoladamente.

Houve diferenças significativas para a produção de MS da parte aérea total das plantas, órgãos vegetativos e frutos entre plantas com duas e quatro hastes no cultivo de VO, sendo que as plantas com quatro hastes superaram a produção de MS em relação às plantas com duas hastes (Tabela 1). No cultivo de PV, houve efeito significativo do número de hastes apenas para a produção de MS de frutos, não influenciando a produção de MS vegetativa e total das plantas.

O número de frutos aumentou com o aumento do número de hastes por planta no ciclo de PV, resultando em um aumento da produção por planta da ordem de 0,5 Kg de frutos (Tabela 2). Outros autores também verificaram superioridade no número de frutos em plantas cultivadas com um maior número de hastes (Carvalho e Tessarioli Neto, 2005; Charlo et al., 2009). Plantas conduzidas com quatro hastes emitiram maior número de racemos, produzindo maior número de frutos e, conseqüentemente, apresentaram maior produção. Porém, deve-se ter em conta que plantas com quatro hastes originam uma massa vegetal mais densa, o que pode dificultar a ventilação do dossel, aumentar a incidência de insetos e de doenças e dificultar a aplicação de produtos para o seu controle, o que deve ser particularmente levado em conta em sistemas de produção que preconizam o não uso de agrotóxicos.

No cultivo de VO, não ocorreu efeito significativo do número de hastes sobre as variáveis número e produção de frutos por planta (Tabela 2), bem como, também não houve efeito isolado dos fatores experimentais para massa média de frutos e relação SST/ATT, com valores médios de 139,7 e 9,1 g, respectivamente.

No cultivo de PV, houve interação entre os fatores experimentais para ambas as variáveis, massa média de frutos e relação SST/ATT (Figura 3a).

Para plantas com duas hastes, a massa média de frutos não foi afetada pela densidade de plantio, com média de 217,8 gramas. Para plantas com quatro hastes, o aumento da densidade de plantio diminuiu linearmente a massa média dos frutos (Figura 3a). Diversos autores encontraram resultados semelhantes, quando o adensamento do cultivo proporcionou diminuição da massa de frutos (Streck et al., 1998; Carvalho e Tessarioli Neto, 2005; Machado et al., 2007; Wamser et al. 2009), o que foi atribuído à diminuição da penetração de radiação solar no dossel. Neste experimento foi possível observar que, possivelmente, nas plantas com duas hastes, não houve prejuízo à penetração de radiação solar no dossel com o aumento da densidade de plantio, pois não houve alteração significativa na massa média dos frutos, como aconteceu nas plantas com quatro hastes. Resultado semelhante foi obtido no trabalho de Seleguini et al. (2006), em que a massa média dos frutos não foi influenciada pelo espaçamento entre plantas que possuíam duas hastes.

Percebe-se uma evolução quadrática nos valores da relação SST/ATT para plantas com duas hastes com o aumento da densidade de plantio no cultivo de PV, com pico máximo de 11,6 para a densidade de 3,0 plantas m^{-2} , decrescendo a partir deste ponto, mostrando que os frutos tendem a se tornar menos saborosos em populações mais adensadas de cultivo nestas condições (Figura 3b). Para plantas com quatro hastes no cultivo de PV, houve aumento linear da relação SST/ATT com o aumento da densidade de plantio. Carvalho et al. (2005), testando cultivares híbridas de tomate, encontraram pouco efeito da densidade de plantio e do número

de hastes nesta relação, indicando que esta variável é dependente também de outros fatores, como a cultivar envolvida.

