

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA  
VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TEORES DE CLOROFILA, PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO SOB  
TELAS DE SOMBREAMENTO EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**ROSIANI CASTOLDI DA COSTA**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Agronomia da Faculdade de  
Agronomia e Medicina Veterinária da  
UPF, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia- Área de  
Concentração em Produção Vegetal.

**Passo Fundo, março de 2009.**

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA  
VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TEORES DE CLOROFILA, PRODUÇÃO E  
QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO SOB  
TELAS DE SOMBREAMENTO EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**ROSIANI CASTOLDI DA COSTA**

**Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr. Eunice de Oliveira Calvete  
Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Henrique Reginatto**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Agronomia da Faculdade de  
Agronomia e Medicina Veterinária da  
UPF, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia- Área de  
Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, março de 2009.



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

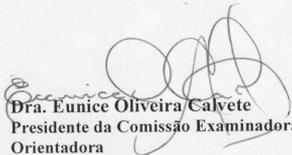
“Teor de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro  
sob telas de sombreamento em ambiente protegido”

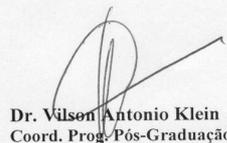
Elaborada por

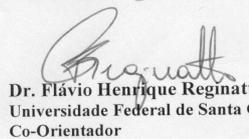
ROSIANI CASTOLDI DA COSTA

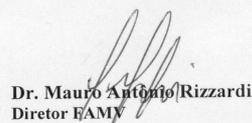
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Agronomia – Área de Produção Vegetal

Aprovada em: 23/03/2009  
Pela Comissão Examinadora

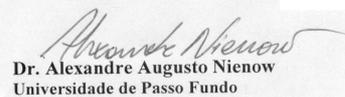
  
Dra. Eunice Oliveira Calvete  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientadora

  
Dr. Wilson Antonio Klein  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

  
Dr. Flávio Henrique Reginatto  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Co-Orientador

  
Dr. Mauro Antonio Rizzardi  
Diretor FAMV

  
Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende  
Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná

  
Dr. Alexandre Augusto Nienow  
Universidade de Passo Fundo

C837t Costa, Rosiani Castoldi da  
Teores de clorofila, produção e qualidade de  
frutos de morangueiro sob telas de sombreamento  
em ambiente protegido /  
Rosiani Castoldi da Costa. – 2009.  
126 f. : il. color. ; 25 cm.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eunice de Oliveira Calvete.

Co-orientação: Prof. Dr. Flávio Henrique  
Reginatto.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –  
Universidade de Passo Fundo, 2009.

1. Morango. 2. Fotossíntese. 3. Clorofila. I.  
Calvete, Eunice de Oliveira, orientadora. II.  
Reginatto, Flávio Henrique, orientador. III.  
Título.

CDU : 634.75

Bibliotecária: Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Rosiani Castoldi da Costa, filha de Dorvaldo Gonçalves da Costa e Enair Castoldi da Costa, nasceu no município de Campos Borges, estado do Rio Grande do Sul, aos doze dias do mês de junho de 1983.

Formada pela Universidade de Passo Fundo-Passo Fundo/RS em Ciências Biológicas: Licenciatura Plena/ Bacharelado em Janeiro de 2007.

Em março do mesmo ano ingressou no curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal na Universidade de Passo Fundo sob orientação da professora Dr. Eunice Oliveira Calvete e co-orientação do professor Dr. Flávio Henrique Reginatto.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me conceder a vida, aos meus Pais, Dorvaldo e Enair, a quem devo tudo o que sou, aos meus irmãos, Rocenir e Roseli e a minha avó Izaltina (*in memorian*), que nunca mediram esforços para me ajudar em tudo o que precisei. Foi com a ajuda deles que pude chegar até aqui. Agradeço também, a professora Jurema Schons, pela sua compreensão que foi decisiva para que eu pudesse cursar o Mestrado.

A Universidade de Passo Fundo (UPF), por todo apoio nestes últimos sete anos de aprendizagem, em especial a Faculdade de Agronomia pela oportunidade e apoio durante o período de realização dos trabalhos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Com muito carinho e admiração agradeço a minha orientadora, Prof. Dr. Eunice Oliveira Calvete, que me recebeu de braços abertos quando a procurei para que fosse minha orientadora, pelo constante apoio, amizade, conhecimentos a mim desprendidos durante estes dois anos de convivência e compreensão quando tive dificuldades. Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Flávio Henrique Reginatto, pelo apoio a mim dispensado.

Agradeço também com muito carinho aos acadêmicos da Agronomia, Fernando, Joana e Aline e a Vanessa, acadêmica do curso de Farmácia, que estiveram presentes ajudando durante todo o período do experimento. Aos funcionários do Setor de Olericultura da universidade, Delmar e Cristiano. Pois sem a ajuda deles, não seria possível o andamento do trabalho.

Pelas amizades que se firmaram durante esta longa caminhada, Joana, Aline, Carina, Vanessa, Jeonice, Cheila, Janete, Marília, Raquel, Mari e Fernando. Também agradeço, com muito carinho a meu namorado, Luiz Henrique pelo apoio e ajuda durante estes dois anos.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERAURA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Taxonomia e descrição botânica do morangueiro.....	8
2.2 Fisiologia – fotoperíodo, temperatura e luz.....	12
2.3 Produção de frutos.....	14
2.4 Qualidade do fruto.....	15
2.4.1 Aparência.....	16
2.4.2 Cor.....	17
2.4.3 Teor total de sólidos solúveis.....	17
2.4.4 Acidez titulável (AT) e pH.....	18
2.4.5 Metabólitos secundários em frutos de morango.....	19
2.4.5.1 Compostos fenólicos.....	21
2.4.5.2 Antocianinas.....	23
2.5 Ambiente protegido.....	26
2.5.1 Parâmetros micrometeorológicos- ambiência em cultivo protegido.....	28
<b>CAPÍTULO I – TEOR DE CLOROFILA EM FOLHAS DE MORANGUEIRO CULTIVADAS SOB TELAS DE SOMBREAMENTO, EM AMBIENTE PROTEGIDO.....</b>	<b>33</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>33</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>35</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO II – TELAS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MORANGUEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO.....</b>	<b>48</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>48</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>50</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>52</b>

<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	55
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	58
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	65
<b>CAPÍTULO III – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MORANGOS EM DIFERENTES ÉPOCAS SOB TELAS DE SOMBREAMENTO, EM AMBIENTE PROTEGIDO</b> .....	67
<b>RESUMO</b> .....	67
<b>ABSTRACT</b> .....	69
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	70
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	73
2.1 Características físico-químicas.....	74
2.2 Teor de antocianinas e fenólicos totais.....	76
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	77
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	85
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	87
<b>4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	88
<b>5 APÊNDICES</b> .....	109

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
01	Valores médios dos teores de clorofila a e b, e totais, em folhas de duas cultivares de morangueiro, cultivadas sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido.....	56
02	Número de frutos total e comercial de duas cultivares de morangueiro, em diferentes telas de sombreamento e em cinco épocas de colheita.....	70
03	Massa fresca de frutos de duas cultivares de morangueiro, em diferentes coberturas e em cinco épocas de colheita.....	74
04	Análise físico-química de frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento.....	90
05	Análise de coloração externa dos frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento.....	91
06	Antocianinas totais em frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento.....	92

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
01	Aspecto foliar do morangueiro.....	20
02	Simetria floral do morangueiro.....	22
03	Aspecto do fruto do morangueiro.....	23
04	Local do experimento com telas de sombreamento (A); aparelho de medição da PAR (B); leitura da radiação e temperatura relativa do ar (C); paisagem e classificação dos frutos (D).....	76
05	Relação entre antocianinas totais em frutos de duas cultivares de morangueiro, considerando a média obtida na presença e ausência das telas (A) e fenólicos totais independente da cultivar e das telas de sombreamento (B).....	95
06	Refratômetro (A); análise de °Brix (B); medição do diâmetro (C); análise da coloração externa (D).....	97

**TEORES DE CLOROFILA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE  
FRUTOS DE MORANGUEIRO SOB TELAS DE  
SOMBREAMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**ROSIANI CASTOLDI DA COSTA<sup>1</sup>, EUNICE OLIVEIRA  
CALVETE<sup>2</sup>, FLÁVIO HENRIQUE REGINATTO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>**RESUMO** - A produção de morangos está em crescimento exigindo novas tecnologias para melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos. Entre essas, encontram-se as telas de sombreamento, que auxiliam na absorção da radiação, interferindo no desenvolvimento e crescimento da planta. O presente trabalho teve por objetivo principal avaliar os teores de clorofilas nas folhas, o desempenho produtivo e a qualidade dos frutos de duas cultivares de morangueiro conduzidas sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido. Monitorou-se a temperatura relativa do ar durante o período de cultivo e a radiação fotossinteticamente ativa em dois dias típicos. Os experimentos foram realizados na Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, no período de maio a dezembro de 2007. Os tratamentos constaram de um fatorial duplo com duas cultivares (Camarosa e Oso Grande) e quatro coberturas (na presença de três telas de sombreamento mais a testemunha) distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com

---

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

<sup>2</sup> Orientadora, Engenheira Agrônoma, Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – [calveteu@upf.br](mailto:calveteu@upf.br)

<sup>3</sup> Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – [freginatto@hotmail.com](mailto:freginatto@hotmail.com)

três repetições com 20 plantas por parcela. As telas de sombreamento foram colocadas sobre as plantas em forma de túnel baixo no interior do ambiente protegido. Os dados das variáveis qualitativas dos frutos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Nos resultados quantitativos foram utilizadas regressões. Os resultados mostraram que a cv. Camarosa apresentou maiores concentrações de clorofila *a*, *b* e total, independente da cor da tela de sombreamento e da testemunha. Houve maior produção de clorofila *b* do que *a*, em ambas as cultivares na presença e ausência de telas. As cvs. Camarosa e Oso Grande apresentaram incremento na produção a partir de outubro, sendo crescente até o final de dezembro. Constataram-se maiores teores de açúcar e fenólicos totais nos frutos das duas cultivares produzidas em ambiente protegido na ausência e presença de telas de sombreamento no mês de novembro. Já teores de antocianina são mais elevados quando se colhe em outubro. Quando utiliza-se telas de sombreamento no interior do ambiente protegido a cv. Camarosa produz mais antocianina nos frutos que a cv. Oso Grande. As telas de colorações azul, vermelha e metálica com malha de sombreamento 40% (Cromatinet®) utilizadas dentro do ambiente protegido não alteram o teor de açúcar, pH, diâmetro e coloração do fruto.

**Palavras-chave:** *Fragaria X ananassa* Duch, produtividade, sólidos solúveis, acidez total titulável, diâmetro, antocianinas, fenólicos, clorofila.

**CHLOROPHYLL CONTENT, STRAWBERRY PRODUCTION  
AND QUALITY WHEN USING SHADING SCREENS IN  
PROTECTED AMBIENT**

**ABSTRACT** – The strawberry production has been growing, consequently demanding new technologies to improve fruits productivity and quality. Among them, are the shading screens that help in the absorption of the radiation, interfering in the development and growth of the plant. The objective of the present work was to evaluate the contents of chlorophyll in the leaves, the productive development and fruits quality of two strawberry cultivars conducted under different shading screens, in protected ambient. The temperature was monitored during the growth period and the active radiation in two typical days. The treatments were consisted of a double factorial with two cultivars (Camarosa and Oso Grande), four covers (at the presence of three shading screens and plus the witness) distributed in delineation of randomized complete blocks, with three repetitions with 20 plants per parcel. The data of the qualitative variables of the fruits were submitted to variance analysis and the differences between averages compared by the Tukey test at 5% significance. Regressions were used in the quantitative results. The results have shown that the cv. Camarosa presented greater concentrations of chlorophyll *a*; *b* and total, independent from the shading screen color and witness. There was greater production of chlorophyll *b* than *a*, in both cultivars when the presence and absence of screens. The cvs. Camarosa and Oso Grande had increment on the production from October, being increasing in until the end of December. It has been observed greater contents of sugar and total phenolics in the

fruits of two cultivars produced in protected ambient when the absence and presence of shading screens in the month of November. But the contents of anthocynins are higher when harvested in October. When using shading screens inside the protected ambinet the cv. Camarosa produces more anthocynin in the fruits than in the cv. Oso Grande. Screens of blue, red and metallic colors, with shading meshes 40% (Cromatinet®) used inside the proteced ambient, do not alter the content of sugar, pH , diameter and color of the fruit.

**Key-words:** *Fragaria X ananassa* Duch, productivity, soluble solids, total titratable acidity, diameter, anthocynins, phenolic, chlorophyll.

## 1 INTRODUÇÃO

O morangueiro caracteriza-se por ser cultivado em pequenas propriedades, sendo considerado de agricultura familiar, destinado ao consumo *in natura* e para indústria.

O Brasil não figura entre os maiores produtores, possuindo uma área estimada de 3.500 há, sendo a média das propriedades de 0,5 a 1,0 ha (PAGOT & HOFFMANN, 2003). A produção se concentra principalmente nos estados da Região Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, devido às condições climáticas satisfazerem as necessidades da planta, proporcionando um bom crescimento e desenvolvimento (ASSIS, 2004; PAGOT & HOFMANN, 2003).

O desenvolvimento da cultura está diretamente relacionada com a interação cultivar e condições climáticas. De modo geral, as exigências estão relacionadas com o grupo da cultivar. As de dias curtos necessitam de temperatura inferior a 15 °C e fotoperíodo, menor que 14 horas de luz para o florescimento (BRAZANTI, 1989).

A utilização do ambiente protegido na horticultura deve-se, principalmente, ao aumento da precocidade e produtividade, além da produção fora de época, entre outras vantagens. Para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas, os fatores ambientais que interferem nesse processo (fotossíntese, transpiração, respiração, absorção de água e elementos minerais e seu transporte) devem ajustar-se a níveis considerados ótimos, já que a relação que há entre eles depende da taxa ou velocidade do processo fotossintético e, por consequência, o crescimento das plantas (CALVETE & TESSARO, 2008).

Além do uso de ambiente protegido existem outras tecnologias à disposição do produtor. Entre essas encontram-se as malhas de sombreamento, as quais podem ser utilizadas isoladamente ou em associação com estruturas cobertas, como as estufas agrícolas. Essas telas, geralmente, produzem uma condição mais apropriada à cultura, reduzindo, principalmente, os efeitos da alta incidência da radiação solar. De acordo com Costa et al. (2007) os efeitos da qualidade da luz sobre as plantas são muito variáveis em função das espécies. Além desse aspecto, existem diferenças tanto quantitativas como qualitativas na densidade de fluxo de radiação solar transmitidas pelos filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) de diferentes colorações.

Acrescido ao aspecto de produção, vem a qualidade da matéria prima, que também é um fator importante, pois com o desenvolvimento da sociedade e com o aumento da expectativa de vida da população mundial há um crescimento no consumo de frutas e hortaliças, principalmente em decorrência do valor nutritivo e possíveis efeitos terapêuticos atribuídos a elas.

Dessa forma, as mudanças nos hábitos alimentares levaram a população a buscar produtos de melhor qualidade e conveniência, em relação à cor, aparência, sabor, aroma, textura, valor nutricional e segurança, especialmente quando se trata de produtos com compostos tóxicos naturais ou adicionais e microbiológicos, o que pode comprometer a saúde do consumidor (VILAS BOAS, 2003; VILAS BOAS et al. 2004). Cabe destacar também que, nas cultivares destinadas ao mercado *in natura*, a qualidade se refere ao paladar, o que significa sabor agradável e boa textura, enquanto a aparência se refere à coloração, conformação e tamanho do fruto (SILVA, 2004; VILAS BOAS, 1999b).

O morango é um fruto conhecido em todo o mundo, rico em vitaminas e minerais, por possuir maior concentração em frutose e sacarose e, ao mesmo tempo, pobre em carboidratos, sendo muito indicado em casos de dieta alimentar, pois 100g de frutos totalizam apenas 36 calorias. Os atributos de qualidade que devem ser avaliados no morango são aparência (tamanho, forma e defeitos), sabor e odor (flavor), valor nutritivo e ausência de defeitos. Esses atributos geralmente sofrem modificações em pós-colheita (CHITARRA, 1999a). O sabor do morango é o atributo de maior importância na qualidade exigido pelos consumidores, o qual é condicionado, em parte pelo balanço açúcar/acidez do fruto (BRACKMANN et al., 2002) o que contribui para o sabor adocicado do fruto (NUNES, 2001).

Os frutos também destacam-se por seus metabólitos secundários, que desempenham papel importante em sua formação. O aparecimento de metabólitos biologicamente ativos na natureza é determinado por necessidades ecológicas e possibilidades biossintéticas, sendo que a co-evolução de plantas, insetos, microorganismos e mamíferos conduz à síntese de metabólitos secundários com funções de defesa e atração, principalmente. Assim, os metabólitos secundários, por serem fatores de interação entre organismos, podem apresentar atividades biológicas relevantes (TAIZ & ZEIGER, 2004)

A formação de muitos compostos fenólicos vegetais, incluindo fenilpropanóides, cumarinas, antocianinas, isoflavonas, taninos e outros flavonóides inicia com o aminoácido fenilalanina (YAMADA, 2004). Dentre os compostos fenólicos presentes em expressivas quantidades nas pequenas frutas estão as antocianinas, compostos fenólicos apontados como substâncias com alta atividade antioxidante (SEVERO et al. 2008).

As antocianinas são pigmentos responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas, que variam do vermelho alaranjado ao roxo (BOBBIO & BOBBIO, 2003). As antocianinas são compostos pertencentes à classe dos flavonóides, os quais apresentam uma grande capacidade de sequestrar radicais livres existentes no organismo (MEYERS et al., 2003), fato que pode ajudar a prevenir, por exemplo, a ocorrência de doenças degenerativas (HEO & LEE, 2005).

Considerando os aspectos abordados acima, este trabalho teve como objetivo otimizar a produção e a qualidade de frutos de morangueiro produzido sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Taxonomia e descrição botânica do morangueiro**

O morangueiro cultivado é um híbrido denominado *Fragaria X ananassa* Duch, obtido de duas espécies, originária do continente Europeu, *Fragaria virginiana*, e outra do continente Americano, *Fragaria chiloensis*. É uma planta da família das Rosáceas, de característica herbácea, de porte baixo formando touceiras, perene, embora cultivada como anual, (CAMARGO et al., 1974) sendo considerada como hortaliça.

A forma de propagação é vegetativa, realizada com a emissão dos estolões a partir das axilas das folhas. Por essa característica facilmente ocorrem doenças, principalmente viroses, que diminuem o

vigor e a produtividade, infestando as plantações. O uso de mudas isenta de vírus tornou-se um caminho para suprir essas deficiências (CALVETE, 1998). Para Oliveira et al. (2007), a utilização de mudas saudáveis consiste no ponto de partida para a obtenção de um melhor nível de resposta a qualquer tecnologia empregada no processo produtivo do morangueiro. As matrizes podem ser multiplicadas em vasos suspensos ou não, em canteiros ou diretamente sobre substrato ou solo, devidamente tratados contra patógenos, porém, sempre sob condições de ambiente protegido. As mudas de morangueiro devem ser produzidas a partir de matrizes provenientes de cultura de meristemas obtidas em laboratórios de micropropagação.



**Figura 1** - Aspecto foliar do morangueiro. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

O caule é reduzido a um rizoma curto, cujo prolongamento dá origem a folhas trifoliadas (Figura 1). Na axila das folhas encontram-se botões que, pelo desenvolvimento, dão origem às rosetas de folhas e aos estolhos (CALVETE et al., 2005). O sistema radicular do morangueiro é

fasciculado e muito superficial, concentrando-se a 5 cm de profundidade após 3 a 4 meses do transplante.

As flores classificam-se como perfeitas e imperfeitas, onde as perfeitas ou andrógenas, apresentam órgãos femininos e masculinos (pistilos e estames) enquanto as imperfeitas ou unissexuais, apresentam somente órgão feminino ou masculino, por esse motivo precisam de pólen de outras plantas, transportado pelos insetos, de flores perfeitas. Algumas cultivares apresentam pistilo e estame atrofiados, que produzem pólen estéril (pseudo-andrógenas), sendo necessário que a flor seja polinizada com pólen de outras cultivares que tenham órgãos masculinos desenvolvidos e férteis. Na flor ocorre protoginia, os estigmas já são receptivos antes do pólen da mesma flor estar disponível e, portanto, fecundação cruzada, quase sempre entomófila (BRAZANTI, 1989).

Algumas cultivares apresentam pistilo e estame atrofiados, que produzem pólen estéril (pseudo-hermafroditas). Nessas é necessário que a flor seja polinizada com pólen de outras cultivares que tenham órgãos masculinos desenvolvidos e férteis para, produzir frutos. Na flor ocorre protoginia, os estigmas já são receptivos antes do pólen da mesma flor estar disponível e, portanto, fecundação cruzada, quase sempre entomófila (BRAZANTI, 1989).

