

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção**  
**Agrícola Familiar**



**Tese**

**Crescimento, partição de massa seca e produtividade do  
morangueiro em sistema de cultivo orgânico**

**André Samuel Strassburger**

**Pelotas, 2010**

**ANDRÉ SAMUEL STRASSBURGER**

**CRESCIMENTO, PARTIÇÃO DE MASSA SECA E  
PRODUTIVIDADE DO MORANGUEIRO EM SISTEMA DE  
CULTIVO ORGÂNICO**

Tese de Doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Sistema  
de Produção Agrícola Familiar da  
Universidade Federal de Pelotas, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Doutor em Ciências.

**Orientadora:**

Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil (UFPEL/FAEM)

**Co-Orientador (es):**

Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros (Embrapa Clima Temperado)

Dr. José Ernani Schwengber (Embrapa Clima Temperado)

**Pelotas, 2010**

**Banca examinadora:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil: \_\_\_\_\_  
(Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL)

Pesquisador Dr. Luís Eduardo Corrêa Antunes: \_\_\_\_\_  
(Embrapa Clima Temperado)

Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo: \_\_\_\_\_  
(Centro de Ciências Rurais/UFSM)

Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch: \_\_\_\_\_  
(Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL)

## **AGRADECIMENTOS**

Neste momento de grande felicidade em que mais uma etapa de minha vida é terminada, são muitas as pessoas a quem quero deixar meu carinho e gratidão.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado;

À Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária e Desenvolvimento Regional 'Edmundo Gastal' pela concessão da bolsa de estudos e à Embrapa Clima Temperado por disponibilizar infra-estrutura para a realização do trabalho;

À Professora Roberta e ao Pesquisador José Ernani pela orientação, ensinamentos, amizade, confiança, atenção, compreensão e conselhos dados durante todo o período de trabalho;

Ao Pesquisador Carlos Alberto Medeiros por proporcionar que esse trabalho se tornasse realidade;

Aos amigos Denise, Jurandir e Gabriel que me auxiliaram e compartilharam grandes momentos de alegria durante o trabalho;

Aos meus sogros João Maria e Regina e aos meus cunhados Vani, Fabiana e João Jesus, meus sinceros agradecimentos pelos bons momentos que passamos juntos;

À minha querida família, meus pais Irineu e Adelaide e às minhas irmãs Damaris e Tabita, que em todos os momentos de minha vida acreditaram e torceram para que este sonho se tornasse realidade, minha eterna gratidão;

À minha amada esposa Katiúscia, que durante esse período sempre me apoiou e lutou comigo para que este sonho se tornasse realidade;

À Deus e a todas às pessoas que fizeram e fazem parte deste sonho, que agora se concretiza, minha eterna gratidão.

“Nenhuma grande vitória é possível sem que tenha sido precedida de pequenas vitórias sobre nós mesmos”

(L. M. Leonov)

Aos meus pais Adelaide e Irineu, pela vida, amor, dedicação, carinho, apoio e que nunca mediram esforços para que este sonho fosse realizado, dedico, e a minha amada esposa Katiúscia, ofereço.

## RESUMO

Strassburger, André Samuel. **Crescimento, partição de massa seca e produtividade do morangueiro em sistema de cultivo orgânico**. 2010. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil.

Um fator determinante para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A duração do ciclo, a produtividade, a qualidade da fruta e a resistência às principais doenças são aspectos importantes a serem considerados. Em se tratando do cultivo orgânico do morangueiro deve-se considerar, ainda, que as cultivares modernas atualmente disponíveis ao agricultor foram desenvolvidas em programas de melhoramento genético caracterizados pela adoção de sistemas de produção convencional. Assim, as cultivares provenientes desses programas podem apresentar menores patamares de crescimento, produtividade e de qualidade das frutas em sistemas de cultivo orgânico. Portanto, este trabalho teve como objetivo estudar o crescimento, a partição de massa seca e a produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. Para tanto, dois experimentos foram realizados. O Experimento 1 teve como objetivo estudar o efeito de bordadura sobre o crescimento das cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real e a dinâmica de crescimento dessas cultivares ao longo do ciclo de cultivo. O Experimento 2 teve como objetivo estudar o efeito da densidade de cultivo (determinada pelo número de linhas por canteiro – 2; 3 e 4 linhas, proporcionando densidades de 3,51; 5,26 e 7,02 plantas m<sup>-2</sup>) sobre as cultivares Diamante e Aromas. Os experimentos foram realizados na Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. O transplante das mudas foi realizado em 12/05/2008 (Experimento 1) e 04/07/2008 (Experimento 2). O delineamento experimental adotado foi o de blocos

completos casualizados com quatro repetições. A partir dos dados de biomassa aérea e da área foliar, determinou-se a produção e a partição de massa seca dos diferentes órgãos aéreos das plantas, bem como a produtividade e os demais índices e taxas de crescimento de interesse. Os resultados obtidos no Experimento 1 permitem concluir que não existe efeito de bordadura para as cultivares Aromas, Albion, Camarosa e Camino Real. De maneira geral, a 'Camarosa' apresenta maior crescimento (produção de massa seca) dos órgãos vegetativos aéreos e das frutas em relação às demais cultivares e juntamente com a 'Aromas', as maiores produtividades, sendo que a primeira apresenta maior crescimento reprodutivo precoce e, conseqüentemente, maior capacidade de produção precoce. A produção acumulada de massa seca da fração vegetativa, das frutas, do total da planta, a produtividade e o índice de área foliar nas cultivares Aromas, Albion, Camarosa e Camino Real elevam-se continuamente ao longo do ciclo de cultivo. A contribuição das frutas para a constituição do total da massa seca aérea das plantas varia de 2,2 a 13,4% no início da frutificação até 49,5 a 60,6% no final do cultivo o que indica que estas são os principais órgãos drenos das plantas. A taxa de crescimento da fração vegetativa cresce até o final do cultivo, enquanto que a taxa de crescimento das frutas decresce a partir de 184 dias após o transplante. A taxa de crescimento relativo é decrescente no decorrer do cultivo em todas as cultivares. Os resultados obtidos no Experimento 2 permitem concluir que o cultivo do morangueiro na densidade de 5,26 plantas m<sup>-2</sup> (em linhas triplas) proporciona uma adequada produção e partição de biomassa das plantas para as cultivares Diamante e Aromas e produtividade de frutas de 30,4 Mg ha<sup>-1</sup>, valor superior à densidade de 3,51 plantas m<sup>-2</sup> (linhas duplas) e semelhante ao da densidade de 7,02 plantas m<sup>-2</sup> (linhas quádruplas). Ao final do ciclo de cultivo, as cultivares Diamante e Aromas apresentam padrões semelhantes de crescimento e de produtividade.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa* Duch., fisiologia da produção, produção e partição de massa seca, dinâmica de crescimento, densidade de plantio, produção sustentável.

## ABSTRACT

Strassburger, André Samuel. **Growth, dry mass partitioning and fruit yield of strawberry in organic crop system**. 2010. 124 f. Thesis (Doctor in Science). Post-Graduation Program in Sistema de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Adviser: Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil.

The strawberry cultivar choice is an important factor for the success of the crop. The time crop, yield and quality of the fruits and resistance of diseases are important aspects to consider. In strawberry growing in organic crop system should consider too, that the modern cultivars currently available for the farmers were developed in breeding programs characterized by the use of conventional crop system. Therefore, the cultivars developed from these programs can obtain smaller growth, yield and fruit production in organic crop system. Therefore, the aim of this work was to study the growth, dry mass partitioning and yield of strawberry cultivars in organic crop system. Thus, two trials were conducted. The objective of Trial 1 was to evaluate the border effect on growth of Albion, Aromas, Camarosa and Camino Real strawberry cultivars as well as the dynamics of these cultivars along the crop-season. The objective of Trial 2 was to evaluate the plant density effect (determined by row number per bed – 2; 3 and 4, providing densities of 3.51; 5.26 and 7.02 plants m<sup>-2</sup>, respectively) on the growth of Aromas and Diamante strawberry cultivars. The trials were conducted in Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. The plant setting was performed in 05/12/2008 (Trial 1) and 07/04/2008 (Trial 2). The randomized blocks experimental design was used with four replications. From the data of aboveground biomass production and leaf area, the dry mass production and partitioning among the different aboveground organs, as well as yield and others interesting index and rates of growth were determinate. The obtained results from Trial 1 indicated that there are no border effects for the Albion, Aromas,

Camarosa and Camino Real strawberry cultivars. In general form 'Camarosa' presented the highest growth (dry mass production) of the shoot organs and fruits in relation to the others cultivars and together with 'Aromas', the highest fruit yield. However, 'Camarosa' obtained highest early reproductive growth and consequently highest early yield. Accumulated dry mass production of the shoot, fruits and total aboveground plant, yield and leaf area index in Albion, Aromas, Camarosa and Camino Real cultivars increase continuously along the crop-season. The fruit dry mass represented from 2.2 to 13.4% at fruiting beginning until 49.5 to 60.6% at the end of crop-season of the total aboveground dry mass, which indicate that they are the strongest sinks for assimilates. The vegetative growth rate increase until the end of the crop, while that the fruits growth rate decrease after 184 days after setting. The relative growth rate decrease along the crop in all cultivars. The obtained results from the Trial 2 indicated that the grown of strawberry at 5.26 plants m<sup>-2</sup> (triple row) provide a more appropriate plants biomass production and partitioning and yield of 30.4 Mg ha<sup>-1</sup>, which was higher than the yield of 3.51 plants m<sup>-2</sup> (double row) and similar to 7.02 plants m<sup>-2</sup> (quadruple row) yield. The Aromas and Diamante cultivars showed similar growth pattern and yield.

**Key words:** *Fragaria x ananassa* Duch., production physiology, dry mass production and partitioning, growth dynamics, plant density, sustainable production.

## SUMÁRIO

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| PROJETO DE PESQUISA .....                                                   | 13 |
| 1. IDENTIFICAÇÃO .....                                                      | 15 |
| 2. CARACTERIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA .....                                | 16 |
| 3. OBJETIVOS E METAS .....                                                  | 21 |
| 3.1. Objetivo Geral .....                                                   | 21 |
| 3.2. Objetivos Específicos .....                                            | 21 |
| 3.3. Metas .....                                                            | 22 |
| 4. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO .....                                   | 22 |
| 4.1. Localização e caracterização da área experimental .....                | 22 |
| 4.2. Correção da fertilidade do solo e preparo dos canteiros .....          | 23 |
| 4.3. Tratamentos experimentais e manejo da cultura .....                    | 24 |
| 4.4. Avaliações e medidas experimentais .....                               | 25 |
| 4.4.1. Medidas climatológicas .....                                         | 25 |
| 4.4.2. Avaliações de crescimento das plantas .....                          | 25 |
| 4.4.3. Análise da composição química dos tecidos vegetais .....             | 26 |
| 4.4.4. Delineamento experimental e análise estatística dos resultados ..... | 26 |
| 5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....                                             | 27 |
| 5.1. Ano de 2008 (primeiro experimento) .....                               | 27 |
| 5.2. Ano de 2009 (segundo experimento) .....                                | 28 |
| 5.3. Ano de 2010 (Redação final da Tese de Doutorado) .....                 | 28 |
| 6. RECURSOS NECESSÁRIOS .....                                               | 29 |
| 6.1. Recursos financeiros .....                                             | 29 |
| 6.2. Recursos Físicos .....                                                 | 30 |
| 6.3. Recursos Humanos .....                                                 | 30 |
| 7. INDICADORES DE RESULTADOS .....                                          | 30 |
| 7.1. Indicadores de progresso ao final de cada 6 meses .....                | 30 |
| 7.2. Indicadores de resultados ao final do projeto .....                    | 31 |

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8. RISCOS E DIFICULDADES .....                                                                                                                             | 31  |
| 9. DIVULGAÇÃO PREVISTA .....                                                                                                                               | 32  |
| 10. REFERÊNCIA .....                                                                                                                                       | 32  |
| RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO .....                                                                                                                       | 38  |
| ARTIGO 1: Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico: efeito da posição da planta no canteiro .....           | 41  |
| Resumo .....                                                                                                                                               | 42  |
| Abstract.....                                                                                                                                              | 43  |
| Introdução.....                                                                                                                                            | 44  |
| Material e Métodos .....                                                                                                                                   | 47  |
| Resultados e discussão .....                                                                                                                               | 50  |
| Conclusões .....                                                                                                                                           | 55  |
| Referências.....                                                                                                                                           | 55  |
| ARTIGO 2: Dinâmica do crescimento e da produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico .....                                     | 63  |
| Resumo .....                                                                                                                                               | 64  |
| Abstract.....                                                                                                                                              | 65  |
| Introdução.....                                                                                                                                            | 66  |
| Material e Métodos .....                                                                                                                                   | 68  |
| Resultados e discussão .....                                                                                                                               | 72  |
| Conclusões .....                                                                                                                                           | 78  |
| Referências.....                                                                                                                                           | 78  |
| ARTIGO 3: Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico..... | 88  |
| Resumo .....                                                                                                                                               | 89  |
| Abstract.....                                                                                                                                              | 90  |
| Introdução.....                                                                                                                                            | 91  |
| Material e Métodos .....                                                                                                                                   | 93  |
| Resultados e Discussão .....                                                                                                                               | 96  |
| Conclusões .....                                                                                                                                           | 103 |
| Referências.....                                                                                                                                           | 103 |
| CONCLUSÕES GERAIS.....                                                                                                                                     | 111 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                                                                                                 | 113 |
| REFERÊNCIAS.....                                                                                                                                           | 115 |

## **PROJETO DE PESQUISA**



**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:**

**Crescimento e dinâmica de extração de nutrientes de cultivares de  
morangueiro em sistema de cultivo orgânico**

**Proponente:**

André Samuel Strassburger  
Eng. Agrônomo M.Sc

**Pelotas, outubro de 2008**

## 1. IDENTIFICAÇÃO

**Título do projeto:** Crescimento e dinâmica de extração de nutrientes de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico

**Linha(s) de atuação em que se insere o projeto:** Processos Biológicos nos Sistemas de Produção Agrícola

**Coordenador do projeto:** André Samuel Strassburger

**Instituição Executora:** Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)/Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (PPGSPAF) em Parceria com a Embrapa Clima Temperado (CPACT)/Estação Experimental Cascata (EEC)

### EQUIPE

#### **Pesquisadores:**

Professora Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil (Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL) – Orientadora;

Pesquisador Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros (Embrapa Clima Temperado/Pelotas) – Co-Orientador;

Pesquisador Dr. José Ernani Schwengber (Embrapa Clima Temperado/Pelotas) – Co-Orientador.

#### **Estudantes envolvidos:**

##### **Doutorado:**

Engenheiro Agrônomo M.Sc. André Samuel Strassburger

##### **Mestrado:**

Engenheira Agrônoma Denise de Souza Martins

## 2. CARACTERIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA

O cultivo do morangueiro, segundo relatos históricos, foi iniciado nas civilizações indígenas da América Pré-Colombiana. Tanto a espécie *Fragaria chiloensis* quanto a *Fragaria virginiana* foram, provavelmente, cultivadas pelos índios (Seelig, 1975). Após o século XIV, várias espécies do gênero *Fragaria* foram retiradas do estado selvagem e cultivadas em jardins Europeus com finalidade ornamental e medicinal. A hibridação, ocorrida na Europa no século XVIII entre as espécies *F. chiloensis* e *F. virginiana*, originou o morangueiro cultivado atualmente (*Fragaria x ananassa* Duch.) e, a partir de então, ocorreu um incremento em relação à importância dessa cultura.

No Brasil, a exploração comercial do morangueiro teve início no Rio Grande do Sul, a partir de meados do século XIX (Dias et al., 2007), mas somente a partir dos anos 60, as lavouras foram ampliadas com a introdução de cultivares mais adaptadas (Castellane, 1993; Passos, 1997; Ronque, 1998) e de novas técnicas de cultivo (Ronque, 1998).

A produção brasileira ocupa uma área estimada de 3500 ha, sendo uma importante atividade socioeconômica em muitas regiões do Brasil. Dentre os estados produtores de morango destacam-se Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, como os maiores produtores nacionais, representando aproximadamente, 33%, 32% e 16%, respectivamente, da produção nacional (Radmann et al., 2006).

No Rio Grande do Sul, a área cultivada com o morangueiro é estimada em 880 ha, com produção aproximada de 11 mil toneladas anuais (Oliveira et al., 2006). Possui grande importância para o setor hortigranjeiro da Região Sul do Estado, a qual possui uma fração significativa da área produzida com a cultura no Estado, sendo a produção predominantemente destinada para mesa.

É uma cultura altamente dependente de mão-de-obra, sendo seu cultivo praticado basicamente em pequenas áreas, empregando-se mão-de-obra familiar, constituindo a principal fonte de renda de muitas famílias. No Brasil, os estratos de área cultivada com o morangueiro variam de 0,2 a 1,0 ha (Botelho, 1999), sendo poucos os agricultores com áreas maiores. Possibilita atingir altas produtividades e alto rendimento econômico, uma vez que tem mercado garantido e um bom valor 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, a busca por produtos de alta qualidade, sadios, com redução ou ausência de agroquímicos e outros contaminantes. Para suprir tal demanda, os sistemas de produção de hortaliças vêm passando por transformações para adequar-se as novas exigências do mercado, o que tem exigido esforços dos agricultores e pesquisadores para identificar e eliminar deficiências tecnológicas do setor.

Neste sentido, o morango é uma das hortaliças que adquiriu imagem negativa junto ao mercado consumidor devido ao uso intensivo de agrotóxicos durante o ciclo de cultivo. A conscientização sobre os riscos decorrentes da aplicação indiscriminada destes produtos tem levado ao desenvolvimento de sistemas de produção que visam à redução da utilização de insumos sintéticos, priorizando o manejo integrado de pragas e doenças e o aperfeiçoamento de sistemas de cultivo integrado e orgânico.

O movimento que originou a agricultura orgânica começou nos países europeus como uma reação à utilização descontrolada de agrotóxicos e fertilizantes minerais de alta solubilidade e a busca por uma agricultura menos danosa ao meio ambiente (Paschoal, 1994). Atualmente, a agricultura orgânica pode ser definida como um sistema holístico de manejo da unidade de produção agrícola, que promove a agrobiodiversidade e os ciclos biológicos, visando à sustentabilidade social, ambiental e econômica da unidade de produção no tempo e no espaço. Baseia-se na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos e hormônios (Neves et al., 2000). No Brasil, é regulamentada pela Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 (Brasil, 2007).

Ainda, é preciso observar, que um sistema orgânico de produção não é obtido somente pela troca de insumos químicos por insumos orgânicos/biológicos/ecológicos. Requer o comprometimento do setor produtivo com o sentido holístico da produção agrícola, onde o uso eficiente dos recursos naturais não renováveis, a manutenção da biodiversidade, a proteção do meio ambiente, o desenvolvimento econômico, bem como a qualidade de vida do homem estejam igualmente contemplados (Neves et al., 2000).

As estatísticas sobre a produção orgânica ainda são escassas, todavia, as existentes, indicam uma expansão significativa da demanda por produtos orgânicos, com taxas de crescimento de 10-20% ao ano em países como Estados Unidos, Japão, Itália, França e Alemanha (Yussefi & Willer, 2003), sendo considerado o seguimento do setor de alimentos que tem apresentado as maiores taxas de crescimento (Neves, 2005).

Um aspecto adicional a ser considerado em relação aos produtos oriundos de sistemas de cultivo orgânico é sua valorização pelos consumidores. Como a produção não tem acompanhado a demanda, normalmente são oferecidos melhores preços para os produtos orgânicos (Neves et al., 2000), passando a ser uma excelente opção para os agricultores familiares que se enquadram perfeitamente ao sistema de cultivo orgânico.

Mesmo com a crescente demanda dos produtos orgânicos e sua maior valorização pelo mercado consumidor, atualmente a maior fração do morango produzido no Brasil é proveniente de sistemas de cultivo convencional, caracterizados pela intensa utilização de fertilizantes solúveis e aplicação de insumos químicos fitoprotetores, chegando até a 45 pulverizações com agrotóxicos por ciclo de cultivo (Dias et al., 2007), motivo pelo qual o morango se encontra como um dos alimentos que apresentam elevados níveis de resíduos químicos (Dias et al., 2007; Gimenez, 2007). Dessa forma, existe a necessidade de maiores estudos e o aperfeiçoamento de sistemas de produção que objetivem reduzir a dependência dos insumos sintéticos para esta cultura, reduzindo a contaminação das frutas e tornando o sistema de produção menos agressivo ao meio ambiente. Nesse sentido, alguns problemas fitossanitários foram amenizados e/ou reduzidos como a adoção de novas práticas de cultivo, como, por exemplo, a utilização da plasticultura, mudas de maior qualidade e a adoção de sistemas de irrigação por gotejamento, que reduzem o molhamento foliar e o ataque de algumas doenças responsáveis por grande parte da utilização dos agrotóxicos.

Um fator determinante para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A duração do ciclo, a produtividade, a qualidade da fruta, a resistência às principais doenças e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo são aspectos importantes a serem considerados no momento da escolha da cultivar (Gimenez, 2007).