No cultivo de VO, apenas o fator número de hastes apresentou efeito significativo sobre a variável firmeza da polpa, quando frutos de plantas com duas hastes apresentaram maior firmeza de polpa que frutos de plantas com quatro hastes (Tabela 2). O resultado obtido neste cultivo provavelmente está relacionado à maior competição existente entre as plantas com quatro hastes por luz e por nutrientes, em especial o potássio, nutriente diretamente relacionado com a translocação de carboidratos e, conseqüentemente, relacionado à firmeza do tecido (Mengel e Viro, 1974). Este resultado concorda com o obtido por Carvalho et al. (2005), que observaram maior resistência de frutos em plantas que possuíam menor número de hastes. Frutos mais firmes tem uma maior resistência ao transporte e ao ataque de microorganismos patogênicos (Carvalho, 1980), o que é particularmente importante em hortaliças de base ecológica, cujo sistema de produção não permite o uso de fungicidas convencionais para o controle de podridões nos frutos. Não houve interação significativa e nem efeito isolado dos fatores experimentais sobre a variável firmeza de polpa para o cultivo de PV, mantendo-se em média 2,7 libras. Esse resultado pode estar relacionado à menor competição das plantas devido a maior disponibilidade de radiação solar do período em relação ao VO.

Percebe-se que a produção de MS de frutos no cultivo de PV, para ambos os número de hastes, é bem mais expressiva que no cultivo de VO, produzindo três vezes mais MS naquele do que neste (Tabela 1). No cultivo de VO, a parte vegetativa da planta acumulou mais massa seca que os frutos, órgãos de interesse econômico. O incremento da radiação solar incidente, típico do cultivo de primavera-verão, proporcionou 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.

A interceptação de luz é importante fator que determina a produção de massa seca e a produtividade das plantas. Quando a radiação solar é menor, a área foliar das plantas é reduzida, ocorrendo redução na interceptação da luz e redução da produção de fotoassimilados. Como é natural na região sul do Brasil, a radiação solar no período de VO estudado foi menor que no período de PV, justificando a redução da produção de massa seca total e, conseqüentemente, dos diferentes órgãos aéreos da planta neste ciclo (Tabela 1). Segundo Monteith (1972), a produção de biomassa apresenta relação direta com a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel.

Observou-se que a redução da produção de MS dos frutos por planta foi o componente que ocasionou a redução da MS total da parte aérea das plantas com o aumento da densidade de plantio, em ambos os cultivos, visto que a massa seca vegetativa por planta não foi influenciada por este fator (Figura 1a, b).

A diminuição da produção de MS por planta com a elevação da densidade de plantio é atribuída, normalmente, à competição por radiação solar incidente que se estabelece entre as plantas, reduzindo a quantidade de radiação interceptada e, em virtude disso, a fotossíntese individual. Na menor densidade de cultivo, a planta possui mais espaço para expandir suas folhas, ocorrendo menor sobreamento mútuo. Com isso, ocorre maior interceptação de luz por planta e, conseqüentemente, maior crescimento individual (Andriolo et al., 2004; Papadopoulos e Pararajasingham, 1997).

O aumento da densidade de plantio no cultivo de PV não incrementou significativamente o ganho de MS vegetativa, de frutos e total por unidade de área (Figura 1a). Neste caso, o menor crescimento individual das plantas foi compensado pelo maior número de plantas por m^2 , mantendo em média a mesma produção por unidade de área.

Já no cultivo de VO, a produção de massa seca vegetativa por unidade de área aumentou linearmente em função do aumento da densidade de plantio (Figura 1b). Neste caso, uma vez que a densidade de plantio não afetou a produção individual de MS vegetativa das plantas, o aumento do número de plantas por m^2 resultou em aumento da produção de massa seca vegetativa por unidade de área. Por sua vez, esse aumento da MS vegetativa por área foi o componente que provocou o acréscimo da massa seca da parte aérea total por unidade de área, visto que a massa seca frutos não foi afetada pelo adensamento do plantio.

O número de frutos por planta diminuiu linearmente à medida que aumentou a densidade de plantio para ambos os ciclos de cultivo (Figura 2a,c), refletindo na diminuição da produção em gramas de frutos por planta (Figura 2b,d). Porém, o número de frutos por área responde de forma quadrática no ciclo de PV (Figura 2a) e linear no ciclo de VO (Figura 2c) para o aumento da densidade de plantio, refletindo em um aumento linear da produção total de frutos em gramas por unidade de área em ambos os experimentos (Figura 2b,d). Resultados semelhantes foram encontrados por vários autores (Seleguini et al., 2006; Machado et al., 2007; Mueller e Wamser, 2009), que constataram que a produtividade do tomate aumenta com a redução do espaçamento de plantio.

