

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

**ANÁLISE QUÍMICA DE CULTIVARES DE
MORANGO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
CULTIVO E ÉPOCAS DE COLHEITA**

CELSO LUIZ BORDIGNON JÚNIOR

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, fevereiro de 2008

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

ANÁLISE QUÍMICA DE CULTIVARES DE
MORANGO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
CULTIVO E ÉPOCAS DE COLHEITA

CELSO LUIZ BORDIGNON JÚNIOR

Orientador: Prof^o. 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, fevereiro de 2008



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.

“Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita”

Elaborada por

CELSO LUIZ BORDIGNON JÚNIOR

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

Aprovada em: 25/02/2008
Pela Comissão Examinadora

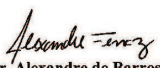

Dra. Eunice Oliveira Catete
Presidente da Comissão Examinadora
Orientadora


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


Dr. Flavio Henrique Reginatto
Universidade Federal Santa Catarina
Co-orientador


Dr. Mauro Antônio Rizzardi
Diretor FAMV


Dr. Alexandre Augusto Nienow
Universidade de Passo Fundo


Dr. Alexandre de Barros Falcão Ferraz
Universidade Luterana do Brasil

B729a Bordignon Júnior, Celso Luiz

Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita/

Celso Luiz Bordignon Júnior. – 2008.

132 f.: il.color.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade de Passo Fundo, 2008.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Eunice de Oliveira Calvete.

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

1. Fragaria. 2. Morango – Cultivo. 3. Compostos fenólicos. 4. Botânica – Fisiologia. I. Calvete, Eunice de Oliveira, orientadora. II. Reginatto, Flávio Henrique, co-orientador. III. Título.

CDU: 634.75

Bibliotecária responsável Lidiane Corrêa Souza – CRB 10/1721

BIOGRAFIA DO AUTOR

Celso Luiz Bordignon Júnior nasceu no município de Passo Fundo, estado do Rio Grande do Sul, aos cinco dias do mês de Dezembro de 1981.

Formado pela Universidade de Passo Fundo – Passo Fundo/RS em Farmácia: farmacêutico bioquímico em dezembro de 2005.

Em março de 2006, ingressou no curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal na Universidade de Passo Fundo sob orientação da Professora Dr^a Eunice Oliveira Calvete e co-orientação do Professor Dr. Flávio Henrique Reginatto.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é uma palavra que poderia ser substituída por reconhecer, ou seja, reconhecemos o auxílio que outras pessoas nos prestam em certos momentos de nossa vida.

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus pela oportunidade que estou tendo de defender o trabalho realizado durante o curso de mestrado. Sem ele não existimos e não conseguimos nada. Sua ajuda é essencial para o conforto espiritual. Também não posso esquecer de meu pai e minha mãe, devo à eles minha vida, além da educação e discernimento.

Com muito carinho e amor, gostaria de agradecer minha esposa por todas as noites ao meu lado enquanto redigia minha dissertação, ou estudava para alguma prova, trabalho durante o curso. Que também me auxiliou cuidando da farmácia enquanto ficava fora por conta das aulas ou da execução do projeto de pesquisa.

Em especial, devo lembrar de duas pessoas muito importantes na minha caminhada acadêmica, a prof^a Dr^a. Eunice Calvete, que me acolheu de braços abertos, com grande afeto, no curso de mestrado em agronomia, mesmo eu tendo pouco conhecimento em olericultura, já que vinha de outra área, e tem me guiado até este momento tão esperado em minha vida. A outra pessoa é o prof Dr. Flávio Henrique Reginatto, meu co-orientador neste trabalho, que conheço à alguns anos, desde meu ingresso no mundo da pesquisa científica. Através dele tive a possibilidade de ampliar de forma maravilhosa meus conhecimentos em plantas medicinais e principalmente em metabólitos secundários; E também, em como se faz ciência. Ele foi

meu “guia” no mundo científico, mas acima de tudo um grande amigo para o resto da vida.

Para finalizar, gostaria de agradecer as pessoas que tornaram este projeto possível, agradeço aos funcionários do setor de olericultura da Universidade de Passo Fundo, que realizaram os manejos e tratamentos fitossanitários nas plantas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	01
ABSTRACT	03
1 INTRODUÇÃO	05
2 REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1 Histórico e aspectos econômicos do morangueiro	08
2.2 Botânica e fisiologia	09
2.3 Cultivares de morangueiro	13
2.3.1 Cultivar Oso Grande	14
2.3.2 Cultivar Camarosa	15
2.3.3 Cultivar Dover	15
2.3.4 Cultivar Tudla	16
2.3.5 Cultivar Campinas	16
2.3.6 Cultivar Chandler	17
2.3.7 Cultivar Aromas	17
2.3.8 Cultivar Diamante	18
2.3.9 Cultivar Sielva	18
2.3.10 Cultivar Sequóia	18
2.4 Sistemas de produção	19
2.4.1 Sistema convencional no solo	20
2.4.2 Sistema em ambiente protegido no solo	21
2.4.3 Sistemas hidropônicos ou cultivo fora do solo ..	24
2.4.3.1 Condução em sistema horizontal	25

2.4.3.2	Condução em colunas verticais	27
2.5	Metabólitos secundários (nutracêuticos) presentes em morangueiro	30
2.5.1	Compostos fenólicos	32
2.5.2	Flavonóides	34
2.5.3	Antocianinas	37

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DO PH DA SOLUÇÃO EXTRATIVA NO TEOR DE ANTOCIANINAS EM MORANGO

Resumo	48
Abstract	49
1 Introdução	50
2 Material e métodos	52
3 Resultados e discussão	53
4 Conclusões	61

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO FENÓLICA EM FRUTOS DE MORANGUEIRO DA CV. OSO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E ÉPOCAS DE COLHEITA

Resumo	62
Abstract	64
1 Introdução	66
2 Material e métodos	70
3 Resultados e discussão	74
4 Conclusões	82

CAPÍTULO III	
COMPOSIÇÃO FENÓLICA EM DIFERENTES	
CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM AMBIENTE	
PROTEGIDO	
Resumo	83
Abstract	85
1 Introdução	87
2 Material e métodos	89
3 Resultados e discussão	91
4 Conclusões	102
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
5 APÊNDICES	129

LISTA DE TABELAS

Tabela	Título	Página
01	Teor médio de antocianinas obtidos dos extratos de frutos de <i>Fragaria x ananassa</i> com diferentes pHs na faixa de 510 nm	60
02	Teor de fenólicos totais, flavonóides totais e antocianinas totais obtidos dos frutos produzidos nos quatro sistemas de produção	76
03	Fenólicos totais em treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegidos ..	93
04	Flavonóides totais nos frutos de treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegido ...	96
05	Teor de antocianinas totais em frutos de treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegido	99

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
01	Imagem do morangueiro	10
02	Sistema de produção convencional no solo, utilizando <i>mulching</i> sobre o solo	20
03	Sistema de produção de plantio no solo em ambiente protegido tipo túnel baixo. (adaptado de PRADO, 2007)	22
04	Sistema de plantio no solo em túnel alto	23
05	Sistema no cultivo sem solo em sacolas na horizontal	26
06	Cultivo de morangos em sistema sem solo em colunas verticais	28
07	Núcleo fundamental de uma antocianina (adaptado de WU et al., 2007)	39
08	Estrutura das principais antocianidinas encontradas em frutas vermelhas (adaptado de NYMAN & KUMPULAINEN, 2001)	40
09	Estruturas moleculares encontradas em solução aquosa com diferentes valores de pH. Cátion flavilium (AH ⁺), base quinoidal (A), carbinol ou pseudo-base (B) e chalcona (C) (Adaptado de MARÇO & SCARMINIO, 2007)	43
10	Esquema geral dos equilíbrios que ocorrem com o cátion <i>flavilium</i> , quando se muda o pH do meio, de acordo com RAMOS et al., 2000	54
11	Espectros de varredura dos extratos obtidos de frutos de <i>Fragaria x ananassa</i> . (a) extrato em pH 1,0; (b) extrato em pH 3,0	56
12	Espectros de varredura dos extratos obtidos de frutos de <i>Fragaria x ananassa</i> . (a) extrato em pH 4,5; (b) extrato em pH 7,0	57
13	Espectros de varredura dos extratos obtidos de frutos de <i>Fragaria x ananassa</i> . (a) extrato em pH 9,0; (b) extrato em pH 13,0	58
14	Teores de antocianinas obtidos de cada solução extrativa em espectrofotômetro de UV/vis. Os valores são expressos em mg/100g de frutos	61

**ANÁLISE QUÍMICA DE CULTIVARES DE MORANGO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E ÉPOCAS DE
COLHEITA**

**CELSO LUIZ BORDIGNON JÚNIOR¹, EUNICE OLIVEIRA
CALVETE², FLÁVIO HENRIQUE REGINATTO³**

RESUMO – O crescimento na produção de morangos exige a utilização de novas tecnologias. Entre essas encontram-se os diferentes sistemas de produção, visando o aumento da qualidade e da produtividade de frutos. A qualidade do fruto diz respeito a diversos parâmetros, dentre eles, o teor de compostos fenólicos, principalmente da classe dos antocianos, que conferem a cor vermelha intensa aos frutos e apresentam grande potencial antioxidante. O presente estudo teve por objetivo avaliar a composição fenólica de diferentes cultivares em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita. Para atingir este objetivo o trabalho foi dividido em três experimentos. No primeiro foi determinado o pH que melhor representa o teor de antocianos em frutos de morangueiro *cv.* Oso Grande, utilizando métodos espectroscópicos. Os tratamentos constaram dos seguintes valores de pH 1,0; 3,0; 4,5; 7,0; 9,0; 13,0. No segundo experimento foi determinado o teor de compostos fenólicos em quatro sistemas de cultivo e três épocas de colheita, sendo que os tratamentos (sistema de

¹Farmacêutico, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

²Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – calveteu@upf.br

³Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – freginatto@hotmail.com

cultivo e épocas de colheita) foram dispostos em um fatorial 4 x 3. Os dados foram analisados em parcelas subdivididas no tempo, onde a parcela principal constou dos sistemas e a subparcela as épocas. Com relação ao terceiro trabalho, foi avaliado o conteúdo de compostos fenólicos em diferentes cultivares e épocas de colheita. Nesse, os tratamentos constituíram de treze cultivares e três épocas de colheita, analisados da mesma forma que o experimento dois. Os resultados nos três experimentos foram submetidos à análise de variância e as diferenças comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância. Os dados do primeiro experimento indicam que para extrair com maior eficiência as antocianinas, deve-se utilizar soluções extrativas em pH 1, pois fornece um perfil clássico na análise por espectroscopia por ultravioleta. Já o segundo trabalho mostra que os sistemas convencional e em sacolas horizontais, como também a proximidade do verão incrementa os teores dos compostos avaliados. Analisando as cultivares no terceiro experimento, constata-se que as cultivares de dias neutros Verão e Sielva e a cultivar de dias curtos Tudla apresentam teores elevados dos compostos. Quanto as épocas de colheita, verifica-se o mesmo comportamento do segundo experimento, exceto para a cultivar Diamante que apresentou teores constantes ao longo das colheitas.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch., pH, antocianinas, compostos fenólicos, flavonóides totais.