Até a década de 80, as principais cultivares utilizadas no Brasil eram provenientes, exclusivamente, de programas de melhoramento de instituições nacionais, destacando-se o trabalho do Instituto Agronômico de Campinas e da Embrapa Clima Temperado (Reichert & Madail, 2003 apud Mazaro, 2007). Atualmente, as cultivares mais utilizadas no Brasil provêm basicamente de programas de melhoramento genético realizados nos Estados Unidos (destacando-se as cultivares Aromas, Camarosa, Camino Real, Diamante, Dover, Festival, Oso Grande e Ventana), na Espanha (Milsei-Tudla e Sabrosa-Candonge), na Embrapa Clima Temperado (cultivares Bürkley, Santa Clara e Vila Nova) e no Instituto Agronômico de Campinas (cultivar Campinas entre outras) (Mazaro, 2007). Entre estas cultivares, existem uma série de diferenças quanto à produtividade (Cansian et al., 2001; Pallamin et al., 2003; Castro et al., 2003; Antunes, 2007), fenologia de floração e de frutificação (Antunes et al., 2006), bem como a características visuais (Conti et al., 2002) e organolépticas da fruta (Fumis et al., 2003), sendo necessária uma rigorosa seleção para a eleição da cultivar a ser utilizada.

Em se tratando do cultivo orgânico do morangueiro, outra questão importante é que, atualmente, os programas de melhoramento genético dessa cultura caracterizam-se pela avaliação e seleção de clones em sistema de cultivo convencional. As cultivares provenientes desses programas de melhoramento genético podem apresentar menor crescimento, produtividade e qualidade de produção em sistemas de cultivo orgânico (Castro et al. 2003), uma vez que as características produtivas das cultivares resultam do manejo adotado e das condições ambientais a que são submetidas, sendo necessária a adequação da cultivar a ser utilizada com o ambiente de cultivo (Duarte Filho et al., 2007), ou seja, existe forte interação genótipo x ambiente.

Nesse sentido, a análise de crescimento tornou-se uma das ferramentas que tem auxiliado os pesquisadores a conhecer a adaptação ecológica das cultivares a novos ambientes, os efeitos dos sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos (Kvet et al., 1971), tornando-se um método padrão para a mensuração da produtividade biológica das culturas (Pereira & Machado, 1987). É um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos (Kvet et al., 1971).

Baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu ciclo é resultado da atividade fotossintética (Benincasa, 1988). Requer informações obtidas por meio de vários índices fisiológicos. Entre estes, os mais utilizados são: o índice de área foliar, a duração de área foliar, a taxa de crescimento da cultura, a taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida (Pereira & Machado, 1987), estando essas variáveis diretamente relacionadas à produção e a distribuição de massa fresca e seca entre os diferentes órgãos da planta em um determinado período de tempo.

Os índices envolvidos indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos). Portanto, 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 o crescimento de algumas hortaliças, tais como: pepineiro (Marcelis, 1994; Peil, 2000), pimentão (Fontes, 2005), meloeiro (Medeiros et al., 2006; Duarte et al., 2008), tomateiro (De Koning, 1994; Heuvelink, 1995; Fayad et al., 2001) e abobrinha italiana (Strassburger, 2007), entretanto, informações mais aprofundadas sobre o crescimento do morangueiro são escassas e, em se tratando de sistema de cultivo orgânico, são inexistentes.

Além do conhecimento sobre o crescimento do morangueiro e a adaptabilidade das diferentes cultivares ao sistema de cultivo orgânico, a elucidação de questões relacionadas à nutrição das plantas também torna-se preponderante, uma vez que as plantas exigem relações ótimas de nutrientes minerais, água, luz e CO<sub>2</sub> para atingirem altas produtividades (Taiz & Zieger, 2004). Em se tratando do morangueiro, a adequada nutrição da cultura torna-se fundamental, pois afeta a produtividade e a qualidade das frutas.

A redução da quantidade de fertilizantes aplicados e a maximização daqueles utilizados possibilita a redução da dependência de insumos externos à unidade de produção. Para que este objetivo seja alcançado, é importante o conhecimento sobre a dinâmica da extração de nutrientes, possibilitando a sincronização entre a disponibilidade do fertilizante com as necessidades das plantas (Tagliavini et al.,

2005), ainda mais em sistemas de cultivo orgânico, que utilizam compostos que liberam lentamente os nutrientes.

A produção de morangos em sistemas de cultivo orgânico pode possibilitar a oferta de um produto com reduzida carga de contaminantes químicos, torna a cultura menos dependente de insumos externos à propriedade e melhora a relação entre o sistema de produção e o meio ambiente. Todavia, existe a necessidade de maiores estudos em relação ao crescimento do morangueiro, visando identificar, dentre as cultivares atualmente disponíveis aos agricultores, aquelas mais adaptadas ao sistema de cultivo orgânico, bem como elucidar questões relacionadas à dinâmica nutricional da cultura.

### **3. OBJETIVOS E METAS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Produzir conhecimento básico e aplicado sobre o crescimento e a nutrição de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico, identificando aquelas, disponíveis no mercado brasileiro, que melhor se adaptam ao sistema de cultivo proposto.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Quantificar a produção e a partição de biomassa de cultivares de morangueiro, bem como a dinâmica de evolução dessas variáveis;
- Determinar os principais índices de crescimento das diferentes cultivares de morangueiro estudadas;
- Estudar a dinâmica de extração dos macronutrientes ao longo do ciclo de cultivo, com vistas a recomendação de adubação para a cultura do morangueiro.

### 3.3. Metas

As metas a serem alcançadas por este projeto são:

- Promover a formação acadêmica de recursos humanos qualificados na área de estudo pela participação de bolsistas de iniciação científica e estagiários;
- Definir as cultivares de morangueiro mais adaptadas ao sistema de cultivo orgânico nas condições da Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul;
- Aperfeiçoar o manejo do morangueiro em sistema de cultivo orgânico, viabilizando sua produção com reduzido impacto ao meio ambiente, proporcionando uma alternativa ao sistema convencional de cultivo, que permita uma produtividade e rendimento econômico adequado ao agricultor com um produto final de alta qualidade;
- Detectar os pontos de estrangulamento do cultivo do morangueiro em sistema orgânico;
- Publicar quatro artigos científicos em revistas especializadas na área de conhecimento em que se enquadra o projeto;
- Publicação de uma Tese de Doutorado sobre a temática do projeto.

## 4. METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

### 4.1. Localização e caracterização da área experimental

Este projeto prevê experimentos a serem realizados nos anos de 2008 e 2009. Os experimentos serão realizados na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), na Estação Experimental Cascata (EEC) localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS).

A localização geográfica aproximada é: latitude 31° 37' S, longitude 52° 31' W e altitude de 181 m acima do nível do mar. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen, é do tipo “cfa” – clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (Mota et al., 1986).

Os experimentos serão realizados em área previamente selecionada e caracterizada quimicamente pela análise de solo. Serão preparados canteiros e estes abrigados por túneis baixo, com altura máxima de 1,2 m de altura, cobertos com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 0,1 mm de espessura e dimensões de: 1,2 x 18,5 m, dispostos no sentido Norte-Sul.

O controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior dos túneis, será realizado mediante o soerguimento lateral do plástico de revestimento às 8 horas e seu fechamento às 17 horas. Em dias de chuva e ventos fortes, estes serão mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo das condições climáticas.

#### **4.2. Correção da fertilidade do solo e preparo dos canteiros**

Inicialmente, será determinada a necessidade de correção da fertilidade do solo, por meio da coleta de 10 sub-amostras, as quais irão compor uma amostra composta que será encaminhada ao Laboratório de Análise de Solos (FAEM/UFPEL) para a determinação da concentração de macro e micronutrientes. Posteriormente, os canteiros serão preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,4 m de altura. Serão utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1,1 x 16,5 m com caminhos de aproximadamente 0,5 m. A correção do solo será realizada conforme o resultado da análise química, levando-se em consideração as recomendações segundo a SBCS/NRS (2004) para a cultura do morangueiro.

Para a correção do pH será utilizado calcário dolomítico com um PRNT de 98%. Para a correção da fertilidade do solo, será utilizado vermicomposto bovino (previamente analisado em relação à concentração de macro e micronutriente) e, caso necessário, outra fonte alternativa (torta de mamona ou cinzas), para a correção de nutrientes limitantes, conforme as recomendações de Kiehl (1985). Após a aplicação dos fertilizantes corretivos, novamente será utilizada a enxada rotativa encanteiradora para a incorporação dos mesmos.

### 4.3. Tratamentos experimentais e manejo da cultura

As cultivares utilizadas, que caracterizam os tratamentos experimentais serão: Camarosa, Camino Real, Ventana, Aromas e Albion. As mudas serão importadas de viveiros localizados na Argentina ou no Chile, de acordo com a disponibilidade do mercado.

Após o preparo dos canteiros e aplicação dos fertilizantes, será realizado o transplante das mudas, na primeira quinzena de abril em ambos experimentos. Anteriormente ao transplante, a muda será preparada (toaleta), deixando-se apenas as folhas mais novas. O sistema radicular será cortado deixando-o com aproximadamente 10 cm de comprimento.

O espaçamento utilizado será de 0,3 x 0,3 m, em sistema de quincôncio e três linhas por canteiro, resultando em uma densidade de 5,26 plantas m<sup>-2</sup> (levando-se em consideração a área total utilizada, incluindo os caminhos).

A irrigação das plantas será realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método da tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalados a 0,15 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo a capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação será realizada utilizando-se húmus líquido a 10%, preparado de acordo com a recomendação de Schiedeck et al. (2006).

A cobertura dos canteiros será realizada com plástico preto (PEBD) com 0,05 mm de espessura e 2,0 m de largura, colocado sobre os canteiros 30 dias após o transplante das mudas, conforme as recomendações de Medeiros e Santos (2005).

O controle de pragas e de doenças será baseado na Teoria da Trofobiose, ou seja, no equilíbrio nutricional das plantas, o qual proporciona resistência às mesmas (Chaboussou, 1987). Porém, se necessária intervenções curativas, estas serão realizadas conforme previsto na Instrução Normativa 007 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1999), utilizando-se recomendações alternativas descritas em Penteado (1999) e Claro (2000). Ainda, como forma de prevenção e redução da fonte de inóculo, serão realizadas limpezas frequentes nas plantas, retirando-se folhas, frutas ou até mesmo plantas severamente atacadas por pragas ou doenças. Como forma de melhorar a polinização das flores utilizar-se-á três colméias de abelhas africanizadas instaladas próximo às áreas experimentais.

#### **4.4. Avaliações e medidas experimentais**

##### **4.4.1. Medidas climatológicas**

Durante os experimentos, serão monitoradas a temperatura, a umidade relativa do ar, a precipitação e a radiação solar global incidente no exterior dos túneis de cultivo. Essas medidas serão obtidas em um de abrigo meteorológico, localizado a aproximadamente 500 m do local onde serão executados os experimentos.

##### **4.4.2. Avaliações de crescimento das plantas**

Serão avaliadas as massas fresca e seca da parte aérea das plantas durante o ciclo de cultivo e a acumulada ao final de cada experimento. As análises de biomassa serão realizadas em quatro fases de crescimento pré-determinadas, a saber: início do florescimento, florescimento pleno, frutificação plena e por ocasião do término do experimento. As plantas amostradas serão escolhidas previamente, logo após a implantação dos experimentos, sendo estas marcadas para a utilização dos valores acumulados no momento de cada avaliação.

Cada planta utilizada na análise de biomassa será dividida em três frações: caule (coroa + pedúnculos + estolão), folhas e frutas. As frações serão pesadas para a obtenção do peso fresco e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante. Também será determinada a área foliar com o auxílio de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). As frações obtidas por desfolhas antecipadas ou colheita anterior à análise de biomassa serão incorporadas à fração folhas e frutas, respectivamente, sendo essas computadas individualmente a cada planta controle.

Após a secagem, as diferentes frações novamente serão pesadas, em balança de precisão, obtendo-se suas respectivas massas secas. As massas fresca e seca da fração vegetativa da planta corresponderão 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 das plantas e calculados os principais índices de crescimento (área foliar específica, razão de área foliar, taxa de crescimento relativo, taxa de crescimento das frutas, taxa de

crescimento dos órgãos vegetativos aéreos e taxa de crescimento do cultivo) segundo orientações de Pereira & Machado (1987) e Benincasa (2003).

#### **4.4.3. Análise da composição química dos tecidos vegetais**

Após cada análise de crescimento, as plantas das cultivares Camarosa e Aromas serão submetidas à análise da composição química do tecido vegetal. As plantas seguirão a divisão proposta para a análise de crescimento, ou seja, divididas em caule (coroa + pedúnculo + estolões), folhas e frutas. As análises químicas serão realizadas no Laboratório de Análise de Solos (FAEM/UFPEL), segundo o procedimento descrito por Tedesco et al. (1995). Para cada fração, serão determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Dessa forma, se estabelecerá a extração desses nutrientes ao longo do ciclo de cada cultivar, bem como sua partição entre as diferentes frações das plantas.

#### **4.4.4. Delineamento experimental e análise estatística dos resultados**

O delineamento experimental adotado será o de blocos completos casualizados com quatro repetições, em ambos experimentos. O fator experimental estudado será cultivar, em cinco diferentes níveis: Albion, Aromas, Camarosa, Camino Real e Ventana. Serão utilizadas duas plantas por repetição em cada análise (para crescimento e composição química do tecido vegetal), sendo todas as plantas demarcadas logo após a instalação do experimento. Cada parcela será constituída por 33 plantas. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste DMS de Fisher com probabilidade de erro de 5%.



### 5.2. Ano de 2009 (segundo experimento)

| Atividades                       | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Revisão da Literatura            | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
| Coleta de solo para análise      |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Adubação e Calagem               |     |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Transplante das mudas            |     |     |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Implantação do mulching e túneis |     |     |     |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| Condução do experimento          |     |     |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
| Análises de biomassa             |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |     | X   |
| Coleta de material vegetal       |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |     | X   |
| Análise de tecido vegetal        |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |     | X   |
| Análise dos resultados           |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   | X   |
| Redação da Tese                  | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |

### 5.3. Ano de 2010 (Redação final da Tese de Doutorado)

| Atividades                  | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril |
|-----------------------------|---------|-----------|-------|-------|
| Revisão da Literatura       | X       | X         | X     | X     |
| Análise dos resultados      | X       | X         | X     | X     |
| Redação da Tese             | X       | X         | X     | X     |
| Defesa da Tese de Doutorado |         |           |       | X     |

## 6. RECURSOS NECESSÁRIOS

### 6.1. Recursos financeiros

A infra-estrutura de apoio já existente e que será utilizada para o desenvolvimento do projeto é a seguinte: balança de precisão, estufa de secagem com ar forçado, integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100), computador e impressora. Os recursos necessários se destinam a manutenção da estrutura, aquisição de novos equipamentos para reposição, materiais de consumo e serviços de terceiros, conforme descrito abaixo, os quais serão financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, de acordo com o processo número 479516/2007-3, do edital MCT / CNPq 15/2007 e por recursos da Embrapa Clima Temperado.

| <b>DISCRIMINAÇÃO</b>                                                                                     |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Custeio</b>                                                                                           |                    |
| <b>Material de consumo:</b>                                                                              | <b>Valor (R\$)</b> |
| Mudas (1000 unidades)                                                                                    | 500,00             |
| Esterco bovino para a vermicompostagem (10 m <sup>3</sup> )                                              | 160,00             |
| Torta de mamona (4 sacos)                                                                                | 200,00             |
| Filme plástico de polietileno transparente (100 m x 2 m x 100 µm)                                        | 1800,00            |
| Filme plástico de polietileno preto (100 m x 2 m x 50 µm)                                                | 240,00             |
| Mangueira gotejadora (240 m)                                                                             | 600,00             |
| Armação para túnel baixo                                                                                 | 150,00             |
| Material para preparo de caldas (óleo vegetal, sulfato de cobre, etc)                                    | 400,00             |
| Sacos de papel para secagem do material: 5000 un.                                                        | 300,00             |
| Participação em Eventos                                                                                  | 2.000,00           |
| Análises químicas de tecido vegetal (200 amostras), do solo (2 amostras) e do vermicomposto (2 amostras) | 3.000,00           |
| <b>Total custeio</b>                                                                                     | <b>9.350,00</b>    |
| <b>Capital</b>                                                                                           |                    |
| <b>Equipamentos e material permanente:</b>                                                               | <b>Valor (R\$)</b> |
| Balança analítica, precisão de 0,1 g                                                                     | 2.100,00           |
| pHmetro de bolso: 1 un.                                                                                  | 500,00             |
| Paquímetro                                                                                               | 500,00             |
| Pulverizador costal 20 L                                                                                 | 150,00             |
| <b>Total capital</b>                                                                                     | <b>3.250,00</b>    |
| <b>Total Recursos</b>                                                                                    | <b>12.600,00</b>   |

## **6.2. Recursos Físicos**

- Estrutura do Campo Experimental da Estação Experimental Cascata;
- Laboratório de Física do Solo – FAEM/UFPEL.

## **6.3. Recursos Humanos**

- Professora Dr<sup>a</sup>. Roberta Marins Nogueira Peil (Departamento de Fitotecnia/FAEM/UFPEL) – Orientadora;
- Pesquisador Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros (Embrapa Clima Temperado/Pelotas) – Co-Orientador;
- Pesquisador Dr. José Ernani Schwengber (Embrapa Clima Temperado/Pelotas) – Co-Orientador;
- Engenheiro Agrônomo M.Sc. André Samuel Strassburger – Aluno de Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM/UFPEL;
- Engenheira Agrônoma Denise de Souza Martins – Aluna de Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM/UFPEL;
- Engenheiro Agrônomo Jurandir Buchweitz da Silva.

## **7. INDICADORES DE RESULTADOS**

### **7.1. Indicadores de progresso ao final de cada 6 meses**

#### **Ao final de seis meses:**

- Treinamento de bolsistas de iniciação científica e estagiários em sistemas de produção de hortaliças, focando o manejo fitotécnico da cultura do morangueiro e a importância das práticas agrícolas realizadas.

### **Ao final de 12 meses:**

- Treinamento de bolsistas de iniciação científica e estagiários em sistemas de produção de hortaliças, focando o manejo fitotécnico da cultura do morangueiro e a importância das práticas agrícolas realizadas.
- Identificação preliminar da(s) cultivar(es) mais adapta(s) ao sistema de cultivo orgânico;
- Inferir sobre os pontos de estrangulamento, vantagens e desvantagens da produção de morangos em sistema de cultivo orgânico;
- Elaboração e submissão de um trabalho científico a uma revista especializada da área de conhecimento em que se enquadra o projeto.

### **7.2. Indicadores de resultados ao final do projeto**

- Treinamento de bolsistas de iniciação científica e estagiários em sistemas de produção de hortaliças, focando o manejo fitotécnico da cultura do morangueiro e a importância das práticas agrícolas realizadas;
- Identificação da(s) cultivar(es) mais adapta(s) sob o ponto de vista da análise de crescimento e produção, ao sistema de cultivo orgânico;
- Inferir sobre os pontos de estrangulamento, vantagens e desvantagens da produção de morangos em sistema de cultivo orgânico;
- Elaboração e submissão de quatro artigos científicos a revistas especializadas da área de conhecimento em que se enquadra o projeto;
- Elaboração de uma Tese de Doutorado sobre a temática do projeto.

## **8. RISCOS E DIFICULDADES**

Os maiores riscos são aqueles usuais em um cultivo a campo, estando relacionados à ocorrência de intempéries, como excesso de chuvas ou de calor, vendavais ou chuva de granizo de grandes proporções, os quais podem danificar a estrutura de cultivo e as plantas, bem como a ocorrência de pragas ou moléstias de difícil controle. O atraso na entrega das mudas e algumas alterações no fluxo de

disponibilidade de recursos financeiros pode acarretar atrasos no cronograma de execução.

## 9. DIVULGAÇÃO PREVISTA

Os resultados serão divulgados em periódicos (Horticultura Brasileira, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Bragantia, dentre outros) e anais do Congresso de Olericultura, Congresso de Iniciação Científica e Pós-Graduação da UFPEL e da Embrapa Clima Temperado, bem como em palestras, reuniões técnicas, cursos e demais momentos oportunos.

## 10. REFERÊNCIA

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R.E. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 94-99, 2007.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.24, p. 426-430, 2006.

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

BOTELHO, J.S. Situação atual da cultura do morangueiro no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 22-23, 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 7 de 17 de maio de 1999. 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Texto da Lei nº 10831 de 23 de dezembro de 2003. Regulamentada pelo Decreto Nº 6323, de 27 de dezembro de 2007.

CANSIAN, R.; MOSSI, A.J.; LEONTIEV-ORLOV, O.; BARBIERE, C.; MURTELLE, G.; PAULETTI, G.F.; ROTA, L.D. Comportamento de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) na Região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 103-105, 2002.

CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: FERREIRA M.E.; CASTELLANE, P.D. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS. 1993.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.21, p. 227-230, 2003.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&PM. 1987. 253p.

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. 250 p., 2001.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 10-17, 2002.

DE KONING, A.N.M. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. 1994. 240p. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Wageningen Agricultural University, Wageningen.

DIAS, M.S.C.; SILVA, J.J.C.; PACHECO, D.D.; RIOS, S.A.; LANZA, F.E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 24-33, 2007.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGER, A.S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 348-243, 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**, v. 19, p. 232-237, 2001.

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

FUMIS, T.F.; SAMPAIO, A.C.; PALLAMIN, M.L.; OLIVEIRA, O.M. de. Avaliação tecnológica de nove cultivares de morango na região de Bauru - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB. (CD-ROM). 2003.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J.L. (ed). **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM. 1: 3-8. 2007.

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

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres. 492 p. 1985.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague: W. Junk. p. 343-391. 1971.