Para Calvete et al. (2005), a flor tem simetria radial, com um receptáculo que se atrofia após a fecundação tornando-se a parte carnosa e comestível da planta. Cada flor perfeita é constituída por cálice (composto por 5 sépalas ou mais), uma corola com 5 pétalas que podem chegar a mais de 12, geralmente branca de forma variável, com numerosos órgãos masculinos (estames) compostos por filamentos que

sustentam as anteras que contém o pólen. A parte feminina composta por numerosos pistilos (Figura 2).



**Figura 2** - Simetria floral do morangueiro. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Os frutos verdadeiros são aquênios duros e superficiais, vulgarmente conhecidos como sementes, que podem chegar até 200, ou ainda, em frutos maiores, totalizando 400 aquênios. Sob o ponto de vista da comercialização, o fruto é o conjunto formado pelos frutos verdadeiros e o receptáculo carnoso (BRAZANTI, 1989). De acordo com Barroso et al. (1999), os frutos são classificados também, como “frutos múltiplos”, por desenvolverem-se a partir de carpelos soltos de uma mesma flor, possuindo eixo do receptáculo carnoso-sucoso, vermelho, frutíolos drupóides, afundados no receptáculo. Esses, quando maduros, têm até 5 cm de diâmetro. A coloração pode ser rosada, vermelha ou púrpura (Figura 3).



**Figura 3 -** Aspecto do fruto do morangueiro. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

## **2.2 Fisiologia – fotoperíodo, temperatura e luz**

O comportamento fisiológico do morangueiro está ligado a temperatura e fotoperíodo. Este último é o fator ambiental que controla a transição do crescimento vegetativo para o reprodutivo. Cultivares comerciais são classificadas em dias curtos ou dias neutros, dependendo da resposta das plantas ao fotoperíodo para induzir o florescimento (KIRSCHBAUM, 1998). Há um terceiro grupo de cultivares conhecida como de dias longos, que apresentaram relativa importância no passado, mas, atualmente, não há produção comercial. Pela revisão de Darnell e Hancack em 1996 citado por KIRSCHBAUM, 1998, em geral genótipos de dias curtos iniciam o florescimento quando o fotoperíodo é menor que 14 horas de luz, enquanto de dias neutros independem do comprimento do dia.

A temperatura é o outro elemento importante na indução floral. Segundo Verdial (2004), à medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, há uma diminuição na atividade fisiológica da planta até que a mesma entre em dormência, situação que só é modificada quando é atingido um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C. Este somatório térmico pode variar de acordo com a cultivar, com valores de 380 a 700 horas acumuladas de temperatura entre 2 °C e 7 °C (VERDIAL, 2004). Quando a temperatura e o fotoperíodo aumentam a planta cessa a floração e apenas se reproduz vegetativamente. Para a maioria das cultivares, o surgimento das flores ocorre quando as plantas são submetidas a temperatura de 8 °C durante a noite e 15 °C durante o dia. Em temperaturas superiores a 25 °C inibe a floração e superiores a 32 °C provoca abortos florais, temperaturas entre -3 °C a -5°C ocorre o congelamento da planta e temperaturas entre 18 °C a 24 °C favorecem a frutificação (RONQUE, 1998).

A intensidade e a qualidade da luz também são importante para a produção do morangueiro. Para isso, várias pesquisas foram realizadas desde 1930. Para manipular o florescimento de morangueiro pesquisadores da Bélgica, adicionaram lâmpadas de mercúrio com intensidade de 300  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  à luz natural, apresentando ganho na precocidade (10-15 dias) na produção de frutos. Também houve incremento no comprimento do pecíolo e na área foliar com esse mesmo tratamento (KIRSCHBAUM, 1998). Segundo o autor a produção de flores e frutos pode ser melhorada com intensidade de luz entre 400 a 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Durante o verão, o fotoperíodo aumenta e a temperatura é mais elevada o que

favorece a emissão de estolhos o que indica o fim do período produtivo da cultura.

### **2.3 Produção de frutos**

As cultivares de morangueiro mais utilizadas na região Sul do Brasil provêm dos Estados Unidos, destacando-se ‘Aromas’, ‘Camarosa’, ‘Diamante’, ‘Oso Grande’ e ‘Ventana’ (OLIVEIRA, 2005).

Em oito cultivares testadas por Calvete et al. (2008), visando identificar as mais adaptadas à Região do Planalto do RS, para serem cultivadas em ambiente protegido, destacaram-se as cvs. Camarosa, Dover, Oso Grande e Tudla, pelo maior rendimento. Nesse experimento Camarosa produziu  $607 \text{ g planta}^{-1}$ , enquanto Oso Grande  $536 \text{ g planta}^{-1}$ . Já Oliveira e Scivittaro (2006) obtiveram para Camarosa  $569,6 \text{ g planta}^{-1}$ , quando avaliaram o desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro dessa cultivar e da Aromas que apresentou-se menos produtiva com  $510,4 \text{ g planta}^{-1}$ .

Borszowski et al. (2008) em avaliação do desempenho agrônômico das cvs. Camarosa e Camino Real constataram que a cv. Camarosa apresentou melhor desempenho produtivo quando comparada a Camino Real, com maior número de frutos totais (53,72 por planta), maior massa média de frutos comerciais (12,87 g) e maior massa comercial por planta (529,34 g).

Nesi et al. (2008) avaliando o desempenho produtivo de quatro cvs. (Aromas, Camarosa, Festival e Saborosa) concluíram que a

produtividade da cv. Camarosa (7,4 kg/m<sup>2</sup>) foi superior as demais, as quais obtiveram média de 4,8 kg/m<sup>2</sup>.

Calvete et al. (2008) em estudo da capacidade produtiva do morangueiro produzidos sob diferentes telas de sombreamento verificaram que as cvs. Camarosa e Oso Grande foram superiores sob a tela termo-refletora (240,0 g planta<sup>-1</sup> e Oso Grande 219,2 g planta<sup>-1</sup> respectivamente), enquanto Dover apresentou maior produção sob a tela chromatinet vermelha (110,6 g planta<sup>-1</sup>). Para a cv. Serrano não houve efeito positivo das telas. Considerando a média geral, plantas conduzidas sem nenhum tipo de tela, apenas com a cobertura do ambiente protegido, apresentam menor porcentagem de frutos (média de 22,49 %) e de massa fresca por planta (176,33 g planta<sup>-1</sup>)

## 2.4 Qualidade do fruto

Definir qualidade de frutos torna-se difícil, por ser variável entre os produtos e, mesmo, em um produto isolado, por depender do objetivo de seu uso. Nesses termos, os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo “*in natura*” ou processamento. O consumidor tem papel preponderante e usualmente utiliza um julgamento subjetivo para a qualidade e aceitação do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A caracterização física e química dos frutos é de grande importância quando se estuda o comportamento de cultivares em uma determinada região, pois ela permite obter informações sobre a qualidade do produto final. Os atributos de qualidade que devem ser avaliados nos morangos são aparência (tamanho, forma e defeitos), sabor e odor

(flavor), valor nutritivo e ausência de defeitos. A maioria destes atributos sofre modificações em fase de pós-colheita (CHITARRA, 1999a). Os morangos são frutos muito perecíveis, portanto, as perdas pós-colheita podem alcançar níveis importantes, caso não sejam utilizadas técnicas corretas de colheita e pós-colheita. Estas perdas podem ser de caráter quantitativo ou qualitativo, o que implicará em prejuízos ao produtor, para o comerciante e o consumidor (ARAGÃO, 1989).

#### **2.4.1 Aparência**

Coloração, tamanho, forma, turgescência e ausência de defeitos externos são os critérios que o consumidor utiliza para decidir a compra do produto. A aparência do produto é decisiva na determinação do seu valor comercial.

O tamanho e a forma dos frutos diferenciam as cultivares entre si e são regidos por exigências do mercado (DOMINGUES, 2000). A perda de água ou turgescência provoca enfraquecimento das células tornando-as mais suscetíveis ao ataque de microrganismos, podendo resultar em maior produção de etileno. O murchamento e o enrugamento são consequências da perda de água e afetam diretamente o sabor e o aroma, ocasionando perda de qualidade externa e afetando a aparência e o retorno econômico dos frutos (CHITARRA, 1999a).

Calvete et al. (2008) avaliando a qualidade de seis cultivares de morangueiro conduzidos em diferentes sistemas de cultivo afirmam que o maior diâmetro transversal encontrado foi nos frutos das plantas conduzidas em sacolas horizontais com 27,6 mm.

### **2.4.2 Cor**

Os pigmentos encontrados nos frutos são muito importantes, na composição estética destes assim como indicadores de maturação. As antocianinas são as principais responsáveis pela coloração característica dos morangos maduros, sendo a pelargonidina-3-monoglucosídeo o pigmento predominante (DOMINGUES, 2000). A determinação da cor pode ser feita com o uso de equipamentos capazes de medir a qualidade da luz refletida do produto e também pode ser realizada com base na intensidade e nas variações da cor perceptíveis ao olho humano (OLIVEIRA, 2005).

### **2.4.3 Teor total de sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis é um parâmetro que tem sido usado como indicador da qualidade dos frutos. O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (PINHEIRO et al., 1984).

Os açúcares solúveis presentes nos frutos, na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura por meio do balanço com ácidos, pela cor atrativa e pela textura. Os principais açúcares presentes nos frutos são a glicose, a sacarose e a frutose (CHITARRA & CHITARRA, 2005). À medida que a maturação do fruto avança, ocorre

aumento nos teores de açúcares devido à transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose) (GIARDI et al., 2002).

Os teores de sólidos solúveis totais são determinados por meio de refratômetro, que expressa os resultados em  $^{\circ}$ Brix pela mensuração do índice refractométrico do suco da fruta. Vieites et al. (2006), avaliaram a conservação do morango da cv. Oso Grande armazenado em atmosfera modificada, e encontraram valor de sólidos solúveis de 7,60  $^{\circ}$ Brix, para os frutos controle.

Rezende et al. (1998), estudando a qualidade pós-colheita de morangos cultivados sob túnel plástico e com diferentes tipos de cobertura do solo em condições de primavera/verão, verificaram teores superiores a 4% de açúcares totais para a cultivar AGF-80. Já Calvete et al. (2008) avaliando os diferentes sistemas de cultivo do morangueiro concluíram, que frutos de morango conduzido no solo os valores para  $\text{Brix}^{\circ}$  são maiores, apresentando média de 9,25 em seis cultivares testadas.

#### **2.4.4 Acidez titulável (AT) e pH**

Para indicar o sabor ácido ou azedo, a acidez titulável é o método mais utilizado, enquanto que, para determinar a qualidade dos produtos processados o pH é o método mais viável (NUNES, 2001; VILAS BOAS, 1999b).

Na maturação o teor de ácidos orgânicos diminui, devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração. A acidez diminui em função da maturação, podendo, a

variação da acidez, ser um indicativo do estágio de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2005).

Conti et al. (2002), avaliando a produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba, encontraram valores de pH de 3,84, para cv. Princesa Isabel e 3,77 para a cv. AGF-080, no dia da colheita.

Berbari et al. (1994), estudando os efeitos de diferentes tratamentos pré-congelamento sobre a qualidade do morango var. Chandler congelado, encontraram valores de pH de 3,26 a 3,39 e acidez titulável de 0,83 a 0,92% de ácido cítrico, em 100g de polpa, para frutos controle, no dia da colheita.

Calvete et al. (2008) avaliando a qualidade de frutos de morangueiro conduzidos em diferentes sistemas de cultivo conclui que o pH do fruto é maior para aqueles conduzidos no solo (5,37) e em sacolas horizontais (5,42).

#### **2.4.5 Metabólitos secundários em frutos de morango**

Os metabólitos secundários começaram a ser estudados no século XIX devido a sua importância como drogas medicinais, aromatizantes, venenos e também, por funções ecológicas nos vegetais como proteção e atrativos à polinização e a dispersores de suas sementes e por agirem na competição planta-planta (TAIZ & ZEIGER, 2004). São usados ainda, como inseticidas, fungicidas, fragrâncias, em medicamentos e materiais industriais (SINHA, 2004).

O metabolismo das plantas é muito dinâmico e subdivide-se em duas partes: metabolismo primário e metabolismo secundário. No

metabolismo primário são encontradas as moléculas básicas para o funcionamento da célula como fosfato, aminoácidos, lipídios, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos. Já no metabolismo secundário são produzidas outras substâncias que não são consideradas básicas na estrutura das células, mas que normalmente aparecem em tecidos e órgãos específicos da planta, ou ainda, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (HOPKINS & HUNER, 2004).

Os metabólitos secundários são compostos produzidos pelas plantas para a defesa e proteção contra estresses causados pelo ambiente ou mesmo por agressores, como insetos, microrganismos, entre outros (KEUTGEN & PAWELZIK, 2007; TAIZ & ZEIGER, 2004; FLOSS, 2006).

Com o aumento da expectativa de vida da população mundial e ao mesmo tempo o crescente aparecimento de doenças crônicas como obesidade, aterosclerose, hipertensão, osteoporose, diabetes e câncer, está havendo uma preocupação maior, por parte da população e dos órgãos públicos de saúde, com a alimentação. Hábitos alimentares adequados como o consumo de alimentos pobres em gorduras saturadas e ricos em fibras presentes em frutas, legumes, verduras e cereais integrais, juntamente com um estilo de vida saudável (exercícios físicos regulares, ausência de fumo e moderação no álcool) passam a ser peça chave na diminuição do risco de doenças e na promoção de qualidade de vida, desde a infância até o envelhecimento. Na década de 80, foram estudados no Japão, alimentos que além de satisfazerem às necessidades nutricionais básicas desempenhavam efeitos fisiológicos benéficos. Após um longo período de trabalho, em 1991, a categoria de alimentos foi regulamentada recebendo a denominação de "*Foods for Specified Health Use*" (FOSHU) ou seja, alimentos funcionais ou nutracêuticos. Segundo

a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2007), propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano e propriedade de saúde é aquela que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde. A ANVISA, visando à proteção à saúde da população, estabeleceu diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas na rotulagem de alimentos. Estes alimentos com atividades funcionais apresentam diferentes constituintes químicos, os quais tem várias funções, dentre elas a função antioxidante (BEHL, 1999; MEYERS et al., 2003; BAGCHI et al., 2004; AABY et al., 2005).

Nesse mesmo contexto Neumann et al. (2000) definem alimento nutracêutico como aquele que apresenta uma ou mais substâncias com funções fisiológicas e bioquímicas benéficas à saúde do ser humano. Já para Ferrari & Torres (2008) nutracêutico é definido como qualquer substância que possa ser considerado um alimento ou parte deste, e que ofereça benefícios a saúde, estando incluído a prevenção e o tratamento de doenças.

#### **2.4.5.1 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos são substâncias químicas que apresentam no mínimo, uma hidroxila diretamente ligada a um anel aromático (YAMADA, 2004; HARBONE, 1997). Alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos, enquanto outros são solúveis em água (TAIZ & ZEIGER, 2004). Estas substâncias agem como compostos de defesa contra herbívoros e patógenos como polinizadores e dispersores de

sementes, além de proteger as plantas frente aos raios UV. Há vegetais que desenvolveram compostos fenólicos para inibir o crescimento de plantas competidoras (ação alelopática), compostos que quando liberados no solo permitem a espécie vegetal precursora maior acesso a água e nutrientes melhorando sua adaptação evolutiva. A formação de muitos compostos fenólicos vegetais incluindo fenilpropanóides, cumarinas, lignina, antocianina, isoflavonas, taninos, flavonóides entre outros, inicia com a fenilalanina (YAMADA, 2004). Para a formação dos compostos fenólicos estão envolvidas duas rotas metabólicas, a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico. A rota do ácido chiquímico converte precursores de carboidratos derivados da glicólise e da rota da pentose fosfato em aminoácidos aromáticos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Na literatura são relatadas para os compostos fenólicos atividades antimicrobiana (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2005) e a capacidade de seqüestro de radicais livres. São várias as espécies de plantas que possuem compostos fenólicos na sua composição química e apresentam tal atividade (RICE-EVANS, 2001; STAHL & SIES, 2007). Aaby et al. (2007a) conseguiram identificar cerca de 40 compostos fenólicos, incluindo seus glicosídeos em morangos. Já Sánchez-Rabaneda et al. (2004), identificaram em maçãs 60 compostos fenólicos, desde ácido cinâmico até derivados do ácido benzóico.

A metodologia mais empregada para a determinação do teor de compostos fenólicos totais é a técnica de Folin-Ciocalteu, que utiliza o reagente de fenol para evidenciar, através da colorimetria/espectrofotometria, a concentração destas substâncias na

amostra (MEYERS et al., 2003; AABY et al., 2005; SCALZO et al., 2005).

De acordo com Bordignon Junior (2008) em estudo da análise química de frutos de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita no município de Passo Fundo, os teores de fenólicos totais foram afetados pelo sistema de cultivo e época de colheita, como é o caso da cv. Oso Grande, onde os frutos produzidos fora do solo em sistemas de colunas verticais foram os que apresentaram menores teores de fenólicos totais (média de 119,48 em outubro e 132,99 mg equivalente de ácido gálico/100 g de frutos em novembro, respectivamente), com exceção da primeira coleta de frutos realizada em setembro. O teor de fenólicos totais foi superior quando os frutos foram cultivados em sistema convencional (média de 148,24 em setembro e 159,08 mg equivalente de ácido gálico/100 g de frutos em dezembro, respectivamente), com exceção dos frutos colhidos em outubro (134,99). Em setembro e novembro os frutos do sistema convencional apresentaram os maiores teores (148,24 e 159,08 mg equivalente de ácido gálico/100 g de frutos respectivamente). Em outubro os frutos cultivados em ambiente protegido no solo foram os que obtiveram o maior teor entre os tratamentos estudados 153,71 mg equivalente de ácido gálico/100 g de frutos.

#### **2.4.5.2 Antocianinas**

As antocianinas formam um dos mais importantes grupos de pigmentos de plantas solúveis em água, ao lado de betaínas e dos

carotenos e, representam a grande maioria dos flavonóides totais encontrados nas frutas vermelhas (MEYERS et al., 2003). Os antocianos são em grande parte responsáveis pelas cores laranja, rosa, escarlate, vermelho, violeta e azul das pétalas de flores e frutos de vegetais superiores. Também são encontradas em raízes e folhas. Sua principal função é de agir como atraente de insetos e de pássaros, com o objetivo de polinizar e dispersar as sementes, sendo de grande interação entre plantas e animais. Também são responsáveis pela atividade inibidora do crescimento de larvas de alguns insetos (ZUANAZZI & MONTANHA, 2003).

A cor das antocianinas é influenciada por muitos fatores incluindo o número de grupos hidroxila e metoxila no anel B da antocianidina (TAIZ & ZEIGER, 2004). A coloração de uma mesma antocianina pode variar nas plantas pela sua associação com cátions, por efeito do pH e por associação com outros compostos presentes na planta. Apesar de sua abundância na natureza, são poucas as fontes utilizadas comercialmente. Encontra-se, nesse caso, o resíduo da fabricação do vinho e do suco que produz um pigmento chamado enocianina (BOBBIO & BOBBIO, 2001).

Os pigmentos antociânicos são considerados aditivos eficazes e seguros na indústria alimentar, não sendo empregados em grande escala em razão de sua instabilidade decorrente de diferentes fatores físicos (como luz e pH, por exemplo), dificuldade de purificação e síntese, e as possíveis reações com dióxido de enxofre, muito empregado como conservante de alimentos. Esta destruição é mais intensa quando o fator luz é combinado com o efeito do oxigênio (BOBBIO & BOBBIO, 2001). Entre as propriedades de interesse farmacológico encontra-se as

atividades antiinflamatórias e antiedematogênicas (ZUANAZZI & MONTANHA, 2003). Possuem ainda, ótima propriedade terapêutica e anti-carcinogênica. As antocianinas reparam e protegem a integridade genômica do DNA. Estudos mais avançados mostraram que as antocianinas são benéficas em reduzir estresse oxidativo das células associado a idade, e melhora a função neuronal e cognitiva do cérebro (BAGCHI et al., 2004).

Em relação à estrutura química, as antocianinas são formadas por 3 anéis que possuem ligas duplas conjugadas, além da inserção de hidroxilas ao longo da estrutura, conhecida como aglicona. Nas plantas sempre são encontradas ligadas a um açúcar ou glicosídeo (NYMAN & KUMPULAINEN, 2001). São conhecidas aproximadamente 256 estruturas diferentes de antocianos, dando destaque para a cianidina, pelargonidina, malvidina, delphinidina, peonidina e petunidina (WROLSTAD, 2000; FOSSEN & ANDERSEN, 2003; ANDERSEN et al., 2004; SILVA et al., 2007).

Com relação aos compostos fenólicos verificados em frutos de morango, vários trabalhos foram realizados. Por exemplo, as cvs. Serrano e Comander destacaram-se com maior teor de antocianinas com 55,7 mg. 110g<sup>-1</sup> e 53,3 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente (CALVETE et al, 2005). Também nessa mesma região, Bordignon Junior (2008) analisando diferentes sistemas de cultivo concluiu, que a cv. Oso Grande produzida no sistema convencional produz maior teor de antocianinas do que em outros sistemas.

## **2.5 Ambiente protegido**

Na agricultura busca-se constantemente novas tecnologias, não só para garantir a colheita, mas também para aumentar a produtividade e a qualidade final dos produtos, correspondendo as novas tendências do mercado e garantindo rentabilidade ao agricultor.