**CHEMICAL ANALYSIS OF STRAWBERRIES CULTIVARS
IN DIFFERENT SYSTEMS OF CULTIVATION AND TIME
OF HARVEST**

ABSTRACT – The growth in the production of strawberries requires the use of new technologies. These are the different production systems, aiming to increase the quality and productivity of fruits. The quality of the fruit respect of various parameters, including the content of phenolic compounds, especially the class of anthocyanins, which give the intense red fruit and have great potential antioxidant. This study aimed to assess the phenolic composition of different cultivars in different systems of cultivation and harvest period. To achieve this goal the work was divided into three experiments. In the first pH was determined that best represents the level of anthocyanins in the fruits of strawberry cv. Oso Grande, using spectroscopic methods. Treatments consisted of the following for pH 1.0, 3.0, 4.5; 7.0; 9.0, 13.0. In the second experiment was determined the content of phenolic compounds in four cropping systems and three harvest period, and the treatments (system of cultivation and harvest period) were arranged in a 4 x 3 factorial. The data were analyzed in split plot in time, where the main plot and subplot systems consisted of the seasons. In the third study, was evaluated the content of phenolic compounds in different cultivars and harvest period. In this, the treatments consisted of thirteen and three cultivars harvest period, analyzed the same way that the experiment two. The results in the three trials were submitted to the analysis of variance and differences compared by Tukey test of the 5% significance. The data indicate that the first experiment to

extract greater efficiency with the anthocyanins, must be used extrativas solutions at pH 1, because it provides a profile analysis by the classic by ultraviolet spectroscopy. The second work shows that the systems in conventional horizontal bags, as well as the proximity of summer increases the levels of the compounds evaluated. Analyzing the cultivars in the third experiment, it is clear that the cultivars of days neutral Verão and Sielva and cultivar of short days Tudla have high levels of the compounds. As the harvest period, there is the same behavior of the second experiment, except for cultivating Diamante showed that levels constant over the harvests.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch., pH, anthocyanins, phenolic compounds, total flavonoids.

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro representa uma cultura de grande expressão econômica para produtores brasileiros, tendo grande destaque em estados como Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo. A produção nestes estados se concentra em regiões específicas, principalmente com relação às características climáticas, exigidas pela planta para o seu desenvolvimento pleno (ASSIS, 2004; PAGOT & HOFMANN, 2003).

Essas condições climáticas dependem muito da cultivar utilizada pelo produtor, mas, de uma forma geral, são exigidas temperaturas abaixo de 15 °C e menor que 14 horas de luz para florescerem (cultivares de dias curtos) (BRAZANTI, 1989). Em relação ao fotoperíodo, as cultivares de morangueiro podem ser divididas em três classes distintas: cultivares de dias longos, de dias neutros e de dias curtos. Atualmente, no Brasil, são utilizadas somente as cultivares de dias neutros e de dias curtos, sendo as últimas de maior destaque na produção nacional (ASSIS, 2004; CASTRO et al., 2004).

Em relação à produção, um ponto em evidência é o sistema de cultivo. Por ser uma cultura com alta produtividade e, portanto, com retorno econômico para o produtor, são vários os métodos de cultivo desenvolvidos, interferindo na produtividade e na qualidade dos frutos colhidos (CAÑADAS, 1999; SANHUEZA, 2005). Técnicas que utilizam ambientes protegidos, geralmente, apresentam índices de produtividade superiores as convencionais, onde o fruto fica exposto às condições climáticas (CALVETE et al., 2005). Cultivos sem solo,

quando bem manejados, apresentam baixas taxas de doenças, quando comparados com sistemas onde a planta fica em contato com o solo, com pouca aplicação de agrotóxicos (COSTA & FILHO, 1999; DELFIN et al., 1999; FERNANDES JÚNIOR et al., 2002).

Devido à constituição química dos frutos, o morango tem ganhado grande destaque na área da saúde, pois é rico em vitaminas, principalmente a C (KAFKAS et al., 2007) e em compostos fenólicos, dentre estes últimos, destaca-se as antocianinas, responsáveis pela coloração vermelha dos frutos, além de serem o principal grupo de metabólitos secundários com atividade biológica no morango (PROTEGGENTE et al., 2002; ANDERSEN et al., 2004; AABY et al., 2005; KLOPOTEK et al., 2005).

As antocianinas são compostos pertencentes à classe dos flavonóides e, geralmente, apresentam uma considerável capacidade de seqüestrar radicais livres (MEYERS et al., 2003). Com isso, evitam danos celulares e podem prevenir doenças degenerativas (HEO & LEE, 2005).

Os metabólitos secundários são substâncias produzidas pelas plantas como forma de resposta a agressões ou estresses sofridos. Isso pode ser representado pela presença de predadores, exposição excessiva aos raios solares, estresse hídrico, entre outros agentes agressores. Também não se pode deixar de lembrar dos fatores genéticos (KOSAR et al., 2004; SCALZO et al., 2005; ATKINSON et al., 2006).

Se levarmos em consideração os fatores mencionados acima para a produção de metabólitos secundários, faz-se necessários estudos para definir se há alteração na composição química das frutas

em sistemas de produção distintos, já que esses diferenciam-se no manejo e na condução da cultura, bem como no ambiente onde a planta é cultivada. Também não se pode esquecer da variabilidade genética nas diferentes cultivares utilizadas em larga escala para a produção de morangos em distintas regiões.

Sendo assim este trabalho tem por objetivo caracterizar a composição química dos frutos de cultivares de morangueiro produzidos em diferentes sistemas de produção e definir os teores de compostos fenólicos, para indicar as cultivares com maiores teores, o que possibilitaria maior atividade antioxidante.

Com isso, este trabalho é composto por três capítulos, representando cada capítulo um experimento para poder determinar os parâmetros propostos no parágrafo acima.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico e aspectos econômicos do morangueiro

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é apontado como o mais importante das pequenas frutas, especialmente em países de clima mais ameno, como Argentina, Chile, Estados Unidos, Espanha e sul do Brasil, onde é bastante consumida (CASTRO, 2004). Nos últimos anos, a cultura tem-se desenvolvido com forte avanço tecnológico, inclusive no Brasil. Considerada bastante trabalhosa, exigindo vários tratamentos culturais por parte do produtor, além de um grande cuidado durante a colheita e pós-colheita (CAMARGO & PASSOS, 1993), mas se bem conduzida pelo produtor, permite obter lucros significativos.

Os países que mais se destacam na cultura do morangueiro são os Estados Unidos, Espanha, Japão, Itália, Coreia do Sul e Polônia (RESENDE et al., 1999; FAOSTAT, 2007), além do Brasil (100.000 t/ano). Embora sem dados expressivos a nível internacional, começa a se destacar pelo desenvolvimento que obteve nos últimos anos. A produção brasileira de morangos se concentra principalmente nos estados de Minas Gerais (41,4%), Rio Grande do Sul (25,6%), São Paulo (15,4%), Paraná (4,7%) e Distrito Federal (4%). No Brasil, a cultura ainda segue as antigas tendências de cultivo familiar, em pequenas áreas dentro das propriedades, evidenciado pelo fato de a maior parte das propriedades apresentarem uma área de produção de aproximadamente 0,5 a 1,0 hectare. Além de se caracterizar como de produção familiar, também podemos caracterizá-la como,

principalmente, para o consumo *in natura* (RONQUE, 1998; PAGOT & HOFFMANN, 2003; ASSIS, 2004).

O cultivo do morangueiro ocorre em quase todo o mundo. Muitos países adotaram esta cultura devido ao valor de mercado do fruto comercializável. Também se deve ao desenvolvimento de cultivares com grande poder de adaptabilidade, tanto ao ambiente em que está inserido quanto ao método de cultivo e manejo empregado. Esta característica permite cultivar morangueiros desde regiões frias, como o sul da Argentina, até em regiões quentes, como o Centro-Oeste brasileiro. Além da adaptabilidade ao clima, se destaca a possibilidade de produção de frutos comercializáveis o ano todo, através do uso de cultivares de dias neutros, como a cultivar Aromas, desde que as condições de temperatura (de 10 – 28 °C) permitirem (CALVETE et al., 2005).

2.2 Botânica e fisiologia

O morangueiro é uma planta da família das Rosáceas, planta herbácea, rasteira, de porte pequeno, formando pequenas touceiras (Figura 1). Trata-se de um híbrido obtido do cruzamento de duas espécies de *Fragaria*, a *Fragaria chiloensis*, de origem no continente americano e a *Fragaria virginiana*, originária do continente europeu.

A principal forma de propagação do morangueiro é a vegetativa, realizada através da emissão de estolhos. Este é um prolongamento do tecido meristemático, originado na axila das folhas trifoliadas. Nessas são encontradas gemas meristemáticas ou nós que

de suas bases partem as raízes (CAMARGO et al., 1974). O sistema radicular é formado por raízes longas, fasciculadas e fibrosas, que se originam na coroa e se dividem em primárias e secundárias (FILGUEIRA, 2000). As primárias são grandes e perenes, com função de reserva e contribuindo também com a absorção de água e nutrientes. Já as secundárias, dispostas em camadas superpostas, ficando as camadas mais novas acima das mais velhas (PIRES, 2000).



Figura 1. Imagem do morangueiro. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

As flores do morangueiro podem ser descritas como perfeitas (hermafroditas), pois apresentam órgãos masculino e feminino (estames e pistilos); ou ainda imperfeitas (unissexuais), tendo somente o órgão feminino ou o masculino, nesse caso, necessitando de polinização com pólen de outra planta. Em algumas

cultivares ainda podemos encontrar flores perfeitas, mas que possuem estames atrofiados, que produzem pólen estéril, sendo conhecidas como pseudo-hermafroditas. Neste caso é necessário que a flor seja polinizada com pólen de outras cultivares com pólen fértil para que produzam frutos. Um fato bastante interessante que ocorre nas flores de morangueiro é o amadurecimento dos órgãos reprodutores em épocas diferentes, necessitando ocorrer a fecundação cruzada (BRAZANTI, 1989).