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

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

MAZARO, S.M. 2007. **Indução de resistência à doenças em morangueiro pelo uso de elicitores**. 2007. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia e Fitossanitarismo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEDEIROS, A.R.M. de; SANTOS, A.M. Práticas culturais. In: ANTUNES, L.E.C.; FILHO, J.D. Sistema de Produção do Morango. Embrapa Clima Temperado. **Sistemas de Produção**. 2005.

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

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: Realizações e programa de trabalho. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

NEVES, M.C.P. Agricultura Orgânica na União Européia. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia princípios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Agrobiologia. p 201-214. 2005.

NEVES, M.C.P.; MEDEIROS, C.A.B; ALMEIDA, D.L. de; DE-POLLI, H.; RODRIGUES, H. da R.; GUERRA, J.G.M.; NUNES, M.U.C.; CARDOSO, M.O.; AZEVEDO, M. dos S.F.R.; VIEIRA, R. de C.M.T.; SAMINÊZ, T.C. de O. Agricultura Orgânica: Instrumento para a Sustentabilidade dos Sistemas de Produção e Valoração de Produtos Agropecuários. Embrapa Agrobiologia. 22p. (**Documentos, 122**). 2000.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; WREGE, M.S.; UENO, B.; SUITA, L.A. Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro. Embrapa Clima Temperado. 28 p. (**Documentos, 162**). 2006.

PALLAMIN, M.L.; SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T.F.; OLIVEIRA, O.M. Avaliação da produtividade de nove cultivares de morango na região de Bauru-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB. (CD-ROM). 2003.

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos**: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. Piracicaba. 191 p. 1994.

PASSOS, F.A. **Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango**. 1997. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PASSOS, F.A. Melhoramento do morangueiro no Instituto Agrônomo de Campinas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, Pouso Alegre. **Anais...** Morango: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG-FECD. 1999.

PEIL, R.M.N. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. 2000. 210p. Tese (Doutorado em horticultura). Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería, Almería.

PENTEADO, S.R. 1999. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas, 2ª ed. 79 p.

PEREIRA, A.R; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 33p. (**Boletim técnico**). 1987.

PIRES, R.C. de M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 471-425, 2006.

RADMANN, E.B.; BIANCHI, V.J.; OLIVEIRA, R.P. de; FACHINELLO, J.C. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 84-87, 2006.

RONQUE, E.R. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. 1ª ed. Curitiba: EMATER/Paraná. 206 p. 1998.

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

SEELIG, R.A. **Strawberries**. 3ª ed. Washington: United Fresh Fruit & Vegetable Association. 24p. 1975.

SBCS/NRS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 10ª ed. Porto Alegre. 2004. p. 258-259p.

STRASSBURGER, A.S. **Crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva em duas estações de cultivo**. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TAGLIAVINI, M.; BALDIA, E.; LUCCHIC, P.; ANTONELLIA, M.; SORRENTIA, G., BARUZZIB, G.; FAEDIB, W. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants

(*Fragaria x ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 15-25, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3<sup>a</sup>ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS. 174p. 1995.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. **The World of Organic Agriculture 2003: Statistics and Future Prospects**. Tholey-Theley: IFOAM. 128 p. 2003.

## **RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO**

## Relatório do trabalho de campo

O início do trabalho de campo deu-se no mês de janeiro de 2008, com a coleta de amostras do solo e do vermicomposto para a análise química. De posse dos resultados, procedeu-se o cálculo da quantidade necessária de calcário e de vermicomposto a serem utilizados para a correção da fertilidade e da acidez do solo. Posteriormente, procedeu-se o preparo dos canteiros (em número de quatro), com enxada rotativa encanteiradora. A dimensão dos canteiros foi de aproximadamente 1,1 x 27,0 x 0,3 m e caminhos de 0,5 m, sendo que cada canteiro constituiu um bloco.

A correção da fertilidade do solo foi realizada de acordo com o resultado da análise química do solo, dos fertilizantes utilizados e das recomendações da SBCS/NRS para a cultura do morangueiro, com base na concentração de potássio no solo. Para a correção do pH foram aplicados 2,7 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, com PRNT de 98%. Para a correção da fertilidade do solo, foram utilizados 18,6 Mg ha<sup>-1</sup> de vermicomposto bovino e 24,0 Mg ha<sup>-1</sup> de torta de mamona, tendo-se como base o teor de potássio. Tanto a aplicação do calcário como dos fertilizantes foram realizadas a lanço. Posteriormente, a enxada rotativa encanteiradora foi novamente utilizada para a incorporação do calcário e dos fertilizantes.

Dois experimentos foram realizados, sendo que o Experimento 1 teve como objetivo estudar o efeito de bordadura sobre crescimento das cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real e a dinâmica de crescimento dessas cultivares ao longo do ciclo de cultivo. O Experimento 2 teve como objetivo estudar o crescimento das cultivares Diamante e Aromas em diferentes densidades de cultivo. O transplante das mudas foi realizado no dia 12/05/2008 (no Experimento 1) e no dia 04/07/2008 (no Experimento 2). Anteriormente ao transplante, instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo que, durante o período de cultivo, a necessidade de irrigação foi monitorada por um tensiômetro de vacuômetro, instalados a 0,15 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo a capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa). A fertirrigação foi realizada com húmus líquido (vermicomposto bovino diluído em água e posteriormente coado) em uma concentração de 10%.

No momento do transplante, realizou-se a limpeza das mudas (toailete), deixando-se apenas as folhas mais novas. A raiz foi cortada, deixando-a com aproximadamente 10 cm de comprimento. A cobertura dos canteiros foi realizada com plástico preto (PEBD) com 50  $\mu$ m de espessura e 2,0 m de largura após o completo pegamento das mudas (aproximadamente 45 dias após transplante - DAT) e, posteriormente, procedeu-se a instalação dos túneis baixos.

Durante o período de cultivo, o controle de insetos e de doenças foi realizado utilizando-se calda bordalesa, calda sulfocálcia, extrato de nim e alhol (mistura de alho triturado, óleo vegetal, sabão neutro e água). Ainda, como forma de prevenção e de redução da fonte de inóculo, foram realizadas limpezas frequentes nas plantas, retirando-se folhas, frutas ou até mesmo plantas severamente atacadas. Após o estabelecimento das mudas, foram selecionadas 8 plantas em cada parcela no Experimento 1, sendo quatro plantas do centro da parcela e quatro plantas na bordadura da parcela (para a comparação do crescimento entre as plantas centrais e as de bordadura). No Experimento 2, foi selecionada uma planta por parcela. Dessa forma, foram selecionadas 152 plantas sobre as quais se manteve total controle da colheita de frutas, remoção de folhas e de estolões durante o ciclo de cultivo.

As análises de biomassa, no Experimento 1, foram realizadas em diferentes estádios fenológicos pré-estabelecidos: crescimento vegetativo, florescimento pleno (mais de 50% das plantas com flores), frutificação plena (mais de 50% das plantas com frutos) e por ocasião do término do ciclo de cultivo, correspondendo, respectivamente aos 108, 155, 184 e 241 DAT. No Experimento 2, foi realizada apenas uma análise de biomassa ao final do ciclo de cultivo, aos 186 DAT.

Para a análise de biomassa, as plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), coroa (incluindo os estolões e pedúnculos) e frutas. Cada fração foi pesada individualmente e seca, em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante, para a obtenção da massa seca. Determinou-se, também, a área foliar acumulada ao final do experimento com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100).

A partir dos dados de produção de biomassa e da área foliar, foram calculados a partição de biomassa, a produtividade, os índices e as taxas de crescimento de interesse. Os experimentos foram encerrados aos 241 e aos 186 DAT no Experimento 1 e no Experimento 2, respectivamente, em virtude das plantas reduzirem drasticamente a produção de flores e de frutas.

**ARTIGO 1:** Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico: efeito da posição da planta no canteiro

## **Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico: efeito da posição da planta no canteiro**

STRASSBURGER, A.S.<sup>1</sup>; PEIL, R.M.N.<sup>2</sup>; MEDEIROS, C.A.B.<sup>3</sup>; SCHWENGBER, J.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Discente de Doutorado em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: strassburger.as@gmail.com;

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Dr<sup>a</sup>., Professora Associada, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br;

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. email: medeiros@cpact.embrapa.br; jernani@cpact.embrapa.br.

### **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo quantificar o crescimento e a produtividade de cultivares de morangueiro observando a influência da posição da planta no canteiro em sistema de cultivo orgânico. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. Os tratamentos constaram da combinação de dois fatores experimentais: cultivar (Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real) e a posição das plantas no canteiro (Central e Bordadura). O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com parcelas divididas e quatro repetições. O crescimento das plantas foi quantificado ao final do cultivo por meio da determinação da produção e da partição de massa seca dos órgãos aéreos das plantas. Ainda, foi quantificada a produtividade e os demais índices de crescimento de interesse. A ‘Camarosa’ apresenta maior produção de massa seca dos órgãos aéreos das plantas e, juntamente com a ‘Aromas’, maior produtividade, sendo, portanto, as mais recomendadas para o sistema de cultivo

orgânico. A posição das plantas não influencia o crescimento e a produtividade das plantas, indicando ausência de efeito de bordadura para as cultivares avaliadas. Assim, em futuros trabalhos científicos as plantas de bordadura podem ser utilizadas para coleta de dados semelhantes aos avaliados no presente trabalho.

**Termos para Indexação:** *Fragaria x ananassa* Duch., fisiologia da produção, produção e partição de massa seca, efeito de bordo.

### **Growth and yield of strawberry cultivars in organic crop system: effect of plant position in the bed**

#### **Abstract**

The aim of this work was to quantify the growth and yield of strawberry cultivars, observing the influence of the plant position in the bed under organic crop system. The trial was conducted in Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. The treatments were composed by two experimental factors combination: cultivar (Albion, Aromas, Camarosa and Camino Real) and plant position in the bed (Central and Border). The randomized blocks experimental design with split-plots and four replications was used. The plants growth was quantified at the end of the trial (241 days after setting) by the determination of dry mass production and partitioning of the aboveground plants organs. Also, yield and interesting growth rates were determined. The highest dry mass production of aboveground organs was obtained in 'Camarosa' which together with 'Aromas' presented the highest yield. Therefore, these cultivars are recommended for the organic crop system. The plant position did not influence the growth and the yield of the plants which indicate no

border effect for the evaluated cultivars. Therefore, in future scientific works the border plants can be used for taking data similar to one of the present work.

**Index terms:** *Fragaria x ananassa* Duch., production physiology, dry mass production and partitioning, border effect.

### Introdução

Um dos fatores determinantes para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A duração do ciclo, a produtividade, a qualidade da fruta, a resistência contra as principais pragas e doenças e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo são aspectos fundamentais a serem considerados no momento da escolha da cultivar (Gimenez, 2007). Atualmente, as cultivares mais utilizadas no Brasil provêm, basicamente, de programas de melhoramento genético realizados nos Estados Unidos (destacando-se as cultivares Albion, Aromas, Camarosa, Camino Real, Diamante, Dover, Festival, Oso Grande, Sweet Charlie e Ventana) e na Espanha (cultivares Milsei-Tudla e Sabrosa-Candongia).

Em se tratando do cultivo orgânico do morangueiro, um aspecto adicional a ser considerado é que os programas de melhoramento genético, nas quais as cultivares modernas foram desenvolvidas, caracterizam-se pela avaliação e seleção de clones em sistema de cultivo convencional, muitas vezes até mesmo com a esterilização do solo. Dessa forma, as cultivares provenientes desses programas podem apresentar menor crescimento, produtividade e qualidade de produção em sistemas de cultivo orgânico (Castro et al., 2003), uma vez que as características produtivas das cultivares resultam do manejo adotado e das condições ambientais a que são submetidas (Duarte Filho et al., 2007).

Dentre as principais características desejadas em uma cultivar de morangueiro para o cultivo em sistema orgânico destacam-se o índice de área foliar e a arquitetura da planta. A desfolha é uma prática cultural empregada na cultura do morangueiro para a redução da fonte de inóculo de doenças foliares, sendo muito importante no cultivo orgânico. Assim, em cultivares que tenham como característica um vigoroso crescimento foliar, limpezas mais constantes e drásticas podem ser realizadas, removendo-se as folhas atacadas por doenças sem que ocorram graves prejuízos na produção de fotoassimilados sem que haja necessidade de intervenções com fitoprotetores. Ainda, plantas que apresentem um hábito de crescimento ereto permitem maior ventilação do dossel, o que pode reduzir a ocorrência de doenças, sendo as mais recomendadas para o cultivo em sistema orgânico.

No Brasil, atualmente, a produção de morangos é dominada pelo uso de cultivares de morangueiro de dia curto (Silva et al., 2007; Dias et al., 2007). Estas cultivares, em condições de temperaturas elevadas e de dias longos, apresentam maior diferenciação das gemas em estolões (Duarte Filho et al., 1999), reduzindo o florescimento e, conseqüentemente, a produção. Dessa forma, a partir do mês de novembro até o início do inverno, observa-se uma menor oferta da fruta no mercado. Em contrapartida, nesse período de escassez, é que a fruta apresenta maior valor (Duarte Filho et al., 1999; Leite et al., 2007). Este fato justifica a crescente busca por cultivares que proporcionem produção durante os períodos mais quentes do ano. Assim, observa-se cada vez mais a busca por cultivares de morangueiro de dias curtos ou indiferentes ao fotoperíodo. A utilização dessas cultivares apresenta-se como uma alternativa para prolongar a oferta da fruta, pois apresentam menor

sensibilidade aos estímulos que o fotoperíodo e a temperatura exercem sobre a emissão de estolões, prorrogando o período de frutificação.

No Rio Grande do Sul a 'Camarosa' e a 'Aromas' são, respectivamente, as cultivares de dias curtos e de dias neutros mais cultivadas (Oliveira & Scivittaro, 2006). A 'Camino Real' (dias curtos) e a 'Albion' (dias neutros) estão sendo introduzidas no Estado devido, principalmente, à alta qualidade das frutas.

Em uma parcela experimental, é frequente a ocorrência de diferenças entre o desempenho de plantas das fileiras da bordadura e o desempenho de plantas da parte central do canteiro. As linhas de bordadura das unidades experimentais geralmente não são aproveitadas para a obtenção de dados experimentais. Elas servem para evitar a influência mútua entre as unidades experimentais adjacentes, fato que ocorre quando as linhas externas sofrem concorrência ou a exercem (Costa & Zimmermann, 1998).

Normalmente, as plantas que se desenvolvem nas bordaduras apresentam maior crescimento, ou seja, maior produção de biomassa (massa seca e fresca). Esse fato se deve ao menor efeito de competição entre plantas (Ribeiro et al., 2001). Dessa forma, a utilização de bordaduras tem sido uma técnica experimental utilizada para reduzir o efeito da competição interparcelar (Storck et al., 2000).

Embora essas fileiras muitas vezes sejam necessárias, seu uso sistemático e indiscriminado e sem nenhum estudo prévio deve ser evitado (Alves et al., 2000). A utilização de plantas de bordadura aumenta o tamanho da parcela, o que pode levar a um aumento da heterogeneidade entre estas e, conseqüentemente, um maior erro experimental (Valentini et al., 1988). Quando verifica-se a existência de efeito de bordadura, o número de fileiras a serem descartadas de cada lado da parcela varia conforme a espécie (Alves et al., 2000), a cultivar, a finalidade do experimento e, até

mesmo, de acordo com as variáveis avaliadas (Gomez & Gomez, 1984; Silva et al., 1991).

Alguns trabalhos relatam a inexistência de efeito de bordadura para a cultura do morangueiro (Camargo et al., 1968; Camargo et al., 1974). Todavia, as observações foram realizadas em cultivares antigas, com padrões de crescimento e de produtividade diferentes das cultivares atuais. Ainda, trabalhos relacionados à fisiologia da produção das cultivares modernas de morangueiro são escassos e que busquem elucidar o efeito de bordadura são inexistentes.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi quantificar o crescimento e a produtividade de cultivares de morangueiro a fim de definir aquelas que mais se adaptam ao sistema de cultivo orgânico e observar a influência da posição das plantas no canteiro.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, localizada no município de Pelotas, RS. A localização geográfica aproximada é 31° 37' S, 52° 31' W e altitude de 181 m. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo “cfa” - clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (Mota et al., 1986).

O experimento foi realizado em canteiros, abrigados por túneis baixos, cobertos com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 µm de espessura, dispostos no sentido Leste-Oeste. A renovação do ar no interior dos túneis foi realizada mediante o soerguimento lateral do plástico de revestimento nas primeiras horas da manhã e seu fechamento ao entardecer. Em dias de chuvas e ventos

fortes, estes foram mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo das condições climáticas predominantes.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,3 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1,1 x 15,0 m com caminhos de 0,5 m. A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química do solo, levando-se em consideração as recomendações da SBCS/NRS (2004) para a cultura do morangueiro. Para a correção do pH foram aplicados  $2,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, com um PRNT de 98%. Para a correção da fertilidade do solo foram utilizados  $18,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  de vermicomposto bovino e  $24,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  de torta de mamona, tendo-se como base o teor de potássio. Posteriormente, a enxada rotativa encanteiradora foi novamente utilizada para a incorporação do calcário e dos fertilizantes.

O transplante das mudas foi realizado no dia 12/05/2008. O espaçamento utilizado foi de 0,3 x 0,3 m, com três fileiras por canteiro e linhas desencontradas, totalizando uma densidade de  $5,26 \text{ plantas m}^{-2}$ , considerando a área total de cultivo (incluindo os caminhos). A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método da tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,15 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi realizada utilizando-se húmus líquido a 10%, preparado de acordo com a recomendação de Schiedeck et al. (2006).

A cobertura dos canteiros foi realizada com plástico preto (PEBD) com 50  $\mu\text{m}$  de espessura e 2,0 m de largura, colocado sobre os canteiros 30 dias após o transplante das mudas. O controle de pragas e de doenças foi realizado, utilizando-

se calda bordalesa, calda sulfocálcia, extrato de nim e alhol (mistura de alho triturado, óleo vegetal, sabão neutro e água) conforme previsto na Instrução Normativa 007 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1999). Ainda, como forma de prevenção e redução da fonte de inóculo, foram realizadas limpezas frequentes nas plantas, retirando-se folhas, frutas ou até mesmo plantas severamente atacadas por pragas ou doenças.

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores: cultivar (Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real) e posição da planta no canteiro (Central e Bordadura). O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições e parcelas divididas, sendo que o fator cultivar constituiu a parcela e o fator posição da planta a subparcela. Posteriormente ao transplante, foram selecionadas duas plantas por repetição, sendo uma na fileira central da parcela e outra em uma das fileiras de bordadura, sobre as quais se manteve total controle da colheita, da remoção de folhas e de estolões durante o período de cultivo.

O crescimento da cultura foi determinado por meio da quantificação da produção e partição da massa seca aérea acumulada das plantas controle aos 241 dias após o transplante (07/01/2009), sendo incluídas as frutas colhidas durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas e os estolões removidos. As plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), coroa (incluindo os estolões e pedúnculos) e frutas. A massa seca total da parte aérea da planta correspondeu à soma das folhas, coroa e frutas e, a massa seca vegetativa, à soma das folhas e coroa. Cada fração foi seca individualmente, em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante, para a obtenção da massa seca. Determinou-se, também, a área foliar acumulada ao final do

experimento com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100), a produtividade e os índices de crescimento de interesse. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

### **Resultados e discussão**

De acordo com a análise de variância, não ocorreu interação entre os fatores experimentais estudados (Tabelas 1 e 2). Dessa forma, o efeito principal de cada fator foi analisado. Observaram-se diferentes padrões de crescimento (representado pela produção e partição de massa seca entre dos órgãos aéreos das plantas) entre as cultivares avaliadas, enquanto que, a posição das plantas no canteiro não exerceu influência sobre o crescimento.

A produção de massa seca das folhas e da coroa foi superior na ‘Camarosa’ em comparação a todas as demais cultivares, o que, conseqüentemente, elevou a produção de massa seca do compartimento vegetativo nessa cultivar. As cultivares Albion, Aromas e Camino Real apresentaram valores semelhantes para as variáveis citadas. Além do maior crescimento vegetativo, a ‘Camarosa’ também apresentou maior produção de massa seca das frutas, seguida, respectivamente, pelas cultivares Aromas, Albion e Camino Real, todas, diferindo entre si.

A ‘Aromas’ apresentou maior contribuição proporcional das frutas em detrimento da fração vegetativa para a composição do total de massa seca aérea em comparação às demais cultivares (Tabela 1), o que, conseqüentemente, elevou seu índice de colheita (IC), que alcançou o valor de 88% (Tabela 2). A partição de massa seca entre as folhas e a coroa no compartimento vegetativo apresentou padrão semelhante para as cultivares estudadas (Tabela 1).

Embora a produção de massa seca das frutas tenha sido superior na 'Camarosa' (Tabela 1), a produtividade dessa cultivar foi semelhante a da 'Aromas' (Tabela 2), sendo que ambas superaram a 'Albion' e a 'Camino Real'. O índice de área foliar (IAF), a área foliar específica (AFE) e a razão de área foliar (RAF) foram superiores na 'Camarosa'. Para as duas primeiras variáveis, as demais cultivares não diferiram entre si. Para a razão de área foliar, a 'Aromas' apresentou o menor valor, sendo superada pela 'Camino Real', enquanto que a 'Albion' apresentou valores intermediários em relação às essas duas cultivares.