A queda na produção em número e massa de frutos individual das plantas, quando sujeitas às maiores populações, é atribuída à mudança na produção e distribuição de assimilados como resposta a uma competição que se verifica na planta. Essa menor produção por planta é compensada pelo maior número de plantas por unidade de área, fazendo com que a produtividade por área aumente com o aumento da densidade de plantio.

O número de frutos por área respondeu de forma quadrática ao aumento da densidade de plantio no ciclo de PV, com máxima produção de frutos na densidade de 3,0 plantas m^{-2} (Figura 2a). O número de frutos por unidade de área cresceu até certo limite, quando a

competição por fotoassimilados na planta foi agravada pela competição entre plantas, comprometendo o pegamento dos frutos.

Porém, com estes experimentos, não foi alcançado o ponto de densidade crítica (Castilla, 2001) para o cultivo de tomateiro Floradade, de crescimento determinado e frutos do tipo caqui. 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 em ambos os ciclos de cultivo ganharam produtividade linearmente. Entretanto, a produtividade do cultivo de PV na densidade de 3,0 plantas m^{-2} foi de 11 kg m^{-2} , que é 1,4 kg superior ao obtido com a densidade de 2,5 plantas m^{-2} e 0,6 kg m^{-2} superior ao da densidade de 3,6 plantas m^{-2} . Para o cultivo de VO, obteve-se 1,9 kg m^{-2} na densidade de 2,0 plantas m^{-2} , aumentando em média apenas 0,3 e 0,6 Kg m^{-2} com o adensamento do cultivo, respectivamente, para 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} . A produtividade da cultura obtida neste ciclo foi muito baixa quando comparada a do ciclo de PV, porém como o preço pago pelo fruto nesta época é maior, pode ser que a baixa produtividade seja compensada pelo maior preço obtido.

Todavia, mesmo com a tendência de aumento linear de produtividade observado, o cultivo de plantas de tomateiro de crescimento determinado em sistema de base ecológica com densidades muito elevadas não é aconselhável em virtude da dificuldade de manejo. Há que considerar-se a maior necessidade de desbrotas e a dificuldade para a colheita, assim como, a maior probabilidade de incidência de doenças fúngicas e bacterianas e as consequentes dificuldades para o seu monitoramento e controle.

De maneira geral, pode-se concluir que o efeito da época de cultivo é mais marcante sobre as variáveis avaliadas do que o efeito dos fatores densidade de plantio e número de hastes por planta e que as respostas a estes fatores variam em função do ciclo de cultivo.

Considerando questões relacionadas ao rendimento e à qualidade dos frutos, ao controle fitossanitário e à facilidade do manejo fitotécnico das plantas, indica-se que as plantas de tomateiro Floradade sejam cultivadas com duas hastes na densidade de 3,0 plantas m⁻² em ciclo de primavera-verão. Para o ciclo de verão-outono, indica-se a necessidade de realizar estudos sobre a viabilidade econômica de seu cultivo no sul do RS.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Produção de massa seca total da parte aérea, dos órgãos vegetativos e dos frutos de plantas de tomateiro Floradade conduzidas com duas ou quatro hastes em sistema de produção de base ecológica e duas épocas de cultivo. Pelotas, 2010/2011.

Época de Cultivo	Nº hastes	Matéria seca (g planta ⁻¹)		
		Vegetativa	Frutos	Total
<i>Primavera-verão</i>	2	92,1 ^{ns}	165,3 b	257,4 ^{ns}
	4	105,1	187,2a	292,3
<i>Verão-outono</i>	2	74,7 b	52,1 b	126,8 b
	4	88,9a	63,6a	152,4a

Médias seguidas de letra distintas na coluna, dentro de cada época de cultivo, diferem significativamente pelo teste DMS de Fisher, em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns}diferença estatisticamente não significativa pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Número, produção por planta e firmeza da polpa de frutos de tomateiro Floradade conduzido com duas ou quatro hastes em sistema de produção de base ecológica e duas épocas de cultivo. Pelotas, 2010/2011.