As inflorescências possuem número variável de flores, formadas a partir de gemas existentes nas axilas das folhas (BRAZANTI, 1989). Os morangos são frutos falsos, sobre os quais se encontram os aquênios, que são os frutos verdadeiros (SANHUEZA, 2005). Os frutos verdadeiros são pequeninos, duros e superficiais, são vulgarmente conhecidos como sementes. Mas para fins comerciais se denomina fruto o conjunto formado pelos frutos verdadeiros e receptáculo carnoso (CAMARGO & PASSOS, 1993). Já Barroso et al. (1999) classificam os seus frutos em “frutos múltiplos”, por desenvolverem 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 cinco cm de diâmetro. A coloração pode ser rosada, vermelha ou púrpura.

Outra característica botânica importante é que a primeira inflorescência que surge quase sempre produz o fruto mais volumoso, as últimas a desabrochar produzirão frutos menores e com maior número de defeitos (FILGUEIRA, 2000).

O comportamento fisiológico do morangueiro está correlacionado com a temperatura e o fotoperíodo e, a medida que decrescem, estimula a floração e a frutificação. Durante o verão, o fotoperíodo alonga-se e a temperatura eleva-se, favorecendo a emissão de estolhos, determinando o fim do período produtivo. O vigor e a capacidade produtiva das plantas estão relacionadas ao frio recebido durante o período de vernalização e aos dias curtos (FILGUEIRA, 2000). Em geral, as exigências da cultura de morangueiro vão de 380 a 700 horas acumuladas de temperatura entre 2 °C e 7 °C (VERDIAL, 2004). As cultivares que atendem as características de fotoperíodo são conhecidas como de dias curtos. Existem cultivares que não seguem esse comportamento fisiológico, já que apresentam floração e frutificação o ano todo, desde que submetidas a temperaturas de 10 a 28 °C, são chamadas de cultivares de dias neutros. A vantagem desses germoplasmas é a produção de frutos em plena entressafra (verão), quando cultivados em regiões de verão ameno (SANTOS, 1999).

De uma maneira geral o morangueiro para florescer, frutificar e amadurecer as frutas passa por nove estádios fenológicos, caracterizada em 4 cultivares. A duração dos nove estádios varia de 36,4 dias paraa cultivar Tudla e 40 dias para Oso Grande (ANTUNES et al., 2006).

Para que ocorra o desenvolvimento de aroma e sabor característico do fruto, deve receber durante as primeiras horas do dia, uma temperatura próxima aos 10 °C (PEREIRA & MARCHI, 2000).

2.3 Cultivares de morangueiro

A produção de morangos comerciais vem crescendo ano a ano, devido a necessidade de aumento da produtividade nas propriedades rurais, tentando uma diluição nos custos que o produtor tem com o cultivo e elevação da rentabilidade. Esse aumento de produtividade pode ser estimulado pelo emprego de novas tecnologias ou manejos e pela descoberta de novas cultivares (SANTOS, 1999). Dentre as novas tecnologias vem se destacando a utilização de ambientes protegidos, já em relação às cultivares, são muitas as utilizadas na produção comercial de frutos. Estas, geralmente, são obtidas para melhorar as condições de adaptabilidade da planta ao ambiente em que está inserida, aumentando assim a produção devido a um menor índice de agressões causadas pelo meio, permitindo que a planta drene os fotoassimilados quase que exclusivamente para a produção dos frutos. Com isso, a planta produz frutos maiores, em maior quantidade (PEREIRA & MARCHI, 2000; CASTRO et al., 2004).

Como já foi referido, existem, atualmente, diversas cultivares que se dividem conforme o fotoperíodo a que são sensíveis. Podem ser de dias curtos, dias neutros e dias longos, estas últimas muito pouco utilizadas no mundo e inexistentes no Brasil (ASSIS, 2004).

A maior parte das cultivares de morangueiro utilizadas no Brasil caracterizam-se como plantas de dias curtos. Florescem quando o comprimento do dia torna-se menor que 14 horas de luz/dia e as temperaturas inferiores a 15 °C, enquanto nos dias com fotoperíodo

superior a 14 horas de luz/dia e com temperaturas superiores a 15 °C, ocorre a emissão de estolhos. Entretanto, nos últimos anos, tem sido introduzido cultivares de dias neutro, que mantêm a produção de frutos independente do fotoperíodo, possibilitando a produção o ano todo em certas regiões do país, desde que as temperaturas estejam compreendidas entre 10 e 28 °C (SANTOS, 1999).

Dentre as principais cultivares de morangueiro desenvolvido no Brasil destacam-se: Campinas, Jundiá, Piedade, Monte Alegre, Guarani e Princesa Isabel (desenvolvidos pela IAC); Konvoy, Princesa, Cascata, Konvoy-Cascata, BR 1, Vila Nova, Santa Clara e Bürkley (desenvolvidos na Estação Experimental de Pelotas/Embrapa Clima Temperado); AGF-80 (desenvolvida pela Agroflora). Além destas cultivares desenvolvidas no Brasil, foram introduzidas algumas cultivares importadas, que são bastante empregadas no Brasil, como: W.M. Belt, Poça Hontas, Lassen, Tioga, Reiko, Alemanha, Sequóia, Pajaro, Chandler, Selva, Irvine, Fern, Dover, Tudla, Oso Grande, Sweet Charlie, Seascape, Camarosa, entre outras (CAMARGO & PASSOS, 1993; CASTRO, 2004; CASTRO et al., 2004). A seguir encontra-se uma breve descrição de algumas cultivares utilizadas neste trabalho.

2.3.1 Cultivar Oso Grande

Esta cultivar foi desenvolvida pela Universidade da Califórnia e introduzida recentemente no Brasil. Trata-se de uma planta que responde ao fotoperíodo de dias curtos. Apresenta grande porcentagem de frutos comerciais (78%). A planta é vigorosa,

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 e ao transporte, utilizado para o consumo *in natura* (CASTRO, 2004; BERNARDI et al., 2005).

2.3.2 Cultivar Camarosa

Cultivar originária da Universidade da Califórnia, que responde ao fotoperíodo curto. Introduzida no Brasil por apresentar frutos grandes, uniformes e alta capacidade produtiva e precoce. Entretanto, em nossas condições, não apresenta-se precoce, mas tem alta produtividade ($607 \text{ g.planta}^{-1}$) (CALVETE et al., 2006). É uma planta vigorosa, com folhas grandes, de coloração verde-escura. Os frutos apresentam coloração vermelha-escura e uniforme, quando maduros. Com polpa firme, tem sabor sub-ácido, podendo ser utilizados para o consumo *in natura* ou para a industrialização (BERNARDI et al., 2005).

2.3.3 Cultivar Dover

Obtida na Universidade da Flórida e responde ao fotoperíodo curto. Apresenta uma produção precoce e alta produtividade, embora com grande porcentagem de frutos pequenos (ANTUNES et al., 2006). Os frutos são grandes, com formato variável, cônico-alongado, de constituição firme, coloração vermelho-

intenso, sabor ácido e aroma pouco evidenciado. Também apresentam grande variabilidade de tamanho, formato e sabor (BERNARDI et al., 2005; MULTIPLANTA, 2006).

2.3.4 Cultivar Tudla

Esta cultivar é originária de Tudela, na Espanha. Também chamada de Milsei. As plantas são compactas, de vigor médio, com folhas grandes, de coloração verde-escura e sistema radicular bastante desenvolvido. Apresenta ciclo de produção tardio, iniciando a floração 54 dias após o pegamento e com produtividade na região de Passo Fundo ao redor de 443 g.planta⁻¹ (CALVETE et al., 2006). Os frutos apresentam formato de cone, tamanho grande, polpa de consistência firme e coloração vermelho-brilhante, sabor sub-ácido e muito aromático, recomendada para consumo *in natura* ou industrialização (BERNARDI et al., 2005).

2.3.5 Cultivar Campinas

Também conhecido como Campineiro, foi desenvolvido no Instituto Agrônomo de Campinas na década de 60, transformando-se numa das cultivares mais produzidas no Brasil, antes das atuais importadas. Tem aspecto rústico e fruto saboroso. As plantas possuem alta densidade de folhas, produtividade ao redor de 232 g.planta⁻¹ e baixa percentagem de frutos comerciais (CALVETE et al., 2006). Os frutos são em forma de cunha longa, tamanho grande, coloração externa vermelha e interna rósea, consistência da polpa mole. O sabor

do fruto é doce, com aroma fraco e seguidamente apresentam frutos em forma de leque (BERNARDI et al., 2005).

2.3.6 Cultivar Chandler

Chandler é uma cultivar de dias curtos, Planta de alto vigor, com densidade foliar média, coroa grossa, produção inicial tardia (78 dias após o transplante), produtividade em Passo Fundo de 432 g.planta⁻¹ (CALVETE et al., 2006). O formato do fruto é grande, cônico e alongado. A epiderme e a polpa apresentam coloração vermelho-escuro, com sabor sub-ácido e aroma ativo. É uma cultivar que pode ser utilizada para mesa e para a indústria, pois suas frutas primárias e secundárias são grandes, e as terciárias e quaternária pequenas (SANHUEZA, 2005).

2.3.7 Cultivar Aromas

Cultivar neutra obtida pela Universidade da Califórnia, em 1997, com hábito de crescimento ereto e produtividade obtida em ambiente protegido ao redor de 880 g.planta⁻¹ (CALVETE et al., 2007). Os frutos são de tamanho grande, coloração vermelha-escuro, sabor agradável e qualidade excelente para o consumo *in natura* e para industrialização. A cultivar aromas é considerada mais resistente do que a cultivar Diamante em relação às variações nas condições ambientais (SANHUEZA, 2005).

2.3.8 Cultivar Diamante

Tem mesma origem que a cv. Aromas. Considerada de dias neutros e com produtividade de 900 g.planta⁻¹, no ano agrícola de 2006 (CALVETE et al., 2007). São plantas eretas e muito compactas, propícias para cultivos adensados. É bastante produtiva, produzindo frutos grandes, firmes e de excelente qualidade, sendo recomendada para o consumo *in natura*. A coloração do interior da fruta é vermelha-clara, por isso não é adequada para a industrialização (SANHUEZA, 2005).