Dentre os fatores que interferem na atividade fotossintética e, conseqüentemente, na produção de massa seca das plantas, destaca-se a radiação solar disponível, a concentração de CO<sub>2</sub>, a temperatura do ar e a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (Taiz & Ziege, 2004; Marengo & Lopes, 2007). No entanto, dentro de cada espécie, os mecanismos de crescimento e desenvolvimento controlam a performance das diferentes cultivares em relação à utilização desses fatores. Características internas, inerentes de cada cultivar, é que ditam o padrão de utilização dos recursos ambientais disponíveis (Pereira & Machado, 1987; Peixoto, 1998). Nesse contexto, observa-se que, dentre as cultivares estudadas, a 'Camarosa' apresentou maior capacidade de produção de massa seca para todos os órgãos avaliados (Tabela 1). Trabalhos anteriores já haviam relatado que essa cultivar é muito vigorosa, com crescimento vegetativo exuberante e altamente produtiva (Santos, 2003; Duarte Filho et al. 2007), corroborando os resultados obtidos.

Na 'Camarosa' o crescimento foliar foi superior em comparação às demais cultivares, o que é caracterizado pelo maior IAF (Tabela 2). Esse índice indica o tamanho do aparelho assimilatório da planta e reflete sua capacidade produtiva

(Kvet, 1979; Hunt, 1981). Quanto mais rápido a cultura atingir o IAF crítico (a partir do qual não se observa aumentos significativos na quantidade de radiação solar absorvida pelo dossel) e, quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será sua capacidade de produção biológica. Assim, a maior produção de massa seca da 'Camarosa' pode ser associada à maior capacidade de expansão do aparato fotossintético. Como consequência, ocorreu uma maior interceptação da radiação solar e maior produção de fotoassimilados (Tabela 1). Cabe salientar que a maior área foliar observada na 'Camarosa' permite que, caso ocorram doenças foliares, uma desfolha mais intensa possa ser realizada sem que haja prejuízos significativos no crescimento e na produtividade.

Para todas as cultivares, a massa seca das frutas representou a maior fração proporcional da massa seca total das plantas em comparação aos demais órgãos avaliados (folhas e coroa - Tabela 1). Vários trabalhos demonstram que, para hortaliças de fruto, estes são os maiores drenos de fotoassimilados das plantas (Awang & Atherton, 1995; Heuvelink & Buiskool, 1995; Heuvelink 1995a e b; Marcelis et al., 1998; Rattin et al., 2000; Peil & Galvéz, 2002; Reekie et al., 2007; Duarte et al., 2008; Paula et al., 2008), corroborando os resultados obtidos no presente trabalho. Embora que, para todas as cultivares, as frutas tenham representado a maior fração de fotoassimilados, a 'Aromas' apresentou maior alocação proporcional de massa seca para as frutas em comparação às demais cultivares (Tabela 1). Nessa cultivar, a produção de massa seca vegetativa foi 47% inferior a da 'Camarosa' e semelhante a das demais cultivares, enquanto que, a produção de massa seca das frutas foi, apenas, 17% inferior à 'Camarosa' e superou a das demais cultivares, o que, conseqüentemente, elevou a contribuição proporcional das frutas para o total da planta. As cultivares Albion e Camino Real

apresentaram valores reduzidos de massa seca das frutas e da fração vegetativa em comparação à 'Camarosa'. No entanto, houve uma equitativa participação da fração vegetativa e das frutas para a composição total das plantas, proporcionando valores semelhantes ao da 'Camarosa'.

A maior capacidade de alocação de massa seca para as frutas na cultivar Aromas proporcionou um maior IC em comparação às demais cultivares (Tabela 2). O IC representa a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica, sendo influenciado pelo genótipo - conforme observado no presente trabalho - e pelo ambiente (Pereira & Machado, 1987; Benincasa, 2003). Normalmente o rendimento de um cultivo é determinado pela capacidade das plantas em acumular biomassa (massa seca e fresca) nos órgãos que se destinam à colheita, sendo que um incremento da biomassa destinada a estes órgãos garantirá um incremento do rendimento (Challa & Heuvelink, 1993). Dessa forma, observa-se que as maiores produtividades foram obtidas nas cultivares que apresentaram maior capacidade de produção de massa seca das frutas (Camarosa e Aromas - Tabela 1 e 2), corroborando a afirmação anterior. Embora a massa seca das frutas tenha sido superior na 'Camarosa', a superioridade no teor de água contido nas frutas da 'Aromas' proporcionou que a produtividade entre essas duas cultivares não diferisse. Para a 'Camarosa', o teor de massa seca das frutas foi de 7,2%, estatisticamente superior ao encontrado na 'Aromas' (6,2%), que apresentou o menor valor dentre as cultivares estudadas. A 'Albion' apresentou maior teor de massa seca das frutas (8,2%), valor significativamente superior ao de todas as cultivares, enquanto que a 'Camino Real' apresentou valor semelhante ao da 'Camarosa' (6,9%).

Os resultados obtidos em relação à produtividade estão dentro dos relatados na bibliografia (Andriolo et al., 2002; Fernandes Júnior et al., 2002; Castro et al.,

2003; Andriolo et al., 2009; Loss et al., 2009), variando de 696 g planta<sup>-1</sup> (aproximadamente 36 Mg ha<sup>-1</sup>) na 'Camino Real' a 1220 g planta<sup>-1</sup> (aproximadamente 64 Mg ha<sup>-1</sup>) na 'Camarosa', demonstrando que o sistema de cultivo orgânico proporciona produtividade semelhante a outros sistemas de produção. Cabe destacar que devido ao menor crescimento vegetativo das cultivares Albion, Aromas e Camino Real, pode-se realizar um plantio mais adensado para estas cultivares, o que, proporcionaria, uma maior produtividade.

A 'Aromas' apresentou maior eficiência fotossintética, o que é caracterizado pela menor RAF (Tabela 2), uma vez que houve maior produção de massa seca aérea por unidade de área foliar, no entanto, não superou a 'Albion'. Em contrapartida, a 'Camarosa' apresentou a menor eficiência fotossintética dentre as cultivares estudadas. O maior sombreamento mútuo, decorrente da maior expansão foliar, pode ter sido fundamental para a redução da eficiência fotossintética na 'Camarosa'. Ainda para essa cultivar, a maior produção de massa seca das folhas resultou em uma maior expansão da área foliar em relação ao acúmulo de fotoassimilados das folhas, o que é caracterizado pela maior AFE (Tabela 2).

Em relação à posição das plantas no canteiro, não observou-se diferença estatística significativa para as variáveis relacionadas ao crescimento das plantas (Tabela 1) e à produtividade da cultura (Tabela 2). Considera-se que, em plantas sadias e adequadamente supridas de água e nutrientes, a fotossíntese líquida e a produção de fotoassimilados sejam proporcionais à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa disponível para as plantas (Monteith, 1972). Portanto, para a maioria das culturas, espera-se que a radiação solar disponível para as plantas de bordadura seja mais elevada em comparação com as plantas centrais, em virtude do menor sombreamento mútuo entre plantas, o que levaria a um maior crescimento e

produtividade. Deve-se considerar, porém, que, devido à arquitetura da planta de morangueiro, de porte baixo e com a disposição das folhas concentradas ao redor da coroa, o sombreamento mútuo entre as plantas não é tão contundente como o observado em espécies de porte mais alto, como as solanáceas e as cucurbitáceas. Dessa forma, a radiação solar disponível não foi limitante a ponto de interferir no crescimento das plantas do centro do canteiro. Assim, a produção e a partição de massa seca (Tabela 1), a produtividade, o IC, o IAF, a AFE e a RAF (Tabela 2) também não foram influenciadas pela posição das plantas no canteiro. Dessa forma, em futuros trabalhos científicos com as cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real, as plantas das linhas de bordadura podem ser utilizadas para coleta de dados semelhantes aos avaliados no presente trabalho.

### **Conclusões**

1) A cultivar de morangueiro 'Camarosa' apresenta maior produção de massa seca dos órgãos aéreos das plantas e, juntamente com a 'Aromas', maior produtividade, sendo, portanto, as mais recomendadas para o sistema de cultivo orgânico;

2) A posição das plantas no canteiro não influencia o crescimento e a produtividade das plantas de morangueiro, indicando ausência de efeito de bordadura para as cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real.

### **Referências**

ALVES, S.M.F., SERAPHIN, J.C.; SILVA, A.E. da; ZIMMERMANN, F.J.P. Diferentes arranjos para estudo de bordadura lateral em parcelas experimentais de milho-verde.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 2145-2150, 2000.

ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V.; BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 24-27, 2002.

ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; VAZ, M.A.B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 684-690, 2009.

AWANG, Y.B.; ATHERTON, J.G. Growth and fruit responses of strawberry plants grown in rockwool to shading and salinity. **Scientia Horticulture**, v. 62, p. 25-31, 1995.

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

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 7 de 17 de maio de 1999. 1999.

CAMARGO, L. de S.; BERNARDI, J.B.; ALVES, S.; ABRAMIDES, E. Comportamento de novas variedades e híbridos de morangueiro, em Monte Alegre do Sul, no ano de 1966. **Bragantia**, v. 27, p. 155-167, 1968.

CAMARGO, L. de S.; SCARANARI, H.J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. **Bragantia**, v. 33, p. 23-31, 1974.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 227-230, 2003.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. **Acta Horticulture**, v. 328, p. 219-228, 1993.

COSTA, J.G.C.; ZIMMERMANN, F.J.P. Efeitos de bordaduras laterais e de cabeceira no rendimento e altura de plantas de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1297-1304, 1998.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

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.

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO, C.R.L. Produção de frutos e estolhos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 61, p. 25-34, 2002.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J.L. (ed). **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM. p. 3-8, 2007.

GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. New York: J. Willey & Sons, 1984. 680p.

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

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

HEUVELINK, E.; BUIKOLL, R.P.M. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 381-389, 1995.

HUNT, R. Growth analysis of populations and communities. In: HUNT, R. **Plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1981. cap.4, p. 26-38.

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. cap. 10, p. 343-391.

LEITE, M.A.V.; MOURA, A.D. de; SILVA JÚNIOR, A. G.; PIACENTI, C.A.; SILVA, M.A.P. da. Análise de viabilidade da produção de morango na Região Norte de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 98-106, 2007.

LOSS, J.T.; CALVETE, E.O.; NITSCHKE, R.; RAMBO, A.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D. Desempenho de cultivares de morangueiro em dois sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: ABH, 2009. p. 1900-1906 (CD -ROM).

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.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

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

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: Realizações e programa de trabalho. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; SCHOFFEL, E.R.; PEIL, R.M.N.; RIBEIRO, D.S.; FRAGA, D.S.; ANDRADE, F.F.; Produção e partição de massa seca da parte aérea

do morangueiro cultivado em ambiente protegido sob adubação orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Anais...** Maringá: ABH. p. 5931-5936 (CD -ROM). 2008.

PEIL, R.M.N.; GALVÉZ, J.L. Growth and biomass allocation to the fruits in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p.75-80, 2002.

PEIXOTO, C.P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais. Instituto Agronômico de Campinas – IAC (**Boletim técnico**), 1987. 33p.

PIRES, R.C. de M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, p. 63, p. 471-425, 2006.

RATTIN, J.E. **Acumulação de massa seca e teores de nitrogênio na planta do tomateiro cultivado em substrato sob cinco doses de nutrição mineral**. 2000. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

REEKIE, J.Y.; STRUIK, P.C.; HICKLENTON, P.R.; DUVAL, J.R. Dry matter partitioning in a nursery and a plasticulture fruit field of strawberry cultivars ‘Sweet Charlie’ and ‘Camarosa’ as affected by prohexadione-calcium and partial leaf removal. **European Journal of Horticultural Science**, v. 72, p. 122-129, 2007.

RIBEIRO, N.D.; STORCK, L.; MELLO, R.M. Bordadura em ensaios de competição de genótipos de feijoeiro relacionados à precisão experimental. **Ciência Rural**, v. 31, p. 13-17, 2001.

SANTOS, A.M. Cultivares. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M de. **Morango: Produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2003, cap. 6, p. 24-29.

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

SILVA, P.S.L.; SOUZA, P.G.; MONTENEGRO, E.E. Efeito de bordaduras nas extremidades de parcelas de milho irrigado. **Ceres**, v. 38, p. 101-107, 1991.

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 7-13, 2007.

SBCS/NRS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 10<sup>a</sup> ed. Porto Alegre. 2004. p. 258-259p.

STORCK, L. GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

VALENTINI, L.; VIEIRA, C.; CONDÉ, A.R.; CARDOSO, A.A. Fileiras de bordadura em ensaios de competição entre variedades de feijão. **Ciência e Cultura**, v. 40, p. 1004-1007, 1988.

**Tabela 1.** Produção e partição de massa seca de plantas de morangueiro em sistema de cultivo orgânico de acordo com a cultivar e a posição da planta no canteiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Cultivar                             | Produção de massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) |                    |                         |        | Partição proporcional de massa seca (%) |                       |                      |                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                                      | Folhas                                           | Coroa <sup>1</sup> | Vegetativo <sup>2</sup> | Frutas | Frutas/<br>Planta <sup>3</sup>          | Vegetativo/<br>Planta | Folha/<br>Vegetativo | Coroa/<br>Vegetativo |
| Albion                               | 35,6 b <sup>5</sup>                              | 16,7 b             | 52,3 b                  | 58,2 c | 52,7 b                                  | 47,3 a                | 68,1 a               | 31,9 a               |
| Aromas                               | 32,6 b                                           | 15,0 b             | 47,6 b                  | 73,1 b | 60,6 a                                  | 39,4 b                | 68,5 a               | 31,5 a               |
| Camarosa                             | 62,3 a                                           | 27,5 a             | 89,8 a                  | 88,0 a | 49,5 b                                  | 50,5 a                | 69,4 a               | 30,6 a               |
| Camino Real                          | 32,1 b                                           | 15,0 b             | 47,1 b                  | 47,8 d | 50,4 b                                  | 49,6 a                | 68,2 a               | 31,8 a               |
| <b>Posição da Planta<sup>4</sup></b> |                                                  |                    |                         |        |                                         |                       |                      |                      |
| Central                              | 41,2 a <sup>6</sup>                              | 18,6 a             | 59,8 a                  | 68,4 a | 53,4 a                                  | 46,6 a                | 68,9 a               | 31,1 a               |
| Bordadura                            | 40,1 a                                           | 18,5 a             | 58,6 a                  | 65,1 a | 52,6 a                                  | 47,4 a                | 68,4 a               | 31,6 a               |
| <b>CV (%)</b>                        | 25,5                                             | 24,4               | 22,8                    | 11,4   | 11,5                                    | 13,3                  | 7,9                  | 17,6                 |

<sup>1</sup> Coroa corresponde a soma da coroa + estolões + pedúnculos; <sup>2</sup> Vegetativo corresponde à soma: folhas + coroa; <sup>3</sup> Total da planta corresponde à soma fração vegetativa + frutas; <sup>4</sup> Determinada pela localização da planta no canteiro; <sup>5</sup> Médias seguidas da mesma letra para o fator cultivar não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro; <sup>6</sup> Médias seguidas da mesma letra para o fator posição da planta não diferem entre si pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2.** Produtividade, índice de colheita (IC), índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) em plantas de morangueiro em sistema de cultivo orgânico de acordo com a cultivar e a posição da planta no canteiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Cultivar                             | Produtividade <sup>1</sup><br>(Mg ha <sup>-1</sup> ) | IC <sup>2</sup> | IAF<br>(m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ) | AFE<br>(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | RAF <sup>3</sup><br>(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Albion                               | 37,3 b <sup>5</sup>                                  | 0,81 b          | 1,6 b                                    | 85,9 b                                    | 25,2 bc                                                |
| Aromas                               | 59,1 a                                               | 0,88 a          | 1,5 b                                    | 90,0 b                                    | 23,0 c                                                 |
| Camarosa                             | 64,2 a                                               | 0,81 b          | 3,3 a                                    | 103,3 a                                   | 35,7 a                                                 |
| Camino Real                          | 36,6 b                                               | 0,82 b          | 1,5 b                                    | 87,5 b                                    | 29,4 b                                                 |
| <b>Posição da Planta<sup>4</sup></b> |                                                      |                 |                                          |                                           |                                                        |
| Central                              | 49,5 a <sup>6</sup>                                  | 0,83 a          | 2,0 a                                    | 92,0 a                                    | 28,9 a                                                 |
| Bordadura                            | 49,1 a                                               | 0,83 a          | 2,0 a                                    | 91,3 a                                    | 27,7 a                                                 |
| <b>CV (%)</b>                        | 14,2                                                 | 4,8             | 22,0                                     | 6,3                                       | 13,3                                                   |

<sup>1</sup>. Produtividade considerando a densidade de 5,26 plantas m<sup>-2</sup> (incluindo os caminhos); <sup>2</sup>. Índice de colheita corresponde a razão entre massa fresca das frutas e a massa fresca total de parte aérea; <sup>3</sup>. Razão de área foliar corresponde ao quociente entre a área foliar e a massa seca total das plantas; <sup>4</sup>. Determinada pela localização da planta no canteiro; <sup>5</sup>. Médias seguidas da mesma letra para o fator cultivar não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro; <sup>6</sup>. Médias seguidas da mesma letra para o fator posição da planta não diferem entre si pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

**ARTIGO 2:** Dinâmica do crescimento e da produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico

## **Dinâmica do crescimento e da produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico**

STRASSBURGER, A.S.<sup>1</sup>; PEIL, R.M.N.<sup>2</sup>; MEDEIROS, C.A.B.<sup>3</sup>; SCHWENGBER, J.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Discente de Doutorado em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: strassburger.as@gmail.com;

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Dr<sup>a</sup>., Professora Associada, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br;

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. email: medeiros@cpact.embrapa.br; jernani@cpact.embrapa.br.

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica do crescimento e da produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. Os tratamentos constaram da combinação de dois fatores experimentais: cultivar (Aromas, Albion, Camarosa e Camino Real) e época de amostragem das plantas (108; 155; 184 e 241 dias após o transplante). Determinou-se a evolução da produção acumulada e da partição de massa seca entre os órgãos aéreos das plantas, a evolução da produtividade e dos principais índices e taxas de crescimento da cultura. Houve contínuo acúmulo de massa seca da fração vegetativa, das frutas, do total da planta, da produtividade e do índice de área foliar em todas as cultivares. A 'Camarosa' apresentou maior produção de massa seca em todas as frações a partir dos 108 dias após transplante. A contribuição proporcional das frutas para a constituição do total da massa seca aérea das plantas varia de 2,2

a 13,4% no início da frutificação até 49,5 a 60,6% no final do cultivo, o que indica que estas são os principais drenos de fotoassimilados das plantas. As cultivares Aromas e Camarosa apresentaram as maiores produtividades (59,1 e 64,2 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

**Termos para Indexação:** *Fragaria x ananassa* Duch., produção e partição de massa seca, taxa de crescimento, análise de crescimento, índice de colheita.

### **Growth and yield dynamic of strawberries cultivars in organic crop system**

#### **Abstract**

The objective of this work was to characterize the growth of strawberry cultivars in organic crop system. The trial was conducted in Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. The treatments were composed by the combination of two experimental factor: cultivars (Aromas, Albion, Camarosa and Camino Real) and the plants sampling date (108; 155; 184 and 241 days after setting). The evolution of dry mass accumulated production and partitioning among the aboveground organs, the yield evolution and the main growth index and rates were determinate. There was continuous accumulating dry mass in shoot part, fruits and total above-ground plants part, yield and leaf area index in all cultivars. The 'Camarosa' presented the highest dry mass production in all organs after 108 days after setting. The fruits dry mass represented from 2.2 to 13.4% at fruiting beginning until 49.5 to 60.6% at the end of crop-season of the aboveground plant dry mass, which indicate that they are the strongest sinks for assimilates. The highest yield was obtained in 'Aromas' and 'Camarosa' (59.1 and 64.2 Mg ha<sup>-1</sup>, respectively).

**Index terms:** *Fragaria x ananassa* Duch., dry mass production and partitioning, growth rates, growth analysis, yield index.

### Introdução

Um fator determinante para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A duração do ciclo, a produtividade, a qualidade da fruta, a resistência às principais doenças e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo são aspectos importantes a serem considerados no momento da escolha da cultivar (Gimenez, 2007). Atualmente, as cultivares mais utilizadas no Brasil provêm basicamente de programas de melhoramento genético realizados nos Estados Unidos e na Espanha.

Em se tratando do cultivo orgânico do morangueiro orgânico, outra questão importante é que os programas de melhoramento genético, nos quais as cultivares modernas foram desenvolvidas, caracterizam-se pela avaliação e seleção de clones em sistema de cultivo convencional, muitas vezes até mesmo com a esterilização do solo. Assim, as cultivares provenientes desses programas podem apresentar menor crescimento, produtividade e de qualidade de produção em sistemas de cultivo orgânico (Castro et al. 2003), uma vez que as características produtivas resultam do manejo adotado e das condições ambientais a que são submetidas, sendo necessária a adequação da cultivar a ser utilizada com o ambiente de cultivo (Duarte Filho et al., 2007). Dessa forma, estudos são necessários para avaliar a adaptação dessas cultivares a sistemas de produção diferentes daquele em que foram desenvolvidas.

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. É uma aproximação explicativa, holística e integrativa utilizada para interpretar a forma como as plantas utilizam os recursos ambientais (Hunt et al., 2002). É um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos (Kvet et al., 1971).

A análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90%, em média, da massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu ciclo é resultado da atividade fotossintética (Benincasa, 2003). Requer informações obtidas por meio de vários índices fisiológicos, sendo que os mais utilizados são o índice de área foliar, a duração da área foliar, a taxa de crescimento da cultura, 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 envolvidos indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica aos diversos órgãos (drenos), a qual depende da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento. Portanto, 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 o crescimento de algumas hortaliças como o tomateiro (Ho, 1984; Heuvelink, 1997; Fayad et al., 2001), o pepineiro (Marcelis, 1993a, 1993b; 1994; Peil & Gálvez, 2002a e 2002b), o meloeiro (Medeiros et al., 2006; Duarte et al., 2008a e 2008b), o pimentão (Fontes, 2005; Marcelis et al., 2006) e a abobrinha italiana (Strassburger et al., 2010). Entretanto, informações mais aprofundadas sobre o crescimento do morangueiro são escassas e, em se tratando das cultivares modernas em sistema de cultivo orgânico, são inexistentes.

Portanto, este trabalho teve como objetivo caracterizar a dinâmica do crescimento e da produtividade ao longo do ciclo de produção de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, localizada no município de Pelotas, RS. A localização geográfica aproximada é 31° 37' S, 52° 31' W e altitude de 181 m. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo “cfa” - clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (Mota et al., 1986).

O experimento foi realizado em canteiros, abrigados por túneis baixos, cobertos com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 µm de espessura, dispostos no sentido Leste-Oeste. A renovação do ar no interior dos túneis foi realizada mediante o soerguimento lateral do plástico de revestimento nas primeiras horas da manhã e seu fechamento ao entardecer. Em dias de chuvas e ventos

fortes, estes foram mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo das condições climáticas predominantes.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,3 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1,1 x 15,0 m com caminhos de 0,5 m. A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química do solo, levando-se em consideração as recomendações da SB-CS/NRS (2004) para a cultura do morangueiro. Para a correção do pH foram aplicados  $2,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, com um PRNT de 98%. Para a correção da fertilidade do solo foram utilizados  $18,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  de vermicomposto bovino e  $24,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  de torta de mamona, tendo-se como base o teor de potássio. Posteriormente, a enxada rotativa encanteiradora foi novamente utilizada para a incorporação do calcário e dos fertilizantes.

O transplante das mudas foi realizado no dia 12/05/2008. O espaçamento utilizado foi de 0,3 x 0,3 m, com três fileiras por canteiro e linhas desencontradas, totalizando uma densidade de  $5,26 \text{ plantas m}^{-2}$ , considerando a área total de cultivo (incluindo os caminhos). A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método da tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,15 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi realizada utilizando-se húmus líquido a 10%, preparado de acordo com a recomendação de Schiedeck et al. (2006).

A cobertura dos canteiros foi realizada com plástico preto (PEBD) com 50  $\mu\text{m}$  de espessura e 2,0 m de largura, colocado sobre os canteiros 30 dias após o transplante das mudas. O controle de pragas e de doenças foi realizado utilizando-

se calda bordalesa, calda sulfocálcia, extrato de nim e alhol (mistura de alho triturado, óleo vegetal, sabão neutro e água), conforme previsto na Instrução Normativa 007 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1999). Ainda, como forma de prevenção e de redução da fonte de inóculo, foram realizadas limpezas frequentes nas plantas, retirando-se folhas, frutas ou até mesmo plantas severamente atacadas por pragas ou doenças.

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores: cultivar (Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real) e data de amostragem das plantas (108; 155; 184 e 241 dias após o transplante - DAT). As datas das avaliações de crescimento corresponderam a diferentes estádios fenológicos da cultura, a saber: crescimento vegetativo, florescimento pleno (mais de 50% das plantas com flores), frutificação plena (mais de 50% das plantas com frutas) e por ocasião do término do ciclo de cultivo. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições e parcelas divididas, sendo que o fator cultivar constituiu a parcela e o fator data de amostragem a subparcela. Posteriormente ao transplante, foram selecionadas oito plantas por repetição, sobre as quais se manteve total controle da colheita, da remoção de folhas e de estolões durante o período de cultivo. Para cada data de avaliação, utilizou-se duas plantas por repetição.

O crescimento das plantas foi determinado por meio da quantificação da produção e da partição de massa seca aérea das plantas nas datas de amostragem (incluindo as frutas colhidas durante o processo produtivo, assim como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas). As plantas foram separadas em três frações: folhas (incluindo pecíolos), coroa (incluindo os estolões e pedúnculos) e frutas. Cada fração foi seca individualmente, em estufa de ventilação forçada a 65°C

até massa constante, para a obtenção da massa seca. A massa seca total da parte aérea da planta correspondeu à soma das folhas, coroa e frutas e, a massa seca vegetativa, à soma das folhas e da coroa. Determinou-se, também, a área foliar acumulada com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100). A partir dos dados de produção de massa seca e da área foliar, foram calculados a partição de massa seca, o índice de área foliar (IAF), o índice de colheita (IC), a taxa de crescimento das frutas (TCFr), da fração vegetativa (TCFV) e do cultivo (TCC) e a taxa de crescimento relativo (TCR), de acordo com as fórmulas descritas na continuação.

$$IAF = \frac{\text{Área Foliar}}{\text{Área do Solo}}$$

$$IC = \frac{PMFFr}{PMFT}$$

$$TC\ Fr; FV; C = \frac{P2 - P1}{T2 - T1}$$

$$TCR = \frac{P2 - P1}{T2 - T1} / P1$$

**Onde:**

**PMFFr:** Produção total de massa fresca das frutas (g);

**PMFT:** Produção de massa fresca total (g);

**P<sub>Δ</sub>:** Diferença de produção entre a amostragem no tempo *n* e a amostragem no tempo *n-1* (g);

**P<sub>1</sub>:** amostragem no tempo *n-1* (g);

**t<sub>Δ</sub>:** Diferença temporal entre uma amostragem no tempo *n* e a amostragem no tempo *n-1* (dias).

Ainda, foi calculada a produtividade por planta e por unidade de área de cada cultivar. Os resultados foram submetidos à análise de variância, o fator quantitativo (data de amostragem) a decomposição em componentes polinomiais e as médias dentro de cada data comparadas pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

### **Resultados e discussão**

De acordo com a análise de variância, houve interação entre os fatores experimentais estudados para todas as variáveis quantificadas. Dessa forma, o efeito simples de cada fator foi avaliado.

Houve contínuo acúmulo de massa seca vegetativa, das frutas e, conseqüentemente, do total da parte aérea das plantas em todas as cultivares (Figura 1a; 1b e 1c). Dinâmica semelhante foi observada para a produtividade (Figura 1d) e para o índice de área foliar (Figura 2d). Assim, modelos matemáticos lineares expressaram o comportamento dessas variáveis ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 1).

Ao final do cultivo, a 'Camarosa' apresentou maior produção de massa seca vegetativa, das frutas e do total das plantas em comparação às demais cultivares (Figuras 1a; 1b e 1c). Em relação à massa seca das frutas (Figura 1b), a superioridade dessa cultivar foi evidenciada a partir dos 155 dias após transplante (DAT), enquanto que, para a massa seca vegetativa (Figura 1a) e o total das plantas (Figura 1c), a superioridade foi observada somente a partir dos 184 DAT. A massa seca vegetativa das cultivares Albion, Aromas e Camino Real não diferiram entre si durante todo o período de cultivo (Figura 1a). Aos 184 DAT, as cultivares Aromas e Albion apresentaram maior massa seca das frutas em comparação à 'Camino Real'

(Figura 1b). No entanto, ao final do cultivo, a 'Aromas' superou a 'Albion' e a 'Camino Real', sendo que esta última cultivar apresentou os menores valores para esta variável, superada por todas as demais cultivares. A massa seca aérea total das plantas apresentou dinâmica semelhante à massa seca vegetativa, sendo a 'Camarosa' superior às demais e estas não diferindo entre si em nenhum período de cultivo com exceção da última avaliação, na qual a 'Camino Real' foi inferior a todas as cultivares (Figura 1c). A produtividade foi superior nas cultivares Aromas e Camarosa as quais diferiram das demais a partir dos 184 DAT.

A contribuição proporcional das frutas para a composição do total das plantas apresentou tendência de elevação até os 184 DAT (Figuras 2a) para todas as cultivares, o que, conseqüentemente, reduziu a contribuição proporcional da fração vegetativa nesse período (Figura 2b). Posteriormente, observou-se tendência de elevação da contribuição proporcional da fração vegetativa em detrimento do crescimento reprodutivo. Até os 155 DAT, a 'Albion' apresentou a menor contribuição proporcional das frutas para a composição da massa seca total da plantas (Figuras 2a), sendo superada por todas as outras cultivares, que não diferiram entre si. A partir dos 184 DAT a 'Aromas' apresentou incremento para esta variável. Dinâmica semelhante foi observada para o índice de colheita (IC; Figura 2c). Dessa forma, a dinâmica da evolução dessas variáveis foi representada por modelos polinomiais de segundo grau (Tabela 1).

O índice de área foliar (IAF) foi superior na 'Camarosa' já aos 155 DAT (Figura 2d). As demais cultivares não diferiram entre si em nenhuma das datas de avaliação.

A taxa de crescimento vegetativo foi crescente em todas as cultivares (Figura 3a). A partir dos 155 DAT, a 'Camarosa' apresentou valor mais elevado do que as demais cultivares. A taxa de crescimento das frutas foi praticamente nula até os 108

DAT (abaixo de  $0,012 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) devido à baixa frutificação (Figura 3b). Posteriormente foi crescente até 184 DAT. Entre os 108 e 155 DAT, a 'Camarosa' apresentou valores superiores. Dos 155 aos 184 DAT a 'Albion' e a 'Aromas' apresentaram elevação na taxa de crescimento das frutas em comparação à 'Camino Real', o que proporcionou a estas duas cultivares valores semelhantes aos da 'Camarosa'. Ainda, nesse período do ciclo, observou-se a maior taxa de crescimento das frutas, para todas as cultivares avaliadas. Posteriormente, houve decréscimo nos valores da taxa de crescimento das frutas, sendo que a redução foi mais intensa na 'Albion'. A taxa de crescimento do cultivo foi crescente até 184 DAT em todas as cultivares. Posteriormente, em virtude da redução na taxa de crescimento das frutas, houve redução dessa variável, com exceção da 'Camino Real', que manteve valor semelhante ao período anterior, no entanto, este valor foi muito inferior aos valores observados nas demais cultivares. A redução da taxa de crescimento das frutas e do cultivo foi de tal ordem na 'Albion' a ponto de apresentar valores semelhantes a 'Camino Real' que apresentou os menores taxas de crescimento vegetativo, das frutas e do cultivo durante o experimento. A taxa de crescimento relativo foi decrescente com o decorrer do ciclo de cultivo em todas as cultivares.

Dentre os fatores que interferem na atividade fotossintética e, conseqüentemente, na produção de massa seca das plantas, destacam-se a radiação solar disponível, a concentração de  $\text{CO}_2$ , a temperatura do ar e a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (Taiz & Zieger, 2004; Marengo & Lopes, 2007). No entanto, dentro de cada espécie, os mecanismos de crescimento e desenvolvimento controlam a performance das diferentes cultivares em relação à utilização desses fatores, interferindo na dinâmica fotossintética e,

consequentemente, na produção e partição de massa seca e nas taxas de crescimento. Características internas, inerentes de cada cultivar, é que ditam o padrão de utilização dos recursos ambientais disponíveis (Pereira & Machado, 1987; Peixoto, 1998). Nesse sentido, observa-se que a 'Camarosa' apresentou maior capacidade de produção de massa seca dos órgãos aéreos (Figura 1a; 1b e 1c). Em relação à massa seca das frutas, já na segunda avaliação, os valores foram superiores nessa cultivar, indicando maior capacidade de crescimento reprodutivo precoce, o que é confirmado, também, pela expressiva superioridade nos valores da taxa de crescimento das frutas entre 108 e 155 DAT (Figura 3b). Como consequência, a 'Camarosa' cultivar apresentou maior capacidade de produção precoce (Figura 1d).

Para a 'Camarosa', a expansão foliar foi superior em comparação às demais cultivares já na primeira avaliação (108 DAT), o que é caracterizado pelo maior IAF (Figura 2d), sendo que a superioridade dessa cultivar aumentou com o decorrer do tempo. O IAF indica o tamanho do aparelho assimilatório da planta e reflete sua capacidade produtiva (Kvet, 1979; Hunt, 1981). Quanto mais rápido a cultura atingir o índice de área foliar crítico (a partir do qual não se observa aumentos significativos na quantidade de radiação solar absorvida pelo dossel) e, quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será sua capacidade de produção biológica. Assim, pode-se associar a maior produção de massa seca e, de forma geral, as maiores taxas de crescimento da 'Camarosa', à maior capacidade de expansão do aparato fotossintético observada já nos estádios iniciais de crescimento. A consequência, desse maior IAF é uma maior interceptação da radiação solar e maior produção de fotoassimilados da parte aérea das plantas (Figura 1c).

Segundo vários autores (Marcelis 1993a; 1993b e 1993c; Awang & Atherton, 1995; Heuvelink & Buiskool, 1995; Heuvelink, 1997; Marcelis et al., 1998; Peil & Galvéz, 2002a e 2002b; Reekie et al., 2007; Duarte et al., 2008a e 2008b; Paula et al., 2008), em hortaliças de frutos, quando se analisa separadamente os órgãos aéreos das plantas (folhas, caule e frutos) os frutos são os maiores drenos de fotoassimilados das plantas. No presente trabalho, ao final do ciclo de cultivo, as frutas representaram 52,7; 60,6; 49,5 e 50,4% da massa seca aérea total das plantas nas cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real, respectivamente, corroborando a afirmação anterior.

Normalmente o rendimento de um cultivo é determinado pela capacidade das plantas em acumular biomassa (massa seca e fresca) nos órgãos que se destinam a colheita, sendo que um incremento da massa seca destinada a estes órgãos garantirá um incremento do rendimento (Challa & Heuvelink, 1993). Nesse sentido, observou-se que as maiores produtividades (Figura 1d) foram obtidas nas cultivares que apresentaram maior capacidade de produção de massa seca das frutas (Camarosa e Aromas - Figura 1b). No presente trabalho, a produtividade variou de 696 g planta<sup>-1</sup> (equivalente a aproximadamente 36 Mg ha<sup>-1</sup>) na 'Camino Real' a 1220 g planta<sup>-1</sup> (equivalente a aproximadamente 64 Mg ha<sup>-1</sup>) na 'Camarosa'. Os resultados obtidos em relação à produtividade são semelhantes aos relatados na bibliografia (Andriolo et al., 2002; Fernandes Júnior et al., 2002; Castro et al., 2003; Andriolo et al., 2009; Loss et al., 2009), indicando que o sistema de cultivo orgânico pode apresentar produtividades compatíveis às obtidas em outros sistemas de produção. Cabe salientar que, a densidade de plantio da 'Albion', da 'Aromas' e da 'Camino Real' pode ser elevada em virtude das plantas dessas cultivares serem mais compactas, o que proporcionaria um aumento da produtividade.

As máximas taxas de crescimento da fração vegetativa, das frutas e do cultivo foram observadas na 'Camarosa', com valores de 0,84 (entre 184 e 241 DAT); 0,92 (entre 155 e 184 DAT) e 1,68 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (entre 184 e 241 DAT), respectivamente (Figuras 2a; 2b e 2c). Marcelis (1994) destaca que, para a cultura do pepineiro, existe uma tendência cíclica entre a taxa de crescimento dos frutos e da fração vegetativa, ou seja, quando a taxa de crescimento dos frutos é elevada, a taxa de crescimentos da fração vegetativa tende a reduzir-se. Entretanto, para a cultura do morangueiro essa dinâmica não foi observada, uma vez que o seu baixo crescimento vegetativo inicial é decorrente do transplante em época de reduzida temperatura e fotoperíodo (outono-inverno no Rio Grande do Sul), que induz ao crescimento vegetativo e reprodutivo paralelamente quando ocorre a elevação dessas variáveis ambientais.

Os máximos valores da taxa de crescimento relativo foram alcançados nos estádios iniciais do cultivo. Os valores observados até os 108 DAT foram de 0,11; 0,16; 0,16 e 0,14 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real, respectivamente. Após este período, a taxa de crescimento relativo decresceu, alcançando valores finais de 0,013; 0,019; 0,017 e 0,018 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as mesmas cultivares, respectivamente. Decréscimos nos valores da taxa de crescimento relativo são comuns para a maioria das espécies e já foram descritos para a cultura do tomateiro (Fayad et al., 2001), para o meloeiro (Medeiros et al., 2006), para o pimentão (Fontes et al., 2005) e para a abobrinha italiana (Strassburger et al., 2010), estando relacionados a um padrão característico, já que quanto mais jovens as plantas, maior é o seu crescimento em relação à sua massa.

### Conclusões

1) A produção de massa seca da fração vegetativa, das frutas, do total da planta, a produtividade e o índice de área foliar nas cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real elevam-se continuamente ao longo do ciclo de cultivo;

2) A cultivar de morangueiro 'Camarosa' apresenta maior crescimento dos órgãos vegetativos aéreos e das frutas em relação às demais cultivares e, juntamente com a 'Aromas', maior produtividade, sendo que a primeira apresenta maior crescimento reprodutivo precoce e, conseqüentemente, maior capacidade de produção precoce. Dessa forma, essas duas cultivares são as mais recomendadas para o sistema de cultivo orgânico;

3) A contribuição das frutas para a constituição do total da massa seca aérea das plantas varia de 2,2 a 13,2% no início da frutificação, até 49,5 a 60,6% no final do cultivo, o que indica que estas são os principais órgãos drenos das plantas;

4) A taxa de crescimento da fração vegetativa cresce até o final do cultivo, enquanto que a taxa de crescimento das frutas decresce a partir de 184 dias após o transplante;

5) A taxa de crescimento relativo é decrescente no decorrer do cultivo em todas as cultivares.

### Referências

ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V. BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 24-27, 2002.

ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; VAZ, M.A.B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 684-690, 2009.

AWANG, Y.B.; ATHERTON, J.G. Growth and fruit responses of strawberry plants grown in rockwool to shading and salinity. **Scientia Horticulture**, v. 62, p. 25-31, 1995.

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

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 7 de 17 de maio de 1999. 1999.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 227-230, 2003.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. **Acta Horticulture**, v. 328, p. 219-228, 1993.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGER, A.S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro cultivado em substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 348-353, 2008a.

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, 2008b.

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

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

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO, C.R.L. Produção de frutos e estolhos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, p. 25-34, 2002.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J.L. (ed). **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM. p. 3-8, 2007.

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

HEUVELINK, E. BUISKOLL, R.P.M. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 381-389, 1995.

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

HUNT, R. Growth analysis of populations and communities. In: HUNT, R. **Plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1981. p. 26-38.

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.

LOSS, J.T.; CALVETE, E.O.; NITSCHKE, R.; RAMBO, A.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D. Desempenho de cultivares de morangueiro em dois sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: ABH, p. 1900-1906 (CD -ROM). 2009.

MARCELIS, L.F.M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 54, p. 107-121. 1993a.

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

MARCELIS, L.F.M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae**, v. 328, p. 49-67, 1993c.

MARCELIS, L.F.M. A simulation model for dry matter partitioning in cucumber. **Annals of Botany**, v. 74, p. 43-52, 1994.

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.

MARCELIS, L.F.M., ELINGS, A., BAKKER, M.J.; HEUVELINK, E. Modelling dry matter production and partitioning in sweet pepper. **Acta Horticulturae**, v. 718, p. 121-128, 2006.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

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

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: realizações e programa de trabalho. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; SCHOFFEL, E.R.; PEIL, R.M.N.; RIBEIRO, D.S.; FRAGA, D.S.; ANDRADE, F.F. Produção e partição de massa seca da parte aérea do morangueiro cultivado em ambiente protegido sob adubação orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Anais...** Maringá: ABH. p. 5931-5936 (CD -ROM). 2008.

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

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 75-80, 2002b.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (Boletim técnico), 1987. 33p.

PEIXOTO, C.P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIRES, R.C. de M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, p. 63, p. 471-425, 2006.