Nas últimas décadas o cultivo em ambientes protegidos, com o objetivo de obter produtos agrícolas de melhor qualidade e sem apresentar variação sazonal na produção, tem aumentado consideravelmente, não só em nível de países desenvolvidos, mas também naqueles em desenvolvimento.

Considerando a localização geográfica do Brasil, o uso de ambientes protegidos cobertos com filmes plásticos ou sombrite, apresenta uma dupla função (GALVANI et al., 1998). A primeira refere-se às regiões Sul e Sudeste, atuando como regulador da temperatura, diminuindo o efeito causado por baixas temperaturas em algumas culturas, propiciando a produção no período denominado de entressafra o que permite maior regularização da oferta e da qualidade dos produtos (SENTELHAS & SANTOS, 1995; GALVANI et al., 1998). Para as demais regiões do Brasil esses ambientes propiciam maior controle da quantidade de água sobre a cultura, protegendo de chuvas de intensidade elevada, granizo e estresse provocado pela ação direta dos ventos (GALVANI et al., 1998).

Segundo Calvete e Tessaro (2008), o sucesso desses ambientes diz respeito, principalmente, ao aumento de precocidade e produtividade. Dentro das desvantagens, tem-se o custo como principal restrição,

aumento da concentração de sais no solo e a poluição causada pelos plásticos que na maioria das vezes não são biodegradáveis.

No entanto, para maior eficiência desse ambiente, é necessário compreender a interrelação da planta e dos fatores microclimáticos dentro do ambiente protegido. Os fatores para o desenvolvimento e crescimento da planta dizem respeito aos fisiológicos (transpiração, respiração e fotossíntese) e aos físicos (luz, temperatura, umidade e CO<sub>2</sub>) (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O ambiente protegido tem os elementos micrometeorológicos modificados no seu interior, principalmente no que diz respeito à radiação solar, a velocidade do vento reduzindo a evapotranspiração (CALVETE et al., 2005). Estas modificações ambientais causadas pelo ambiente protegido devem-se ao filme transparente que altera o balanço de radiação do sistema composto pela planta, solo e atmosfera. As temperaturas dependem das condições externas do ambiente protegido, influenciando as temperaturas máximas e mínimas as quais, são importantes quanto maior for a restrição de renovação do ar interno e quanto maior for à disponibilidade de radiação durante o dia (CALVETE et al., 2005).

A utilização do ambiente protegido no morangueiro tem como principal função, proteger a cultura das baixas temperaturas evitando danos nos períodos de floração e frutificação e ainda das chuvas que prejudicam a colheita, fatores que auxiliam a redução na incidência de doenças foliares e nos frutos (MARTÍN, 1989).

### **2.5.1 Parâmetros micrometeorológicos- ambiência em cultivo protegido**

De acordo com Martinez Garcia (1986), apesar das inúmeras vantagens apresentadas pelo ambiente protegido, comporta-se de forma insatisfatória do ponto de vista térmico, uma vez que durante o dia ocorrem temperaturas elevadas e, à noite, com frequência, ocorrem temperaturas inferiores às críticas das plantas cultivadas. Essa condição está intimamente ligada ao balanço de energia, que irá depender de fatores como, tamanho da estufa, propriedades óticas da cobertura, e condições meteorológicas locais (BURIOL et al., 1993).

Martins & Gonzalez (1995) relatam que, quando esse incremento de temperatura no interior do ambiente atinge níveis muito elevados, tal efeito pode ser minimizado com abertura lateral ou superior do ambiente ou com o uso de um sistema de ventilação. A utilização de telas de sombreamento também permite a redução da temperatura, dependendo da densidade dos fios da mesma, da espessura e da geometria. Já para Anglés (2001), com temperaturas excessivamente baixas as reações bioquímicas tornam-se lentas dispondo de pouca energia para os processos de translocação de açúcares, síntese de proteínas, formação da parede celular, entre outras. Com temperaturas extremamente altas pode ocorrer o fenômeno de desnaturação de proteínas, desorganização de paredes celulares e alterações de processos bioquímicos. A anatomia das folhas, em particular, pode ser afetada pelo meio, pois é o órgão de maior plasticidade (BJORKMANN, 1981 *apud* Pinto et al., 2007). Folhas

crescidas em baixa radiação apresentam mais clorofila por unidade de peso ou volume foliar, porém, o conteúdo da clorofila por unidade de superfície foliar é menor do que aquele das folhas crescidas em radiações maiores e a proporção de clorofila a/b diminui à medida que diminui a radiação (PINTO, et al. 2007).

A variabilidade da umidade relativa do ar no interior de ambientes protegidos depende diretamente da temperatura do ar e da ventilação (MARTINS et al., 1999; BURIOL et al., 2000), a qual, diminui durante o dia e aumenta durante a noite no período de 24 h, podendo variar de 30 a 100% dependendo das condições climáticas da região. A umidade relativa do ar influencia a transpiração, o crescimento, a fecundação das flores e a ocorrência de doenças (CERMEÑO, 1994). Segundo Furlan (2001) altos valores de umidade relativa do ar reduzem a taxa de evapotranspiração da cultura, que quando associado a altas temperaturas do ar geram também condições muito favoráveis a ocorrência de doenças. Já valores muito baixos de umidade relativa também podem provocar altas taxas de evapotranspiração, o que pode reduzir a taxa fotossintética e a produtividade da cultura. A temperatura do ar varia de acordo com o fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende da área, da localização e do manejo das aberturas e da velocidade de trocas do ar entre o interior e exterior do ambiente (BURIOL et al., 2000).

O efeito do ambiente protegido sobre a temperatura do ar e conseqüentemente este sobre a umidade relativa do ar está relacionada com o balanço de energia. A radiação solar que penetra para o interior do ambiente protegido é parcialmente absorvida pelo solo e plantas,

denominada de radiação de ondas longas (TAPIA 1981). Já a radiação de onda curta influencia o crescimento da planta em dois aspectos: a radiação fotossinteticamente ativa (400 a 700 nm), enquanto o total de energia é o principal fator que afeta a transpiração (MCCREE, 1972; CUNHA et al., 2001 apud GUISELINI et al., 2004).

A reflexão e a absorção promovidas pela cobertura plástica diminuem a incidência de radiação solar no interior de ambientes protegidos. A transmissividade da radiação solar proporcionada pelo material empregado na cobertura de estufas vem sendo um dos principais objetos de estudo, em virtude da relação desse elemento com a produtividade agrícola (CALVETE & TESSARO, 2008).

Segundo Sentelhas et al. (1999), existem diferenças, tanto qualitativas quanto quantitativas, na densidade de fluxo de radiação solar pelos diferentes filmes de PVC. Geralmente um filme transparente transmite os raios solares sem dispersá-los, tendo como resultado a transmissão elevada da luz direta. Portanto, em regiões ou em épocas de elevada irradiância solar, pode induzir a queimaduras das folhas, flores e frutas (GUISELINI et al., 2004). Esse efeito negativo pode ser controlado com materiais que obscurecem o ambiente protegido, mais conhecido como malhas de sombreamento. As mais empregadas são as pretas e brancas, de diversas malhas e materiais. Entretanto, atualmente existem outros filmes que também podem controlar o microclima dentro do ambiente protegido (ANGLÉS, 2001). Um desses é a tela termorefletora de alumínio, as quais proporcionam boa redução de temperatura do ar e do solo por ocasião das altas temperaturas (GOTO & TIVELLI, 1998). Ainda, são utilizados filmes coloridos (azul, vermelho, amarelo, cinza,

entre outras). As telas de coloração vermelha transferem mais a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante e difundem a luz que passa através da malha, sendo eficiente no desenvolvimento da planta (LI, 2006). As de coloração azul proporcionam luz do espectro em comprimento de onda de 440-490 nm intensificando o fototropismo e a fotossíntese (RODRIGUES, 2002).

Guiselini et al. (2004), em um estudo realizado com o objetivo de avaliar a influência de ambientes cobertos com filme de polietileno branco leitoso e diferentes malhas de sombreamento (termo-refletora – 50% e preta – 50%) no crescimento e na qualidade da *Gerbera jamesonii* (gérbera) concluíram que: os tipos de cobertura, em função do microclima proporcionado, afetaram o crescimento das plantas de gérbera. O crescimento foi superior sob o plástico leitoso e menor quando este foi utilizado junto com malha preta. As plantas de gérbera cultivadas sob os ambientes protegidos cobertos pelo plástico leitoso atenderam às exigências comerciais quanto ao número de botões florais, fato não verificado nos ambientes sob o plástico leitoso com malha termo-refletora e plástico leitoso com malha preta. Quanto à altura da haste, as plantas cultivadas nos três ambientes protegidos avaliados não apresentaram valores médios superiores ao mínimo exigido, de 10 cm.

Em trabalho realizado com malha chromatinel vermelha, preta e cinza, para o cultivo do pimentão, foi observado que a tela vermelha foi a mais positiva. Esta transfere mais luz no âmbito das ondas vermelhas e vermelhas distantes e difunde a luz que passa através da malha beneficiando o desenvolvimento do cultivo (LI, 2006).

Portanto, realizar um controle eficiente neste ambiente, principalmente em temperaturas elevadas, é o desafio para produtores

que utilizam esta técnica, para obterem produtos de boa qualidade, pois problemas de elevação e diminuição na temperatura, podem levar a morte das plantas (FURLAN, 2001).

## CAPITULO I

### TEOR DE CLOROFILA EM FOLHAS DE MORANGUEIRO CULTIVADAS SOB TELAS DE SOMBREAMENTO EM AMBIENTE PROTEGIDO

*Rosiani Castoldi da Costa*<sup>1</sup>; *Eunice Oliveira Calvete*<sup>2</sup>; *Flávio Henrique Reginatto*<sup>3</sup>

<sup>2</sup>**RESUMO** – O aumento no consumo do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) vem crescendo nos últimos anos, proporcionando incremento no cultivo. Em vista disso, busca-se novas tecnologias para obter maiores produtividades e/ou rendimentos e também melhor qualidade dos frutos. Telas de sombreamento com malhas coloridas estão sendo utilizadas para produzir diferentes espectros de transmitância na faixa visível, entre essas, encontra-se as de cores azul, metálica e vermelha. No sentido de obter informações sobre essa tecnologia, avaliou-se a concentração de clorofila *a* e *b* e teor total de clorofila em folhas de duas cultivares de morangueiro sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido. O experimento foi realizado em estufa agrícola do Setor de Horticultura e no laboratório de Virologia da

---

<sup>2</sup><sup>1</sup>Bióloga, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

<sup>2</sup>Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – [calveteu@upf.br](mailto:calveteu@upf.br)

<sup>3</sup>Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – [freginatto@hotmail.com](mailto:freginatto@hotmail.com)

Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo. No ambiente protegido folhas para extração das clorofilas foram retiradas dos tratamentos compostos de um fatorial duplo com duas cultivares (Camarosa e Oso Grande) e quatro coberturas (telas termo-refletores Aluminet®, chromatiNet azul® e chromatiNet vermelha® com 40% de sombreamento e a testemunha - sem tela). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições, constando 20 plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados do trabalho mostraram maiores concentrações de clorofila *a*; *b* e total na cv. Camarosa, independente da presença e ausência de telas de sombreamento. Também verificou-se maior produção de clorofila *b* do que *a*, em ambas as cultivares na presença e ausência de telas e não houve diferenças nos teores de clorofila com a alteração da intensidade luminosa.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa* Duch., fotossíntese, clorofila *a* e *b*, intensidade luminosa.

**CHLOROPHYLL CONTENT IN STRAWBERRY LEAVES  
PRODUCED UNDER SHADING SCREENS IN PROTECTED  
AMBIENT**

**ABSTRACT** – The increase in the strawberry consumption (*Fragaria x ananassa* Duch.) has been growing in the last years, therefore, improving its growth. For this reason, new technologies have been searched in order to obtain better productivity and/or yield as well as greater product quality. Shading screens with colorful meshes have been used to produce different spectrum of transmittance on the visible band, where the blue, metallic and red colors can be found. In the sense of obtaining information about this technology, the concentration of chlorophyll *a* and *b* has been evaluated and total content in the leaves of two strawberry cultivars under different shading screens, in protected ambient. The experiment was accomplished in a greenhouse of the Vegetable Department and in the Virology laboratory at the Agronomy College of the Passo Fundo University. Leaves for extraction of chlorophyll were removed from the arranged treatments of a double factorial with two cultivars (Camarosa and Oso Grande) and four covers (thermo-reflector screens Aluminet®, chromatiNet blue® and chromatiNet red® with 40% of shading and the witness - without screen). The experimental design was in randomized complete blocks, with three repetitions, and comprised of 20 plants per parcel. The data obtained were submitted to analysis of variance and the differences between the averages compared by the Tukey test at 5% significance. Greater concentrations of chlorophyll *a*; *b* and total in the cv. Camarosa, independent from the color of the shading screen and witness. Greater production of

chlorophyll *b* and *a* was also verified, in both cultivars when the presence and absence of screens. The chlorophyll contents did not differ with the alteration of light intensity.

**Key-words:** *Fragaria x ananassa* Duch., photosynthesis, chlorophyll *a* and *b*.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, cultiva-se no Brasil mais de 3.500 ha de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), com produção aproximada de 37,6 mil toneladas. A produtividade média por estado, em tonelada por hectare, é de 34 em São Paulo; 32,7 no Rio Grande do Sul; 21,3 no Paraná; 25,2 em Minas Gerais (CALVETE et al., 2005). Na última década verificou-se um interesse crescente pela implantação da cultura, justificado pela grande rentabilidade (224%) quando comparada a outras culturas, como o milho (72%) (RONQUE, 1998).

Diante desse panorama, busca-se novas tecnologias relacionadas com a obtenção de melhores produtividades e/ou rendimentos. Manipulação genética, manejo da temperatura, água e nutrientes em ambiente protegido, automatização e manipulação da luz são algumas das alternativas que tem sido investigada (RAJAPAKSE & WILSON, 2008). O efeito de diferentes tipos de radiação vem sendo estudadas em várias espécies. Telas com malhas coloridas fabricadas pelas indústrias estão sendo utilizadas para produzir diferentes espectros de transmitância na faixa visível. Entre essas, encontra-se as de cor azul e vermelha. O espectro típico da tela azul apresenta pico principal de transmitância na região azul-verde (400-540 nm), enquanto a tela vermelha possui maior transmitância além de 590 nm (OREN-SHAMIR, et al., 2001). As malhas vermelhas apresentam um acréscimo no comprimento de ramificações das plantas. Já sob a malha azul, as plantas são menores em

relação a malha preta (OREN-SHAMIR et al., 2001; SHAHAK et al., 2004).

Outros trabalhos demonstram efeitos sobre a fotomorfogênese de plantas, devido à iluminação artificial (PONS & VAN BERKEL, 2004), coberturas de solo refletoras, tintas ou coberturas coloridas para casas de vegetação ou malhas que modificam a radiação que é transmitida por elas (RAJAPAKSE et al., 1999; SHAHAK et al., 2004).

A realização de alguns processos vitais nas plantas é dependente de luz, tais como a fotossíntese, a fotomorfogênese e o fototropismo. A intensidade, a qualidade e a duração afetam particularmente o processo fotossintético e processos mediados por fitocromos (GEORGE, 1993; HANDRO & FLOH, 1990; KOZAI et al., 1991; KODYN & ZAPATA-ARIAS, 1998). A intensidade luminosa pode ter efeito pronunciado no desenvolvimento foliar e modificar características, tais como espessura foliar, diferenciação do mesófilo, divisão celular e desenvolvimento dos estômatos (LEE et al., 1988). Já são bem estudados os efeitos das alterações espectrais sobre processos, como germinação, inibição de alongamento do hipocótilo, expansão dos cotilédones e das folhas, enverdecimento e biossíntese de pigmentos, alongamento do caule e indução ao florescimento (SAITOU et al., 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004; TSEGAY et al., 2005).

Os processos biológicos influenciados pela luz, tanto para animais quanto para vegetais, ocorre na faixa do espectro visível, que varia de 400 a 760 nm. Assim, a fonte de energia para a fotossíntese se encontra neste intervalo de luz visível e os efeitos desta faixa do espectro podem ser observados também na fotomorfogênese. Segundo Carvalho & Peres (2003), pigmentos estão envolvidos na percepção dos sinais que chegam

com a luz e possuem seu pico de absorção em comprimentos de ondas abaixo de 400 nm e acima de 700nm. Pelos fitocromos são detectadas mudanças na qualidade da luz nas regiões do vermelho e vermelho distante do espectro.

A dependência das plantas à luz é um processo complexo que envolve a ação combinada de fotorreceptores que controlam estádios variados no desenvolvimento (SHAHAK, 2005). São conhecidas três classes de fotorreceptores consideradas principais: criptocromos e fototropinas, que absorvem luz nas regiões do azul e ultravioleta e os fitocromos, que absorvem luz nas regiões do vermelho e vermelho distante (FRANKHAUSER & CHORI, 1997; KAGAWUA et al., 1992; SAITOU et al., 2004; NIEMI et al., 2005). Os mecanismos pelos quais tais fotorreceptores regulam as respostas são, ainda, desconhecidos na sua maioria.

Dale (1988) cita que o fitocromo pode estar envolvido no controle de genes ligados à fotossíntese, codificando a síntese de clorofilas *a* e *b*, pequenas subunidades da rubisco, entre outros aparatos fotossintéticos. Outro importante grupo de fotorreceptores para o desenvolvimento das plantas são os que absorvem na região do azul. Inúmeras respostas têm sido descritas em plantas, sendo elas: taxa de inibição no crescimento do hipocótilo, fototropismo e indução de expressão gênica (MORTENSEN & STROMME, 1987; FRANKHAUSER & CHORY, 1997; SILVA & DEBERGH, 1997). Além dessas respostas, a luz azul é importante em processos de síntese de pigmentos, enzimas, desenvolvimento de cloroplastídeos, abertura e fechamento estomático, ativação do ritmo circadiano da fotossíntese e de muitos outros processos fotomorfogênicos

(ECKERT & KOLDENHOFF, 2001; PUSHNICK et al., 1987; SCHUERGER et al., 1997).

Os pigmentos fotossintéticos presentes e sua abundância variam de acordo com a espécie vegetal. A clorofila *a* está presente em todos os organismos que realizam a fotossíntese oxigênica, utilizada para realizar a parte fotoquímica da fotossíntese, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação. Pigmentos como clorofilas e carotenóides são de grande importância para o processo fotossintético das plantas, participando dos processos de absorção de energia luminosa para posterior transformação da energia em ATP e poder redutor, os quais serão usados na produção de fotoassimilados (MALKIN & NIYOGI, 2000).

Neste sentido, o presente estudo objetivou avaliar a concentração de clorofila *a* e *b*, e teor total de clorofila em folhas de duas cultivares de morangueiro conduzidas sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Universidade de Passo Fundo (28° 15'S, 52° 24' W, 709 metros de altitude), de maio a dezembro de 2007. A estrutura do ambiente protegido era metálica, de 510 m<sup>2</sup>, instalada no sentido nordeste-sudeste, com teto semicircular, coberta com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras e com aditivo anti UV.

A maior parte das cultivares utilizadas no Brasil são de dias curtos, embora, nos últimos anos venham sendo produzidas cultivares de dias neutros, as quais, mantêm a produção de frutos ao longo do ano de forma independente do fotoperíodo. Isso ocorre, desde que as temperaturas estejam compreendidas entre 10 e 28 °C (SANTOS, 1999).

No presente trabalho foram utilizadas cultivares de dias curtos Camarosa e Oso Grande.

‘Camarosa’ é originária da Universidade da Califórnia, lançada em 1993, apresentando-se como planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Frutos de tamanho grande; epiderme vermelha escura; polpa de textura firme e de coloração interna vermelha brilhante, escura e uniforme; apresentando folhas com coloração verde intensa. Os frutos são bastante grandes, com coloração vermelha intensa, polpa firme, cônicos, com sabor sub-ácido e bastante aromático (CALVETE et al., 2006). Possui boa conservação pós-colheita, resistente ao manuseio, próprio para consumo "*in natura*" e industrialização. Introduzida no Brasil por apresentar frutos grandes, uniformes e alta capacidade produtiva e precoce. A cultivar é susceptível à mancha de micosferela, à antracnose do caule e do fruto e ao mofo cinzento (CASTRO, 2004; BERNARDI et al., 2005).

‘Oso Grande’, também foi desenvolvida pela Universidade da Califórnia a partir do cruzamento das cultivares Tioga X Pajaro, e lançada em 1987. Planta vigorosa apresentando folhas com coloração verde intensa. Os frutos são grandes com peso de até 80 g, de coloração vermelha intensa, polpa firme, cônico, com sabor sub-ácido e bastante aromático. Possui boa conservação pós-colheita, resistente ao manuseio e

ao transporte. É um fruto utilizado para o consumo *in natura*. A planta é suscetível à micoserela (CASTRO, 2004; BERNARDI et al., 2005).