Época de Cultivo	Nº hastes	Nº frutos	Produção (g planta ⁻¹)	Firmeza da polpa (libras)
<i>Primavera-verão</i>	2	15,8 b	3.400,0 b	2,68 ^{ns}
	4	18,9a	3.900,0a	2,60
<i>Verão-outono</i>	2	7,1 ^{ns}	1.000,0 ^{ns}	3,10a
	4	6,8	1.000,0	2,65 b

Médias seguidas de letra distintas na coluna, dentro de cada época de cultivo, diferem significativamente pelo teste DMS de Fisher, em nível de 5% de probabilidade de erro.

^{ns}diferença estatisticamente não significativa pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

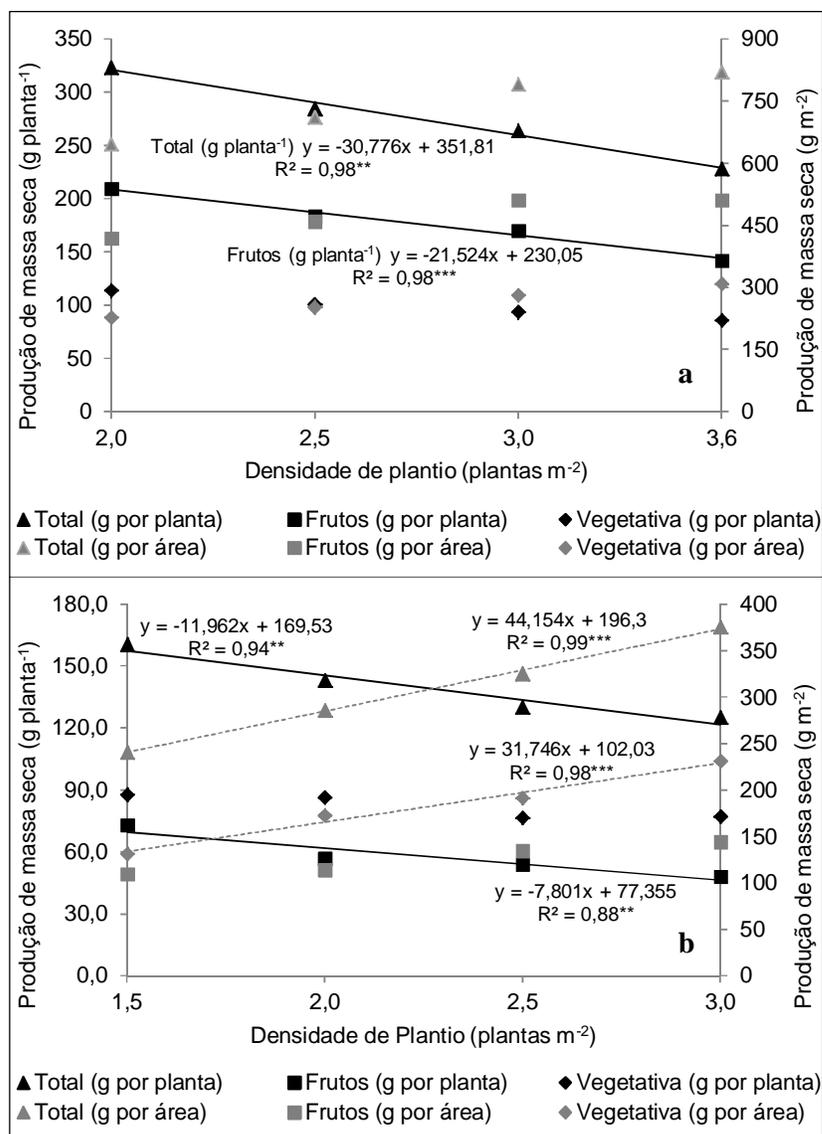


Figura 1. Produção de massa seca total, vegetativa e de frutos por planta e por unidade de área em função da densidade de plantio do tomateiro Floradade em cultivo ecológico e duas épocas do ano, primavera-verão (a) e verão-outono (b). Pelotas, 2010/2011.