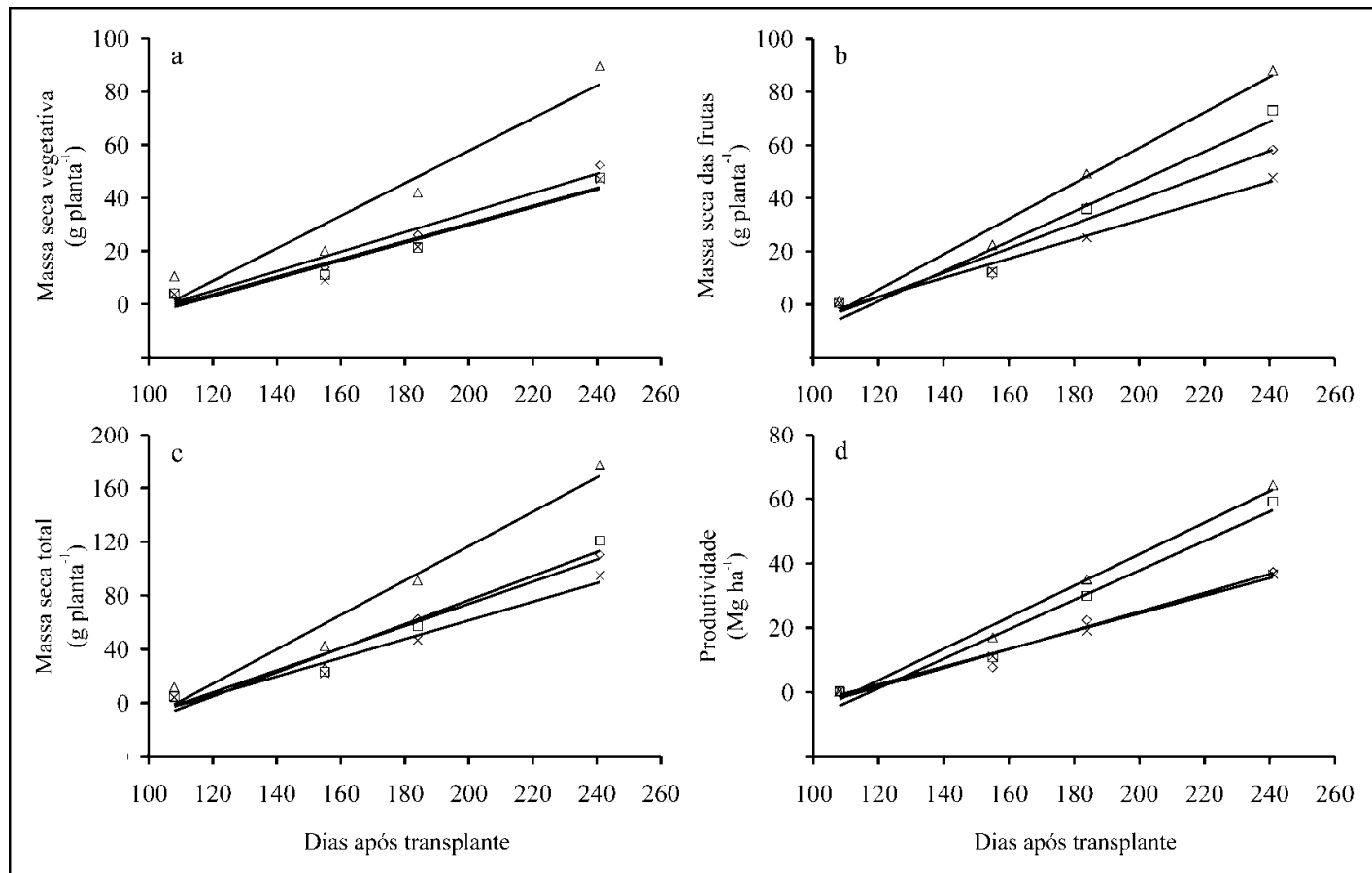
REEKIE, J.Y.; STRUIK, P.C.; HICKLENTON, P.R.; DUVAL, J.R. Dry matter partitioning in a nursery and a plasticulture fruit field of strawberry cultivars 'Sweet Charlie' and 'Camarosa' as affected by prohexadione-calcium and partial leaf removal. **European Journal of Horticultural Science**, v.72, p. 122-129, 2007.

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

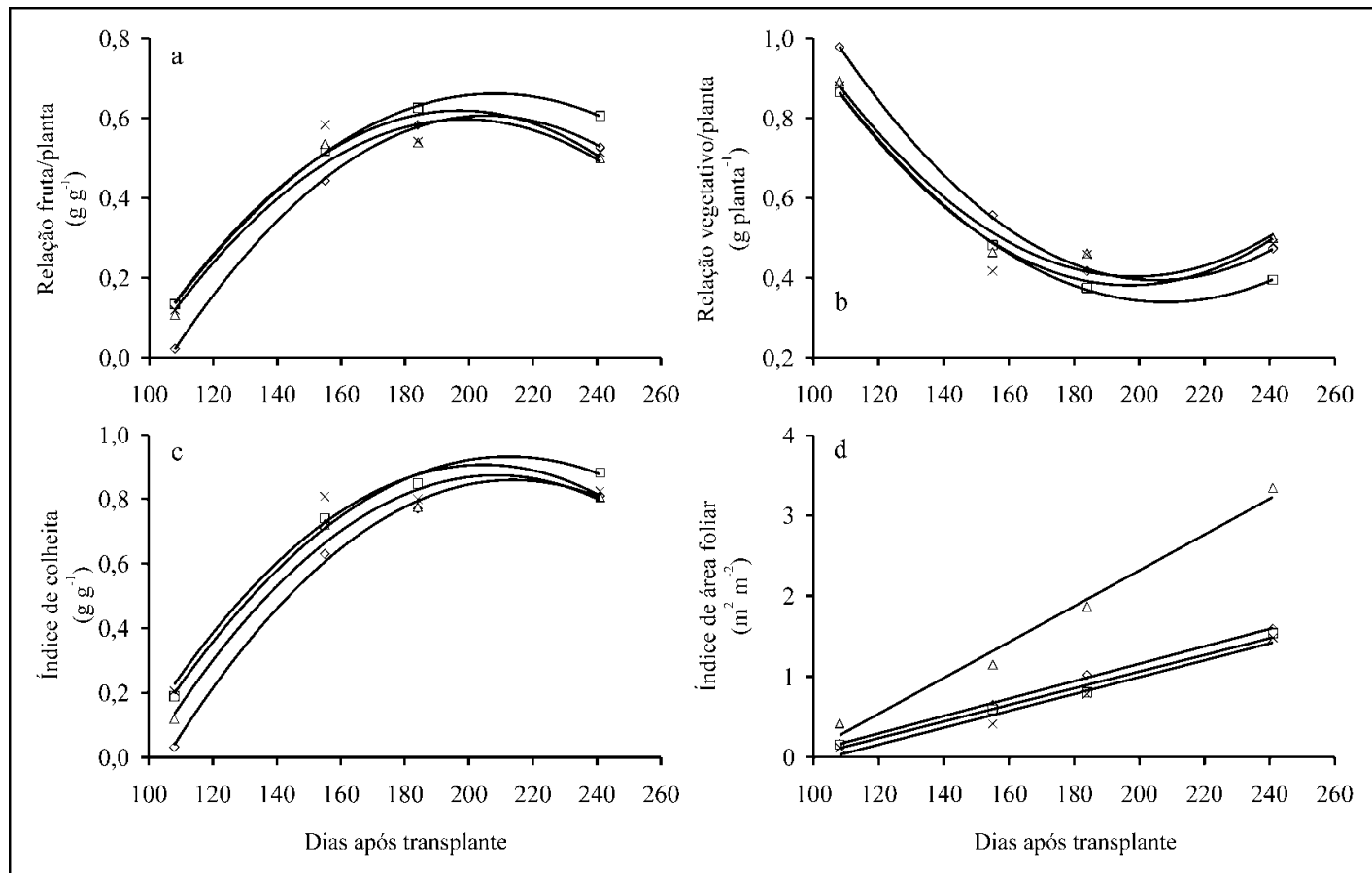
SBCS/NRS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 10ª ed. Porto Alegre. 2004. p. 258-259p.

STRASSBURGER, A.S.; PEIL, R.M.N.; FONSECA, L.A. da; AUMONDE, T.Z.; MAUCH, C.R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 4, 2010 (Artigo no Prelo).

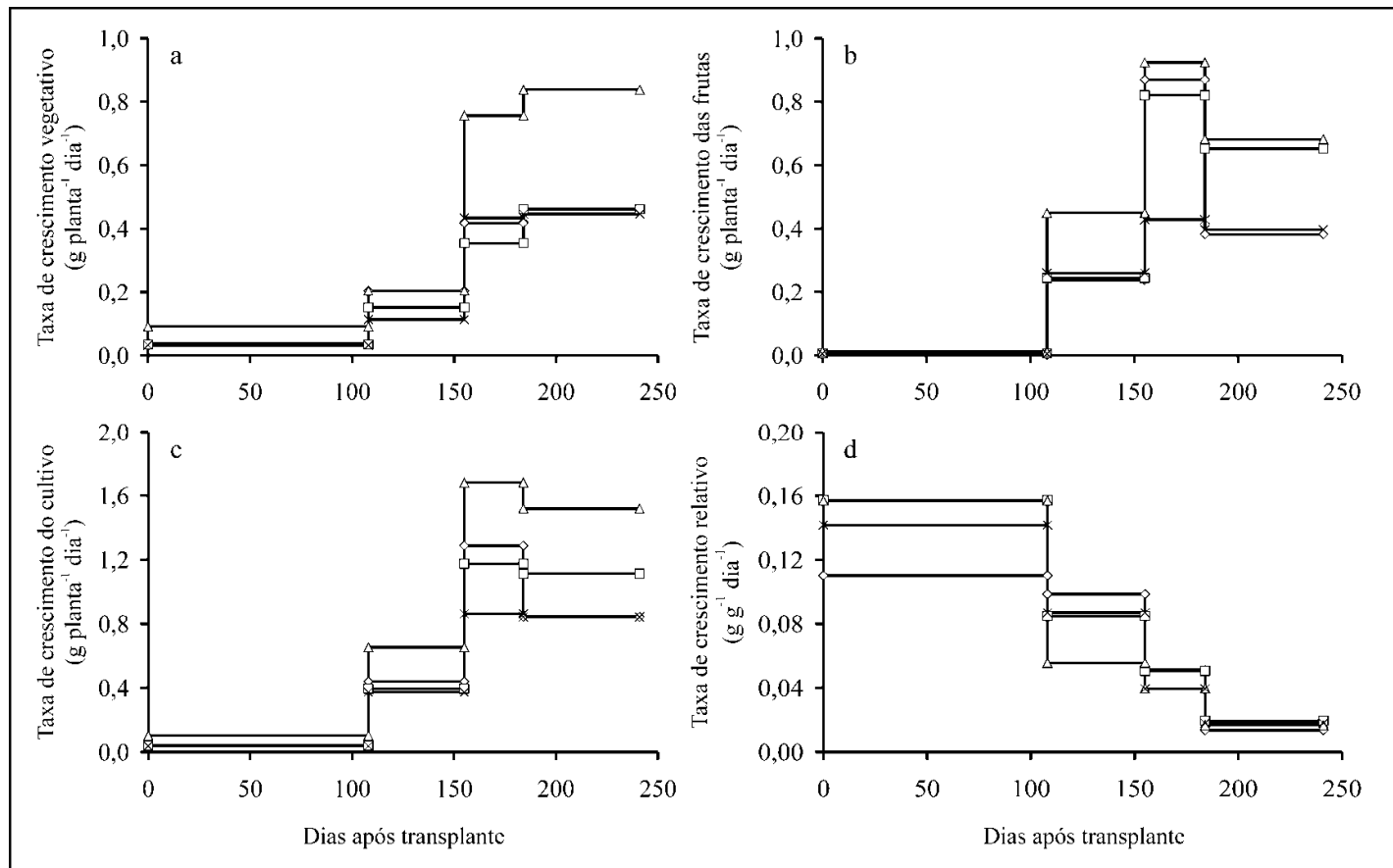
TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.



**Figura 1.** Evolução da produção de massa seca vegetativa (a), das frutas (b), do total da parte aérea (c) e da produtividade (d) de cultivares de morango em sistema de cultivo orgânico. (◇) 'Albion', (□) 'Aromas', (△) 'Camarosa e (×) 'Camino Real'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.



**Figura 2.** Evolução da contribuição proporcional de massa seca das frutas (dada pela relação fruta/total da parte aérea; a) e do compartimento vegetativo (dada pela relação vegetativo/total da parte aérea; b) para o total da parte aérea das plantas, do índice de colheita (c) e do índice de área foliar (d) em cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. (◇) 'Albion', (□) 'Aromas', (△) 'Camarosa e (X) 'Camino Real'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.



**Figura 3.** Taxa de crescimento dos órgãos vegetativos aéreos (a), das frutas (b), do cultivo (c) e taxa de crescimento relativo (d) de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. (◇) 'Albion', (□) 'Aromas', (△) 'Camarosa e (X) 'Camino Real'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

**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) das cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Variável                                         | Cultivar    | Fórmula                                 | $R^2$ |
|--------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------|
| <b>Massa seca vegetativa</b>                     | Albion      | $y = - 38,932 + 0,3667x$                | 0,96  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 36,341 + 0,3335x$                | 0,94  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 64,681 + 0,612x$                 | 0,93  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 37,235 + 0,335x$                 | 0,93  |
| <b>Massa seca das frutas</b>                     | Albion      | $y = - 52,29 + 0,4682x$                 | 0,96  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 66,314 + 0,5625x$                | 0,96  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 74,593 + 0,6674x$                | 0,99  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 40,461 + 0,3606x$                | 0,99  |
| <b>Massa seca total</b>                          | Albion      | $y = - 91,222 + 0,8249x$                | 0,97  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 102,66 + 0,896x$                 | 0,95  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 139,27 + 1,2794x$                | 0,97  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 77,697 + 0,6956x$                | 0,97  |
| <b>Produtividade</b>                             | Albion      | $y = - 33,213 + 0,2911x$                | 0,97  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 53,443 + 0,4561x$                | 0,97  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 54,862 + 0,4885x$                | 0,99  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 30,444 + 0,2745x$                | 0,99  |
| <b>Relação de massa seca (frutas/planta)</b>     | Albion      | $y = - 1,99679 + 0,02534x - 0,00006x^2$ | 0,99  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 1,61149 + 0,02184x - 0,00005x^2$ | 0,99  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 1,74143 + 0,02396x - 0,00006x^2$ | 0,93  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 1,74143 + 0,02396x - 0,00006x^2$ | 0,93  |
| <b>Relação de massa seca (vegetativo/planta)</b> | Albion      | $y = 2,99679 - 0,02534x + 0,00006x^2$   | 0,99  |
|                                                  | Aromas      | $y = 2,61149 - 0,02184x + 0,00005x^2$   | 0,99  |
|                                                  | Camarosa    | $y = 2,70266 - 0,02318x + 0,00006x^2$   | 0,96  |
|                                                  | Camino Real | $y = 2,74143 - 0,02396x + 0,00006x^2$   | 0,93  |
| <b>Índice de colheita</b>                        | Albion      | $y = - 2,49196 + 0,03135x - 0,00007x^2$ | 0,99  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 2,10565 + 0,02859x - 0,00007x^2$ | 0,99  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 2,31005 + 0,03053x - 0,00007x^2$ | 0,98  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 2,14738 + 0,02985x - 0,00007x^2$ | 0,95  |
| <b>Índice de área foliar</b>                     | Albion      | $y = - 1,0008 + 0,0108x$                | 0,99  |
|                                                  | Aromas      | $y = - 1,0028 + 0,0103x$                | 0,99  |
|                                                  | Camarosa    | $y = - 2,1275 + 0,0222x$                | 0,98  |
|                                                  | Camino Real | $y = - 1,0979 + 0,0104x$                | 0,97  |

**ARTIGO 3:** Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico

## **Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico**

STRASSBURGER, A.S.<sup>1</sup>; PEIL, R.M.N.<sup>2</sup>; MEDEIROS, C.A.B.<sup>3</sup>; SCHWENGBER, J.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc, Discente de Doutorado em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: strassburger.as@gmail.com;

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Dr<sup>a</sup>., Professora Associada, Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. e-mail: rmpeil@ufpel.tche.br;

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. email: medeiros@cpact.embrapa.br; jernani@cpact.embrapa.br.

### **Resumo**

Realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar o efeito da densidade de plantio sobre o crescimento e a produtividade de duas cultivares de morangueiro de “dia neutro” em sistema de cultivo orgânico. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. Os tratamentos constaram da combinação de dois fatores experimentais: densidade de plantio (3,51; 5,26 e 7,02 plantas m<sup>-2</sup> correspondentes a linhas duplas, triplas e quádruplas por canteiro, respectivamente) e cultivar (Diamante e Aromas). O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Ao final do período experimental, foram determinadas a produção e a partição de biomassa dos órgãos aéreos das plantas, a produtividade e os principais índices de crescimento. O cultivo do morangueiro na densidade de 5,26 plantas m<sup>-2</sup> (em linhas triplas) proporciona um adequado crescimento das plantas e produtividade de frutas de 30,4 Mg ha<sup>-1</sup>, valor superior a densidade de 3,51 plantas m<sup>-2</sup> (linhas duplas) e

semelhante ao da densidade de 7,02 plantas  $\text{m}^{-2}$  (linhas quádruplas). Assim, o cultivo em linhas triplas deve ser empregado para favorecer o crescimento das plantas e a produtividade da cultura em sistema orgânico de produção. Ao final do ciclo de cultivo, as cultivares Diamante e Aromas apresentam padrões semelhantes de crescimento e de produtividade.

**Termos para indexação:** *Fragaria x ananassa*, fisiologia da produção, produção e partição de massa seca, população de plantas, produção sustentável, manejo ecológico.

### **Growth and yield of “day-neutral” strawberry cultivars in different planting densities in organic crop system**

#### **Abstract**

The aim of this work was to evaluate the plant density effect on the growth and yield of two “day-neutral” strawberry cultivars in organic crop system. The trial was conducted in Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS. The treatments were composed by two experimental factors combination: plant density (3.51; 5.26 and 7.02 plants  $\text{m}^{-2}$ , corresponding to double, triple and quadruple row per bed, respectively) and cultivars (Diamante and Aromas). The randomized blocks experimental design was used with four replications. At the end of trial, the dry mass production and partitioning, yield and the main growth index were determinate. The grown of strawberry at 5.26 plants  $\text{m}^{-2}$  (triple row) provide a more appropriate plants growth and yield of 30.4  $\text{Mg ha}^{-1}$ , which was higher than the yield of 3.51 plants  $\text{m}^{-2}$  (double row) and similar yield to 7.02 plants  $\text{m}^{-2}$  (quadruple row). So, the triple row for strawberry crop can be used to favor plants growth and yield in organic

crop system. At the end of the crop, Diamante and Aromas cultivars showed similar growth pattern and yield.

**Index terms:** *Fragaria x ananassa*, production physiology, dry mass production and partitioning, plant population, sustainable production, ecological management.

### Introdução

No Brasil, atualmente, a produção de morangos é dominada pelo uso de cultivares de morangueiro de dia curto (Silva et al., 2007; Dias et al., 2007). Estas cultivares, em condições de temperaturas elevadas e de dias longos, apresentam maior diferenciação das gemas em estolões (Duarte Filho et al., 1999), reduzindo o florescimento e, conseqüentemente, a produção. Dessa forma, a partir do mês de novembro até o início do inverno, observa-se uma menor oferta da fruta no mercado. Em contrapartida, nesse período de escassez, é que a fruta apresenta maior valor (Duarte Filho et al., 1999; Leite et al., 2007). Este fato justifica a crescente busca por cultivares que proporcionem produção durante os períodos mais quentes do ano. Assim, observa-se cada vez mais a busca por cultivares de morangueiro de dias curtos ou indiferentes ao fotoperíodo. A utilização dessas cultivares apresenta-se como uma alternativa para prolongar a oferta da fruta, pois apresentam menor sensibilidade aos estímulos que o fotoperíodo e a temperatura exercem sobre a emissão de estolões, prorrogando o período de frutificação.

Os programas de melhoramento genético do morangueiro caracterizam-se pela avaliação e seleção de clones em sistema de cultivo convencional. Assim, as cultivares provenientes desses programas podem apresentar menor produtividade e qualidade de produção em sistemas de cultivo orgânico (Castro et al., 2003), uma vez que as características produtivas das cultivares resultam do manejo adotado e

das condições ambientais a que são submetidas, sendo necessária a adequação do manejo e da cultivar a ser utilizada com o ambiente de cultivo (Duarte Filho et al., 2007).

Assim, além das próprias características genéticas das cultivares, algumas práticas de manejo, como a variação da densidade de plantio, podem interferir no crescimento das plantas (Marcelis et al., 1998; Peil e Gálvez, 2002 e 2005; Duarte et al., 2008), que pode ser definido como a produção e a partição de biomassa (massa fresca e seca) entre os diferentes órgãos das plantas (Marcelis et al., 1998).

A densidade de plantio afeta a penetração da radiação solar no dossel vegetal, a taxa fotossintética e o equilíbrio entre o crescimento da fração vegetativa e dos frutos. Assim, o emprego de uma densidade de plantio adequada proporciona maior eficiência da utilização da radiação solar incidente sobre o dossel e maior produção por área. Um comportamento 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, luz e água. Dessa forma, o crescimento individual das plantas é negativamente afetado, a ponto de haver prejuízos à produtividade da cultura.

Vários trabalhos já foram realizados buscando avaliar o crescimento de algumas hortaliças de fruto em função da densidade de plantio (Papadopoulos e Ormrod, 1991; Peil & Gálvez, 2002 e 2005; Duarte et al., 2008). Para a cultura do morangueiro, existem trabalhos relacionados a esse tema, todavia, abordam apenas aspectos relacionados à produtividade (Albregts, 1971; Albregts & Howard et al., 1973; Freeman, 1981, Dijkstra et al., 1993) e à incidência de doenças (Madden e Boudreau, 1997; Legard et al., 2000; Linsley-Noakes et al., 2006). Informações mais aprofundadas sobre o crescimento do morangueiro são escassas e, em se tratando

de cultivares de “dia neutro” e de densidade de plantio em sistema de cultivo orgânico, são inexistentes.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em sistema de cultivo orgânico, observando a influência de diferentes densidades de plantio sobre a produção acumulada de biomassa e a partição de massa seca entre os órgãos aéreos das plantas, bem como sobre a produtividade e os principais índices de crescimento, a fim de definir o número de linhas simples a ser adotado no canteiro.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Clima Temperado, na Estação Experimental Cascata, localizada no município de Pelotas, RS. A localização geográfica aproximada de: 31° 37' S, 52° 31' W e altitude de 181 m. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo “cfa” - clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (Mota et al., 1986).