Foram retiradas folhas para extração da clorofila das duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Oso Grande) cultivadas sob quatro coberturas (telas termo-refletora Aluminet®, chromatiNet azul®, chromatiNet vermelha® com 40% de sombreamento e a testemunha - sem tela). O delineamento blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em fatorial 2 x 4, com três repetições, 20 plantas por parcela, sendo seis úteis, no espaçamento 0,30 x 0,30 m.

Após o estabelecimento das mudas foi colocado *mulching* preto. A irrigação foi por gotejamento, com mangueiras fixas e gotejadores a cada 0,30 m. Os tratamentos fitossanitários foram realizados quando necessário, para o controle de oídio e ácaro rajado.

No ambiente interno foi monitorado a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) nos dias 25/07/2007 e 11/09/2007, e a temperatura máxima e mínima do ar (Apêndice 1).

A avaliação do teor de clorofila nas folhas foi realizada após sete meses do início do cultivo. Foram coletadas amostras de 5 trifólios de cada amostra por tratamento, acondicionadas em papel alumínio e imediatamente armazenadas em caixa de isopor com gelo. Inicialmente foi efetuada a extração, de acordo com o método descrito por Telles et al. (1977). Pesou-se 0,1 g de matéria verde de cada amostra, a qual foi macerada com 300 mg de areia lavada e 0,020g de  $MgCO_3$ . Em seguida adicionou-se 1 mL de acetona a 80 % e, após alguns minutos de maceração, adicionou-se mais 9 mL de acetona a 80%. A solução foi transferida para tubos de ensaio, fechados com papel alumínio, centrifugados a 1200 rpm por 3 minutos. Foi efetuada a absorvância das

amostras em espectrofotômetro a 645nm para clorofila *a* e 663nm para clorofila *b*.

Para calcular os teores de clorofila foi utilizada a seguinte fórmula: Micrograma de clorofila=  $20,2 \times \text{abs em } 645 \text{ nm} + 8,02 \times \text{abs } 663 \text{ nm} \times 100$  (TELLES et al., 1977). O resultado foi expresso em  $\mu\text{g}$  de clorofila g de massa fresca<sup>-1</sup>, para isso, os valores encontrados não foram multiplicados por 100, mas sim, divididos devido a unidade em que foram expressos os resultados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na análise de variância referente à clorofila das folhas (Apêndice 2) foi constatado que não houve interferência das telas de sombreamento nos valores obtidos nas cvs. Camarosa e Oso Grande (Tabela 1). Houve sim, significância de forma independente (Tabela 1).

**Tabela 1-** Valores médios dos teores de clorofila *a* e *b*, e totais, em folhas de duas cultivares de morangueiro, cultivadas sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007

Cultivares	Clorofila		
	(µg de clorofila g de massa fresca <sup>-1</sup> )		
	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total
Camarosa	1,05 a	1,35 a	2,40 a
Oso Grande	0,82 b	1,12 b	1,94 b
Telas de sombreamento			
Testemunha	1,61 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>ns</sup>	3,90 <sup>ns</sup>
Vermelha	2,05	2,48	4,53
Azul	2,06	2,63	4,69
Metálica	1,74	2,50	4,24
Média	0,93	1,23	2,17
C.V.(%)	26,2	21,5	30,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns- não significativo a 5% pelo teste F.

Dignart (2006) e Silva & Deberg (1997), trabalhando com *Cattleya* e *Arizona vidalli*, respectivamente, não observaram diferenças nos teores de clorofila *a* para tratamentos enriquecidos com luz azul e, em radiação enriquecida com luz vermelha, ocorreu diminuição deste pigmento. Dignart (2006) verificou, ainda, que os tratamentos com telas coloridas em sala de crescimento apresentaram menores teores dessa clorofila, podendo estar relacionados à baixa quantidade total de fluxo de fótons recebidos e/ou à retenção de luz pelas telas. Silva & Debergh (1997) também não observaram diferenças para os teores de clorofila *b* de plântulas cultivadas sob enriquecimento de luz azul e vermelha. Braga (2006) encontrou resultados diferentes trabalhando com plântulas de

crisântemo cultivadas em diferentes ambientes. O maior teor de clorofila *a* foi encontrado em plântulas em sala de crescimento seguida de casa de vegetação com cobertura vermelha e preta. Os menores teores foram observados em casa de vegetação sem proteção de sombrite® e com sombrite® azul. Milivojevié & Eskins (1990) também observaram aumento na síntese de clorofila *a* e *b* em *Pinus nigra* sob luz azul, quando comparada à luz vermelha. Schuerger et al. (1997) explicam que isso ocorre porque a luz azul é importante na síntese deste pigmento.

Os valores das clorofilas *a*, *b* e total foram superiores na cv. Camarosa (1,05, 1,35 e 2,40 µg de clorofila/grama de massa fresca, respectivamente). Os valores médios de clorofila *b* foram superiores aos da clorofila *a*, em ambas as cultivares, provavelmente em decorrência do cultivo em ambiente sombreado. Segundo Engel & Poggiani, apud Pinto et al. (2007), a degradação da clorofila *b* é mais lenta do que a clorofila *a*.

O pigmento mais importante em plantas superiores é a clorofila *a* (KLUGE, 2009), pois é a responsável principal pela coleta de fótons. Por outro lado Whatley & Whatley (1982) relatam que o aumento da proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita maior captação de energia em outros comprimentos de ondas e transferência para uma molécula específica de clorofila *a*, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese. De acordo com Pinto et al. (2007) as plantas sombreadas recebem radiação mais difusa e rica em vermelho extremo (VE), o que aumenta relativamente a clorofila *b* em relação à clorofila *a*, tornando-a mais eficiente em condições de baixa intensidade de luz.

Observou-se (Apêndice 1) baixos valores de radiação fotossinteticamente ativa sob as coberturas azul e vermelha. Concordando com relato de Radmann et al. (2001), onde afirmam que baixas irradiâncias não permitem desenvolvimento adequado do aparato fotossintético. Além disso, os efeitos da luz azul e vermelha na planta são função direta dos níveis de irradiância nesses comprimentos de onda (MILIVOJEVIĆ & ESKINS,1990). Locascio et al. (2005) testando telas coloridas na produção de morangueiro afirmam que a temperatura do solo e a luz são influenciadas significativamente pela localização e a cor das telas.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) A cv. Camarosa apresenta maior concentração de clorofila *a*, *b* e total que a cv. Oso Grande.
- b) Nas duas cultivares, não há influência sobre os teores de clorofila do uso de telas de sombreamento vermelhas, azuis ou metálicas.
- c) A concentração de clorofila *b* é maior que de clorofila *a*, em ambas as cultivares, na presença e ausência de telas.
- d) Os teores de clorofila nas folhas de morangueiro não foram influenciados com a alteração da intensidade luminosa.

## CAPÍTULO II

### TELAS DE SOMBREAMENTO NA PRODUÇÃO DE MORANGUEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO

*Rosiani Castoldi da Costa*<sup>2</sup>; *Eunice Oliveira Calvete*<sup>3</sup>; *Flávio Henrique Reginatto*<sup>4</sup>,

<sup>3</sup>**RESUMO** – As telas de sombreamento dentro do ambiente protegido podem auxiliar na formação de uma condição microclimática apropriada para o desenvolvimento da cultura, incrementando a produtividade. Entretanto, é necessário conhecer essa tecnologia, relacionando com o cultivo e a região onde as telas estão sendo usadas. O objetivo deste trabalho foi analisar a produção de duas cultivares de morangueiro conduzidas sob diferentes telas de sombreamento (coberturas), dentro de um ambiente protegido em estrutura tipo estufa agrícola de aço galvanizado, com teto semicircular, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150  $\mu\text{m}$  de espessura, no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo- RS. Os tratamentos foram

---

<sup>3</sup> <sup>1</sup>Bióloga, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

<sup>2</sup>Orientadora, Engenheira Agrônoma, Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – [calveteu@upf.br](mailto:calveteu@upf.br)

<sup>3</sup>Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – [freginato@hotmail.com](mailto:freginato@hotmail.com)

arranjados em um fatorial duplo, com duas cultivares (Camarosa e Oso Grande) e quatro coberturas (testemunha- sem tela e telas termo-refletores Aluminet®, chromatiNet azul® e chromatiNet vermelha®, com 40% de sombreamento). O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e 20 plantas por parcela, com área útil de 3 m<sup>2</sup>. O número médio de frutos por planta foi superior quando as cultivares foram produzidas sem cobertura, incrementando a produção com a proximidade do verão. O número e massa fresca total de frutos por planta é maior quando não é utilizada telas de sombreamento.

**Palavras chave:** *Fragaria x ananassa* Duch, radiação, fotossíntese.

## **SHADING SCREENS IN THE STRAWBERRY PRODUCTION IN PROTECTED AMBIENT**

**ABSTRACT-** Shading screens, inside a protected ambient, can help by making an adequate microclimatic condition possible to the development of growth and with this, develop productivity. Therefore, it is necessary to know these technologies, relating them with the growth and the region where they are being produced. This way, the objective of this study was to analyse the production of two strawberry cultivars, managed under two different shading screens (coverages), inside the protected ambient. The experiment was accomplished in protected ambient in galvanized steel structure, with semicircular roof, covered with low density polyethylene film (LDPF) of 150  $\mu\text{m}$  thickness, in the Horticulture sector of the University of Passo Fundo- RS. The treatments were comprised of doble factorial with two cultivars (Camarosa and Oso Grande) and four coverages (witness- without screen and thermo-reflecting Aluminet®, chromatiNet blue® and red chromatiNet® screens with 40% of shading) which were distributed into randomized complete blocks design, with three repetitions with 20 plants per parcel in useful area of 3 m<sup>2</sup>. The number and total fresh mass of commercial fruits and deformed per plant were determined. The air relative temperature and the photosynthetically active radiation were monitored (PAR) and checked in two tipical days (sunny and cloudy days). The results showed that the average number of fruits per plant was superior when the cultivars were produced without coverage, improving the production with the closing of the summer. It was also observed that the production of numbers and total fresh mass of fruits per plant is greater when coverage with shading screens are not

used, therefore, once it is desired to use them, it is recommended that this is achieved with red screen.

**Key words:** *Fragaria x ananassa Duch, Aluminet®*, *blue chromatiNet®* and *red chromatiNet®*.

## 1 INTRODUÇÃO

O morangueiro é produzido em quase todo o mundo devido sua grande rentabilidade e ao desenvolvimento de cultivares com diferentes graus de adaptação ecológica e aos modernos sistemas de manejo, possibilitando a produção em regiões frias até regiões tropicais e subtropicais (CALVETE et al., 2005). No Brasil, as principais regiões produtoras localizam-se em áreas de clima subtropical de altitude elevada, com temperatura amena. Atualmente a cultura está se expandindo para áreas de clima tropical de altitude média, quente (CONTI et al., 2002). A produção brasileira de morangos chega a 37,6 mil toneladas, obtida em uma área estimada de 3,5 mil hectares, com destaque para os Estados de Minas Gerais (41,4%), Rio Grande do Sul (25,6%) e São Paulo (15,4%) (IEA, 2008).

Especificamente no Rio Grande do Sul, no início dos cultivos (década de 70), a produtividade era bastante baixa, mas a partir da década de 80 foi se elevando de 3 t ha<sup>-1</sup> para 20 t ha<sup>-1</sup>. Atualmente, podem ser obtidos até 60 - 70 t ha<sup>-1</sup>, dependendo da tecnologia empregada (PAGOT & HOFFMANN, 2003). O crescimento da demanda, aliada à necessidade de produzir o ano todo, vem despertando nos agricultores o interesse por novas técnicas de cultivo, com destaque para o ambiente protegido, como alternativa para solucionar problemas e minimizar, principalmente, os efeitos climáticos.

O emprego de plástico na cultura do morangueiro visa obter um microclima diferenciado, principalmente quando utilizado como estrutura de proteção. De acordo com Antunes et al. (2007), o uso do ambiente protegido possibilita vantagens, quando comparado com o campo, pois

além de proteger a cultura de ventos, granizos, chuvas, geadas e baixas temperaturas, minimiza o ataque de pragas e doenças, proporcionando melhores condições ao desenvolvimento da planta, aumentando a frutificação total e a produção comercial, diminuindo, assim, a ocorrência de frutos danificados.

Nas últimas décadas, o cultivo de plantas em ambiente protegido, especialmente em estufas, veio revolucionar a fisiologia da produção de hortaliças (GRANDE et al., 2003). Isso significa manter o cultivo em condições adequadas, durante todo seu ciclo. Essa afirmativa está relacionada, principalmente com o controle parcial ou total dos parâmetros micrometeorológicos do início ao fim do cultivo. Segundo Huertas (2006), o potencial produtivo da cultivar só poderá expressar-se em sua totalidade quando desenvolvido em condições de radiação, água, temperatura e umidade relativa do ar exigida pela cultura, para crescer e desenvolver-se produzindo folhas, raízes, flores e frutos de maneira satisfatória. Nesse sentido, existe atualmente, mecanismos para melhorar o cultivo dentro do ambiente como a utilização de *fog system*, *cooling system*, ventilação forçada, sistemas de calefação, telas térmicas, coloridas e refletoras, entre outras.

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) é a única hortaliça da família Rosácea (FILGUEIRA, 2003). A produção compreende nove estádios de desenvolvimento (ANTUNES et al., 2006), sendo que a transição da fase vegetativa para reprodutiva no morangueiro inclui a indução, iniciação, diferenciação e desenvolvimento floral (ANTUNES et al., 2006; KIRSCHBAUM, 1998). Em geral, a indução floral em *Fragaria x ananassa* Duch. é controlada pelo genótipo, fotoperíodo e

temperatura, fatores que não podem ser omitidos, especialmente em genótipos de dias curtos. Kirschbaum (1998) concluiu que o processo de florescimento para esses genótipos, está estreitamente relacionado com o fotoperíodo menor que 14 horas e temperaturas de 18-25 °C (dia) e 9-16 °C (noite). Também a baixa intensidade de luz vermelha induz plantas de dias curtos a florescerem sob fotoperíodos curtos e temperaturas médias de 15 °C, e a produção de flores e frutos pode ser melhorada pela intensidade de luz entre níveis de 400 a 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , incluindo luz na faixa do espectro vermelho e eficiente na taxa da PAR (Radiação Fotossinteticamente Ativa).

As telas de sombreamento em ambiente protegido podem auxiliar proporcionando uma condição microclimática apropriada para o desenvolvimento da cultura, reduzindo, principalmente, os efeitos nocivos de uma alta taxa de incidência da radiação solar e proteção aos extremos de temperatura, além de evitar a entrada de insetos (SHAHAK et al., 2004). De acordo com Anglés (2001), as telas devem apresentar uma boa ventilação para possibilitar o uso no verão, diminuindo a temperatura e evitando danos tanto no sistema radicular como nas folhas, evitando o estresse hídrico e permitindo a renovação do ar, enriquecendo o ambiente com  $\text{CO}_2$ . No inverno, esta ventilação reduz os problemas com *Botrytis*, melhora as condições de fecundação, minimizam a condensação, suprimindo o gotejamento. Outra característica que as telas de malha exercem no ambiente é a distribuição uniforme da radiação, difundindo-a ao máximo.

Recentemente, vem sendo empregadas novas tecnologias na utilização de telas, em substituição as malhas de sombreamento de cor

preta, cujo objetivo principal é proteger as plantas da radiação. Esses materiais de polietileno de baixa densidade (PEBD) são de várias colorações (azul, vermelho, amarelo, cinza, entre outras), com funções específicas na sua utilização. Um exemplo é a malha termo-refletora de alumínio, a qual promove boa ventilação, distribuição uniforme da luz e aporte máximo da luz difusa e da reflexão da radiação infravermelha, tanto para evitar o excesso da temperatura como para economizar energia (HUERTAS, 2006). Já as telas de coloração vermelha transferem mais a luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante, e difundem a luz que passa através da malha, sendo eficiente no desenvolvimento da planta (LI, 2006). As de coloração azul proporcionam luz do espectro em comprimento de onda de 440-490nm, intensificando o fototropismo e a fotossíntese (RODRIGUES, 2002).

Desta forma, as novas técnicas propostas para incrementar a produtividade tem sido um desafio para os produtores e pesquisadores, no sentido de conhecer o efeito de sua utilização, de acordo com a espécie e o ambiente de cultivo.

Com a finalidade de atender essas exigências, o presente trabalho objetivou avaliar a produção de duas cultivares de morangueiro conduzidas sob diferentes telas de sombreamento (coberturas), em ambiente protegido.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no período de 06 de maio a 18 de dezembro de 2007, em ambiente protegido, no Setor de Horticultura da

Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas são: latitude 28°15'41" S; longitude 52°24'45" W e altitude média de 709 m. O clima da região é do tipo Cfa na classificação de Köppen, isto é, temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente. Microclima com temperaturas mínimas absolutas de -4,0° C, média das mínimas no inverno entre 6° a 8° C, geadas de até 30 dias e inclusive neve em alguns anos, bem como anos com temperaturas máximas de 38° a 40° C.

O ambiente protegido utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi uma estufa em aço galvanizado, com teto semicircular e área de 510 m<sup>2</sup>, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 µm de espessura, dotado de aditivo anti-ultravioleta e anti-gotejamento. A parte interna da estufa foi dividida em três compartimentos de 170 m<sup>2</sup>, com tela tipo clarite®, sendo uma delas usada no experimento.

Os tratamentos foram arranjados em um fatorial duplo com duas cultivares (Camarosa e Oso Grande) e quatro telas de sombreamento (telas termo-refletora Aluminet®, chromatiNet azul® e chromatiNet vermelha®, com 40% de sombreamento, e a testemunha sem tela). O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e 20 plantas por parcela, em área útil de 3 m<sup>2</sup> (Figura 4A).

As mudas, oriundas da cultura de meristemas, foram transplantadas no mês de maio, no espaçamento 0,30 m x 0,30 m. Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo os tubos gotejadores espaçados de 0,30 m e distribuídos antes do revestimento das parcelas com filme de polietileno de baixa densidade preto (*mulching*),

com 30 micra de espessura. Uma vez por semana foi realizada a fertirrigação na formulação previamente descrita por Calvete et al. (2007).

Após o revestimento do solo, 30 dias após o transplante, foram instaladas as telas na forma de túneis sobre as cultivares de morangueiro, medindo 0,80m de altura, 3,30 m de largura e 3,70 m de comprimento.

Durante o cultivo foram realizados tratamentos fitossanitários, com três aplicações dos fungicidas iprodione e azoxystrabin, e duas de acaricida abamectina.

Semanalmente determinou-se, em 6 plantas centrais da parcela, o número (total e comercial) e a massa fresca (g) total e de frutos comerciais e deformados por planta, de acordo com a classificação adotada pela CEAGESP (2002).

A temperatura relativa do ar foi monitorada por meio de termômetros de máxima e mínima localizados no interior das coberturas, a 40 cm de altura do solo, no período de agosto a dezembro de 2007, com anotação diária da temperatura máxima do ar (15:00 horas) e registro da ocorrência da mínima. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi verificada em dois dias típicos em, 25/07/2007 (dia ensolarado) e em 11/09/2007(dia nublado), no período das 8:00 as 17:00 horas, com o aparelho Quantum/radiometer/photometer LI-COR-LI 250 m<sup>2</sup> (Figura 4B).

Para a realização da análise estatística foram agrupados os dados de quatro semanas, perfazendo cinco avaliações, sendo analisado como parcelas subdivididas no tempo. Os dados foram submetidos a análise de

variância e, quando ocorreu significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico SISVAR.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a análise de variância (Apêndice 3), houve efeito significativo nas interações duplas, telas de sombreamento x épocas de colheita e cultivares x épocas de colheita.

O número médio total de frutos por planta (Tabela 2) foi superior, quando as cultivares foram conduzidas sem cobertura, incrementando a produção com a proximidade do verão. Entretanto, observou-se que as plantas cultivadas sob a cobertura azul, o aumento já foi verificado a partir do mês de outubro. Contudo, até essa época (outubro) não se observou diferenças no número de frutos em relação à presença ou não das coberturas. Apenas em novembro as diferenças nas produções de frutos começaram a ser verificadas.

**Tabela 2** - Número de frutos total e comercial de duas cultivares de morangueiro, em diferentes coberturas e em cinco épocas de colheita. Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007

Telas de sombreamento	Número de frutos por planta <sup>-1</sup>							
	Total					Comercial		
	Colheita (meses)					Média		
	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
Testemunha	0,2 aC	12,5 aC	41,8 aB	57,2 aB	103,0 aA	42,9	27,9 a	
Vemelha	0,7 aC	12,7 aC	36,7 aB	39,8 aB	77,7 bA	33,5	26,5 a	
Azul	0,3 aC	15,3 aBC	28,3 aAB	35,3 bA	43,5 cA	24,5	17,8 b	
Metálica	0,0 aC	10,5 aC	33,8 aB	39,2 cA	67,7 bA	30,2	23,5ab	
Cultivares								
Camarosa	0,5 aC	11,9 aC	39,9 aB	39,8 bB	81,8 aA	34,8	24,6 a	
Oso Grande	0,1 aE	13,6 aD	30,4 aC	46,0 aB	64,0 bA	30,8	23,2 a	
Média	0,3	12,7	35,1	42,8	72,9	32,8	23,9	
C.V. Telas (%)							41,5	88,08
C.V. Cultivares (%)							37,3	45,22

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As temperaturas máximas do ar nos meses de novembro e dezembro, da testemunha e com tela azul, foram semelhantes (35-40°C) (Apêndice 1). Entretanto, a produção sob a tela azul não foi maior que nas plantas sem cobertura. A provável explicação parece estar no índice de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) sob as coberturas. De acordo com o Apêndice 1, em dias ensolarados, a densidade da radiação PAR sob as coberturas azuis e metálicas são muito semelhantes (213,43 a 176,70  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e 234,50 a 223,7  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente). Já em dias nublados, o nível da PAR sob a cobertura azul foi inferior as demais, no período compreendido entre 8:00 e 17:00 horas. Estes dados concordam com o experimento realizado por Leite et al. (2008), que estudaram o efeito de diferentes radiações, monitorando a PAR no período das 9:00 as 17:00 horas, no cultivo de várias *Phalaenopsis* e híbridos. Os resultados mostraram menor densidade da radiação fotossinteticamente ativa (28,99  $\text{Wm}^{-2}$  a 11,52  $\text{Wm}^{-2}$ ) sob a tela azul.