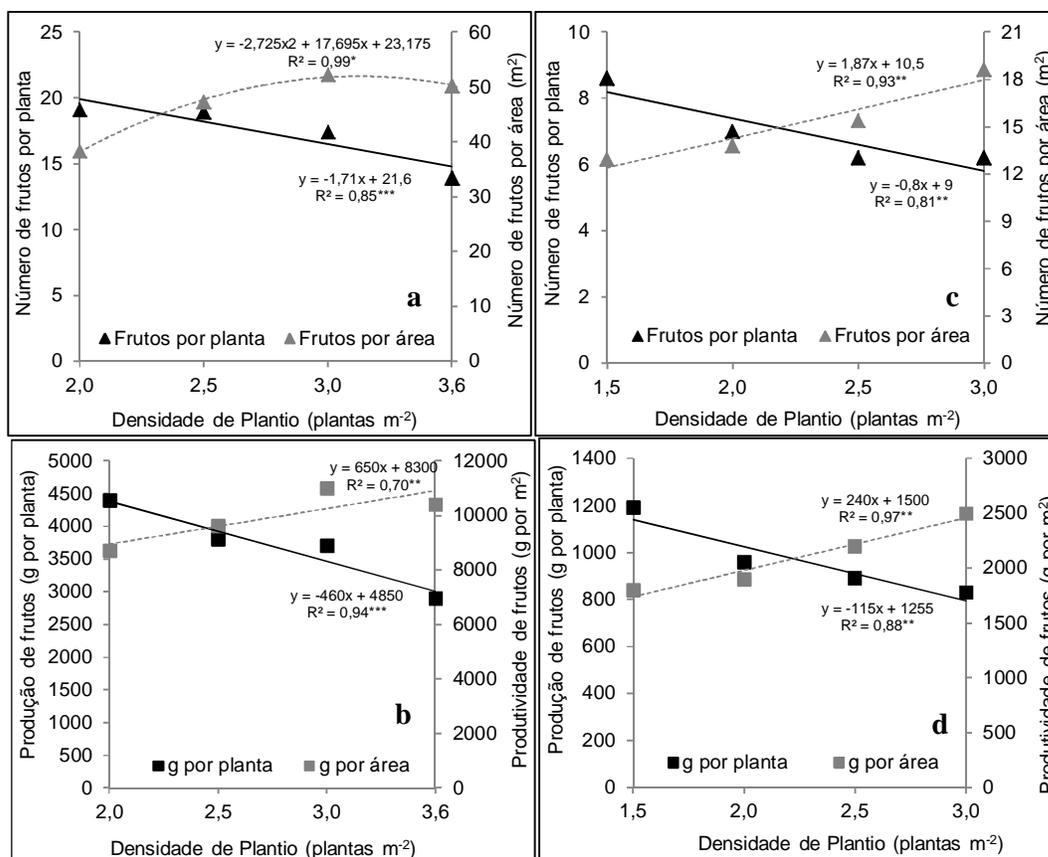


Figura 2. Número (a, c), produção por planta e produtividade por área (b, d) de frutos de tomateiro Floradade em função da densidade de plantio em cultivo ecológico e duas épocas do ano, primavera-verão (a,b) e verão-outono (c,d). Pelotas, 2010/2011.