O experimento foi realizado em canteiros, abrigados por túneis baixos cobertos com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100 µm de espessura, dispostos no sentido Leste-Oeste. O controle do aumento excessivo da temperatura, bem como a renovação do ar no interior dos túneis, foi realizado mediante o soerguimento lateral do plástico de revestimento nas primeiras horas da manhã e seu fechamento ao entardecer. Em dias de chuvas e ventos fortes, estes foram mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo das condições climáticas predominantes.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,3 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1,1 x 10,0 m com caminhos de 0,5 m. A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química do solo, levando-se em consideração as recomendações segundo a SBCS/NRS (2004) para a cultura do morangueiro, com base na concentração de potássio no solo.

Para a correção do pH foram aplicados  $2,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, com PRNT de 98%. Para a correção da fertilidade do solo, foram utilizados  $18,6 \text{ Mg ha}^{-1}$  de vermicomposto bovino e  $24,0 \text{ Mg ha}^{-1}$  de torta de mamona. Posteriormente, a enxada rotativa encanteiradora foi novamente utilizada para a incorporação do calcário e dos fertilizantes.

O transplante das mudas foi realizado no dia 04/07/2008. A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método da tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,15 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo a capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi realizada utilizando-se húmus líquido a 10%, preparado de acordo com a recomendação de Schiedeck et al. (2006).

A cobertura dos canteiros foi realizada com plástico preto (PEBD) com 50  $\mu\text{m}$  de espessura e 2,0 m de largura, colocado sobre os canteiros 30 dias após o transplante das mudas. O controle de pragas e de doenças foi realizado utilizando-se calda bordalesa, calda sulfocálcica, extrato de nim e alhol (mistura de alho triturado, óleo vegetal, sabão neutro e água), conforme previsto na Instrução Normativa 007 do Ministério da Agricultura (Brasil, 1999). Ainda, como forma de prevenção e redução da fonte de inóculo, foram realizadas limpezas frequentes nas

plantas, retirando-se folhas, frutas ou até mesmo plantas severamente atacadas por pragas ou doenças.

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores experimentais: densidade de plantio e cultivar. O primeiro fator foi estudado em três diferentes níveis: 3,51; 5,26 e 7,02 plantas  $m^{-2}$ , levando-se em consideração a área total utilizada (incluindo os caminhos), determinada pelo número de linhas simples utilizadas por canteiros, respectivamente 2; 3 e 4 (cultivo em linhas duplas, triplas ou quádruplas), uma vez que o espaçamento adotado foi de 0,3 x 0,3 m. As plantas foram dispostas em linhas desencontradas para todas as densidades utilizadas. O fator cultivar foi estudado em dois níveis: Diamante e Aromas, ambas classificadas como indiferentes ao fotoperíodo ou de “dia neutro” e provenientes de viveiros chilenos.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizado, com quatro repetições. Posteriormente ao transplante, foi selecionada uma planta por repetição, sobre a qual se manteve total controle da colheita, da remoção de folhas e de estolões durante o período de cultivo. O crescimento da cultura foi quantificado por meio da determinação da biomassa aérea acumulada das plantas controle aos 186 dias após o transplante (07/01/2009), sendo incluídas as frutas colhidas durante o processo produtivo, bem como as folhas provenientes de desfolhas antecipadas e os estolões removidos. As plantas foram separadas em três frações: folha (incluindo pecíolos), coroa (incluindo os estolões) e frutas. A massa seca total da parte aérea da planta correspondeu à soma das folhas, coroa e frutas e a massa seca vegetativa à soma das folhas e coroa.

Cada fração foi pesada, para a obtenção da massa fresca, e seca, em estufa de ventilação forçada a 65°C até massa constante, para a obtenção do peso seco.

Determinou-se, também, a área foliar acumulada ao final do experimento com um integrador de área foliar (LI-COR, modelo 3100). A partir dos dados de massa fresca e seca dos órgãos aéreos das plantas e da área foliar, calculou-se a produtividade, a partição de massa seca entre os órgãos aéreos das plantas e os índices de crescimento de interesse. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro.

### **Resultados e Discussão**

De acordo com a análise de variância, não houve interação entre os fatores estudados para nenhuma das variáveis quantificadas. Assim, o efeito principal de cada fator foi avaliado. O crescimento, representado pela produção de massa fresca e seca (Tabela 1 e 2) e pela partição de massa seca entre os diferentes órgãos das plantas (Tabela 3), assim como o índice de área foliar e a razão de área foliar, foram influenciados pela densidade de plantio.

As plantas cultivadas na maior densidade (7,02 plantas  $m^{-2}$ ) apresentaram maior produção de massa fresca das folhas em relação à densidade intermediária (5,26 plantas  $m^{-2}$ ), não diferindo da densidade mais baixa (3,51 plantas  $m^{-2}$ ; Tabela 1). Em relação à massa seca das folhas (Tabela 2), a maior densidade apresentou superioridade em relação às demais, sendo que a densidade intermediária apresentou o menor valor. As massas fresca e seca da coroa não foram influenciadas pela densidade de plantio (Tabelas 1 e 2). Dessa forma, a massa fresca da fração vegetativa das plantas na densidade intermediária foi inferior a da maior densidade e, em relação à massa seca, inferior às outras duas densidades de plantio. Entretanto, quando observa-se a produção de massa fresca de frutas por

planta (Tabela 1), verifica-se que a maior densidade de plantio causou redução no valor desta variável, o que levou a uma menor produção de massa fresca do total da parte aérea e um menor índice de colheita, não sendo observadas diferenças entre as densidades de 3,51 e 5,26 plantas  $m^{-2}$  em relação às estas três variáveis. Quanto à produção de massa seca das frutas (Tabela 2) a resposta foi semelhante, sendo que houve um decréscimo significativo de valores já quando se aumentou a densidade de 3,51 para 5,26 plantas  $m^{-2}$ , o que levou à redução da massa seca do total da parte aérea das plantas nas duas maiores densidades de plantio (Tabela 2).

A maior densidade de plantio reduziu a contribuição proporcional da massa seca das frutas para a composição do total da planta, beneficiando a alocação de massa seca para a fração vegetativa (Tabela 3). As folhas representaram a maior fração dos órgãos vegetativos aéreos, sendo que, na maior densidade de plantio, a coroa apresentou uma redução da contribuição proporcional para a composição total desse compartimento em relação às densidades mais baixas. O índice de área foliar e a razão de área foliar foram superiores na maior densidade e a área foliar específica não foi influenciada pela densidade de plantio (Tabela 3).

Em relação ao efeito do fator cultivar, a Diamante e a Aromas demonstraram padrões de produção e de partição de massa fresca e seca e produtividade semelhantes, sendo que, observou-se maior produção de massa fresca da coroa e do total das plantas na 'Diamante' e a área foliar específica e a razão de área foliar foram superiores na 'Aromas' (Tabela 3). A 'Diamante' apresentou menor área foliar específica e uma menor razão de área foliar, demonstrando maior espessura de limbo e maior eficiência fotossintética (caracterizada pela menor razão de área foliar, uma vez que houve maior produção de massa seca aérea por unidade de área

foliar), o que, no entanto, não foi suficiente para interferir no crescimento e na produtividade das plantas.

Apesar da maior densidade de plantio haver reduzido a produção de massa fresca das frutas por planta, o aumento do número de plantas por unidade de área proporcionou que a produtividade da densidade de 7,02 plantas  $m^{-2}$  fosse semelhante a da densidade intermediária e superasse a da densidade de 3,51 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 1). O aumento da densidade de plantio geralmente reduz a produção individual das plantas, no entanto, o incremento do número de plantas por unidade de área compensa a redução individual da produção até uma determinada população de plantas (Pereira, 1989). Porém o aumento da densidade de 5,26 para 7,02 plantas  $m^{-2}$  provocou uma redução da produção por planta de tal ordem, a ponto de que o aumento do número de plantas não resultasse em elevação da produção por unidade de área.

Os resultados gerais obtidos em relação à produtividade estão de acordo com os relatados na bibliografia (Andriolo et al., 2002; Fernandes Júnior et al., 2002; Castro et al., 2003; Andriolo et al., 2009; Loss et al., 2009), demonstrando que o sistema de cultivo orgânico e as cultivares de “dia neutro” proporcionam produtividades semelhantes a outros sistemas de produção.

O índice de colheita foi inferior na densidade de 7,02 plantas  $m^{-2}$  (Tabela 1). Esse índice representa a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica, sendo influenciado pelo genótipo (Artigos 1 e 2) e pelo ambiente (Pereira e Machado, 1987; Benincasa, 2003). Assim, as plantas cultivadas na maior densidade demonstraram uma redução da capacidade de alocação de massa seca (Tabela 2) e fresca (Tabela 1) para os órgãos de interesse

econômico, embora a produtividade das plantas nesta densidade de plantio tenha sido semelhante a da densidade intermediária.

Tem sido demonstrado na literatura que o manejo da densidade de plantio interfere na produção e partição da massa seca das plantas (Peil e Gálvez, 2002 e 2005, Duarte et al., 2008). Este fato normalmente se deve ao sombreamento mútuo e à interferência negativa que elevadas densidades de plantio exercem sobre a penetração da radiação solar no interior do dossel, reduzindo a quantidade de radiação solar interceptada individualmente por cada planta e a taxa fotossintética, o que, conseqüentemente, reduz a produção de massa seca das plantas. Portanto, não era esperado que a massa seca das folhas apresentasse uma superioridade tão expressiva na maior densidade de plantio em relação às demais. Deve-se primeiramente considerar que devido à arquitetura da planta de morangueiro, de porte baixo e com a disposição das folhas concentradas ao redor da coroa, a ocorrência de sombreamento mútuo somente vai ocorrer para valores muito elevados de densidade. Outro fator importante é que nesta pesquisa, para as três densidades estudadas, adotou-se o mesmo espaçamento entre linhas simples e entre plantas, variando-se, apenas, o número de linhas no canteiro (2, 3 e 4), ocasionando que o efeito da densidade de plantio, se devesse, também, a fatores de outra ordem (redução da polinização) e não somente à penetração de radiação solar no interior do dossel.

Durante o período de cultivo, observou-se que, nas plantas cultivadas na densidade mais elevada, as flores ficavam menos expostas devido à elevada densidade de folhas (evidenciada pelo maior índice de área foliar - Tabela 3), dificultando a visita das abelhas. Adicionalmente, a ventilação das plantas nessa densidade era reduzida, outro fator importante para a polinização na cultura. Como

consequência, observou-se um maior abortamento das flores e menor número de frutas colhidas por planta, o que possivelmente levou a uma menor produção de massa fresca e seca de frutas (Tabela 1 e 2). Na maior densidade de plantio, o número de frutas por planta foi inferior às demais, totalizando 27,5 frutas, valor significativamente inferior aos obtidos na densidade de 3,51 e 5,26 plantas  $m^{-2}$  (35,4 e 35,1 frutas planta<sup>-1</sup>, respectivamente).

Segundo vários autores (Marcelis et al., 1998; Peil e Galvez, 2002 e 2005) é amplamente entendido que em hortaliças de fruto a partição de assimilados entre os órgãos da planta é, primeiramente, regulada pelos seus próprios drenos (frutos), sendo que a força de fonte (fotossíntese) apresenta menor importância. Assim, um menor número de frutos induz, também, a um menor acúmulo de massa seca no compartimento reprodutivo, devido a uma limitação em nível de drenos da planta, proporcionando um maior acúmulo de fotoassimilados na fração vegetativa. Dessa forma, a maior densidade de plantio influenciou indiretamente o crescimento das plantas, reduzindo a força de drenos (menor número e massa de frutas por planta), o que, conseqüentemente, beneficiou o acúmulo de fotoassimilados nas folhas (Tabela 2 e 3).

Normalmente o rendimento de um cultivo é determinado pela capacidade de acumular biomassa (massa fresca e seca) nos órgãos que se destinam a colheita, sendo que um incremento da biomassa destinada a estes órgãos garantirá um incremento do rendimento (Challa e Heuvelink, 1993). A partição de massa seca entre os diferentes órgãos da planta exerce um papel fundamental na produção de um cultivo. Para maximizar a produção de frutos (compartimento generativo) é necessário atingir a produção potencial de assimilados na planta inteira e, em seguida, alocar para os frutos a maior fração possível desses assimilados (Marcelis

et al., 1998), sem comprometer a capacidade futura de produção e mantendo um crescimento vegetativo adequado. Incrementos nos rendimentos dos cultivos por meio do melhoramento genético têm sido realizados principalmente por um melhor padrão de partição da massa seca e, em menor expressão, pelo incremento da produção total desta. Assim, o aumento da alocação proporcional de massa seca para os órgãos de interesse econômico pode proporcionar uma maior produtividade do cultivo. Nesse sentido, a maior densidade de plantio reduziu a contribuição proporcional das frutas, o que é uma característica indesejada. Observa-se que, nas densidades em que a contribuição proporcional de massa seca das frutas foi superior (densidades de 3,51 e 5,26 plantas  $m^{-2}$ ) o índice de colheita também apresentou valores superiores.

Para hortaliças de fruto, estes são os maiores drenos de fotoassimilados das plantas (Awang e Atherton, 1995; Marcelis et al., 1998; Peil e Galvéz, 2002; Reekie et al., 2007; Duarte et al., 2008; Paula et al., 2008). No presente trabalho, nas densidades de 3,51 e 5,26 plantas  $m^{-2}$ , as frutas representaram a maior proporção de massa seca dentre os órgãos aéreos (frutas, folhas e coroa), caracterizando-se como maiores drenos de fotoassimilados. Todavia, na maior densidade, as folhas representaram, aproximadamente, 54% da massa seca total da parte aérea das plantas. Assim, na maior densidade de plantio, as folhas caracterizando-se como fonte e, ao mesmo tempo, como os maiores drenos de fotoassimilados.

Dentre os parâmetros fisiológicos mais utilizados na análise de crescimento das plantas destaca-se o índice de área foliar, uma vez que a fotossíntese, processo responsável pelo fornecimento da energia necessária ao crescimento da planta, depende diretamente dele. Quanto mais rápido a cultura atingir o índice de área foliar crítico (a partir do qual não observa-se aumentos significativos na quantidade

de radiação solar absorvida pelo dossel) e, quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será sua produtividade biológica. A densidade de plantas afeta tanto o valor máximo do índice de área foliar atingido pela cultura, quanto o período de tempo decorrido desde a emergência até a estabilização do crescimento do índice de área foliar e, conseqüentemente, da absorção da radiação solar incidente. A densidade de plantio ideal a ser empregada é aquela suficiente para atingir o índice de área foliar ótimo, a fim de interceptar o máximo de radiação solar útil à fotossíntese e, ao mesmo tempo, maximizar a fração da massa seca alocada para os frutos (Marcelis et. al., 1998). Nesse sentido, a maior densidade de plantio apresentou o maior índice de área foliar, todavia, reduziu a produção de massa seca das frutas (Tabela 2). Densidades de plantio muito elevadas promovem o sombreamento mútuo das plantas causado pelo excesso de folhas por unidade de área, reduzindo a absorção de radiação solar e o crescimento individual de cada planta. No presente trabalho, o alto índice de área foliar interferiu negativamente, até mesmo, na polinização das plantas, reduzindo o número de frutas por planta, acarretando uma menor produção de massa seca desta fração.

O maior acúmulo de massa seca nas folhas das plantas da maior densidade de plantio ocasionou uma maior expansão foliar, não interferindo, entretanto, na espessura do limbo foliar o que é evidenciado pela semelhança dos tratamentos em relação à área foliar específica, que proporciona uma estimativa desse parâmetro. A razão de área foliar expressa a área foliar que esta sendo utilizada para produzir um grama de massa seca (Benincasa, 2003). Nesse sentido, observou-se que a eficiência fotossintética das folhas foi reduzida nas plantas cultivadas com densidade de plantio mais elevada. Pode-se supor que o aumento do sombreamento mútuo

das plantas nessa densidade de plantio pode ter sido fundamental para a obtenção desse resultado.

### Conclusões

1) Ao final do ciclo de cultivo, as cultivares Diamante e Aromas apresentam padrões semelhantes de crescimento e de produtividade;

2) A densidade de 5,26 plantas  $m^{-2}$ , em cultivo com linhas triplas, favorece o crescimento e a produtividade das plantas em sistema de cultivo orgânico.

### Referências

ALBREGTS, E.E. Influence of plant density on strawberry fruit production. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.84, p.156-159, 1971.

ALBREGTS; E.E. HOWARD; C.M. Plant density effects on strawberry fruit production. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.86, p. 116-118, 1973.

ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V.; BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 24-27, 2002.

ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; VAZ, M.A.B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 684-690, 2009.

AWANG, Y.B.; ATHERTON, J.G. Growth and fruit responses of strawberry plants grown in rockwool to shading and salinity. **Scientia Horticulture**, v. 62, p. 25-31, 1995.

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

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 7 de 17 de maio de 1999. 1999.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.21, p. 227-230, 2003.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. **Acta Horticulture**, v. 328, p. 219-228, 1993.

DIJKSTRA, J.; DE BRUIJN, J.; SCHOLTENS, A.; WIJSMULLER, J.M. Effects of planting distance and peat volume on strawberry production in bag and bucket culture. **Acta Horticulturae**, v. 348, p. 180-187, 1993.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

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.

FERNANDES JUNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO, C.R.L. Produção de frutos e estolhos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, p. 25-34, 2002.

FREEMAN, B. Response of strawberry fruit yield to plant population density. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 21, p. 349-353, 1981.

LEGARD, D.E.; XIAO, C.L.; MERTELY, J.C.; CHANDLER, C.K. Effects of plant spacing and cultivar on incidence of Botrytis fruit rot in annual strawberry. **Plant Disease**, v. 84, p. 531-538, 2000.

LEITE, M.A.V.; MOURA, A.D. de; SILVA JÚNIOR, A. G.; PIACENTI, C.A.; SILVA, M.A.P. da. Análise de viabilidade da produção de morango na Região Norte de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 98-106, 2007.

LINSLEY-NOAKES, G.; WILKEN, L.; VILLIERS, de S. High density, vertical hydroponics growing system for strawberries. **Acta Horticulturae**, v. 708, p. 365-370, 2006.

LOSS, J.T.; CALVETE, E.O.; NITSCHKE, R.; RAMBO, A.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D. Desempenho de cultivares de morangueiro em dois sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: ABH, p. 1900-1906 (CD -ROM). 2009.

MADDEN, L.V., BOUDREAU, M.A. Effect of strawberry density on the spread of anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, p. 87, p. 828-838, 1997.

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.

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: Realizações e programa de trabalho. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

PAPADOPOULOS, A.P.; ORMROD, D.P. Plant spacing effects on growth and development of greenhouse tomato. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 71, p. 297-304, 1991.

PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; SCHOFFEL, E.R.; PEIL, R.M.N.; RIBEIRO, D.S.; FRAGA, D.S.; ANDRADE, F.F. Produção e partição de massa seca da parte aérea do morangueiro cultivado em ambiente protegido sob adubação orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. 2008. **Anais**. Maringá: ABH. p. 5931-5936 (CD - ROM). 2008.

PEIL, R.M.N.; GALVÉZ, J.L. Growth and biomass allocation to the fruits in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 75-80, 2002.

PEIL, R.M.N.; GALVÉZ, J.L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, p. 05-11, 2005.

PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **Agrônomo**, v. 41, p. 05-11, 1989.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (**Boletim técnico**), 33p., 1987.

PIRES, R.C. de M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 471-425, 2006.

REEKIE, J.Y.; STRUIK, P.C.; HICKLENTON, P.R.; DUVAL, J.R. Dry matter partitioning in a nursery and a plasticulture fruit field of strawberry cultivars 'Sweet

Charlie' and 'Camarosa' as affected by prohexadione-calcium and partial leaf removal. **European Journal of Horticultural Science**, v.72, p. 122-129, 2007.

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

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 7-13, 2007.

SBCS/NRS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 10<sup>a</sup> ed. Porto Alegre. 2004. p. 258-259p.