De acordo com Kittas et al. (1999), materiais tecnificados de cobertura que obscurecem o ambiente afetam significativamente alguns comprimentos de onda, principalmente na faixa do azul. Diante disso especula-se que, mesmo com temperatura semelhante a testemunha a produção no número de frutos na cobertura azul foi inferior as demais, o que pode estar relacionado as alterações espectrais causadas pelo material de cobertura. De acordo com Oren-Shamir et al. (2001), o espectro típico da tela azul apresenta um pico principal de transmitância na região do azul-verde (400-540 nm).

Com relação ao número médio de frutos comercializáveis, houve efeito significativo de telas de sombreamento e de épocas de colheita, isoladamente (Apêndice 3). O maior número de frutos foi obtido nos tratamentos sem cobertura (27,9 frutos) e sob a tela vermelha (26,5 frutos), seguida das cultivares produzidas nas coberturas metálicas (23,5 frutos). Provavelmente, a produtividade superior nesses tratamentos relaciona-se com o efeito positivo na fotomorfogênese das plantas (LEITE et al., 2008).

A exposição à luz vermelha e vermelha distante durante o crescimento e desenvolvimento foliar influencia o desenvolvimento de cloroplastos para garantir sobrevivência mais eficiente à planta (KASPERBAUER & HAMILTON, 1984), o que, possivelmente, tenha influenciado a capacidade fotossintética das plantas, ocorrendo maior produtividade nas conduzidas sem cobertura e com cobertura vermelha, quando comparadas a azul, pois a transferência de luz do espectro na faixa de ondas vermelha e vermelha distante é maior, promovendo melhor qualidade de luz e luz difusa, proporcionando maior

desenvolvimento vegetativo, enraizamento e produção superior à cobertura azul (LI, 2006).

Segundo Wei & Deng (1996) e Colon-Carmona et al. (2000), existe participação de genes, cujas ações mediadas por fotorreceptores modificam as relações entre reguladores de crescimento, alterando o balanço de auxinas, giberelinas e citocininas, em resposta às modificações espectrais, o que poderia modificar a distribuição de fotoassimilados na planta. Esses fatores podem ter alterado a arquitetura das plantas, principalmente as conduzidas sem cobertura e com coberturas vermelhas, e em menor intensidade na metálica, passando a apresentar folhagem mais aberta e menos adensada, o que facilita a penetração da luz solar no perfil da planta aumentando a taxa fotossintética.

Atkinson et al. (2006) comprovam que a área foliar específica varia amplamente entre as espécies florestais e é significativamente maior quando crescidas em baixa irradiância, o que pode estar associado a uma menor produtividade de frutos na tela azul, uma vez que a radiação registrada nos dias típicos foi inferior, quando comparado as demais telas. Os fotoassimilados podem ter sido direcionados à produção de área foliar para aumentar a captação de luz, restando menos energia para a formação de frutos. A complexidade e a variabilidade da radiação natural de um lado, e as múltiplas reações de resposta da planta de outro, tornam difícil prever como uma dada manipulação da luz natural irá afetar respostas vegetativas particulares (OREN-SHAMIR et al., 2001; SHAHAK et al., 2004).

Verificou-se que as cvs. Camarosa e Oso Grande produziram maior número de frutos no mês de dezembro (Tabela 1), com a cv Camarosa (81,8 frutos por planta) sendo superior à cv. Oso Grande (64,0 frutos por planta). De acordo com Oliveira e Scivittaro (2006), avaliando o desempenho produtivo da cv. Camarosa entre mudas procedentes do Chile e nacionais, verificaram, também, aumento de produção da quinta à vigésima semana, sendo essa última correspondente ao mês de dezembro. Camarosa é uma cultivar reconhecidamente que apresenta desempenho agrônômico superior, quando comparada com outras cultivares (VIRMOND & RESENDE, 2006; CALVETE et al., 2008). Quando avaliou-se a produção de frutos comerciais por planta, não houve diferenças entre as duas cultivares.

Observa-se que para produção total de frutos houve efeito significativo de telas de sombreamento e da interação épocas de colheita x cultivares. Para frutos comerciáveis foi significativo para telas de sombreamento e épocas de colheita e, para frutos deformados foi significativa a interação épocas de colheita x cultivares.

As cultivares produzidas sem cobertura e na cobertura vermelha, seguidas da metálica, apresentaram maior produção média total de frutos (357,2 g, 319,9 g e 289,9 g, respectivamente) e, também maior produção comercial (287,1g, 287,6 g e 260,2 g, respectivamente) (Tabela 3). Já levando em consideração a média obtida em todas as coberturas, incluindo a testemunha, e entre as colheitas, as cultivares não se mostraram diferentes para massa fresca total, comercial e deformados de frutos. Por outro lado, considerando as médias das duas cultivares e de todas as coberturas, a maior produção de frutos por planta ocorreu no

mês de dezembro (570,5 g), enquanto nos frutos comerciais o aumento iniciou no mês de outubro. Verificou-se também que os frutos produzidos sem cobertura e nos meses de outubro e dezembro, apresentaram maior produção de frutos deformados.

**Tabela 3** - Massa fresca de frutos de duas cultivares de morangueiro, em diferentes telas de sombreamento e em cinco épocas de colheita. Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007

Telas de sombreamento	Massa fresca de frutos por planta <sup>-1</sup> (g)		
	Total	Comercial	Deformados
Testemunha	357,2 a	287,1 a	168,8 b
Vermelha	319,9 a	287,6 a	142,2 ab
Azul	224,0 b	195,9 b	96,6 a
Metálica	289,9 ab	260,2 ab	134,6 ab
Cultivares			
Camarosa	304,6 a	259,8 a	150,0 a
Oso Grande	290,9 a	255,6 a	120,1 a
Colheitas (meses)			
Agosto	3,7 c	3,7 b	1,2 a
Setembro	127,6 c	113,2 b	59,0 bc
Outubro	391,6 b	367,5 a	233,6 c
Novembro	395,2 b	321,3 a	159,9 ab
Dezembro	570,5 a	482,8 a	221,6 c
C.V. (%) Telas	44,5	69,91	76,65
C.V.(%) Cultivares	37,6	38,45	68,22
C.V.(%) Meses	37,8	45,86	44,84

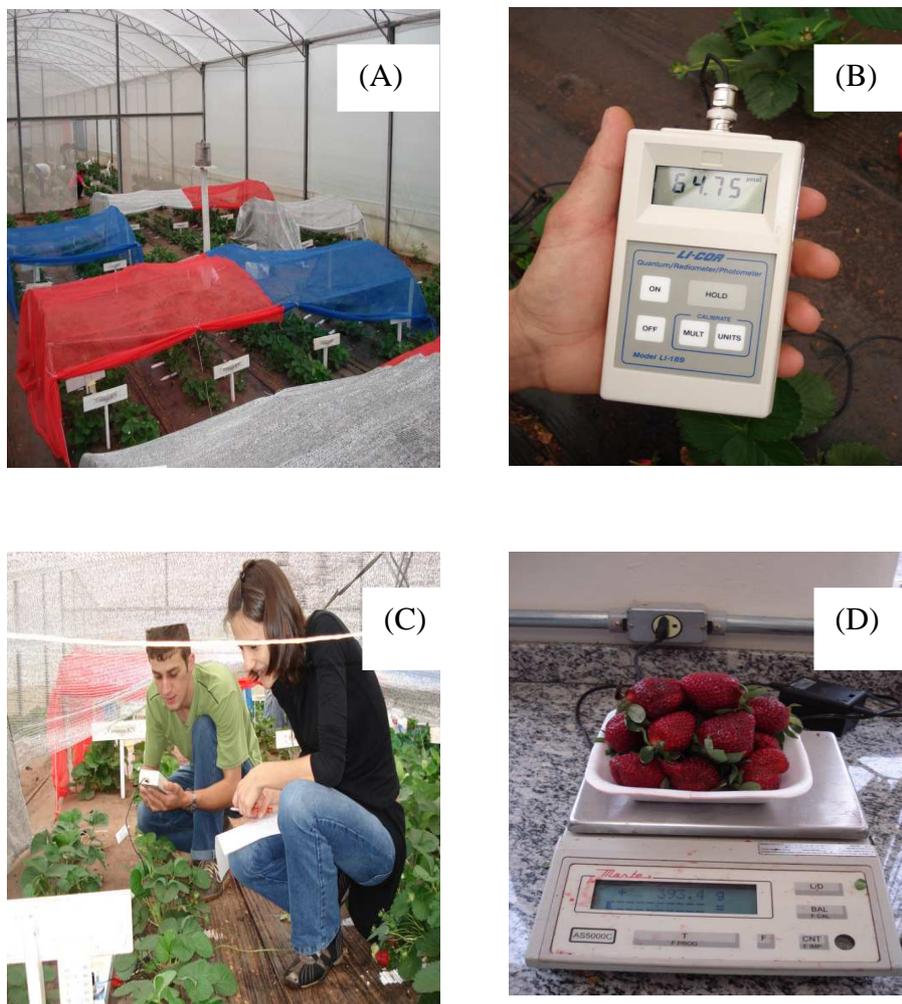
Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Analisando as épocas de colheita (meses) (Tabelas 2 e 3) constatou-se aumento, tanto no número total como na massa fresca total e comercial de frutos, a partir do início da colheita (agosto) até o final (dezembro). Esses resultados não são os geralmente obtidos com cultivares de dias curtos, que florescem em fotoperíodo menor que 14 horas de luz e em temperaturas inferiores a 15 °C, com pico de produção ao redor do mês de outubro (OLIVEIRA et al., 2008).

Relatos de agricultores da região do Planalto do Rio Grande do Sul identificaram, no ano de 2007, produções inferiores aos obtidos em anos anteriores. Essa informação confirma o que foi obtido em nosso trabalho, com média de 304,6 g por planta na cv. Camarosa e 290,9 g na Oso grande, sendo inferiores aos encontrados por Oliveira et al. (2008), Calvete et al. (2008) e Antunes et al. (2007).

#### 4 CONCLUSÕES

- a) As cvs. Camarosa e Oso Grande de morangueiro conduzidas em ambiente protegido, incrementam a produção a partir de outubro, sendo crescente até o final de dezembro.
- b) O uso de telas de sombreamento vermelha, azul ou metálica não incrementam a produção de frutos comerciáveis.
- c) A tela vermelha é a que apresenta menor prejuízo à produção, em relação às demais estudadas.



**Figura 4 -** Local do experimento com telas de sombreamento (A); aparelho de medição da PAR (B); leitura da radiação e temperatura relativa do ar (C); pesagem e classificação dos frutos (D). Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007.

**CAPÍTULO III**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DE MORANGOS**  
**COLHIDOS EM DIFERENTES ÉPOCAS SOB TELAS DE**  
**SOMBREAMENTO, EM AMBIENTE PROTEGIDO**

*Rosiani Castoldi da Costa<sup>1</sup>; Eunice Oliveira Calvete<sup>2</sup>; Flávio Henrique Reginatto<sup>3</sup>*

<sup>4</sup>**RESUMO** – Estudos sobre a composição do morango estão destacando-se em função das suas propriedades bioativas, principalmente, os compostos fenólicos, com ênfase em antocianinas, as quais podem atuar diretamente na saúde humana. No presente trabalho, objetivou-se estudar a qualidade físico-química, o teor de antocianinas e fenólicos totais em duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Oso Grande) produzidas sob diferentes telas de sombreamento (telas termo-refletora Aluminet®, chromatiNet azul® e chromatiNet vermelha® com 40% de sombreamento e a testemunha - sem tela). O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e 20 plantas por parcela. Verificou-se maiores teores de açúcar e fenólicos totais nos frutos das cultivares Oso Grande e Camarosa no mês de novembro. Com o uso de telas de

---

<sup>4</sup> <sup>1</sup>Bióloga, mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

<sup>2</sup>Orientadora, Engenheira Agrônoma, Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – [calveteu@upf.br](mailto:calveteu@upf.br)

<sup>3</sup>Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – [freginato@hotmail.com](mailto:freginato@hotmail.com)

sombreamento, os frutos da cv. Camarosa apresentam maior teor de antocianinas, quando comparada com a cv. Oso Grande porém, na ausência de telas a produção é semelhante. Maior brilho foi apresentado pelos frutos da cv. Oso Grande. As telas vermelha, azul e metálica, dentro de ambiente protegido, não alteraram o teor de açúcar, pH, diâmetro e cor dos frutos dessas duas cultivares.

**Palavras- chave:** *Fragaria x ananassa* Duch, qualidade pós-colheita, antocianinas, fenólicos, sólidos solúveis.

## **CHIMICAL ANALYSIS OF STRAWBERRY FRUITS USING SHADING SCREENS IN PROTECTED AMBIENT**

**ABSTRACT** – Studies on the strawberry fruit composition have been emphasized because of bioactive properties, mainly the compounds of anthocyanins and total phenolic, which act directly in human health. The objective of the present work is to study the physico-chemical quality, the content of anthocyanins and total phenolic in two cultivars of strawberry produced under different shading screens, in protected ambient. The delineation was in randomized complete blocks, with three repetitions, and 20 plants per parcel. Greater sugar and total phenolic contents have been observed in the Oso Grande and Camarosa cultivar fruits in the month of November. When using shading screens the cv. Camarosa fruits show more anthocyanins contents when compared to the cv. Oso Grande. Thus, in the absence of shading screens the production is similar. More shine was observed in the fruits of cv. Oso Grande. The red, blue and metallic screens, inside the protected ambient, did not alter the sugar content, pH, diameter and color of the fruits of these two cultivars.

**Key-words:** *Fragaria x ananassa* Duch, post-harvest quality, anthocyanins, phenolic, chlorophyll.

## 1 INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma das pequenas frutas de maior expressão econômica (OLIVEIRA et al., 2005), com aspectos visuais de grande importância para a comercialização, como a coloração, formato e tamanho (BRAZANTI, 1989; CASTRO et al., 2004). Os países que apresentam maior produção de frutos de morango são os Estados Unidos e Espanha (FAOSTAT, 2007), sendo que, no Brasil, o aumento da produção é crescente, surgindo novas e grandes áreas que empregam alta tecnologia. Especificamente para a região sul do Brasil, mesmo com o aumento da produtividade, o cultivo ainda está localizado em pequenas propriedades, as quais envolvem, principalmente, mão-de-obra familiar (PAGOT & HOFMANN, 2003).

Devido ao aumento da demanda comercial, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas, visando maior produtividade e frutos de melhor qualidade, como a introdução de novas cultivares. Nas últimas décadas, o cultivo em ambientes protegidos, com o objetivo de obter produtos agrícolas de melhor qualidade, sem apresentar variação sazonal na produção, tem aumentado significativamente, não só nos países desenvolvidos, mas também em países considerados em desenvolvimento, como o Brasil.

O ambiente protegido tem os elementos micrometeorológicos modificados no seu interior, principalmente no que diz respeito à radiação solar, à temperatura, à umidade relativa do ar, à velocidade do vento e, também, no que concerne à evapotranspiração (CALVETE et al., 2005). A utilização do ambiente protegido no morangueiro tem como principal função proteger a cultura das baixas temperaturas, característica

das regiões Sul e Sudeste do país, evitando danos nos períodos de floração e frutificação, bem como auxiliar na redução de doenças foliares e dos frutos (MARTÍN, 1989).

Aliado ao cultivo em ambiente protegido está o emprego de novos materiais, exemplificado pela utilização de filmes plásticos ou telas de sombreamento, as quais apresentam como função principal regular a temperatura, diminuindo o efeito causado pelas baixas temperaturas, propiciando a produção no período denominado de entressafra, além de permitir maior regularização da oferta e da qualidade dos produtos (SENTELHAS & SANTOS, 1995; GALVANI et al., 1998).

O uso de malhas coloridas representa uma descoberta agrotecnológica nova, que oferece além de proteção a cultura, a filtragem da radiação solar, que pode conduzir a respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz (SHAHAK et al., 2004). As malhas apresentam uma baixa interferência sobre o microclima da planta, mas tem a capacidade de modificar tanto a quantidade como a qualidade da radiação solar transmitida, o que determina modificações ópticas da dispersão e reflectância da luz (OREN-SHAMIR et al., 2001).

O morangueiro produz um dos frutos mais atrativos, devido à coloração vermelha brilhante, flavor pronunciado, textura macia e sabor levemente acidificado (SILVA, 2004).

Para avaliação da qualidade dos frutos, tem sido realizadas determinações da acidez total e sólidos solúveis, carboidratos e compostos voláteis totais, coloração, firmeza e textura de polpa, compostos fenólicos e antociânicos, entre outros. O teor de sólidos solúveis é característica de interesse para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces. Os teores de

sólidos solúveis estimados em graus Brix, evidenciam grande variação entre as diversas cultivares (CAMARGO & PASSOS, 1993) e fornece um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto. A acidez está relacionada com o estágio de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2005), decrescendo à medida que vai avançando.

A coloração do fruto é um atributo de qualidade para determinar o grau do produto fresco. Para produtos destinados ao mercado *in natura*, a cor superficial é de importância primária. As modificações de cores dos frutos estão usualmente relacionadas com o grau de amadurecimento do produto (VILAS BOAS, 1999b).

A cor característica dos frutos de morangueiro deve-se principalmente à presença de antocianinas, compostos pertencentes à classe dos flavonóides, que conferem cor às flores, frutos, folhas e, ainda, a alguns caules (RAMOS et al., 2000; WROLSTAD, 2000). Estes compostos são encontrados principalmente em frutos vermelhos e em vegetais (MATTIVI et al., 2006; MANHITA et al., 2006), sendo responsáveis pelas cores laranja, rosa, escarlate, vermelho, violeta e azul das pétalas de flores e de frutos de vegetais superiores (WROLSTAD, 2000; AABY et al., 2005). São, ainda, responsáveis por atrair insetos e pássaros capazes de realizar a polinização e a dispersão de sementes (CALVETE et al., 2005).

Nos morangos, as antocianinas são a classe mais significativa de metabólitos secundários, juntamente com outros fenólicos, como a catequina, ácido elágico e a quercetina (ATKINSON, et al., 2006). Estes compostos apresentam grande interesse farmacológico devido à capacidade de capturar substâncias reativas, prevenindo danos celulares (BAGCHI et al., 2004), possuírem atividades antiinflamatórias

(BAGCHI et al., 2004), antioxidante e antitumoral (WANG et al., 2002; WANG & LIN, 2003; WU et al., 2007).

Portanto, a crescente demanda por produtos de maior qualidade e uniformidade proporcionou grande impulso para o desenvolvimento de tecnologias que permitam aumentar as características organolépticas das frutas e hortaliças. Entretanto, faz-se necessário estudá-las para cada sistema de cultivo, espécie empregada e condições climáticas do ambiente. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar a qualidade físico-química, o teor de antocianinas e fenólicos totais de frutos de duas cultivares de morangueiro produzidos em diferentes épocas sob diferentes telas de sombreamento, em ambiente protegido.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A produção dos frutos analisados foi realizada em ambiente protegido, caracterizado como estufa agrícola com estrutura metálica de 510 m<sup>2</sup>, coberta com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras e com aditivo anti UV, localizado no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo, RS, no período de 06 de maio a 18 de dezembro de 2007.

Os tratamentos constaram de um fatorial duplo com duas cultivares (Camarosa e Oso Grande) e 4 coberturas (telas termo-refletores Aluminet®, chromatiNet azul® e chromatiNet vermelha® com 40% de sombreamento e a testemunha - sem tela) e distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela constou de 20 plantas em área útil de 3 m<sup>2</sup>, das quais, 6 plantas foram pré-determinadas para as avaliações. A cobertura de solo foi feita um mês após o

transplante, com filme plástico de polietileno preto de 30 micra. A irrigação foi realizada por um sistema de gotejamento localizado, composto por mangueiras fixas e por gotejadores espaçados em 30 cm. Uma vez por semana foi realizada a fertirrigação, sendo a formulação descrita por Calvete et al. (2007). As telas de sombreamento (telas termoreflatora Aluminet®, chromatiNet azul® e vermelha® com 40% de sombreamento), foram colocadas sobre as plantas em forma de túnel baixo medindo 0,80 m de altura, 3,30 m de largura e 3,70 m de comprimento.