2.3.9 Cultivar Sielva

Planta de médio porte. É uma cultivar de dias neutros. Os frutos são de tamanho irregular, apresentando epiderme vermelha clara e polpa de textura muito firme. Os frutos possuem sabor sub-ácido. Apresenta média produtividade. Susceptível as principais doenças que ocorrem no Brasil (SANHUEZA, 2005).

2.3.10 Cultivar Sequóia

Essa cultivar foi desenvolvida na Universidade de Califórnia, é originada a partir de cruzamento entre dois clones também desenvolvidos na Califórnia, a 'Cal 52.16-15' e a 'Cal 51s1-1' (CASTRO, 2004). Planta que responde ao fotoperíodo curto, ereta, com folhas de coloração verde intermediário. Seus frutos possuem um aroma envolvente e coloração externa vermelho-rosado, com tamanho

grande e formato cônico a globular. Boa produtividade (QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996).

2.4 Sistemas de produção

A intenção do produtor em diluir custos na produção comercial objetivando aumento na produção de morangueiros trouxe para essa cultura um grande desenvolvimento nos últimos anos, atualmente, pode-se cultivar morangos de várias formas em vários sistemas de produção. Os mais empregados na produção comercial, no Rio Grandes do Sul, são o convencional e o em ambiente protegido (tipo túnel baixo). Entretanto os cultivos hidropônicos ou fora do solo estão ganhando destaque, devido aos excelentes índices de produtividades e, principalmente, ao fato de evitar a contaminação do solo e a dispendiosa rotação de áreas de cultivo. Sabe-se que a utilização das mesmas áreas para plantios sucessivos da mesma cultura traz ao longo dos anos, prejuízos grandiosos para o produtor, devido à contaminação do solo por microrganismos e maior possibilidade de infestações nas plantas, levando à diminuição da produção e qualidade dos frutos. Além disso, nos sistemas hidropônicos, quando ocorre algum foco de doença, o mesmo pode ser removido sem causar grandes perdas para a cultura ou contaminação de outras plantas do canteiro (FURLANI, 2001).

2.4.1 Sistema convencional no solo

O morangueiro começou a ser produzido no sistema convencional. Esse consiste de um preparo inicial do solo com aração e gradagem, bem como correção conforme análise química do mesmo. No sistema utiliza adubos químicos e o uso controlado de agrotóxicos. O crescimento das plantas ocorre sobre uma cobertura de resíduos vegetais ou de plástico preto (polietileno de baixa densidade) conhecido como *mulching* (Figura 2) (SANHUEZA, 2005).



Figura 2. Sistema de produção convencional no solo, utilizando *mulching* sobre o solo. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

O *mulching* tem algumas funções muito importantes para o cultivo (Figura 2), sendo o responsável por manter a temperatura do

solo, evitando perdas rápidas para o ambiente e facilitando o crescimento da planta e absorção dos nutrientes (CORTEZ et al., 1995); evita o desenvolvimento excessivo de plantas daninhas entre a cultura por cobrir quase que completamente o solo, não deixando que outras plantas se desenvolvam; e por fim, proteção e maior limpeza dos frutos (morangos), pois não podem ser lavadas após a colheita até o consumo *in natura* das mesmas, devido a alta atividade respiratória (GOTO & DUARTE FILHO, 1999).

O plantio do morangueiro no sistema convencional apresenta como vantagens a facilidade de implantação da cultura, bem como o baixo custo de produção, principalmente para os produtores que desejam implementar este cultivo em sua propriedade. Como desvantagens apresenta aspectos como: molhamento foliar, geadas e moléstias, já que facilmente apresenta infestações por patógenos (RESENDE et al., 1999). Também deve-se destacar como desvantagem a necessidade de rotação de áreas, já que a utilização sucessiva da mesma área acarreta em problemas freqüentes de disseminação de doenças ou moléstias nas plantas, causando redução na produtividade da lavoura (SANHUEZA, 2005).

2.4.2 Sistema em ambiente protegido no solo

Segundo Andriolo (2000), a produção de hortaliças em ambiente protegido constitui um agrossistema distinto daquele representado pelo cultivo tradicional no campo. Duas características fundamentais podem ser apontadas na diferenciação desses dois agrossistemas: a) a produção fora das épocas 'normais' de cultivo, o

que possibilita a produção na entressafra e preços melhores para o produtor; b) o número elevado de variáveis envolvidas, sendo menores as possibilidades de manejo na produção a campo. No cultivo protegido, as técnicas de manejo consistem fundamentalmente em ajustar as culturas ao ambiente, através de práticas como a determinação de épocas de cultivo, a eficiência de uso da água e a busca de resistência a fatores adversos como ventos, excesso ou escassez de chuvas e outros. Sendo assim, a maior parte dos fatores de produção pode ser manejada ou controlada se for utilizada com bases técnicas a radiação solar, temperatura e umidade do ar e solo. As construções nesse sistema podem variar desde túneis baixos (Figura 3) à construções maiores (Figura 4), como as estruturas denominadas de ambiente protegido semelhantes a uma estufa (MARTIN, 1989; PEREIRA & MARCHI, 2000).

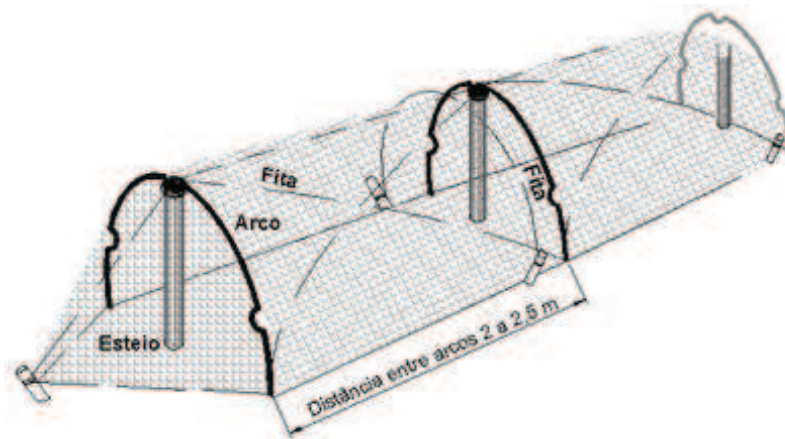


Figura 3. Sistema de produção de plantio no solo em ambiente protegido tipo túnel baixo. (adaptado de PRADO, 2007).



Figura 4. Sistema de plantio no solo em túnel alto. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

O principal objetivo do cultivo do morangueiro sob cobertura plástica é a proteção das primeiras flores a geadas, uma vez que estas ocorrem no período de temperaturas mais baixas. Além disso, é utilizada para proteção das chuvas durante o período de colheita diminuindo, com isso, a incidência de doenças foliares e podridões nos frutos (MARTIN, 1989). Outra característica bastante importante na utilização de plásticos na cultura do morangueiro é a maior intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) disponível para a cultura (GOTO & DUARTE FILHO, 1999).

Atualmente esse sistema de produção é bastante empregado no Brasil para a produção de morangos, devido aos índices

de produtividade e facilidades de implantação, conjugados com o plantio das mudas em sistema convencional no solo. O que difere é a utilização da cobertura plástica ou estufa que também é chamado de ambiente protegido (PAGOT & HOFFMANN, 2003).

O ambiente protegido em túnel baixo é o mais utilizado no Brasil e no Rio Grande do Sul, pois é um sistema que apresenta bons índices de produtividade e tem um custo inferior as outras construções, devido ao emprego de menor quantidade de material para a confecção dos túneis e maior facilidade para rotação de áreas de cultivo (SANHUEZA, 2005). Em experimento conduzido em Guarapuava – PR o cultivo em túnel baixo possibilitou índices de produtividade de 53,16 t.ha⁻¹ para a cultivar Oso Grande e 56,62 t.ha⁻¹ para a cultivar Camarosa (VIRMOND & RESENDE, 2006).

Apesar da ampla utilização deste sistema de produção por parte dos produtores de morangos deve-se lembrar que os problemas com rotações de áreas cultiváveis também representam um grande problema para o produtor. Já que mesmo em ambientes protegidos ocorre a infestação por pragas e moléstias, e com o passar do tempo, áreas que recebem a mesma cultura tendem a se tornar inócuos destas moléstias. Também deve-se destacar que a utilização de técnicas de desinfestação do solo como aplicação de substâncias fumigantes (brometo de metila) está proibida (SANHUEZA, 2005).

2.4.3 Sistemas hidropônico ou cultivo fora do solo

O cultivo hidropônico fundamenta-se em procedimentos simples, nas técnicas em que as plantas se desenvolvam em outros

meios que não o solo (COSTA & FILHO, 1999). Um dos principais determinantes da produção hidropônica é o controle da fertirrigação que deve considerar a fenologia da planta, as características físicas do sistema de cultivo (substrato) e as dimensões do recipiente (MINGUEZ, 1999).

Essa técnica objetiva obter maior rentabilidade que nos outros sistemas agrícolas, baseada em três vantagens fundamentais: ótima relação ar/água, ausência de doenças e controle da nutrição (MARQUELLI et al., 2005).

Os sistemas de cultivo fora do solo podem ser classificados em três grandes grupos, dependendo do meio onde se desenvolvem as raízes: em substratos orgânicos ou minerais, em água ou cultivos em ar (aeropônicos). A forma de condução e manejo desse sistema pode variar quanto ao tipo de substrato, irrigação, ambiente de cultivo, recipiente, entre outros. Quanto aos recipientes podem estar dispostos no sentido horizontal ou vertical, e ainda ser conduzidos em sistemas fechados ou recirculantes, quando a solução nutritiva que passa pelas raízes volta ao depósito de origem ou abertos, quando a solução aplicada ao ambiente radicular não retorna à origem (FERNANDES JUNIOR et al., 2002; HERNANZ et al., 2007).

2.4.3.1 Condução em sistema horizontal

O cultivo em bandejas ou sacolas horizontais é uma técnica conhecida e utilizada no Brasil para diversas espécies, inclusive para o morangueiro (Figura 5). Nesse sistema as plantas são mantidas em um suporte confeccionado com sacos plásticos de polietileno de baixa

densidade preenchidos com substratos das mais variadas composições, que ficam sobre bancadas, fabricadas de estacas de madeira ou mesmo de concreto, na posição horizontal. Através destes sacos circula solução nutritiva com formulação adequada para a espécie cultivada (FURLANI, 2001).