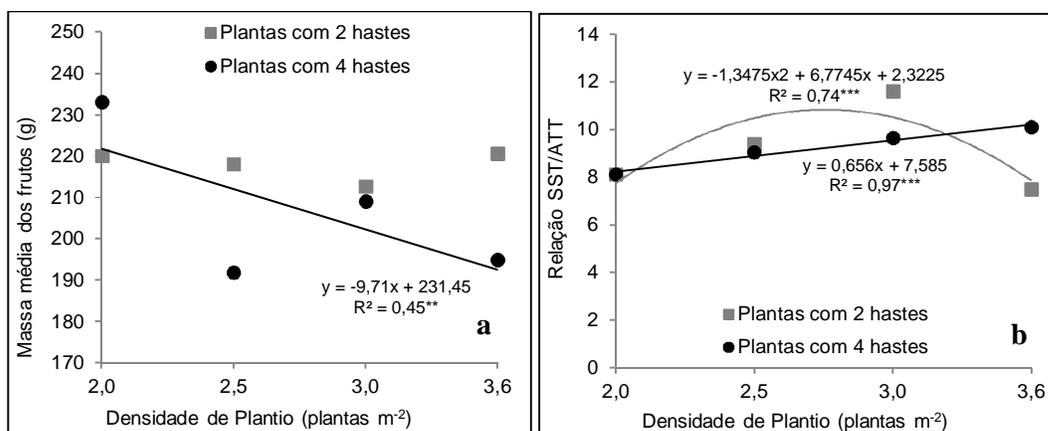


Figura 3. Massa média de frutos (a) e relação entre sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT; b) em frutos de tomateiro Floradade, em função da densidade de plantio e do número de hastes por planta em cultivo ecológico no período de primavera-verão. Pelotas, 2010/2011.

Referências

- Andriolo, J.L.; Espínola, M.C.G.; Godói, R.; Bortolotto, O.C.; Luz, G.L. 2004. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. *Ciência Rural* 34: 1251-1253.
- Austin, M.E.; Dunton Junior, E.M. 1970. Fertilizer - plant population studies for once tomato harvester. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 95: 645-649.
- Borraz, C.J.; Castilho, S.F.; Robeles, E.P. 1991. Efectos del despunte y la densidad de poblacion sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), em hidroponía bajo invernadero. *Chapingo* 14: 26-30, n.73/74.
- Carvalho, D. 1980. Características químicas e industriais do tomate. *Informe Agropecuário* 6: 63-68.
- Carvalho, L.A.; Tessarioli Neto, J. 2005. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. *Horticultura Brasileira* 23: 986-989.
- Carvalho, L.A. de; Neto, J.T.; Arruda, M.C. de; Jacomino, A.P.; Melo, P.C.T. de. 2005. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. *Revista Brasileira Agrociência* 11: 295-298.
- Castilla, N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. p.189-225. *In: NUEZ, F. (ed). El cultivo del tomate. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.*
- Ceagesp. 2003. Normas de Classificação do Tomate. São Paulo: CQH/CEAGESP, (Centro de Qualidade em Horticultura. Documentos, 26).
- Charlo, H.C.O; Souza, S.C.; Castoldi, R.; Braz, L.T. 2009. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. *Horticultura Brasileira* 27: 144-149.
- Duarte, T.S.; Peil, R.M.N.; Montezano, E.M. 2008. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. *Horticultura Brasileira* 26: 342- 347.

- Embrapa. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2. ed., 306p.
- Gomes, J.C.C.; Borba, M.F.S. 2004. Limites e possibilidades da agroecologia como base para sociedades sustentáveis. *Ciência & Ambiente* 29: 5-14.
- Heuvelink, E. 1997. Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. *Scientia Horticulturae* 69: 51-59.
- IBGE, 2012. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=27> Acesso em 30 de março de 2014.
- Kader, A.A.; Morris, L.L.; Stevens, M. A.; Albrightolton, M. 1978. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of American Society for Horticultural Science* 113: 742-745.
- Machado, A.Q.; Alvarenga, M.A.R.; Florentino, C.E.T. 2007. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. *Horticultura Brasileira* 25: 149-153.
- Marcelis, L.F.M.; Heuvelink, E., Goudriaan, J. 1998. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae* 74: 83-111.
- Mengel, K.; Viro, M. 1974. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Physiology* 39: 295-300.
- Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9: 747-766.
- Mueller, S.; Wamser, A.F. 2009. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. *Horticultura Brasileira* 27: 064-069.

- Papadopoulos, A.P.; 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.; Galvez, J.L. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. *Revista Brasileira Agrocência* 11: 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.
- Pierro, A. 2002. Gosto Bom. *Cultivar - Hortaliças e Frutas* 14: 10-12.
- Seleguini, A.; Seno, S.; Faria Júnior, M.J.A. 2006. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. *Acta Sci. Agron.* 28: 359-363, n. 3, July/Sept.
- Streck, N.A.; Buriol, G.A.; Andriolo, J.L.; Sandri, M.A. 1998. Influência da densidade de plantas e poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33: 1105-1112.
- Wamser, A.F.; Mueller, S.; Becker, W.F.; Santos, J.P. 2007. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira* 25: 238-243.
- Wamser, A.F.; Mueller, S.; Becker, W.F.; Santos, J.P.; Suzuki, A. 2009. Espaçamento entre plantas e cachos por haste no tutoramento vertical do tomateiro. *Horticultura Brasileira* 27: 565-570.