## **2.1 Características físico-químicas**

Frutos frescos foram coletados aleatoriamente de 6 plantas centrais de cada parcela, determinadas ainda, no início do experimento, de todos os tratamentos descritos anteriormente, para analisar características de sólidos solúveis totais (°Brix), pH, diâmetro (mm) e coloração externa, nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. As três primeiras características avaliadas, foram determinadas no laboratório de Ecofisiologia da Plantas e, a última, no Centro de Pesquisa em Alimentação da UPF.

O teor de sólidos solúveis e o pH foram obtidos a partir de, aproximadamente, 100g de frutos frescos triturados de cada parcela. Após triturados, avaliou-se o pH em potenciômetro TECNAL, modelo pH Meter TEC-2 (AOAC, 1990), e o teor de sólidos solúveis totais, expressos em graus Brix, foi determinado em refratômetro digital modelo N – 1E. O diâmetro transversal dos frutos (mm) foi medido com paquímetro digital (0-150mm/6”) marca Pantec®. Estas variáveis foram

determinadas durante os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro.

Para coloração externa dos frutos, o procedimento de colheita foi o mesmo descrito anteriormente. Essa característica foi quantificada em espectrofotômetro e os dados obtidos correspondem aos componentes analíticos  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , conforme o descrito por Ferreira (1981). Os valores de  $L^*$  variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca e o valor 0 (zero) à cor preta; o componente  $a^*$  varia entre o vermelho e o verde, onde os valores positivos correspondem ao vermelho, o 0 (zero) ao cinza e os negativos, à cor verde; o componente  $b^*$  varia do azul ao amarelo, onde os valores negativos correspondem ao azul, o 0 (zero) ao cinza e os positivos à cor amarela. Esta avaliação foi efetuada duas vezes durante todo o período de cultivo, em 14 de junho e 11 de outubro de 2007.

Os resultados obtidos de °Brix, pH e diâmetro foram transformados em Logaritmo neperiano- $\ln(Y)$  e submetidos à análise de variância pelo teste F. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Nessas variáveis os meses de colheita foram analisados estatisticamente como parcela subdividida no tempo. Enquanto cultivares foram consideradas como parcela principal e as telas de sombreamento como subparcela.

Para a característica cor do fruto, foi realizada uma média entre as duas avaliações, considerando apenas uma colheita, e realizada a análise de variância, com as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para as análises de pH, diâmetro e °Brix foi utilizado o programa SISVAR e para análise de coloração externa utilizou-se o programa SAS.

## 2.2 Teor de antocianinas totais e fenólicos totais

Frutos frescos de morangueiro das cultivares Oso Grande e Camarosa foram coletados sob as diferentes telas de sombreamento e a testemunha (sem cobertura) em agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2007. Após a coleta, os frutos foram armazenados em sacos plásticos e congelados ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) até a realização das análises, realizadas no Laboratório de Farmacognosia da Faculdade de Farmácia da UPF.

Para as análises de fenólicos e antocianinas totais, foram preparados os extratos de acordo com a metodologia descrita por Revilla et al. (1998), onde 50 g de frutos congelados foram extraídos por sonificação à temperatura ambiente durante 60 minutos com 80 mL de uma solução hidroetanólica. Após as extrações, as amostras foram filtradas e armazenadas em freezer para as análises posteriores.

A análise do teor de compostos fenólicos foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu, descrita por Singleton et al. (1999). Foram usados 125  $\mu\text{L}$  de amostra, a qual foi misturada 500  $\mu\text{L}$  de água destilada e, adicionado 125  $\mu\text{L}$  do reagente Folin-Ciocalteu. Após 6 minutos foram adicionados 1,25 mL de solução aquosa de carbonato de sódio a 7% e o volume ajustado até 3 mL com água destilada. As soluções reagiram por 90 minutos e foi realizada a leitura em espectrofotômetro PerkinElmer, modelo Lambda 20 (Perkin Elmer, Norwalk, CT), em comprimento de onda de 760 nm. Os resultados obtidos foram comparados com concentrações conhecidas de padrão de ácido gálico, preparadas

empregando a mesma metodologia. Os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/100 g de frutos frescos.

O teor de antocianinas foi determinado seguindo a metodologia do pH diferencial descrito por Lee et al. (2005). Alíquotas de 500  $\mu$ L de cada amostra foram misturadas com 2,5 mL da solução tampão de pH 1,0 e pH 4,5. As leituras obtidas em absorvância (510 nm e 700 nm) foram convertidas em miligramas de cianidina 3-glicosídeo por 100 g de frutos frescos usando a seguinte fórmula:  $A=(A_{510}- A_{700})_{pH\ 1,0}- (A_{510}- A_{700})_{pH\ 4,5}$ , e o coeficiente de extinção molar de 26900.

Para efeito da análise estatística os meses de colheita foram considerados como parcela subdividida no tempo, onde cultivares e telas de sombreamento foram consideradas como parcela principal e épocas de colheita como subparcela. Os resultados obtidos para antocianinas totais foram transformados em  $(\text{Log } x + 10)$  enquanto os de fenólicos foram transformados em raiz quadrada de  $\sqrt{Y+ 1.0} - \text{SQRT}(y + 1.0)$ , e submetidos à análise de variância pelo teste F. As diferenças entre médias dos tratamentos qualitativos (cultivares e telas de sombreamento) foram comparadas por Tukey a 5% de significância e a quantitativa (épocas de colheita) por regressão. Para estas análises foi utilizado o programa estatístico SISVAR.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise de variância (Apêndice 5) revelou efeito significativo apenas de épocas de colheita sobre o teor de sólidos solúveis totais e pH. No mês de novembro observou-se aumento para 9,86 °Brix, em relação a

7,46 e 7,83 °Brix dos frutos colhidos em setembro e outubro, respectivamente, não diferindo do valor obtido em dezembro (8,23 °Brix). Já o pH foi superior apenas no mês de novembro (6,34) (Tabela 4).

Os valores para a característica sólidos solúveis totais, verificados na literatura, são variáveis. Dias et al. (2008) não encontraram diferenças entre as cultivares Campinas IAC-2712, Dover e Sweet Charlie ( 6,0 a 6,5 °Brix), estando próximo à média de 6,6 °Brix encontrada por Berbari et al. (1994) e 6,74 °Brix encontrada por Carballo et al. (2006). Já Calvete et al. (2008), em Passo Fundo obtiveram valores superiores apresentando média de 9,25 °Brix em seis cultivares avaliadas. Resende et al.(2008) encontraram valores de 7,60 °Brix (Tudla) a 8,10 °Brix (Camp-Dover).

Variações são verificadas também em relação ao pH . As mesmas cultivares, Dias et al. (2008) obtiveram 3,5 para Campinas IAC-2712, para Dover 3,5 e 3,6 para Sweet Charlie, valores inferiores aos obtidos no presente trabalho para a cv. Camarosa (5,7) e Oso Grande (5,8) (Tabela 4). Os resultados foram, por sua vez, semelhantes aos verificados por Calvete et al. (2008) em frutos produzidos no solo (5,3) e em sacolas horizontais de (5,4).

Essas características estão diretamente relacionadas com o grau de maturação e as condições de armazenamento, o que dificulta a comparação entre os resultados (HOLTZ, 2006).

O diâmetro dos frutos, por sua vez, é utilizada na classificação do morango pela CEAGESP (2006) e pelo Regulamento Técnico do Mercosul de Identidade e Qualidade de Morango nº 85/96 (CANTILLANO, 2003). Segundo esse regulamento, os morangos

classificados como classe 1 devem ser maiores que 2,5 mm (maior diâmetro transversal). No presente trabalho os diâmetros foram superiores a esse valor (Tabela 4).

**Tabela 4** - Análise físico-química dos frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007

Cultivares	Características físico-químicas		
	SST (Brix°)	pH	Diâmetro (mm)
Camarosa	8,5ns	5,7ns	2,6ns
O.Grande	8,2	5,8	2,6
C.V.(%)	5,08	1,92	10,32
Telas de sombreamento			
Testemunha	8,5ns	5,7ns	2,6ns
Vermelha	8,0	5,7	2,7
Azul	8,6	5,7	2,6
Metálica	8,3	5,8	2,7
C.V.(%)	5,22	1,15	16,42
Colheitas			
Setembro	7,6b	5,7b	2,6ns
Outubro	7,8b	5,5b	2,7
Novembro	9,8a	6,3a	2,6
Dezembro	8,2ab	5,4b	2,7
Médias	8,35	5,75	2,6
C.V.(%)	7,21	1,95	12,57

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns- não significativo a 5% pelo teste F.

Na análise da variância da coloração externa do fruto (Apêndice 6), a variável L\* teve influência significativa apenas de cultivares com a cv. Oso Grande apresentando média superior (20,7) a Camarosa (16,9) (Tabela 5). Já a variável a\* não foi afetada pelos tratamentos. Entretanto, na variável b\*, houve efeito de cultivares com a Oso Grande apresentando média superior (37,74) à cultivar Camarosa (27,97). Nessas condições, Oso Grande apresentou-se como uma cultivar mais atrativa

para o consumo *in natura*, pois obteve maior tonalidade vermelho-amarelo do que a Camarosa, independente da presença ou não de tela de sombreamento. Para Carballo et al. (2006), a cultivar Camarosa apresentou coloração mais apropriada dentre as que foram avaliadas.

**Tabela 5** – Análise da Coloração externa dos frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007

Cultivares	Coloração externa dos frutos		
	L*	a*	b*
Camarosa	16,9 b	40,8a	28,0 b
Oso Grande	20,7 a	42,8a	33,7a
Médias	18,8	41,8	30,85
C.V. (%)	18,3	7,0	16,7

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação a antocianinas totais a análise de variância mostrou significância das interações de épocas de colheita X cultivares e cultivares X telas de sombreamento (Apêndice 7). A cultivar Camarosa apresentou superioridade nos teores de antocianinas em relação à Oso Grande quando conduzidas sob as telas de sombreamento. Entretanto, analisando cada uma isoladamente, os valores são semelhantes na presença e ausência das telas (Tabela 6). De acordo com HARTMANN et al., 2005 e UBI et al., 2006, os valores de antocianos podem variar significativamente em relação ao caráter genético e ao meio onde estão sendo cultivadas, isto porque, genes específicos são influenciados pela radiação ultravioleta e temperaturas passam a agir.

**Tabela 6** – Antocianinas totais em frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007

Antocianinas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos frescos)					
Cultivares	Telas de sombreamento				
	Azul	Metálica	Vermelho	Testemunha	Médias
Camarosa	25,10Aa	33,0Aa	31,68Aa	22,42Aa	15,21
Oso Grande	15,16Ab	13,74Ab	12,86Ab	19,15Aa	28,04
Médias	20,13	23,37	22,27	20,76	
C.V.(%) Cultivares	41,38				
C.V.(%) Telas	23,05				

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Pinto et al. (2008) obtiveram para Oso Grande valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho, cerca de 19,10 mg/100g de frutos. Já Cordenunsi et al. (2005) relatam teores inferiores a 10 mg/100 g de frutos de antocianinas em morangos das cvs. Campieiro e Oso Grande. Em estudo realizado por Severo et al. (2008), os autores obtiveram teores de antocianinas em morango de 30,72 mg/100 g de frutas e, para mirtilo, de 1.432, 62 mg/ 100 g de frutas.

A cultivar Camarosa destaca-se em vários estudos por apresentar teor elevado de antocianinas. Em estudos realizados por Hernanz et al. (2007), analisando cinco cultivares de morangueiro, encontraram superioridade na cv. Camarosa em relação as demais (19,90 mg de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos frescos), mas inferior aos resultados obtidos.

Ao longo dos meses de colheita, a cv. Camarosa apresentou tendência a superioridade nos valores de antocianinas (Figura 5), em relação a cultivar Oso Grande com comportamento quadrático. Ambas apresentaram maior produção de antocianinas nos frutos no mês de outubro, com 61, 31 e 42,08 de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos frescos na cv. Camarosa e Oso Grande, respectivamente. Este fato pode

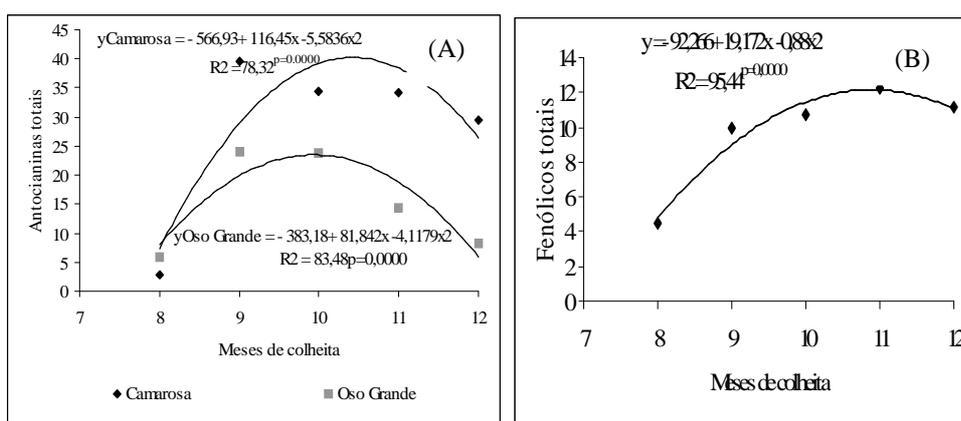
ser explicado devido às temperaturas serem menos elevadas, como mostra o Apêndice 1. De acordo com Maccarone (1985), estudando a estabilidade da molécula de antocianina, a medida que ocorre o aumento da temperatura acelera-se a degradação. Com o aumento da temperatura acontece a hidrólise de enzimas que apresentam função protetora sobre a molécula, que é desestabilizada. Segundo Francis (1989) as glicosidases, também denominadas de antocianidases, hidrolisam as antocianinas liberando os açúcares e as antocianidinas, as quais são mais instáveis do que as antocianinas. Sendo assim, ocorre o aumento dos teores de antocianinas quando a temperatura é menos elevada, o que foi verificado no presente trabalho. Shahidul et al. (2005), trabalhando com antocianinas presentes em folhas de cvs. de batata, também afirma que temperaturas moderadas (em torno de 20<sup>0</sup>C) facilitam o acúmulo de antocianinas.

Desta forma, de acordo Shahidul et al., 2005, com o aumento da temperatura aumenta a liberação de açúcares no fruto, auxiliado pela hidrólise das antocianinas, o que explica os teores mais altos de SST nos meses de novembro e dezembro para as duas cultivares, onde as médias das temperaturas foram as mais elevadas, ocorrendo a diminuição no teor de antocianinas.

Para fenólicos totais, a significância foi apenas entre as épocas de colheita (Apêndice 8). A Figura 5 mostra a tendência do comportamento dos fenólicos totais dos frutos em relação aos meses de colheita, representada por uma curva quadrática. Os maiores índices de fenólicos totais para as duas cultivares ocorreram no início do mês de novembro (12,87 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de frutos). Bordignon Júnior (2008) obteve aumento dessa substância com a proximidade do

verão, concordando com as do presente estudo, embora com valores superiores, de 193,78 mg/100 g de frutos para Camarosa e 247,04 mg/100 g de frutos para Oso Grande.

Provavelmente, uma das justificativas de ocorrerem teores acentuados de fenólicos totais nos frutos colhidos em novembro tenha sido explicado por Atkinson et al. (2006), em trabalho realizado com morango. Neste trabalho, os autores concluíram que o aumento na incidência de radiação altera os teores dos compostos analisados (antocianinas, fenóis e fenólicos totais), aumentando-os em até 40%. Este fato também foi relatado por Roussos et al. (2007), os quais verificaram que fatores ambientais (umidade relativa, radiação total e fotoperíodo) influenciaram de forma significativa o conteúdo de fenólicos em explantes de oliveira cultivados *in vitro*. Já Conforti et al. (2006) verificaram diferenças no conteúdo de compostos fenólicos em folhas e sementes de louro, em plantas nativas e cultivadas, atribuindo esta diferença a fatores edafoclimáticos durante o desenvolvimento das plantas.

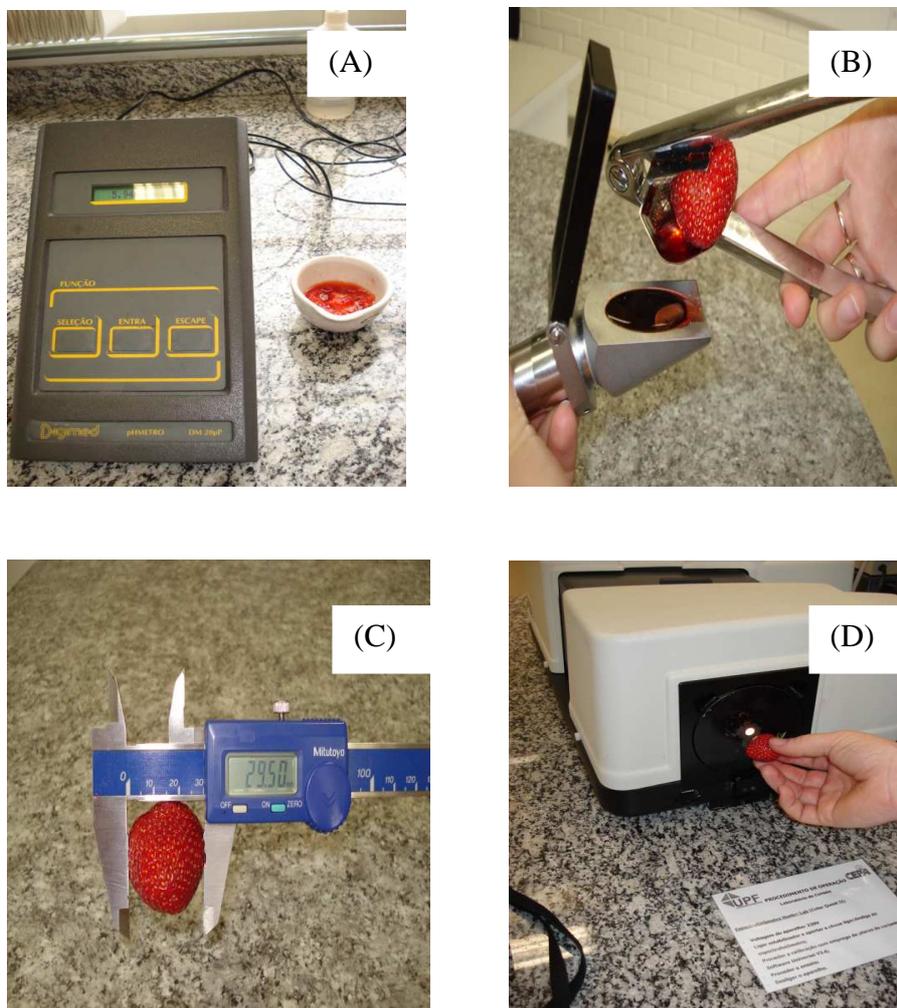


**Figura 5** - Relação entre antocianinas totais em frutos de duas cultivares de morangueiro, considerando a média obtida na presença e ausência das telas (A) e fenólicos totais independente da cultivar e das telas (B). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Kosar et al. (2004) e Wang et al. (2002) afirmam que o perfil genético é determinante na produção de metabólitos secundários, que é influenciado pelas práticas culturais e pelo ambiente, apresentando, desta forma, variações no conteúdo fenólico dos morangos.

#### 4 CONCLUSÕES

- a) Maiores teores de °Brix e fenólicos totais são apresentados por frutos das cvs. Oso Grande e Camarosa colhidos em ambiente protegido no mês de novembro.
- b) Quando utiliza-se telas de sombreamento dentro do ambiente protegido, a cv. Camarosa produz mais antocianina que a Oso Grande, não diferindo na ausência de telas.
- c) Frutos da cv. Oso Grande apresentam mais brilho e intensidade de amarelo e Camarosa.
- d) Telas de colorações azul, vermelha e metálica, com malha de sombreamento de 40% (Cromatinet®), utilizadas dentro de ambiente protegido, não alteram o °Brix, pH, diâmetro e cor do fruto.



**Figura 6 -** Peagâmetro (A); análise de °Brix (B); medição do diâmetro (C); análise da coloração externa (D). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho em ambiente protegido e com telas de sombreamento abrange áreas do conhecimento, principalmente, relacionadas à ecofisiologia de plantas. Nesse sentido, o presente estudo abordou partes da área de fisiologia vegetal como o estudo da clorofila e também alguns elementos microclimáticos, importantes na produção e qualidade dos frutos. Entretanto, para investigar modificações que ocorrem em função de alterações no espectro, sugere-se estudos que abordem a morfologia foliar, como os tipos de tecidos, quantidade de estômatos, entre outros.

Também na parte de qualidade, indicam-se estudos complementares de pós-colheita, como aspectos sensoriais, firmeza e nas substâncias bioativas como a avaliação da atividade antioxidante.

Esses trabalhos constituem-se de relevada importância para os horticultores envolvidos nessa atividade, principalmente para obterem conhecimento real das tecnologias ofertadas pelo comércio e, com isso resultar em produtos de alta qualidade e valor de mercado.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AABY, K.; SKREDE, G.; WROLSTAD, R.E. Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.53, n.10, p.4032-4040, 2005.