Figura 5. Sistema no cultivo sem solo em sacolas na horizontal.
Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

A hidroponia horizontal, além de possuir características de ser um cultivo ‘limpo’, apresenta também a facilidade para eliminação de moléstias que venham a atacar os morangueiros, já que nesse sistema pode-se eliminar a planta atacada ou à parte da sacola em que ela esteja, sem comprometer significativamente a produção (CAÑADAS, 1999). Também facilita as operações de manejo e colheita, diminuindo os efeitos prejudiciais ao trabalho humano, principalmente aos relativos a ergonomia. Além disso, o produtor não precisa fazer rotação das áreas de produção, as frutas tem maior qualidade e o período de colheita pode ser estendido em pelo menos dois meses (BORTOLOZZO, 2006). Já Andriolo et al. (1999) relatam

a vantagem de se cultivar nesse sistema pelo manejo adequado da água, fornecimento de nutrientes em doses e épocas adequadas, redução do risco de salinização do meio radicular e, a redução de problemas fitossanitários.

Para a implantação deve-se utilizar sacolas de polietileno de 150 a 200 micras, com diâmetro de 25 a 30 cm; o comprimento de cada sacola utilizada depende da opção utilizada pelo produtor, mas a utilização de sacolas com comprimentos menores minimiza as perdas em caso de haver exclusão de alguma por motivos de doenças nas plantas ou avarias (DELFIN et al., 1999).

2.4.3.2 Condução em colunas verticais

É um sistema de produção ainda recente para o Brasil, mas que já vem sendo empregado no mundo desde a década de 80. É caracterizado como uma técnica que reúne as vantagens da hidroponia horizontal e adiciona outras, em especial o que se refere ao aproveitamento da área do ambiente protegido. Consiste em plantar as mudas em longas sacolas de polietileno de baixa densidade ou ainda em tubos de PVC preenchidos com substrato e irrigados com solução hidropônica (fertirrigação) (Figura 6). O substrato é o suporte onde as plantas fixam suas raízes e que também retém solução nutritiva para a planta. Devido a isso é um fator de grande importância, pois pode facilitar ou impedir o crescimento das plantas (FURLANI, 2000). A maioria das hortaliças do tipo fruto, produzidas sob estruturas de proteção em países como Holanda, Espanha e Israel, é cultivada em substratos, diferentemente do que ocorre no Brasil (MARQUELLI et

al., 2005). Segundo Cañadas (1999), quase a totalidade dos cultivos comerciais na Espanha é realizado em algum tipo de substrato.



Figura 6. Cultivo de morangos em sistema sem solo em colunas verticais. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

O sistema vertical de cultivo além de proporcionar melhor aproveitamento interno do ambiente protegido, com reflexos positivos no rendimento por área, facilita o manejo da cultura, incluindo operações de transplante, limpeza de plantas, colheita de frutos e remoção de estolhos (FERNANDES JÚNIOR et al., 2002).

Segundo Andriolo et al. (1999) a principal vantagem de se cultivar nesse sistema é o manejo adequado da água, fornecimento de nutrientes em doses e épocas adequadas, redução do risco de

salinização do meio radicular e, a redução de problemas fitossanitários.

O cultivo de morangueiro neste sistema é considerado uma técnica particular entre as de cultivo sem solo, pois tem melhor aproveitamento do volume da casa de vegetação (MORARD, 1984; FERNANDES JÚNIOR, 2001).

Cultivos em substratos demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois permitem incrementar em 50% a produtividade da área cultivada (GARIGLIO et al., 1996). Entretanto, atenção deve ser dada ao sombreamento proporcionado às plantas localizadas nos extratos inferiores da sacola vertical, onde a incidência de radiação na superfície das folhas é menor. Também o sistema de irrigação adotado deve permitir às plantas, suprimento uniforme de água (CALVETE et al., 2007).

Para o cultivo em substrato na vertical, geralmente usam-se sacolas de polietileno de baixa densidade com espessura entre 150 e 200 micra, com altura entre 2,0 a 2,5 m e com diâmetro de 25 a 30 cm. Os recipientes se apóiam em estrutura metálica ou de madeira e são colocadas em fileiras com distância ao redor de 1,20 a 1,50 m (CALVETE et al., 2007). O cultivo de morangueiro em hidroponia vertical apresenta economia de mão de obra e elevada produtividade, entretanto os custos da instalação podem ser altos.

Os substratos adequados para o preenchimento das sacolas são a perlita, vermiculita misturadas com turfa ou ainda misturas à base de material vulcânico e casca de arroz sem qualquer tratamento (DELFIN et al., 1999). No mercado nacional existem diversos substratos comerciais, recomendados indistintamente para diferentes

espécies, cujas formulações e propriedades são praticamente desconhecidas e, cujos desempenhos como meio de cultivo ainda não estão bem estabelecidos (MENEZES JÚNIOR et al., 2000).

2.5 Metabólitos secundários (nutracêuticos) presentes em frutos de morangueiro

Com o extraordinário desenvolvimento da sociedade e conseqüente aumento da expectativa de vida da população mundial, faz-se necessário aumentar o consumo de frutas e hortaliças, principalmente em decorrência do valor nutritivo e efeitos terapêuticos atribuídos a elas. Estes alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais possuem propriedades antioxidante, anti-neoplásico, dentre outras (BEHL, 1999; MEYERS et al., 2003; BAGCHI et al., 2004; AABY et al., 2005; HEO & LEE, 2005; KLOPOTEK et al., 2005).

Para Neumann et al. (2000), pode-se considerar nutracêutico todo aquele alimento que apresenta uma ou mais substâncias com funções fisiológicas e bioquímicas benéficas à saúde do homem. Já Ferrari (2001) define nutracêutico como qualquer substância que possa ser considerado um alimento ou parte deste, e que ofereça benefícios médicos ou de saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças. Segundo a Foundation for Innovation in Medicine, “nutracêutico não é uma droga ou um alimento, mas uma substância de ocorrência natural, com evidente efeito benéfico à saúde, que faça parte como ingrediente de alimentos específicos,

alimentos funcionais ou suplementos alimentares” (ALVAREZ, 2006; COPPENS et al., 2006).

Neste cenário, está crescendo com bastante força a atuação dos nutracêuticos. Eles podem atuar de duas formas: prevenindo ou tratando. Atuando na prevenção, os nutracêuticos geralmente são ingeridos na forma de alimentos que contenham tais substâncias e que são consumidos diariamente nas refeições. Eles podem prevenir o aparecimento de certas doenças como diabetes mellitus, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, câncer e, principalmente, doenças de origem degenerativa (HEO & LEE, 2005). Quando atuam no processo de cura de certas doenças, estas substâncias são ingeridas na forma de medicamentos. Nos Estados Unidos, os nutracêuticos são bastante utilizados na forma de suplementos alimentares, que são consumidos diariamente pelas pessoas em forma de cápsulas, comprimidos ou elixires (LOCKWOOD, 2007).

Os nutracêuticos também são chamados de alimentos funcionais ou ainda, metabólitos secundários, do ponto de vista farmacêutico (CANDIDO e CAMPOS, 2005; COPPENS et al., 2006; LOCKWOOD, 2007).

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). Ainda pode-se destacar que certas substâncias são produzidas em determinadas fases fisiológicas da planta, como por exemplo, a produção de certas substâncias com efeitos excitatórios na passagem da fase vegetativa

para a fase reprodutiva (BRUNETTON, 2001; ZUANAZZI & MONTANHA, 2003).

Um dos principais grupos de metabólitos secundários presentes nas plantas são os flavonóides, derivados do metabolismo fenólico, união da molécula de ácido chiquímico com Acetil-CoA. São estruturas caracterizadas pela presença de no mínimo um anel aromático (C₆) e grupos hidroxilas. Muitas vezes essas estruturas são formadas por reações de condensação ou adição. É o grupo que possui o maior número de representantes isolados e identificados (MARKHAM, 1982; ROBBERS et al., 1999; HARBONE & WILLIAMS, 2000).

2.5.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias provenientes da rota metabólica do ácido chiquímico, formados pela união deste composto com moléculas de Acetil-CoA. Estão entre os principais grupos de metabólitos secundários devido a ampla distribuição nos vegetais (MARKHAM, 1982; KORKINA, 2007). Em morango, segundo Atkinson et al (2006), os compostos fenólicos apresentam concentrações consideráveis e a sua produção sofre influência significativa da radiação fotossinteticamente ativa, visto que, plásticos com alta refletância aumentam as concentrações destes compostos nos frutos. Corroborando com Montealegre et al. (2006), que concluíram que a produção destes compostos sofre influência de diversos fatores, incluindo clima, grau de maturação, parte da planta e variedade.

Os compostos fenólicos possuem considerável atividade biológica. Como exemplo, a atividade antimicrobiana de frutas vermelhas frente à bactérias patogênicas do trato digestivo (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2005). Outra atividade biológica importante atribuída aos compostos fenólicos é 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).

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, a concentração destas substâncias na amostra (MEYERS et al., 2003; AABY et al., 2005; SCALZO et al., 2005). Outro exemplo de metodologia analítica empregada para a determinação destes compostos é a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), que pode ser ilustrada pelos trabalhos de Milbury et al. (2006), que avaliaram o teor de fenólicos totais em diferentes cultivares e partes de amêndoas ; de Castillo-Sánchez et al. (2008), que avaliaram a composição fenólica em vinhos produzidos em Portugal; e de Seeram et al. (2006), que conseguiram identificar vários compostos fenólicos em morangos, também empregando cromatografia líquida, mas acoplada a espectroscopia de massas.

Corroborando com estes resultados, 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.

2.5.2 Flavonóides

Os flavonóides formam um grupo extenso, pelo grande número de constituintes naturais e distribuição ampla no Reino Vegetal (MARKHAM, 1982; COSTA, 2002). É estimado que aproximadamente 2% de todo o carbono fotossintetizado pelas plantas (ou algo próximo à 1×10^9 toneladas por ano) é convertido em flavonóides ou compostos estreitamente relacionados (SMITH & ATTRIDGE, 1970). Estes compostos apresentam algumas características importantes que os tornam potenciais marcadores taxonômicos. Estas características são: a) abundância relativa em quase todo o reino vegetal; b) especificidade em algumas espécies; c) facilidade de identificação; d) estabilidade química; e) acúmulo com menor influência do meio ambiente (HARBORNE & WILLIAMS, 2000; ZUANAZZI & MONTANHA, 2003). Sob o ponto de vista químico, podem considerar-se formados por núcleo fundamental benzopirano ou cromano, ao qual se encontra ligado um anel aromático, isto é, do 2-fenil-benzopirano (ZUANAZZI & MONTANHA, 2003).