Considerações Finais

A partir dos resultados, conclui-se que a dinâmica do crescimento e as respostas da cultura do tomateiro Floradade de crescimento determinado, quanto aos componentes do rendimento e às características químicas dos frutos, à variação da densidade de plantio e ao número de hastes variam em função da época de cultivo.

A produção de massa seca de todos os órgãos é maior quando a disponibilidade de radiação solar é mais elevada.

Com alta disponibilidade de radiação solar (primavera-verão), os frutos caracterizaram-se como os maiores drenos de fotoassimilados das plantas, representando em média 64,1% da MS da planta. A variação da densidade de plantio, no intervalo de 2,0 a 3,6 plantas m^{-2} e o número de hastes por planta (duas ou quatro) não afetam a produção de massa seca da cultura.

Com baixa disponibilidade de radiação solar (verão-outono), a fração vegetativa caracteriza-se como o maior dreno de fotoassimilados, sendo que os frutos representaram somente, em média, 41,1% da MS da planta. O aumento da densidade de plantio, no intervalo de 1,5 a 3,0 plantas m^{-2} e o aumento do número de hastes de duas para quatro proporcionam um incremento da massa seca vegetativa da cultura, sem efeito sobre a produção de massa seca dos frutos.

No ciclo de primavera-verão, plantas com quatro hastes apresentam maior número de frutos e produção por planta que plantas com duas hastes, porém, com o adensamento do cultivo a massa média destes frutos diminui, enquanto que para plantas com duas hastes a massa média dos frutos não é afetada pelo adensamento do cultivo.

O número de frutos por planta é reduzido com o aumento da densidade de plantio, porém por unidade de área aumenta, proporcionando maiores valores de produtividade para as maiores densidades de plantio em ambos os ciclos.

Os maiores teores de ácido ascórbico e a melhor relação SST/ATT são obtidos em plantas com duas hastes, respectivamente, nas densidades de 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} , no cultivo de PV.

Relacionando os dados de crescimento, produtividade, qualidade de frutos e a facilidade para o manejo das plantas, densidades entre 2,5 e 3,0 plantas m^{-2} com duas hastes por planta para o cultivo de primavera-verão podem ser indicadas para o tomateiro Floradade de crescimento determinado em sistema de produção de base ecológica e em condições de cultivo no campo.

Para o cultivo em verão-outono, devem ser realizados novos estudos testando maiores densidades de plantio, aliado ao estudo indicativo da viabilidade econômica da cultura na época em questão.

Referências

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: UFLA, 2004. 400p.
- ANDRIOLO, J.L.; ESPÍNOLA, M.C.G.; GODÓI, R.; BORTOLOTTI, O.C.; LUZ, G.L. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. **Ciência Rural**, v.34, p.1251-1253. 2004.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. Jaboticabal: FCAV. 41 p. 2003.
- BORGUINI, R.G. & SILVA, M.V. O conteúdo nutricional de tomates obtidos por cultivo orgânico e convencional. **Revista Higiene Alimentar**, v.45, p.41-46, 2007.
- 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), em hidroponía bajo invernadero. **Chapingo**, v.14, n.73/74, p.26-30, 1991.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 2011.
- CALIMAN, F.R.B. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo**. 2003. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CALIMAN, F. R. B. **Enriquecimento com CO₂ por meio de compostagem para a cultura do tomateiro em ambiente protegido**. Tese de doutorado Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.
- CARVALHO, D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, v.6, n.66, p.63-68, 1980.

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

CARVALHO, L.A. de; NETO, J.T.; ARRUDA, M.C. de; JACOMINO, A.P.; MELO, P.C.T.

de. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento. **R. bras. Agrociência**, v.11, n.3, p.295-298, 2005.

CASA, J. & EVANGELISTA, R.M. Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, suplemento 1, p.1101-1108, 2009.

CEAGESP/CQH. **Normas de Classificação do Tomate**. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2003. (Centro de Qualidade em Horticultura. Documentos, 26).