AABY, K.; EKEBERG, D.; SKREDE, G. Characterization of phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruits by different HPLC detectors and contribution of individual compounds to total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.11, p.4395-4406, 2007a.

ANDERSEN, O.M.; FOSSEN, T.; TORSKANGERPOLL, K.; FOSSEN, A.; HAUGE, U. Anthocianin from strawberry (*Fragaria ananassa*) with the novel aglycone, 5-carboxypyranopelargonidin. *Phytochemistry*, Londres, v.65, n.4, p.405-410, 2004.

ANGLÉS, M. Control climático y ciclo de cultivo. *Horticultura. Tecnología de Producción*. *Horticultura*. Copyright Ediciones de Horticultura, v.152. p. 1-7, 2001.

ANTUNES, L.E.C.; FILHO, J.D.; CALEGARIO, F.F.; COSTA, H.; JUNIOR, C.R. Produção integrada do morango (PIMo) no Brasil. *Informe Agropecuário*, v.28, n.236, p. 34-39, 2007.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.4, 2006.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 12 set. 2007.

ARAGÃO, G.M.F. de. Identificação e determinação da resistência térmica de fungos filamentosos Termo-resistentes isolados da polpa de morango. 1989. 139p. *Dissertação* (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

ASSIS, M. Produção de matrizes e mudas de morangueiro no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, 2004, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.45-50.

ATKINSON CJ; DODDS PAA; FORD YY; MIÉRE JLE; TAYLOR JM; BLAKE PS; PAUL N. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations *Annals of Botany*, Londres, v.97, n.3, p. 429-441, 2006.

BAGCHI, D.; SEN, C.K.; BAGCHI, M.; ATALAY, M. Antiangiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. *Biochemistry*, Moscou, v.69, n.1, p.75-80, 2004.

BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. Frutos e sementes – Morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BEHL, C. Alzheimer's disease and oxidative stress: implications for novel therapeutic approaches. *Progress in Neurobiology*, Pittsburgh, v.57, n.3, p.301-323, 1999.

BERBARI, S.A.G.; NOGUEIRA, J.N.; PASSOS, F.A. Determinações das características físicas, químicas e organolépticas de novas variedades de morango para congelamento. *Boletim BCTA*, v.28, n.1, p.18-24, 1994.

BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L.E.C.; FREIRE, J.M. *Sistemas de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2005.

BORDIGNON JUNIOR, C. Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita. 2008. 132p. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)-Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS.

BRAGA, F. T. Ambiente de cultivo na propagação in vitro de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. rage): características anatômicas e fisiológicas. 2006. 119 p. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRAZANTI, E.C. *La fresa*. Madri: Mundi-Prensa, 1989.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O . *Química do processamento de alimentos*. 3 ed. São Paulo: Varela, 2001.

BOBBIO, F. O; BOBBIO,P. A . *Introdução à química de alimentos*. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

BORSZOWSKI, P.R., MALGARIM, M.B.; AHRENS, D.C. Desempenho agrônomico das cultivares de morangueiro Camarosa e Camino Real sob cultivo orgânico na região Centro-sul do Paraná. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4, 2008, Pelotas. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p.123.

BRACKMANN, A.; FREITAS,S.T.; MELLO,A.M.; NEUWALD, D.A. Efeito da temperatura de armazenamento sobre a qualidade do morango cultivar 'Oso Grande'. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.8,n.1,p.77-78, 2002.

BURIOL, G.A.; RIGUI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, B. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, n.1, p.43-49, 1993.

BURIOL, G. A.; RIGUI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, B. Modificação da umidade relative

do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.8, n. 1, p. 11-18, 2000.

CALVETE, E.O. Concentração de sacarose in vitro e seleção de substratos para aclimatização ex vitro de morangueiro cv Campinas (Fragaria x ananassa Duch.). 1998. *Tese* (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. 108 p.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H.C.; ANTUNES, O.T.; NIENOW, A.A. *Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido*. Passo Fundo:UPF, 2005.53p.

CALVETE E O; MARIANI F; WESP CL; NIENOW AA; CASTILHOS T; CECCHETTI D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, p. 396-401, 2008.

CALVETE, E.O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Produtividade de cultivares de morangueiro produzidas em ambiente protegido. Uberlândia, *Associação Brasileira de Horticultura*. 2006.

CALVETE EO; NIENOW AA; WESP CL; CESTONARO L; MARIANI F; FIOREZE I; CECCHETTI D; CASTILHOS T. Produção hidropônica de morangueiro em sistema de colunas verticais, sob cultivo protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 29, p. 524-529, 2007.

CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; WESP. Avaliação do perfil qualitativo de flavonóides por HPLC em *Matricaria chamomilla* submetidas a diferentes condições de cultivo. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 10, 2006, Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Olericultura , 2006. 80p.

CALVETE, E.O.; TESSARO, F. Ambiente protegido aspectos gerais. In: PETRY, C. *Plantas ornamentais aspectos para produção*. 2 ed. Passo Fundo, 2008. P. 24-45.

CAMARGO, L.S.; PASSOS, F.A. MORANGO. In: FURLANI, A.M.C.; VEGAS, G.P. (Eds.). *O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo*. Campinas, 1993. p. 411-432.

CAMARGO, L.S.; SCARANARI, H.J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. *Bragantia*, Campinas, v.33, n.3, p.23-31, 1974.

CANTILLANO, F.F. *Morango pós-colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.29.

CARBALLO, S.; SCALONE, M.; BORTHAGARAY, M. Calidad de consumo em frutilla (*Fragaria x ananassa*). In: Jornada de divulgación-Resultados experimentales em manelo postcosecha de frutilla. *Programa Nacional de Horticultura*, INIA-Las Brujas, n.443, 2006.

CARVALHO, H.A.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, H.S. de. Efeito de atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.3, p. 605-615, 2001.

CARVALHO, R.F.; PERES, L.E.P. Fotomorfogênese. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 21p. Disponível em: <[http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/grad01/17\\_\\_crescimento\\_e\\_desenvolvimento\\_\\_fotomorfogênese/Fotomorfo.pdf](http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/grad01/17__crescimento_e_desenvolvimento__fotomorfogênese/Fotomorfo.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2008.

CASTRO, R.L. Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, 2004, Pelotas. *Anais ...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.78

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Comportamento de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, 2004, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 92-95.

CEAGESP. *Normas de classificação do morango*. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2006, 6p.

CERMEÑO, Z. S. *Construcción de invernaderos*. Madri: Mundi-Prensa, 1994. 445p.

CHITARRA, A.B. *Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999a. 58p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.783P.

COLON-CARMONA, A; CHEN, D.L.; YEH, K.C.; ABEL, S. /IAA proteins are phosphorylated by phytochrome *in vitro*. *Plant Physiology*, Minneapolis, v.124, p.1728-1738, 2000.

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*, Brasília, v. 20,n.1, p. 10-17, 2002.

CONFORTI, F.; STATTI, G.; UZUNOV, D.; MENICHINI, F. Comparative Chemical Composition and Antioxidant Activities of Wild and Cultivated *Laurus nobilis* L. Leaves and *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum* (Ucria) Coutinho Seeds. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, Tokio, v.29, n.10, p.2056-2064, 2006.

CORDENUNSI, B.R.; GENOVESE, M.I.; NASCIMENTO, J.R.O.; HASSIMOTTO, N.M.A.; SANTOS, R.J.; LAJOLO, F.M. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.91, n.1, p.113-121, 2005.

COSTA, L.C.B.; CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S.K.V.; ROSAL, L.F.; MOREIRA, C.M. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 6-8, 2007.

CURTI, F. Efeito da maçã “Gala” (*Malus domestica* Bork), na lipídemia de ratos hipercolesterolêmicos. 2003. 65p. *Dissertação* (Mestrado em

Ciência e tecnologia de alimentos)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

DALE, J.E. The control of leaf expansion. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v.39, p.267-295, 1988.

DEANGELIS, R.C. *Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas*. São Paulo, 2001. 295p.

DIAS, M.S.C.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; SILVA, M.S.; SANTOS, L.O.; RENATA DA SILVA CANUTO, R.S.; CASTRO, M.V.; COSTA, S.M. Caracterização Físico-Química de Morangos Cultivados na Região Norte de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.google.com.br/search?hl=pt>. Acesso em: 18 nov. 2008.

DIGNART, S.L. Luz e sacarose na micropropagação de *Cattleya walkeriana*: alterações anatômicas e fisiológicas. 2006. 132p. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia/Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DOMINGUES, D.M. Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos ‘Toyonoka’ armazenados sob refrigeração. 2000. 60p. *Dissertação* (Mestrado em Ciências dos Alimentos)- Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba.

ECKERT, M.; KALDENHOFF, R. Light-induced stomatal movement of selected *Arabidopsis thaliana* mutants. *Journal of Experimental Botany*, Cambridge, v.51, n.349, p.1435-1442, 2001.

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization. Statistical of strawberry production in world. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>> Acesso em: 20 Jun. 2007.

FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos funcionais: melhorando a nossa saúde. Functional foods: improving our health. Disponível em: [www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v3n2/doc/nutricao.doc](http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v3n2/doc/nutricao.doc). Acesso em 15/09/08.

FERREIRA, V.L.P. *Princípios e aplicações da colorimetria e, alimentos*. Campinas: Ital, 1981, Instruções Técnicas, v. 19, 85p.

FLOSS, E. L. *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê*. 4º ed. UPF: Passo Fundo, 2006.751p.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura*. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2003.

FOSSSEN, T.; ANDERSEN, Ø.M. Anthocyanins from red onions, *Allium cepa*, with novel aglycone. *Phytochemistry*, Londres, v.62, n.8, p.1217-1220, 2003.

FRANCIS, F. Foodcolourants: Anthocyanins. *Critical Reviews in Food and Nutrition*, v.28, p. 273-314, 1989.

FRANKHAUSER, C.; CHORY, J. Light control of plant development. *Annual Review Cellular Development and Biology*, Palo Alto, v.13, p.203-229, 1997.

FURLAN, R.A. Avaliação da nebulização e abertura das cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos. Piracicaba, 2001. 146 p. *Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Universidade de São Paulo.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, V.; FRISINA, V. de A. Estimativa das irradiâncias sobre cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) em estufas. *Congresso Latino-Americano de Ingeniería Rural*, LA Plata, AR, 1998.

GEORGE, E.F. *Plant propagation by tissue culture: the components of culture media*. Great Britain: Exegetics, 1993. 574p.

GIARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. *Circular técnica* 31, Bento Gonçalves, 2002.

GOTO, R., TIVELLI, S.W. *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: UNESP, 1998. 319 p.

GOULD, K.S.; LISTER, C. Flavonoids functions in plants. In: ANDERSEN, O.M.; MARKHAM, K.R. *Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications*. Boca Raton: CRC Press, 2006. p.397 – 442.

GRANDE, L.; LUZ, J.M.Q.; MELO, B.; LANA, R.M. Q.; CARVALHO, J.O.M. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p. 241-244, 2003.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; OLIVEIRA, R. C.; PRELA, A. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido III: efeito sobre o crescimento e a produção comercial da *Gérbera jamesonii*. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 27-34, 2004.

HANDRO, W.; FLOH, E.E.S.A. Organização de um laboratório de cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S. *Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas*. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1990. 433p.

HARTMANN, U.; SAGASSER, M.; MEHRTENS, F.; STRACKE, R.; WEISSHAAR, B. Differential combinatorial interactions of cisacting elements recognized by R2R3-MYB, BZYP, and BHLH factors control light-responsive and tissue-specific activation of phenylpropanoid biosynthesis genes. *Plant Molecular and Biology*, Zuriq, v.57, n.2, p.155-171, 2005.

HARBONE, J.B. *Plant Biochemistry*. Academic Press. EUA, p. 387-437, 1997.

HEO, H.J.; LEE, C.Y. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.53, n.6, p.1984-1989, 2005.

HERNANZ, D.; RECAMALES, A.F.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J.; GONZALEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J. Assessment of the differences in the phenolic composition of five strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in two different soilless systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.5, p.1846-1852, 2007.

HOLTZ, S.G. Aplicação de ozônio e revestimentos comestíveis em morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) minimamente processados. *Dissertação*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2006.

HOPKINS, W. G.; HUNER, N. P. A . *Introduction to Plant Physiology*. 3° ed. United States of America, p.493-513, 2004.

HUERTAS, L. Control ambiental en el vivero. *Horticultura Internacional*, n. extra, p. 77-84, 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Área de produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?codsis=1>. Acesso em: 03 mar. 2008.

KAGAWUA, T.S; SAKAI, T.; SUETSUGU, N.; OIKAWA, K.; ISHIGURO,<sup>3</sup> KATO, S.T.; TABATA, S. OKADA, K.; WADA, M. *Arabidopsis* NPL1: a phototropin homologue controlling the chloroplast high-light avoidance response. *Science*, Washington, v.291, n.5511, p.2128-2141, 1992.

KASPERBAUER MJ; HAMILTON JL. Chloroplast structure and starch grain accumulation in leaves that received different red and far-red levels during development. *Plant Physiology*, v. 74, p. 967-970, 1984.

KIRSCHBAUM DS. Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Florida: University of Florida. 144p. (*Tese mestrado*), 1998.

KEUTGEN, A.J.; PAWELZIK, E. Modifications of Strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. *Journal of*

*Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.10, p.4066- 4072, 2007.

KITTAS C; BAILLE A; GIAGLARAS P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.73, p. 341-351, 1999.

KLUGE, R.A. Aspectos fisiológicos e ecológicos da fotossíntese. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/2994673/Fotossintese-Fisiologia-Vegetal>. Acesso em: 25 fev. 2009.

KODYM, A.; ZAPATA-ARIAS, F.J. Natural light as an alternative light source for the *in vitro* culture of banana (*Musa acuminata* cv. 'Grande Naine'). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. The Netherlands, v.55, p.141-14, 1998.

KOSAR, M.; KAFKAS, E.; PAYDAS, S.; BASER, K.H. Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.52, n.6, p.1586-1589, 2004.

KOZAI, T.; IWABUCHI, K.; WATANABE, I. Photoautotrophic and photomixotrophic growth strawberry plantlets *in vitro* and changes in nutrient composition of the medium. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, Amsterdam, v.25, n.2, p.107-115, 1991.

LEE, J.; DURST, R.W.; WROLSTAD, R.E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, New York, v.88, n.5, p.1269-1278, 2005.

LEE, N.; WETZSTEIN, H.Y.; SOMMER H.E. Quantum flux density effects on anatomy and surface morphology of *in vitro* and *in vivo* developed sweetgum leaves. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.113, n.1, p.167-171, 1988.

LEITE, C.A.; ITO, R.M.; GERALD, L.T.C.; GANELEVIN, R.; FAGNANI, M. A. Light spectrum management using colored nets

aiming to controlling the growth and the blooming of *Phalaenopsis* sp. Disponível em: <http://www.polysack.com/files/e9f9f2aca300c62a62>. Acesso em: 25 fev 2008.

LI, J.C. Uso de mallas en invernaderos. *Horticultura Internacional*. N.extra, p. 87-90, 2006.

LOCASCIO, S. J.; GILREATH, J. P.; OLSON, S.; HUTCHINSON, C. M.; CHASE, C. A. Red and black mulch color affects production of Florida strawberries. Florida, *Hortscience*, v. 40, p. 60-71, 2005.

MACCARONE, E.A. Stabilization of anthocyanins of blood orange fruite. *Journal Food Science* , v.50, p. 901-904, 1985.

MALKIN, R.; NIYOGI, K. Photosynthesis. In: BUCHNAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Ed). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists*, p. 568-628, 2000.

MANHITA, A.C.; TEIXEIRA, D.M.; COSTA, C. T. Application of sample disruption methods in the extraction of anthocyanins from solid or semi-solid vegetable samples. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v.1129, n.1, p.14-20, 2006.

MARTÍN, M. V. Los plásticos em la protección del cultivo del fresón. *Plasticulture*, Buenos Aires, v. 82, n. 2, p. 83-92, 1989.

MARTINEZ GARCIA, P.F. La regulación de las condiciones Del ambiente em los cultivos protegidos. In: FERIA TECNICA INTERNATIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA, 1986, Zaragoza. Anales...p. 135-147, 1986.

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

MARTINS, S. R.; GONZALEZ, J. R. Avaliação do resfriamento em estufa plástica mediante sistema de ventilação e nebulização. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. v. 3, n.2, p. 13-18, 1995.

MATTIVI, F.; GUZZON, R. VRHOVSEK, U. Metabolite profiling of grape: Flavonols and anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.20, p.7692-7702, 2006.

MCCREE, K.J. The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology*, Nova York, v. 9, p. 191-216, 1972.

MEYERS, K.J.; WATKINS, C.B.; PRITTS, M.P.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.51, n.23, p.6887-6892, 2003.

MILIVOJEVIĆ, D.; ESKINS, K. Effect of light quality (blue, red) and fluence rate on the synthesis of pigments and pigment-proteins in maize and black pine mesophyll chloroplasts. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.80, n.4, p.624-658, 1990.

MORTENSEN, L.M.; STROMME, E. Effects of light quality on some greenhouse crops. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.33, n.1/2, p.27-36, 1987.

NESI, C.N.; GROSSI, R.; VERONA, L.A.F. Desempenho de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico no Oeste Catarinense. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4, 2008, Pelotas. *Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 2008. p.124.

NEUMANN, A.I.C.P.; ABREU, E.S.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco-alimentos, nutracêuticos...Você ouviu falar neles?. *Revista de Higiene Alimentar*, São Paulo, v.14, n.71, p.19-23, 2000.

NIEMI, K. et al. Light sources with different spectra affect root and mycorrhiza formation in Scot pine *in vitro*. *Tree Physiology*, Victoria, v.25, n.1, p.123-128, 2005.

NUNES, E.E. Caracterização Química do Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) cv. *Smooth Cayenne*. *Monografia* (Graduação em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001, 67p.

NUNES, E.E. *Características Químicas da mandioca-salsa minimamente processada*. Lavras-MG, 2004. 18p.

NYMAN, N.A.; KUMPULAINEN, J.T. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.49, n.9, p.4183-4187, 2001.

OLIVEIRA, F. E. R. Qualidade de pêssegos 'Diamante' (*Prunus persica* (L.) Batsch) submetidos ao 1-metilciclopropeno. *Dissertação* (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005, 68p.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas do morangueiro: maior produção e qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, v.108, n.655, p.35-38, 2005.

OLIVEIRA, R. P.; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO W. B. Produção de mudas de morangueiro em casa-de-vegetação utilizando recipientes suspensos. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v.25, n.1, 2007.

OLIVEIRA R. P; SCIVITTARO WB; FINKENAUER D. Produção de morangueiro da cv. Camino real em sistema de túnel. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p. 681-684, 2008.

OLIVEIRA R. P; SCIVITTARO WB. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, p.520-522, 2006.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.E.; SPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; GILLER, Y.E.; SHAHAK, Y. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal. Horticultural Science Biotechnology*, v. 76, p. 353-361, 2001.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1, 2003, Vacaria. *Anais ... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho*, p.9-17, 2003.

PINHEIRO, R.V.R.; MARTELETO, L.O.; SOUZA, A.C.G. de; CASALI, W.D.; CONDÉ, A.R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. *Revista Ceres*, Viçosa, v.31, p.360-387, 1984.

PINTO, J.E.B.P.; CARDOSO, J.C.W.; CASTRO, E.M.; BERTOLUCCI, S.K.; MELO, L.A.; DOUSSEAU, S. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, v.25, p. 210-214, 2007.

PINTO, M.S.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Food Chemistry*, Whiteknights, v.107, n.4, p.1629-1635, 2008.

PONS, T.L.; VAN BERKEL, Y.E.M. de J. Species-specific variation in the importance of the spectral quality gradient in canopies as a signal for photosynthetic resource partitioning. *Annals of Botany*, London, v.94, n.5, p.725-732, 2004.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, ALAKOMI, H.; OKSMAN-CALDENTY, K. The action of berry phenolics against human intestinal pathogens. *Biofactors*, Amsterdam, v.23, n.4, p.243-251, 2005.

PUSHNICK, J.C. et al. Influences of ultra-violet (UV)-blue light radiation on the growth of cotton. II. Photosynthesis, leaf anatomy, and iron reduction. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.10, n.17, p.2283-2297, 1987.

RADMANN, E.B. et al. Influência da densidade de fluxo luminoso na qualidade de plantas micropropagadas de *Gypsophila paniculata* L. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.7, n.3, p.171-175, 2001.

RAJAPAKSE, N.C. ; YOUNG,R.E.; MCMAHON,M.J.; OI, R. Plant height control by photoselective filters: current status and future prospects. *Horttechnology*, Alexandria, v.9, n.4, p.618-624, 1999.

RAJAPAKSE, N.C.; WILSON, K.J. Growth regulating photoselective greenhouse covers. Disponível em: <http://virtual.clemson.edu/groups/hort/sctop/photomor/specfltr.htm>. Acesso em: 20 fev. 2008.

RAMOS, L.A.; LUPETTI, K.O.; CAVALHEIRO, E.T.G.; FATIBELLO-FILHO, O. Utilização do extrato bruto de frutos de *Solanum nigrum* L no ensino de Química. *Eclética Química*, São Carlos, v.25, p.229-240, 2000.