A biossíntese dos flavonóides passa por fenólicos, iniciando com a formação do ácido chiquímico e passando pela formação de ácido cinâmico, até a formação de 4-cumaril-CoA, que reage com malonil-CoA formando os núcleos flavônicos (HARBORNE & WILLIAMS, 2000; ALMEIDA et al., 2007). Em morangos, a

biossíntese de flavonóides e de antocianinas depende de enzimas e genes existentes na planta. Almeida et al. (2007) conseguiram elucidar o passo chave na biossíntese de flavonóides em morango e também os diferentes genes envolvidos na biossíntese de alguns compostos fenólicos presentes nos frutos.

Os flavonóides possuem um variado número de núcleos fundamentais ou estruturas químicas e, devido a isso, são divididos em outros sub-grupos. Estes sub-grupos são: flavonas e flavonóis, flavonóides C-heterosídeos, chalconas, auronas, di-hidroflavonóides, flavanas, leucoantocianidinas e proantocianidinas, isoflavonoides, neoflavonóides e biflavonóides (MARKHAM, 1982). Os sub-grupos de flavonóides apresentam diferentes máximos de absorção que vão de 255 nm, para isoflavonas, até 505 nm para as antocianinas (MARKHAM, 1982; WANG & LIN, 2003; MILBURY et al., 2006).

A determinação de flavonóides pode ser realizada por vários métodos, tanto por HPLC quanto por métodos espectroscópicos (GAMBELLI & SANTARONI, 2004; VENDRAMINI & TRUGO, 2004).

A determinação de flavonóides por HPLC geralmente utiliza-se de detector UV ou PDA devido a faixa de detecção que deve ser utilizada para as análises (MILBURY et al., 2006). A detecção deve ser realizada levando em consideração quais flavonóides serão analisados para então se definir o comprimento de onda ideal (MÄÄTTÄ-RIIHINEN et al., 2004; PROESTOS et al., 2005). Wang et al. (2008) avaliaram a composição de flavonóides em oito variedades de citrus por HPLC e constataram que os teores de flavonóides, de um modo geral, diferem entre as variedades,

principalmente os teores de rutina, quercetina e canferol. A presença de canferol e quercetina são também relatados em morangos, apresentando concentração de quercetina em frutos em ponto de colheita em torno de 0,94 mg/100g de fruto congelado, já canferol não é evidenciado neste estágio, somente no estágio intermediário, denominado de estágio rosa pelos autores, onde a concentração encontrada foi de 2,20 mg/100g de fruto congelado (KOSAR et al., 2004). Veberic et al. (2008) verificaram teores de flavonóides em três cultivares de figo (*Ficus carica* L.) por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) utilizando detecção PDA (ultravioleta).

Os flavonóides também sofrem influência dos tratos culturais, como a adubação. Em trabalho de Bordignon Jr. et al. (2004) foi avaliado o perfil qualitativo, por HPLC, de flavonóides de *Matricaria chamomilla* submetidas a diferentes formas de adubação. Constataram que o perfil cromatográfico dos extratos obtidos a partir dos capítulos florais apresentava diferenças em relação à planta nativa. Adubações fosfatadas não apresentavam o mesmo perfil por HPLC.

O grande interesse econômico sobre os flavonóides pode ser confirmado pela existência de vários trabalhos envolvendo esta classe de metabólitos secundários (SORIA et al., 2007; TORRAS-CLAVERIA et al., 2007). Este grande interesse se deve as propriedades biológicas apresentadas, dando grande destaque para o fato de serem usados como pigmentos, com grande importância no processo de tanagem do couro, na fermentação do chá-da-índia, na manufatura do cacau e por conferirem cor e valor nutricional para alguns alimentos; além desses empregos, deve-se destacar o uso de alguns representantes desta classe que possuem atividade antitumoral

(quercetina), antiinflamatória (apigenina), antioxidante (rutina e resveratrol), antiviral (isoflavonas), entre outras (VALENZUELA & GUERRA, 1985; HUNG et al., 2002; KOWALSKI et al., 2005; CHOI et al., 2006; MOSCATELLI et al., 2006; SEXTON et al., 2006; YONATHAN et al., 2006; YOON et al., 2006; ANDRES et al., 2007; CLAVIN et al., 2007; EDWARDS et al., 2007; MARZOUK et al., 2007). Os flavonóides, de uma forma geral, possuem efeitos anti-UV na proteção da planta frente a radiação ultravioleta. Esse efeito também pode ser evidenciado para a proteção da pele humana, juntamente com os carotenóides (STAHL & SIES, 2007).

Especificamente sobre a composição química dos frutos de morangueiro, destacam-se os flavonóides do sub-grupo das antocianinas, que representam a grande maioria dos flavonóides totais encontrados (MEYERS et al., 2003). De um modo geral, todas as frutas vermelhas apresentam uma considerável concentração destes flavonóides, o que conferem a coloração característica dos frutos (BOBBIO et al., 2000; LIMA et al., 2002; VENDRAMINI & TRUGO, 2004; SCALZO et al., 2005).

2.5.3 Antocianinas

As antocianinas são flavonóides solúveis em água derivados dos di-hidroflavonóis. Foram isoladas pela primeira vez de *Centaurea cyanus* L., descritos como pigmentos azuis. É um dos mais importantes grupos de pigmentos de plantas solúveis em água, juntamente com as betaínas e os carotenóides. São em grande parte responsáveis pelas colorações laranja, rosa, escarlate, vermelha,

violeta e azul das pétalas de flores e de frutos dos vegetais superiores (WROLSTAD, 2000; AABY et al., 2005). Mas não podemos deixar de destacar que também podem ser encontrados em partes da planta, como raízes e folhas (KONCZAK et al., 2005).

Devido à coloração dos pigmentos antociânicos são considerados como aditivos eficientes e seguros na indústria alimentícia, mas não são empregados em larga escala devido a sua instabilidade química, dificuldades de purificação ou síntese, entre outros (MARKAKIS, 1982; WROLSTAD, 2000; LEE et al., 2005).

Na planta, as antocianinas são responsáveis pela atração de insetos e de pássaros, com objetivo de polinizar e dispersar as sementes, e também pelas propriedades inibidoras do crescimento de larvas de alguns insetos (WROLSTAD, 2000; CALVETE et al., 2005).

Em relação à estrutura química, são formadas por 3 anéis que possuem ligas duplas conjugadas, além da inserção de hidroxilas ao longo da estrutura, conhecida como aglicona (Figura 7). 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 (Figura 8) (WROLSTAD, 2000; FOSSEN & ANDERSEN, 2003; ANDERSEN et al., 2004; DA SILVA et al., 2007). Além das estruturas clássicas glicosiladas, em frutos de morangueiro e folhas de trevo roxo também se evidencia a presença de complexos de antocianinas com outros flavonóides, da classe dos flavanóis, principalmente os glicosídeos de

pelargonidina ligados a catequina, epicatequina, afzelequina e epiafzelequina (FOSSEN et al., 2004; FOSSEN et al., 2007).

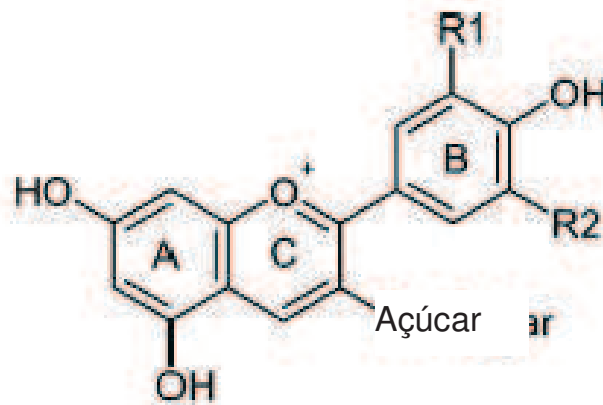


Figura 7. Núcleo fundamental de uma antocianina
(adaptado de WU et al., 2007).

Quanto à estabilidade, as antocianinas são estruturas estáveis em relação ao tempo de armazenamento, podendo permanecer por mais de 8 meses estocadas quando congeladas, sem perdas significativas do conteúdo de antocianos (GARZÓN & WROLSTAD, 2001; RUBINSKIENE et al., 2005). Porém, Kłopotek et al. (2005) verificaram que os processos empregados na industrialização (pasteurização) de frutos de morangueiro, para a produção de sucos e geléias, altera significativamente os teores de antocianinas, já que a fermentação e a pasteurização (aquecimento) são processos que causam a degradação da estrutura das antocianinas, embora o processo de congelamento não exerça influência nos teores de antocianos (KUSKOSKI et al., 2006).

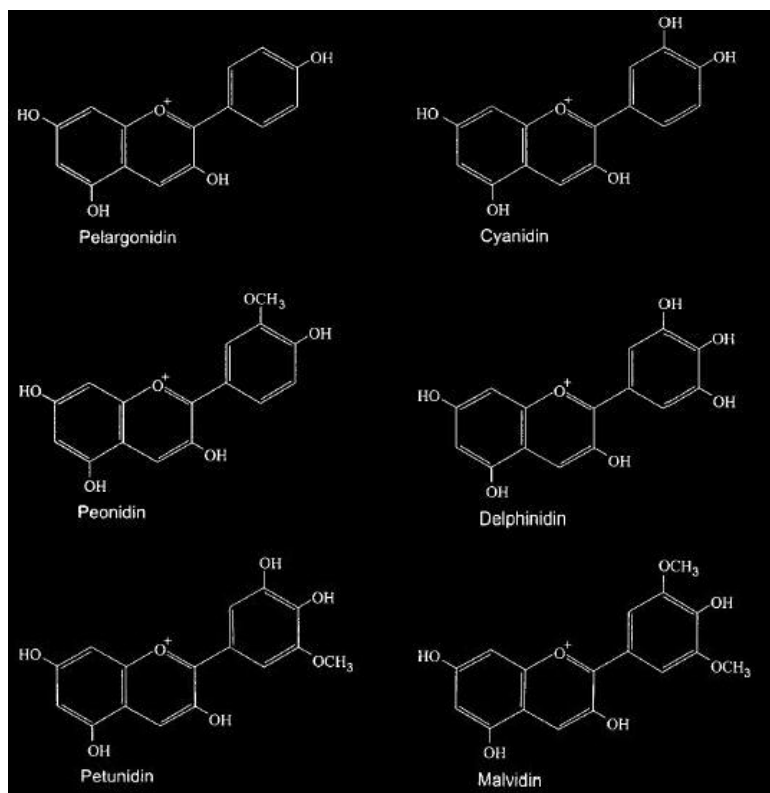


Figura 8. Estrutura das principais antocianidinas encontradas em frutas vermelhas (adaptado de NYMAN & KUMPULAINEN, 2001).