**Tabela 1.** Produção de massa fresca dos órgãos aéreos, produtividade e índice de colheita (IC) de plantas de morangueiro de acordo com a densidade de plantio e a cultivar em sistema de cultivo orgânico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Densidade<br>(plantas m <sup>-2</sup> ) | Produção de massa fresca (g planta <sup>-1</sup> ) |                    |                                   |          |                    | Produtividade<br>(Mg ha <sup>-1</sup> ) | Índice de<br>Colheita <sup>4</sup> |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------|--------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|
|                                         | Folhas                                             | Coroa <sup>1</sup> | Fração<br>Vegetativa <sup>2</sup> | Frutas   | Total <sup>3</sup> |                                         |                                    |
| <b>3,51</b>                             | 160,56 ab <sup>5</sup>                             | 74,36 a            | 234,92 ab                         | 531,73 a | 766,64 a           | 18,66 b                                 | 0,69 a                             |
| <b>5,26</b>                             | 138,06 b                                           | 64,89 a            | 202,95 b                          | 577,43 a | 780,38 a           | 30,37 a                                 | 0,74 a                             |
| <b>7,02</b>                             | 173,65 a                                           | 70,29 a            | 243,94 a                          | 411,42 b | 655,36 b           | 28,88 a                                 | 0,62 b                             |
| <b>Cultivar</b>                         |                                                    |                    |                                   |          |                    |                                         |                                    |
| <b>Diamante</b>                         | 161,77 a <sup>6</sup>                              | 76,09 a            | 237,86 a                          | 536,02 a | 773,89 a           | 27,82 a                                 | 0,69 a                             |
| <b>Aromas</b>                           | 153,08 a                                           | 63,60 b            | 216,68 a                          | 477,69 a | 694,37 b           | 24,12 a                                 | 0,67 a                             |
| <b>CV</b>                               | 15,97                                              | 20,81              | 13,62                             | 19,98    | 14,14              | 18,11                                   | 7,52                               |

<sup>1</sup> Coroa corresponde a soma da coroa + estolões + pedúnculo; <sup>2</sup> Fração vegetativa corresponde à soma: folhas + coroa; <sup>3</sup> Total da planta corresponde à soma fração vegetativa + frutas; <sup>4</sup> Razão entre massa fresca das frutas e a massa fresca total de parte aérea; <sup>5</sup> Médias seguidas da mesma letra para densidade não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro; <sup>6</sup> Médias seguidas da mesma letra para cultivares não diferem entre si pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 2.** Produção de massa seca dos órgãos aéreos de plantas de morangueiro de acordo com a densidade de plantio e a cultivar em sistema de cultivo orgânico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Densidade<br>(plantas m <sup>-2</sup> ) | Produção de massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) |                    |                                |         |                    |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------|--------------------|
|                                         | Folhas                                           | Coroa <sup>1</sup> | Fração Vegetativa <sup>2</sup> | Frutas  | Total <sup>3</sup> |
| <b>3,51</b>                             | 49,29 b <sup>4</sup>                             | 20,64 a            | 69,93 a                        | 56,41 a | 126,34 a           |
| <b>5,26</b>                             | 40,25 c                                          | 18,03 a            | 58,28 b                        | 43,70 b | 101,98 b           |
| <b>7,02</b>                             | 55,03 a                                          | 19,18 a            | 74,22 a                        | 29,69 c | 103,91 b           |
| <b>Cultivar</b>                         |                                                  |                    |                                |         |                    |
| <b>Diamante</b>                         | 47,85 a <sup>5</sup>                             | 20,19 a            | 68,04 a                        | 43,83 a | 111,86 a           |
| <b>Aromas</b>                           | 48,53 a                                          | 18,38 a            | 66,91 a                        | 42,71 a | 109,62 a           |
| <b>CV</b>                               | 10,67                                            | 15,84              | 7,51                           | 15,11   | 6,86               |

<sup>1.</sup> Coroa corresponde à soma da coroa + estolões + pedúnculo; <sup>2.</sup> Fração vegetativa corresponde à soma: folhas + coroa; <sup>3.</sup> Total da parte aérea da planta corresponde à soma fração vegetativa + frutas;

<sup>4.</sup> Médias seguidas da mesma letra para densidade não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro; <sup>5.</sup> Médias seguidas da mesma letra para cultivares não diferem entre si pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3.** Partição proporcional de massa seca entre os órgãos aéreos, índice de área foliar (IAF), peso foliar específico (PFE) e razão de área foliar (RAF) de plantas de morangueiro de acordo com a densidade de plantio e a cultivar em sistema de cultivo orgânico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

| Densidade<br>(plantas m <sup>-2</sup> ) | Relação de massa seca (órgão/planta <sup>1</sup> ) |                 |                    |        | IAF <sup>4</sup><br>(m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ) | AFE <sup>5</sup><br>(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | RAF <sup>6</sup><br>(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|--------------------|--------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                         | Órgão/Planta                                       |                 | Órgão/FV           |        |                                                       |                                                        |                                                        |
|                                         | Frutas                                             | FV <sup>2</sup> | Coroa <sup>3</sup> | Folhas |                                                       |                                                        |                                                        |
| 3,51                                    | 0,45 a <sup>7</sup>                                | 0,55 b          | 0,30 a             | 0,70 b | 1,50 b                                                | 86,50 a                                                | 33,78 b                                                |
| 5,26                                    | 0,43 a                                             | 0,57 b          | 0,31 a             | 0,69 b | 1,86 b                                                | 87,62 a                                                | 34,69 b                                                |
| 7,02                                    | 0,29 b                                             | 0,71 a          | 0,26 b             | 0,74 a | 3,25 a                                                | 85,02 a                                                | 44,62 a                                                |
| Cultivar                                |                                                    |                 |                    |        |                                                       |                                                        |                                                        |
| Diamante                                | 0,39 a <sup>8</sup>                                | 0,61 a          | 0,30 a             | 0,70 a | 2,07 a                                                | 82,43 b                                                | 35,05 b                                                |
| Aromas                                  | 0,38 a                                             | 0,62 a          | 0,28 a             | 0,72 a | 2,34 a                                                | 90,32 a                                                | 40,34 a                                                |
| CV                                      | 11,36                                              | 7,16            | 13,96              | 5,63   | 16,08                                                 | 9,85                                                   | 11,00                                                  |

<sup>1</sup>. Total da planta corresponde à soma fração vegetativa + frutas; <sup>2</sup>. FV: fração vegetativa corresponde à soma: folhas + coroa; <sup>3</sup>. Coroa corresponde a soma da coroa + estolão + pedúnculo; <sup>4</sup>. IAF corresponde à área foliar por unidade de área de solo; <sup>5</sup>. AFE corresponde ao quociente entre a área foliar e a massa seca das folhas; <sup>6</sup>. RAF corresponde ao quociente entre a área foliar e a massa seca total das plantas; <sup>7</sup>. Médias seguidas da mesma letra para densidade não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher em nível de 5% de probabilidade de erro; <sup>8</sup>. Médias seguidas da mesma letra para cultivares não diferem entre si pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

1. A cultivar de morangueiro Camarosa apresenta maior crescimento (produção de massa seca) dos órgãos vegetativos aéreos e das frutas em relação às demais cultivares e, juntamente com a 'Aromas', maior produtividade, sendo que a primeira apresenta maior crescimento reprodutivo precoce e, conseqüentemente, maior capacidade de produção precoce. Dessa forma, essas duas cultivares são as mais recomendadas para o sistema de cultivo orgânico;
2. Ao final do ciclo de cultivo, as cultivares Diamante e Aromas apresentam padrões semelhantes de crescimento e de produtividade;
3. A posição das plantas no canteiro não influencia o crescimento e a produtividade das plantas de morangueiro, indicando ausência de efeito de bordadura para as cultivares Albion, Aromas, Camarosa e Camino Real. Assim, em futuros trabalhos científicos, as plantas das linhas de bordadura, podem ser utilizadas para coleta de dados semelhantes aos avaliados no presente trabalho;
4. A produção de massa seca da fração vegetativa, das frutas, do total da planta, a produtividade e o índice de área foliar nas cultivares Aromas, Albion, Camarosa e Camino Real elevam-se continuamente ao longo do ciclo de cultivo;
5. A contribuição das frutas para a constituição do total da massa seca aérea das plantas varia de 2,2 a 13,4% no início da frutificação, até 49,5 a 60,6% no final do cultivo, o que indica que estas são os principais órgãos drenos das plantas;

6. A taxa de crescimento da fração vegetativa cresce até o final do cultivo, enquanto que a taxa de crescimento das frutas decresce a partir de 184 dias após o transplante;
7. A taxa de crescimento relativo é decrescente no decorrer do cultivo em todas as cultivares avaliadas;
8. A densidade de 5,26 plantas  $m^{-2}$ , em cultivo com linhas triplas, favorece o crescimento e a produtividade das plantas das cultivares de morangueiro Aromas e Diamante em sistema de cultivo orgânico.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A busca por sistemas de produção mais integrados com a natureza permite a redução dos impactos ambientais causados pelo modelo de agricultura vigente. Aliada a esta realidade, cresce, cada vez mais, a busca por alimentos isentos de contaminantes químicos, o que favorece os agricultores que adotam sistemas de cultivo orgânico.

O morango é uma fruta que adquiriu imagem negativa diante do mercado consumidor, em virtude dos altos índices de contaminantes químicos encontrados nas frutas, o que prejudica sua comercialização. Dessa forma, é fundamental desenvolver e aprimorar sistemas de produção que busquem reduzir a utilização de insumos sintéticos.

Para a cultura do morangueiro, um dos principais fatores para a redução da utilização de insumos fitoprotetores é o manejo do ambiente protegido. A abertura dos túneis na primeira hora da manhã foi fundamental para reduzir a umidade do interior do túnel e o tempo de molhamento foliar, reduzindo a incidência de doenças e, conseqüentemente, a necessidade de interferências para o controle das mesmas nos experimentos realizados.

Cabe destacar, que o êxito do sistema de cultivo adotado e os resultados obtidos no presente trabalho somente foram possíveis devido ao correto manejo dos túneis e à adoção prévia de um manejo conservacionista do solo, realizado durante um longo período anterior ao experimento. Por meio da rotação de cultura, da adubação com resíduos orgânicos (como o vermicomposto bovino e a torta de mamona) e da utilização de adubação verde, buscou-se o restabelecimento da fertilidade e do equilíbrio biológico do solo.

Outra questão importante diz respeito à utilização das cultivares de morangueiro indiferentes ao fotoperíodo. Essas cultivares estão sendo introduzidas no Rio Grande do Sul com o objetivo de prolongar a safra nos meses mais quentes

do ano (janeiro a março), por apresentarem menor sensibilidade aos estímulos que o fotoperíodo e a temperatura exercem sobre a emissão de estolões, o que, proporciona um prolongamento na frutificação e consequentemente da produção.

No entanto, nas condições climáticas da Região Sul do Estado (verões com temperaturas elevadas), observou-se que a produção obtida com estas cultivares nos meses de janeiro a março foi baixa e as frutas não apresentavam uma boa qualidade (frutas pequenas, com maior índice de ataque de insetos e danos causados pelo calor).

Mesmo com estas adversidades, técnicas de cultivo que busquem aumentar a colheita fora de época devem ser desenvolvidas, pois o preço médio obtido pelo morango nesse período é maior do que o obtido no período da safra, justificando a utilização das cultivares indiferentes ao fotoperíodo mesmo com uma menor produção e com frutas de menor tamanho.

Uma possibilidade para aumentar a qualidade da produção, principalmente em relação aos danos causado pela radiação solar direta nas frutas e plantas, é a utilização de sombrite em substituição ao plástico dos túneis a partir do momento em que a temperatura e a radiação solar alcancem patamares que prejudiquem a produção. No entanto, essa prática carece estudos mais aprofundados visando determinar a viabilidade econômica e técnica da sua adoção.

Ainda, para reduzir o período de entressafra do morango, os dois tipos de cultivares podem ser utilizadas: uma cultivar de dia curto (que apresente uma alta produção precoce) e uma cultivar indiferente ao fotoperíodo (para a produção tardia). Assim, a colheita é prolongada e os preços obtidos são mais vantajosos.

## REFERÊNCIAS

- ALBREGTS, E.E. Influence of plant density on strawberry fruit production. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.84, p.156-159, 1971.
- ALBREGTS, E.E.; HOWARD, C.M. Plant density effects on strawberry fruit production. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 86, p. 116-118, 1973.
- ALVES, S.M.F.; SERAPHIN, J.C.; SILVA, A.E. da; ZIMMERMANN, F.J.P. Diferentes arranjos para estudo de bordadura lateral em parcelas experimentais de milho-verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2145-2150, 2000.
- ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V.; BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 24-27, 2002.
- ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; VAZ, M.A.B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 684-690, 2009.
- ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 426-430, 2006.
- AWANG, Y.B.; ATHERTON, J.G. Growth and fruit responses of strawberry plants grown in rockwool to shading and salinity. **Scientia Horticulture**, v. 62, p. 25-31, 1995.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: Noções básicas. Jaboticabal: FCAV. 41 p. 2003.

BOTELHO, J.S. Situação atual da cultura do morangueiro no estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 22-23, 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa Nº 7 de 17 de maio de 1999. 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Lei Nº10831 de 23 de dezembro de 2003. Regulamentada pelo Decreto Nº 6323, de 27 de dezembro de 2007. 2007.

CAMARGO, L. de S.; BERNARDI, J.B.; ALVES, S.; ABRAMIDES, E. Comportamento de novas variedades e híbridos de morangueiro, em monte alegre do sul, no ano de 1966. **Bragantia**, v. 27, p. 155-167, 1968.

CAMARGO, L. de S.; SCARANARI, H.J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. **Bragantia**, v. 33, p. 23-31, 1974.

CANSIAN, R.; MOSSI, A.J.; LEONTIEV-ORLOV, O.; BARBIERE, C.; MURTELLE, G.; PAULETTI, G.F.; ROTA, L.D. Comportamento de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) na Região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 8, p. 103-105, 2002.

CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS. 1993.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 227-230, 2003.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM. 1987. 253p.

CHALLA, H.; HEUVELINK, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. **Acta Horticulture**, v. 328, p. 219-228, 1993.

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.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 10-17, 2002.

COSTA, J.G.C.; ZIMMERMANN, F.J.P. Efeitos de bordaduras laterais e de cabeceira no rendimento e altura de plantas de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1297-1304, 1998.

DE KONING, A.N.M. **Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach**. 1994. 240p. Tese (Doutorado em Horticultura). Wageningen Agricultural University, Wageningen.

DIAS, M.S.C.; SILVA, J.J.C.; PACHECO, D.D.; RIOS, S.A.; LANZA, F.E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 24-33, 2007.

DIJKSTRA, J.; DE BRUIJN, J.; SCHOLTENS, A.; WIJSMULLER, J.M. Effects of planting distance and peat volume on strawberry production in bag and bucket culture. **Acta Horticulturae**, v. 348, p. 180-187, 1993.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N.; BACCHIS, S.; STRASSBURGER, A.S. Efeito da carga de frutos e concentrações salinas no crescimento do meloeiro cultivado em substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 348-353, 2008.

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.

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

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO, C.R.L. Produção de frutos e estolhos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 61, p. 25-34, 2002.

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

FREEMAN, B. Response of strawberry fruit yield to plant population density. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 21, p. 349-353, 1981.

FUMIS, T.F.; SAMPAIO, A.C.; PALLAMIN, M.L.; OLIVEIRA, O.M. de. Avaliação tecnológica de nove cultivares de morango na região de Bauru - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Anais...** Recife: SOB. (CD-ROM). 2003.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J.L. (ed). **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM. p. 3-8, 2007.

GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. New York: J. Willey & Sons, 1984. 680p.

HEUVELINK, E. BUISKOLL, R.P.M. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. **Annals of Botany**, v. 75, p. 381-389, 1995.

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

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

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

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

HUNT, R. Growth analysis of populations and communities. In: HUNT, R. **Plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1981. cap. 4, p. 26-38.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres. 1985. 492 p.

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. cap.10, p. 343-391.

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

LEGARD, D.E.; XIAO, C.L.; MERTELY, J.C.; CHANDLER, C.K. Effects of plant spacing and cultivar on incidence of Botrytis fruit rot in annual strawberry. **Plant Disease**, v. 84, p. 531-538, 2000.

LEITE, M.A.V.; MOURA, A.D. de; SILVA JÚNIOR, A. G.; PIACENTI, C.A.; SILVA, M.A.P. da. Análise de viabilidade da produção de morango na Região Norte de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 98-106, 2007.

LINSLEY-NOAKES, G.; WILKEN, L.; VILLIERS, de S. High density, vertical hydroponics growing system for strawberries. **Acta Horticulturae**, v. 708, p. 365-370, 2006.

LOSS, J.T.; CALVETE, E.O.; NITSCHKE, R.; RAMBO, A.; NIENOW, A.A.; CECCHETTI, D. Desempenho de cultivares de morangueiro em dois sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49., 2009, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: ABH, p. 1900-1906 (CD -ROM). 2009.

MADDEN, L.V., BOUDREAU, M.A. Effect of strawberry density on the spread of anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, p. 87, p. 828-838, 1997.

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

MARCELIS, L.F.M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 1. Effect of fruit load and temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 54, p. 107-121, 1993.

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

MARCELIS, L.F.M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae**, v. 328, p. 49-67, 1993.

MARCELIS, L.F.M. A simulation model for dry matter partitioning in cucumber. **Annals of Botany**, v. 74, p. 43-52, 1994.

MARCELIS, L.F.M., ELINGS, A., BAKKER, M., M.J. BAKKER AND E. HEUVELINK. Modelling dry matter production and partitioning in sweet pepper. **Acta Horticulturae**, v. 718, p. 121-128, 2006.

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.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2005. 451p.

MAZARO, S.M. **Indução de resistência à doenças em morangueiro pelo uso de elicitores**. 2007. 105p. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná.

MEDEIROS, A.R.M. de; SANTOS, A.M. Práticas culturais. In: ANTUNES, L.E.C.; FILHO, J.D. Sistema de Produção do Morango. Embrapa Clima Temperado. **Sistemas de Produção**. Versão Eletrônica. 2005.

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

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

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: realizações e programa de trabalho. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1986.

NEVES, M.C.P. Agricultura Orgânica na União Européia. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia princípios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Agrobiologia. 2005. p. 201-214.

NEVES, M.C.P.; MEDEIROS, C.A.B; ALMEIDA, D.L. de; DE-POLLI, H.; RODRIGUES, H. da R.; GUERRA, J.G.M.; NUNES, M.U.C.; CARDOSO, M.O.; AZEVEDO, M. dos S.F.R.; VIEIRA, R. de C.M.T.; SAMINÊZ, T.C. de O. Agricultura Orgânica: Instrumento para a Sustentabilidade dos Sistemas de Produção e

Valoração de Produtos Agropecuários. Embrapa Agrobiologia. 22p. (**Documentos, 122**). 2000.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; WREGE, M.S.; UENO, B.; SUITA, L.A. Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro. Embrapa Clima Temperado. 28 p. (**Documentos 162**). 2006.

PALLAMIN, M.L.; SAMPAIO, A.C.; FUMIS, T.F.; OLIVEIRA, O.M. Avaliação da produtividade de nove cultivares de morango na região de Bauru-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. 2003. **Resumos...** Recife: SOB. (CD-ROM). 2003.

PAPADOPOULOS, A.P.; ORMROD, D.P. Plant spacing effects on growth and development of greenhouse tomato. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 71, p. 297-304, 1991.

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba. 191 p. 1994.

PASSOS, F.A. **Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango**. 1997. 105p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PASSOS, F.A. Melhoramento do morangueiro no Instituto Agronômico de Campinas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, Pouso Alegre. **Anais...** Morango: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG-FECD. 1999.

PAULA, V.A.; MENDEZ, M.E.G.; SCHOFFEL, E.R.; PEIL, R.M.N.; RIBEIRO, D.S.; FRAGA, D.S.; ANDRADE, F.F. Produção e partição de massa seca da parte aérea do morangueiro cultivado em ambiente protegido sob adubação orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. 2008. **Anais...** Maringá: ABH. p. 5931-5936 (CD - ROM). 2008.

PEIL, R.M.N. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. 2000. 210p. Tese (Doutorado em Horticultura). Universidad de Almería, Escuela Politécnica Superior Univerisida, Almería.

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

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber: effect of plant density and arrangement. **Acta Horticulturae**, v. 588, p. 75-80, 2002.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GÁLVEZ, J. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas em invernadero. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, p. 05-11, 2005.

PEIXOTO, C.P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais para uma agricultura saudável**. Campinas, 2ª ed. 1999. 79 p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Instituto Agrônômico de Campinas – IAC (Boletim técnico), 1987. 33p.

PIRES, R.C. de M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; ARRUDA, F.B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 471-425, 2006.

RADMANN, E.B.; BIANCHI, V.J.; OLIVEIRA, R.P. de; FACHINELLO, J.C. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 84-87, 2006.

RATTIN, J.E. **Acumulação de massa seca e teores de nitrogênio na planta do tomateiro cultivado em substrato sob cinco doses de nutrição mineral**. 2000. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

REEKIE, J.Y.; STRUIK, P.C.; HICKLENTON, P.R.; DUVAL, J.R. Dry matter partitioning in a nursery and a plasticulture fruit field of strawberry cultivars ‘Sweet Charlie’ and ‘Camarosa’ as affected by prohexadione-calcium and partial leaf removal. **European Journal of Horticultural Science**, v. 72, p. 122-129, 2007.

RIBEIRO, N.D.; STORCK, L.; MELLO, R.M. Bordadura em ensaios de competição de genótipos de feijoeiro relacionados à precisão experimental. **Ciência Rural**, v. 31, p. 13-17, 2001.

RONQUE, E.R. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. 1ª ed. Curitiba: EMATER/Paraná. 1998. 206 p.

SANTOS, A.M. Cultivares. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M de. **Morango**: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2003, cap. 6, p. 24-29.

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

SEELIG, R.A. **Strawberries**. 3ª ed. Washington: United Fresh Fruit & Vegetable Association. 1975. 24p.

SILVA, P.S.L.; SOUZA, P.G.; MONTENEGRO, E.E. Efeito de bordaduras nas extremidades de parcelas de milho irrigado. **Ceres**, v.38, p. 101-107, 1991.

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 7-13, 2007.

STORCK, L. GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000. 198p.

SBCS/NRS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul. 10ª ed. Porto Alegre. 2004. p. 258-259p.

STRASSBURGER, A.S.; PEIL, R.M.N.; FONSECA, L.A. da; AUMONDE, T.Z.; MAUCH, C.R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 4, 2010 (Artigo no Prelo).

TAGLIAVINI, M.; BALDIA, E.; LUCCHIC, P.; ANTONELLIA, M.; SORRENTIA, G., BARUZZIB, G.; FAEDIB, W. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria x ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. **European Journal of Agronomy**, v. 23, p. 15-25, 2005.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS. 1995. 174p.

VALENTINI, L.; VIEIRA, C.; CONDÉ, A.R.; CARDOSO, A.A. Fileiras de bordadura em ensaios de competição entre variedades de feijão. **Ciência e Cultura**, v. 40, p. 1004-1007, 1988.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. 2003. **The World of Organic Agriculture 2003: Statistics and Future Prospects**. Tholey-Theley: IFOAM. 2003, 128 p.