RESENDE, J.T.V.; CAMARGO, L.K.P.; ARGANDOÑA, E.J.S.; MARCHESE, A.; CAMARGO, C.K. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, p. 371-374, 2008.

REZENDE, J.M.; REZENDE, L.V.; REZENDE, F.V.; MALUF, W.R.; CHITARRA, M.I.F. Qualidade pós-colheita de morangos cultivados sob túnel plástico e com diferentes tipos de cobertura do solo em condições de primavera/verão. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.20,n.1,p.93-99, 1998.

REVILLA, E.; RYAN, J.; MARTIN-ORTEGA, G. Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.46, n.11, p.4592-4597, 1998.

RICE-EVANS, C.A. Flavonoid antioxidants. *Current Medicinal Chemistry*, Amsterdam, v.8, n.7, p.797-807, 2001.

ROCHA, D.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; FONSECA, E. W.N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares na região de Lavras-MG. *Revista Brasileira de Fruticultura*, São Paulo, v.30, n. 4, p. 1124-1128, 2008.

RODRIGUES, L.R.F. *Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido*. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.

RONQUE, E.R.V. *A cultura do morangueiro*. Curitiba: Emater-Paraná, 1998.

ROUSSOS, P.A.; MATSOUKIS, A.; PONTIKIS, C.A.; CHRONOPOULOU-SERELI, A. Relations of environmental factors with the phenol content and oxidative enzyme activities of olive explants. *Scientia Horticulturae*, Scottsville Pietermaritzburg, v.113, n.1, p.100-102, 2007.

SAITOU, T. et al. Reduction of phytochrome level and light-induced formation of adventitious shoots by introduction of antisense genes for phytochrome A in horseradish hairy roots. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Netherlands, v.76, n.1, p.45-51, 2004.

SÁNCHEZ-RABANEDA, F.; JÁUREQUI, O.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M.; VILADOMAT, F.; BASTIDA, J.; CODINA, C. Qualitative analysis of phenolic compounds in apple pomace using liquid chromatography coupled to mass spectrometry in tandem mode. *Rapid Communications in Mass Spectrometry: RMC*, Londres, v.18, n.5, p.553-563, 2004.

SANTOS, A.M. Melhoramento genético do morangueiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.24-29, 1999.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic content in fruit. *Nutrition*, Los Angeles, v.21, n.2, p.207-213, 2005.

SENTELHAS, P.C.; BORSATTO, R.S. MINAMI, K. Transmissividade da radiação solar em estufas cobertas com filmes de PVC azul e transparente. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, RS, v. 7, n. 2, p. 157-162, 1999.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: Aspectos microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 1, n. 2, p. 108-115, 1995.

SEVERO, J.; MONTE, F.G.; CASARIL, J.; SCHREINERT, R.S.; ZANATTA, O.; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J.A. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas e capacidade antioxidante de morango e mirtilo. In: IV Simpósio Nacional do Morango, III Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Palestras e Resumos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p.103.

SCHUERGER, A.C.; BROWN, C.S.; STRYJEWSKI, E.C. Anatomical features of pepper plants (*Capsicum annuum* L.) growth under red light emitting diodes supplemented with blue or far-red light. *Annals of Botany*, London, v.79, n.3, p.273-282, 1997.

SHAHAK, Y. Colored shade nets a new ago-technology. Current research in ornamental. 2005. Disponível em: <<http://www.polysack.com>>. Acesso em: 29 set. 2008.

SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E.E.; COHEN, Y.; LURIE, S.; STERN, R.; KFIR, S.; NAOR, A.; ATZMON, I.; DORON, I. Greenblat-AvronColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.636, p.609-616, 2004.

SHAHIDUL ISLAM, M.; JALALUDDIN, M.; GARNER, J. O.; YOSHIMOTO, M.; YAMAKAWA, O. Artificial shading and temperature influence on anthocyanin compositions in sweetpotato leaves. *Hortscience*, Japon, v. 40, n. 1, p. 176-180, 2005.

SILVA, C.S. Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa. *Tese* (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Universidade Estadual de São Paulo. Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2004, 96p.

SILVA, M.H.; DEBERGH, P.C. The effect of light quality on the morphogenesis of *in vitro* cultures of *Azorina vidalii* (Wats.) Feer. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Amsterdam, v.51, n.3, p.187-193, 1997.

SILVA, F.L.; ESCRIBANO-BAILÓN, M.T.; ALONSO, J.J.P.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS BUELGA, C. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT*, Zurique, v.40, n.2, p.374-382, 2007.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods of Enzymology*, New York, v.299, p.152-178, 1999.

SINHA, R. K. Modern plant physiology. *Alpha Science International Ltd*. Pangbourne England, p. 567-612, 2004.

STAHL, W.; SIES, H. Carotenoids and flavonóides contribute to nutritional protection against skin damage from sunlight. *Molecular Biotechnology*, Totowa, v.37, n.1, p.26-30, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719p.

TAPIA, G.J. Filmes técnicos para invernaderos. *Revista de Plásticos Modernos*, Madri, v. 295, p. 75-82, 1981.

TELLES, F.F.F.; BARBOSA, F.F.; PINHEIRO, P.A.P. A simple technique for industrial analysis of total chlorophyll. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 24, p. 338-340, 1977.

TSEGAY, B.A.; OLSEN, J.E.; JUNTILLA, O. Effect of red and far-red light on inhibition of hypocotyls elongation in ecotypes of *Betula pendula* Roth. *American Journal of Biotechnology*, v.4, n.1, p.50-56, 2005. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/AJB>>. Acesso em: 8 fev, 2009.

UBI, B.E.; HONDA, C.; BESSHO, H.; KONDO, S.; WADA, M.; KOBAYASHI, S.; MORIGUCHI, T. Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: Effect of UV-B and temperature. *Plant Science*, Perpignan Cedex, v.170, p.571-578, 2006.

WANG, S.Y.; LIN, H. Compost as a soil supplement increases the level of antioxidant compounds and oxygen radical absorbance capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.51, n.23, p.6844-6850, 2003.

WANG, S.Y.; ZHENG, W.; GALLETTA, G.J. Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.50, n.22, p.6534- 6542, 2002.

WEI, N.; DENG, X.W. The role of the COP/DET/FUS genes in light control of Arabidopsis seedling development. *Plant Physiology*, Minneapolis, v.112, n.3, p.871-878, Nov. 1996.

WHATLEY, J.M. & WHATLEY, F.R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo, EPU-EDUSP, 1982. 101p.

WROLSTAD, R.E. Anthocyanins. In: FRANCIS, F.J.; LAURO, G.J. (Ed.) *Natural Food Colorants*. New York, 2000, p.237-252.

WU, Q.K.; KOPONEN, J.M.; MYKKÄNEN, H.M.; TÖRRÖNEN, A.R. Berry phenolic extracts modulate the expression of p21waf1 and bax but not Bcl-2 in HT-29 Colon cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.4, p.1156-1163, 2007.

VERDIAL, M.F. Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos. 2004. *Tese* (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 2004.

VIEITIS, R.L.; EVANGELISTA, R.M.; SILVA,C.S.; MARTINS, M.L. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. *Semina-Ciências Agrárias*, Londrina, v.27,n.2, p.243-252, 2006.

VILAS BOAS, E.V. de B. *Nutrição humana e saúde: alimentos e nutrientes*. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA,1999 a.74p.

VILAS BOAS, E.V. de B. *Técnicas para diversas análises de alimentos*. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 1999 b.74p.

VILAS BOAS, E.V. de B. *Extensão da vida de prateleira e manutenção da qualidade de frutos e hortaliças minimamente processados*. Lavras-MG, 2003.22p.

VILAS BOAS, B.M.; PRADO,M.E.T.; VILAS BOAS, E.V. de B.; NUNES,E.E.; ARAUJO,F.M..M.C.; CHITARRA, E.B. Qualidade pós-colheita de melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26,n.3,p.424-427, 2004.

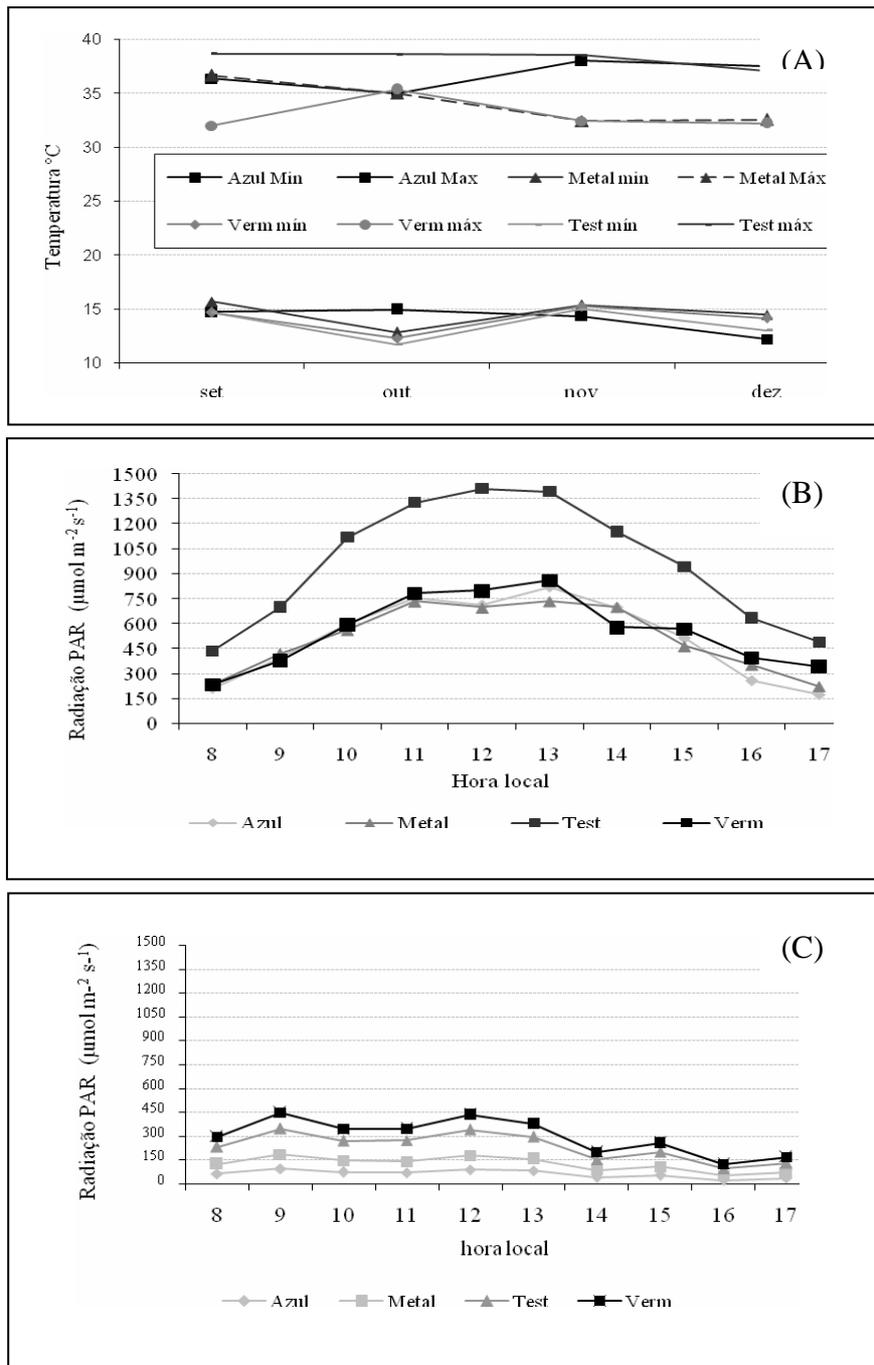
VIRMOND, M.F.R.; RESENDE, J.T.V. Produtividade e teor de sólidos solúveis totais em frutos de morango sob diferentes ambientes de cultivo. *Revista eletrônica Lato Sensu*-Ano 1, n.1, 2006.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? *Informações Agronômicas*, Piracicaba: Ceres/Potafos. n.108, dez. 2004.

ZUANAZZI, J. A .; MONTANHA, J. A . Flavonóides. In:SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A .; PETROVICK, P.R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Florianópolis/Porto Alegre: Editora UFSC/UFRGS, 2003. p.577-614.

## **5 APÊNDICES**

**Apêndice 1** - Temperaturas máximas e mínimas (A) durante o período de cultivo e radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em dia ensolarado (B), (25/07/2007) e dia nublado (C), (11/09/2007). Passo Fundo/RS, FAMV- UPF, 2007.



**Apêndice 2** – Resumo da análise de variância das clorofilas *a*, *b* e clorofila total em folhas de morangueiro produzidas sob diferente telas de sombreamento em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Clorofila		
		<i>a</i>	<i>b</i>	total
Blocos	2	14158 <sup>P=0,85</sup>	24122 <sup>P=0,80</sup>	0,38 <sup>P=0,75</sup>
Cultivares	1	473485 <sup>P=0,03</sup>	472362 <sup>P=0,05</sup>	6,41 <sup>P=0,04</sup>
Telas de sombreamento	3	110328 <sup>P=0,32</sup>	13193 <sup>P=0,94</sup>	2,70 <sup>P=0,14</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	244806 <sup>P=0,08</sup>	153325 <sup>P=0,26</sup>	1,55 <sup>P=0,34</sup>
Resíduo	14	86217	101755	1,25
Total	23			
C.V. (%)		26,20	21,47	30,63

**Apêndice 3** – Resumo da análise de variância do número de frutos total e comercial de duas cultivares de morangueiro, em diferentes telas de sombreamento e em cinco épocas de colheita. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrados médios	
		Número de frutos	
		Total	Comercial
Bloco	2	167 <sup>p=0,36</sup>	885 <sup>p=0,005</sup>
Cultivares	1	468 <sup>p=0,10</sup>	60 <sup>p=0,49</sup>
Telas de sombreamento	3	1775 <sup>p=0,001</sup>	593 <sup>p=0,01</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	99 <sup>p=0,58</sup>	70 <sup>p=0,63</sup>
Resíduo 1	14	150	117
Épocas de colheita	4	19072 <sup>p=0,000</sup>	9611 <sup>p=0,001</sup>
Resíduo 2	8	185	444
Épocas de colheita X Cultivares	4	554 <sup>p=0,001</sup>	228 <sup>p=0,16</sup>
Épocas de colheita X Telas de sombreamento	12	662 <sup>p=0,000</sup>	239 <sup>p=0,07</sup>
Épocas de colheita X Cultivares X Telas de sombreamento	12	171 <sup>p=0,11</sup>	146 <sup>p=0,38</sup>
Resíduo 3	56	104	133
Total	119		
C.V. (%) 1		37,28	45,22
C.V. (%) 2		41,46	88,08
C.V.(%) 3		31,05	48,17

**Apêndice 4** – Resumo da análise de variância da massa fresca de frutos de duas cultivares de morangueiro, em diferentes telas de sombreamento e em cinco épocas de colheita. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Massa fresca		
		Total	Comercial	Deformados
Bloco	2	59612 <sup>p=0,03</sup>	104215 <sup>p=0,000</sup>	12162 <sup>p=0,27</sup>
Cultivares	1	5600 <sup>p=0,52</sup>	544 <sup>p=0,82</sup>	26850 <sup>p=0,10</sup>
Telas de sombreamento	3	95157 <sup>p=0,003</sup>	55856 <sup>p=0,009</sup>	26501 <sup>p=0,06</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	10114 <sup>p=0,51</sup>	9160 <sup>p=0,45</sup>	818 <sup>p=0,10</sup>
Resíduo 1	14	12541	9821	8490
Épocas de colheita	4	1248677 <sup>p=0,00</sup>	912921 <sup>p=0,000</sup>	249181 <sup>p=0,000</sup>
Resíduo 2	8	17578	32459	10717
Épocas de colheita X Cultivares	4	26120 <sup>p=0,010</sup>	22359 <sup>p=0,19</sup>	14711 <sup>p=0,001</sup>
Épocas de colheita X Telas de sombreamento	12	22420 <sup>p=0,08</sup>	13429 <sup>p=0,50</sup>	8059 <sup>p=0,02</sup>
Épocas de colheita X Cultivares X Telas de sombreamento	12	15558 <sup>p=0,29</sup>	15552 <sup>p=0,37</sup>	3549 <sup>p=0,50</sup>
Resíduo 3	56	12669	13970	3668
Total	119			
C.V. (%) 1		37,61	38,45	68,22
C.V. (%) 2		44,53	69,91	76,65
C.V. (%) 3		37,80	45,86	44,84

**Apêndice 5** – Resumo da análise de variância das características físico-química dos frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Características físico-químicas		
		Brix <sup>0</sup>	pH	Diâmetro
Bloco	2	0,08 <sup>p=0,53</sup>	0,01 <sup>p=0,74p</sup>	0,02 <sup>p=0,20</sup>
Cultivares	1	0,03 <sup>p=0,11</sup>	0,01 <sup>p=0,17</sup>	0,01 <sup>p=0,88</sup>
Telas de sombreamento	3	0,025 <sup>p=0,14</sup>	0,001 <sup>p=0,72</sup>	0,02 <sup>p=0,30</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	0,07 <sup>p=0,65</sup>	0,001 <sup>p=0,80</sup>	0,01 <sup>p=0,65</sup>
Resíduo 1	14	0,012	0,01	0,01
Épocas de colheita	3	0,30 <sup>p=0,001</sup>	0,11 <sup>p=0,00</sup>	0,03 <sup>p=0,40</sup>
Resíduo 2	6	0,01	0,01	0,03
Épocas de colheita X Cultivares	3	0,06 <sup>p=0,09</sup>	0,01 <sup>p=0,80</sup>	0,04 <sup>p=0,06</sup>
Épocas de colheita X Telas de sombreamento	9	0,02 <sup>p=0,70</sup>	0,01 <sup>p=0,96</sup>	0,01 <sup>p=0,68</sup>
Épocas de colheita X Cultivares X Telas de sombreamento	9	0,01 <sup>p=0,96</sup>	0,01 <sup>p=0,98</sup>	0,01 <sup>p=0,92</sup>
Resíduo 3	42	0,02	0,01	0,02
Total	45			
C.V. (%) 1		5,08	1,92	10,32
C.V. (%) 2		5,22	1,15	16,42
C.V.(%) 3		7,21	1,95	12,57

**Apêndice 6** – Resumo da análise de variância da coloração externa dos frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrado médio		
		Coloração externa		
		L*	a*	b*
Bloco	2	22,47 <sup>p=0,19</sup>	26,04 <sup>p=0,08</sup>	79,37 <sup>p=0,08</sup>
Cultivares	1	85,67 <sup>p=0,02</sup>	24 <sup>p=0,12</sup>	199,53 <sup>p=0,02</sup>
Telas de sombreamento	3	13,13 <sup>p=0,38</sup>	8,33 <sup>p=0,44</sup>	159,90 <sup>p=0,18</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	12,45 <sup>p=0,40</sup>	3,51 <sup>p=0,76</sup>	38,09 <sup>p=0,27</sup>
Resíduo	14	11,93	8,75	26,52
Total	23			
C.V. (%)		18,34	7,07	16,69

**Apêndice 7** – Resumo da análise de variância de antocianinas totais em frutos de duas cultivares de morangueiro produzidas na presença e ausência de telas de sombreamento. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Antocianinas totais	Fenólicos totais
Bloco	2	47,59 <sup>p=0,58</sup>	0,08 <sup>p=0,80</sup>
Cultivares	1	4938 <sup>p=0,002</sup>	0,7 <sup>p=0,67</sup>
Telas de sombreamento	3	65 <sup>p=0,54</sup>	0,51 <sup>p=0,25</sup>
Cultivares X Telas de sombreamento	3	440 <sup>p=0,04</sup>	0,36 <sup>p=0,39</sup>
Resíduo 1	14	80,12	0,34
Épocas de colheita	4	2832 <sup>p=0,000</sup>	10,17 <sup>p=0,000</sup>
Resíduo 2	8	85	0,04
Épocas de colheita X Cultivares	4	577 <sup>p=0,001</sup>	0,40 <sup>p=0,34</sup>
Épocas de colheita X Telas de sombreamento	12	68 <sup>p=0,93</sup>	0,27 <sup>p=0,69</sup>
Épocas de colheita X Cultivares X Telas de sombreamento	12	158 <sup>p=0,40</sup>	0,21 <sup>p=0,84</sup>
Resíduo 3	56	148	0,35
Total	119		
C.V. (%) 1		41,38	18,24
C.V. (%) 2		23,05	5,99
C.V.(%) 3		56,28	18,56

**Apêndice 8** – Resumo da análise de regressão de antocianinas totais e fenólicos totais. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2007.

Causas da variação	GL	Quadrado médio	
		Antocianinas totais	Fenólicos totais
Regressão linear	1	1092 <sup>p=0,000</sup>	594 <sup>p=0,000</sup>
Regressão quadrática	1	7908 <sup>p=0,000</sup>	260 <sup>p=0,000</sup>
Desvios de regressão	2	1165 <sup>p=0,000</sup>	20 <sup>p=0,001</sup>
Resíduo	8	25	0,96