As antocianinas são amplamente encontradas nos frutos de várias espécies, popularmente conhecidas como frutas vermelhas, e das videiras, sendo a principal responsável pela coloração característica dos frutos e também de flores dessas espécies (BOBBIO et al., 2000; NYMAN & KUMPULAINEN, 2001; LIMA et al., 2002b; MORAIS et al., 2002; MANHITA et al., 2006; MATTIVI et al., 2006; PAWLOWSKA et al., 2006). Há, ainda, relatos da presença

de antocianinas em maçãs, acerolas, pêssegos, abacaxis, limões, laranjas, pêras, pomelos e bananas (PAZMIÑO-DURÁN et al., 2001; HONDA et al., 2002; LIMA et al., 2002a; SUN et al., 2002; VENDRAMINI & TRUGO, 2004). Porém, os teores encontrados em frutas vermelhas são bastante superiores aos encontrados nos frutos mencionados acima. Isso pode ser demonstrado por estudo conduzido por Rababah et al. (2005), que constataram que morangos possuem teor maior de antocianinas do que maçãs e pêssegos. Apresentando concentração de antocianinas na faixa de 138,8 mg/kg de fruto, enquanto maçãs e pêssegos apresentam, 18,9 e 11,00 mg/kg, respectivamente.

Em relação aos processos extrativos, são várias as metodologias empregadas para a extração de antocianinas em amostras sólidas ou semi-sólidas (FIORINI, 1995; MANHITA et al., 2006; ZHENG et al., 2007). Contudo, as que apresentam melhores resultados são as que utilizam solução alcoólica acidificada ou acetona.

Para a separação ou purificação das antocianinas, podem ser empregadas técnicas de cromatografia em coluna ou cromatografia líquida de alta eficiência preparativa, sendo o último um método bastante eficiente para a separação de antocianinas naturais (FIORINI, 1995; ALCALDE-EON et al., 2004).

Para a detecção dos compostos antocianos presentes são empregados principalmente dois métodos: espectroscopia de ultravioleta/visível (WROLSTAD, 2000; MEYERS et al., 2003; LEE et al., 2005) e cromatografia, empregando a cromatografia líquida de alta eficiência (TIAN et al., 2005; SEERAM et al., 2006; PÉREZ-

LAMELA et al., 2007). Além desses dois métodos, Soriano et al. (2007) desenvolveram um método para quantificação de antocianinas em vinho tinto por espectroscopia de infra-vermelho. Ainda dentro dos métodos espectroscópicos (UV/vis), deve-se lembrar que seu emprego se baseia nas propriedades químicas das antocianinas, que variam a coloração conforme o pH do meio. Isso se deve as reações de equilíbrio que ocorrem com o cátion *flavilium*, quando se aumenta o pH do meio (BROUILLARD & DELAPORTE, 1977). Essas reações levam a uma configuração estrutural das antocianinas que, conforme se aumenta o pH, ocorre uma diminuição do número de ligas duplas conjugadas, que são responsáveis pelo aumento nos máximos de absorção das substâncias, pela protonação do cátion *flavilium* (RAMOS et al., 2000). Com a diminuição das ligas duplas conjugadas, os máximos de absorção das antocianinas tendem a diminuir, o que caracterizaria a perda de coloração conforme se aumenta o pH (Figura 9).

Aaby et al. (2005), em um estudo sobre antocianinas em diferentes partes do morango relacionando com duas cultivares detectaram pelargonidin-3-glicosídeo como a antocianina com maior concentração encontrada na polpa da fruta (87 % do total de antocianinas), enquanto nos aquênios as concentrações de pelargonidin-3-glicosídeo e cianidin-3-glicosídeo foram praticamente iguais (37% e 41%, respectivamente). Com isso, os autores constataram que a aglicona Cianidina encontra-se quase que exclusivamente nos aquênios e não na polpa. Já a pelargonidina e seus glicosídeos são encontrados em ambos, porém em maior concentração na polpa.

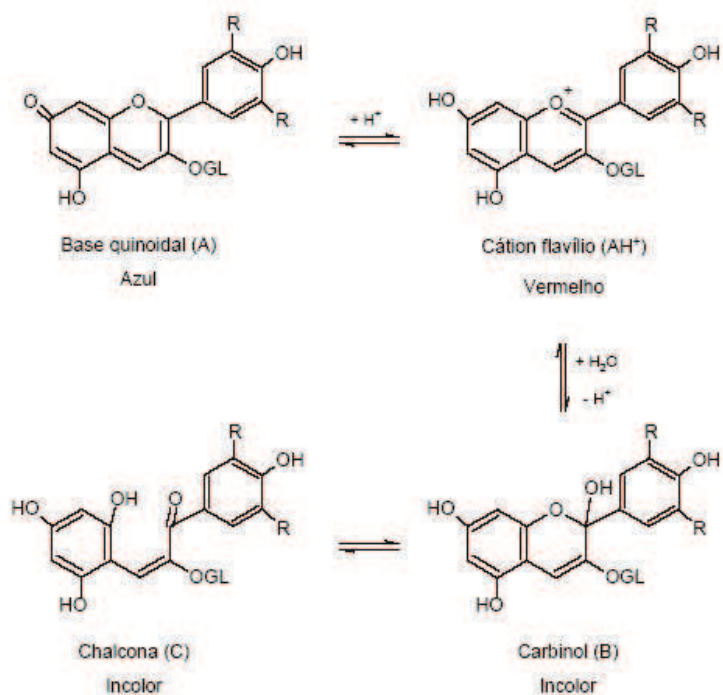


Figura 9. Estruturas moleculares encontradas em solução aquosa com diferentes valores de pH. Cátion flavilium (AH⁺), base quinoidal (A), carbinol ou pseudo-base (B) e chalcona (C) (Adaptado de MARÇO & SCARMINIO, 2007).

Nyman & Kumpulainen (2001) obtiveram a determinação de antocianinas em algumas pequenas frutas e no vinho tinto por cromatografia líquida de alta eficiência. Em frutos de morangueiro foi verificado um teor de antocianinas de 447 mg/100 g, sendo o maior valor encontrado dentre as amostras analisadas, que compreenderam, além de outras frutas vermelhas, vinho tinto Cabernet sauvignon.

DA SILVA et al. (2007) realizaram o doseamento de 3 antocianinas encontradas em morango (cianidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-rutenosídeo) e verificaram grande variação entre as diferentes cultivares, sendo a cultivar Tudnew a com maior teor de antocianinas e a cultivar Eris a com menores valores. Os autores verificaram, também, que a pelargonidina 3-glicosídeo era a antocianina majoritária encontrada, representando aproximadamente 85% do conteúdo de antocianinas totais.

Andersen et al. (2004) isolaram e identificaram uma nova aglicona antociânica, a 5-carboxypyranopelargonidina, em frutos de morangueiro. Esta aglicona é homóloga a 5-carboxypyranomalvidina (vitesidina A), que foi isolada e identificada em amostras de vinho tinto e também encontrada em cebolas roxas (FOSSSEN & ANDERSEN, 2003; FOSSSEN et al., 2003).

Meyers et al. (2003) observaram diferenças significativas entre oito cultivares de morangueiro (Allstar, Annapolis, Earliglow, Evangeline, Jewel, Mesabi, Sable e Sparkle) no teor de antocianinas totais, apresentando variação de 48,3 mg/100g de frutos (cv. Evangeline) à 21,9 mg/100g de frutos (cv. Allstar).

Além da influência das cultivares sobre o teor de compostos antocianos, podemos destacar que os níveis de adubação do solo, o clima e o grau de maturação também exercem influência nos teores destes compostos (ANTTONEN et al., 2006; MONTEALEGRE et al., 2006). Diferentes proporções de solo também influenciam o teor de antocianinas em morangos. Frutos cultivados em composições de solo suplementadas com compostos orgânicos apresentam teores de antocianos superiores (próximos à 30 %) em relação aos frutos

cultivados somente em solo ou mistura de solo e areia (WANG & LIN, 2003).

Em relação ao interesse farmacológico dos antocianos, deve-se destacar as atividades antiinflamatórias e antiedematogênicas (COSTA, 1999; BAGCHI et al., 2004). Além da pronunciada atividade antioxidante e anti-tumoral (WANG et al., 2002; DÁVALOS et al., 2003; WANG & LIN, 2003; PROESTOS et al., 2005; SHIH et al., 2005; AABY et al., 2007b; WU et al., 2007).

A atividade antioxidante de extratos vegetais pode ser observada por diferentes métodos, sendo os principais empregados, os ensaio de TRAP, TBARS, DPPH, ABTS radical, além de técnicas utilizando fluorescência (SUN et al., 2002; WALTON et al., 2006; WANG et al., 2007; ZIELINSKA et al., 2007).

Tsuda et al. (1996) investigaram os efeitos antioxidativos, seqüestro de radicais e inibição na peroxidação de lipídios frente à luz ultravioleta de três antocianinas: pelargonidina 3-*O*-beta-D-glicosídeo, cianidina 3-*O*-beta-D-glicosídeo, e delphinidina 3-*O*-beta-D-glicosídeo, isolados de sementes de *Phaseolus vulgaris* L., além de suas agliconas. Observaram que todos os pigmentos antociânicos tem forte atividade antioxidativa no sistema lipossomal e reduzam a formação de malondialdeído devido à radiação UVB (290-320 nm).

Rababah et al. (2005) verificaram o potencial antioxidante de morangos, pêssegos e maçãs, tendo como padrão o Trolox. Os frutos de morangueiro fresco apresentaram atividade bastante superior (aproximadamente 62,9 mM/kg de Trolox equivalente) as demais frutas testadas. Além disso, a suplementação da planta com 0,1 % de

ácido ascórbico causou diminuição da intensidade de coloração característica dos frutos.