CHARLO, H.C.O; SOUZA, S.C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.144-149, 2009.

DINIZ, L.P., MAFFIA, L.A., DHINGRA, O.D., CASALI, V.W.D., SANTOS, R.H.S. & MIZUBUTI, E.S.G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira** 31:171-179. 2006.

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

DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N.; MONTEZANO, E. M. Crescimento de frutos do meloeiro sob diferentes relações fonte:dreno. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 342-347, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2. ed., 2006. 306p.

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

GOMES, J. C. C. & BORBA, M. F. S. Limites e possibilidades da agroecologia como base para sociedades sustentáveis. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 29, p. 5-14, jul./dez. 2004.

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

HEUVELINK, E. Growth, development and yield of a tomato crop: periodic destructive measurements in a greenhouse. **Scientia Horticulturae**, v.61, p.77-99, 1995.

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

HO, L.C. Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v. 2, p. 277-285, 1984.

IBGE, 2012. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=27> Acesso em 30 de março de 2014.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHTHOLTON, M. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.113, n.5, p.742-745, 1978.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NEGAS, J.; JARVIS, P.O. **Methods of Growth Analysis**. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. (Ed). Plant Photosynthetic Production. The Hague: W. Junk, 1971. p. 343-391.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer. 1995. 448 p.

LOPES, W. de A. R. **Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2010. 92 f.

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

MARCELIS, L. F. M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance. **Scientia Horticulturae**, v. 54, n. 2, p. 123-130, 1993.

MARCELIS, L. F. M. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 1, p. 1281-1291, 1996. Special issue.

MARCELIS, L.F.M.; HEUVELINK, E., GOUDRIAAN, J. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. **Scientia Horticulturae**, v. 74, p. 83-111, 1998.

MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Plant Physiology**, v.39, p.295-300, 1974.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P. da S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alim. Nutr.**, v.19, n.1, p. 25-31, 2008.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v.9, n.3, p.747-766, 1972.

MORGAN, L. Tomato fruit flavor and quality evaluation. Part I. Disponível em: <[http://www.fertcut.com /seach.cfm](http://www.fertcut.com/seach.cfm)> (06 jan. 2004).

MUELLER S; WAMSER AF. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira** 27: 064-069. 2009.

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

PEIL, R. M. N.; GALVEZ, J. L. Effect of Fruit Removal on Growth and Biomass Partitioning in Cucumber. **Acta Horticulturae**, n. 588, p. 69-74, 2002.

PEIL, R.M. & GALVEZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrocência**, v.11, n.1, p.05-11, 2005.

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

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 e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 23, n. 3, p. 510-514, 1999.

PERBONI, L. T.; SCHNEID, D. F.; WATTHIER, M.; PEIL, R. M. N. **Produção e partição de matéria seca do tomateiro cereja em função da densidade de plantação em sistema hidropônico**. In.: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18. Anais... Pelotas: UFPEL, 2009.

PIERRO, A. **Gosto Bom**. Cultivar - Hortaliças e Frutas, n.14, p.10-12, jun./jul, 2002.

REIS, A. **Requeima: doença destrutiva e comum ao tomateiro e à batateira.**

Comunicado

Técnico, 78. Embrapa Hortaliças. Brasília – DF. 2010.

SCHVAMBACH, J. L.; ANDRIOLO, J. L.; HELDWEIN, A. B. Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, 2002.

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

SILVA, E. C.; ALVARENGA, P. P. M.; MACIEL, G. M. Avaliações físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 6 , p. 1788-1795, Nov./Dec. 2013.

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

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

VAN DE VOOREN, J.G; WELLES, W, H; WAYMAN, G. **Glasshouse crop production**. In: Atherthon, J.G.; Rudich, J. (Ed). The tomato crop. Chapman and Hall. London: 581-623 p. 1986.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.238-243, 2007.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; SUZUKI, A. Espaçamento entre plantas e cachos por haste no tutoramento vertical do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.565-570, 2009.

Apêndices

Apêndice A - Gráfico da evolução da radiação solar e da temperatura média do ar ao longo dos ciclos de cultivo. Pelotas, 2010-2011.