Em estudo desenvolvido por Proteggente et al. (2002), utilizando as técnicas de FRAP e ORAC, foram obtidos altos valores de atividade antioxidante para os extratos aquoso e metanólico de frutos de morangueiro e outras frutas vermelhas, em relação a laranja, grapefruit, cebola, espinafre, maçã, tomate, pêra, pêssego e brócolis. Segundo os autores, esses índices se devem a presença de antocianinas, já que outras frutas possuem em sua composição classes de flavonóides e não apresentaram mesma capacidade de ação sobre radicais livres.

Corroborando com este estudo, Sun et al. (2002) verificaram a capacidade de seqüestro de radicais de oxigênio de extratos obtidos de diferentes frutas comercializadas nos Estados Unidos. As frutas vermelhas se sobressaíram em comparação com pêssegos, limões, pêras, bananas, laranjas, pomelos e abacaxis, sendo que *Cranberry* obteve os mais altos valores de atividade ($177,0 \pm 4,3$ μmol de equivalente de vitamina C/ g de fruto).

As variações na intensidade da atividade antioxidante de extratos vegetais também são observadas dentro da mesma espécie, em diferentes cultivares. Essa afirmação é comprovada pelo trabalho desenvolvido por Scalzo et al. (2005) que estudaram o potencial antioxidante de seis cultivares de morangos. Os resultados foram de $10,58$ μM (cv. Don) à $16,03$ μM (cv. Patty). E ainda sugeriram que práticas agronômicas e manipulação genética podem oportunizar a produção de compostos bioativos por parte das plantas. Ainda relacionando as propriedades antioxidantes das antocianinas com as

diferentes cultivares existentes no mercado, Meyers et al. (2003) avaliaram a propriedade antioxidante de oito cultivares de morangueiros (Earliglow, Annapolis, Evangeline, Allstar, Sable, Sparkle, Jewel e mesabi) e verificaram diferenças significativas entre os valores de atividade antioxidante, sendo a cv. Earliglow a mais ativa (134,1 μM de vitamina C/g de fruto) e a cultivar Allstar a menos ativa (20,1 μM de vitamina C/g de fruto). Dessa forma, morangos podem ser uma fonte de nutracêuticos ou antioxidantes naturais. Esse potencial foi evidenciado também pelo estudo desenvolvido por Heo & Lee (2005), que constataram um aumento na proteção das células PC12 tratadas com H_2O_2 , devido as antocianinas presentes nos frutos de morangueiro exercerem forte atividade antioxidante e conseqüente efeito protetor destas células, evitando neurotoxicidade induzida por estresse oxidativo.

Além disso, morangos tratados com óleos voláteis, como o eugenol, mentol e timol, aumentam a atividade de seqüestro de radicais livres. Esse efeito possivelmente se deve ao aumento de compostos fenólicos e antocianinas, responsáveis pela atividade em morangos (WANG et al., 2007).

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DO pH DA SOLUÇÃO EXTRATIVA NO TEOR DE ANTOCIANINAS EM MORANGO

Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio Henrique Reginatto³

RESUMO - Nos últimos anos, os estudos sobre a composição química do morango vêm ganhando destaque devido ao seu elevado consumo e as atividades biológicas atribuídas a ele. Além disso, os principais metabólitos secundários encontrados nesses frutos são as antocianinas, compostos responsáveis pela intensa coloração vermelha e amplamente utilizados como corantes naturais pela indústria alimentícia. Neste trabalho, foram preparados extratos de morangos cultivar Oso Grande com soluções extrativas em diferentes pHs (1,0; 3,0; 4,5; 7,0; 9,0; 13,0), com o intuito de verificar a influência no perfil espectroscópico do extrato e no teor de antocianos. O extrato em pH 1,0 forneceu um perfil clássico para antocianinas na análise por espectroscopia no ultravioleta, assim como um maior teor de antocianinas nos frutos frescos devido a uma extração mais eficiente das substâncias de interesse.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, UV-vis, antocianinas.

INFLUENCE OF pH IN THE EXTRACTION SOLUTION IN ANTHOCYANINS CONTENTS IN STRAWBERRY FRUITS

Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio Henrique Reginatto³

ABSTRACT - Last years, several works about chemical composition of strawberry fruit have gaining importance in view of elevated consume and biological activities attributed to it. Moreover, the main secondary metabolites found in strawberry fruits are anthocyanins, that are responsible compounds for intensive colored and widely used like natural colorants by food industry. In this work, were prepared extracts of strawberry fruits cultivar Oso Grande with solutions in different pHs (1,0; 3,0; 4,5; 7,0; 9,0; 13,0), in order to verify the pH influence on the spectroscopy label of the strawberry extracts fruits and anthocyanins contents. Our results showed that the extract at pH 1,0 showed a classic label to anthocyanins in ultraviolet spectra analysis as well as the higher anthocyanins contents in the fresh fruits.

Key words: *Fragaria x ananassa*, UV-vis, anthocyanins

¹ Farmacêutico, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – calveteu@upf.br

³ Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – freginatto@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma planta de pequeno porte pertencente à família das Rosaceas. Os principais países produtores são Estados Unidos, Espanha, Coréia, Rússia, Polônia, Japão e Turquia (FAOSTAT, 2007). Embora o Brasil não figura entre os maiores produtores, sua produção vem crescendo nos últimos anos, concentrando-se principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Distrito Federal (PAGOT & HOFFMANN, 2003). O consumo do morango está ligado não somente a forma e o tamanho, mas também ao aroma e a cor. Para Cordenunsi et al. (2002) a cor vermelha é um importante componente na aparência de morangos, sendo um atrativo aos consumidores. Essa coloração intensa se deve as antocianinas presentes nos frutos, principalmente na epiderme e aquênios (AABY et al., 2005).

As antocianinas são metabólitos pertencentes à classe dos flavonóides (WALTON et al., 2006). São largamente encontradas na natureza e responsáveis pela maioria das colorações azuis, violeta e vermelho das flores e frutos, sendo sua principal utilização na indústria como corante natural (MARKAKIS, 1982; WROLSTAD, 2000; MALACRIDA & MOTTA, 2005). O principal emprego biológico atribuído as antocianinas é a atividade antioxidante (SUN et al., 2002; MEYERS et al., 2003). Essa atividade se deve a sua estrutura química formada por três anéis, que possuem ligas duplas conjugadas e também hidroxilas distribuídas ao longo da estrutura que possibilitam o seqüestro de radicais livres, causadores de danos celulares e doenças degenerativas (KONG et al., 2003; SILVA et al.,

2007). Diversos ensaios estão sendo desenvolvidos para a avaliação desta atividade em diferentes vegetais, principalmente frutos e flores (WALTON et al., 2006; ZHENG et al., 2007; AABY et al., 2005). Segundo Bagchi et al. (2004), além da atividade antioxidante, as antocianinas apresentam considerável atividade anticarcinogênica e antiangiogênica.

As antocianinas podem apresentar diferentes formas estruturais, as quais podem assumir diferentes colorações. Essas formas podem sofrer interferências de diversos fatores, destacando-se entre estes a temperatura, o valor do pH e possíveis ligações com outras substâncias químicas. O pH é o fator que mais influencia na coloração das antocianinas, visto que em função de sua acidez ou alcalinidade, estas podem apresentar diferentes estruturas (LEE et al., 2005; ANDERSEN & JORDHEIM, 2006).

Dados da literatura indicam que podem ocorrer quatro estruturas químicas principais em equilíbrio no meio: o cátion flavilium, a base quinoidal, o carbinol pseudobase e a chalcona, conforme a figura 9 (LEVI et al., 2004). Estes resultados foram evidenciados em estudo realizado por Março & Scarminio (2007), com flores de *Hibiscus acetosella* Welw. Ex Hiern. Neste trabalho, os autores relatam que conforme a variação do pH, ocorre mudança dos máximos de absorção no espectro, fato que interfere diretamente no doseamento destes metabólitos na matéria-prima analisada. Esses dados corroboram os resultados obtidos por Rubinskiene et al. (2005), que citam que as antocianinas, de um modo geral, são susceptíveis as mudanças de pH, temperatura e enzimas.

Desta forma o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do pH da solução extrativa no teor de antocianos dos frutos de morangueiro utilizando métodos espectroscópicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Material vegetal

Frutos frescos de morangueiro da cultivar *Oso Grande* foram coletados no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. Estes foram produzidos em ambiente protegido, que caracteriza-se por uma estrutura metálica de 510 m², coberta com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras e com aditivo anti UV. Após a coleta, os frutos foram armazenados em sacos plásticos em freezer à -28°C por período não superior a 30 dias.

Preparação dos extratos

Os extratos foram preparados segundo Revilla et al. (1998). Brevemente, frutos congelados (30g) foram extraídos por sonificação à temperatura ambiente durante 20 minutos, com 90 mL de uma solução hidroetanólica (70° GL) sob diferentes valores de pH (1,0; 3,0; 4,5; 7,0; 9,0; 13,0). Após a extração, as amostras foram filtradas e procedeu-se a leitura em espectrofotômetro de ultravioleta/visível (UV/vis).

Varredura em espectroscopia de UV/vis

Os ensaios de varredura no espectroscópio de UV/vis foram conduzidos com a retirada de uma alíquota de 5,0 mL, a qual foi diluída até 25,0 mL com solvente de mesmo valor de pH. Para as análises por espectroscopia de varredura no ultravioleta/visível em espectrofotômetro de duplo feixe marca Perkin Elmer®, modelo Lambda 20. Os ensaios foram realizados em triplicata.

Determinação de Antocianos (LEE et al., 2005)

Para a realização deste ensaio foi retirada uma alíquota de 5,0 mL dos extratos, a qual foi diluída até 25,0 mL com solventes nos mesmos valores de pH. Após, as amostras foram realizadas em comprimento de onda definido de 510 nm (AABY et al., 2005; LEE et al., 2005). Os resultados foram expressos em mg equivalentes de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância (Estat 2.0, UNESP, SP, Brasil).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As antocianinas, pigmentos da classe dos flavonóides, são os principais cromóforos encontrados nas flores vermelhas, azuis e púrpuras. Quando extraídas do meio natural, apresentam-se na forma de sais de *flavilium*, normalmente glicosiladas, sendo os mais comuns a β -D-glicose, β -D-galactose e a α -D-ramnose (RAMOS et al., 2000).

Esta variação de cores foi extensamente estudada e discutida por diversos autores (BROUILLARD & DELAPORTE, 1977; COUTO et al., 1998; RAMOS et al., 2000). Segundo estes autores três equilíbrios principais ocorrem quando se eleva o pH de uma solução ácida contendo uma antocianina. Um esquema geral é apresentado na figura 10.

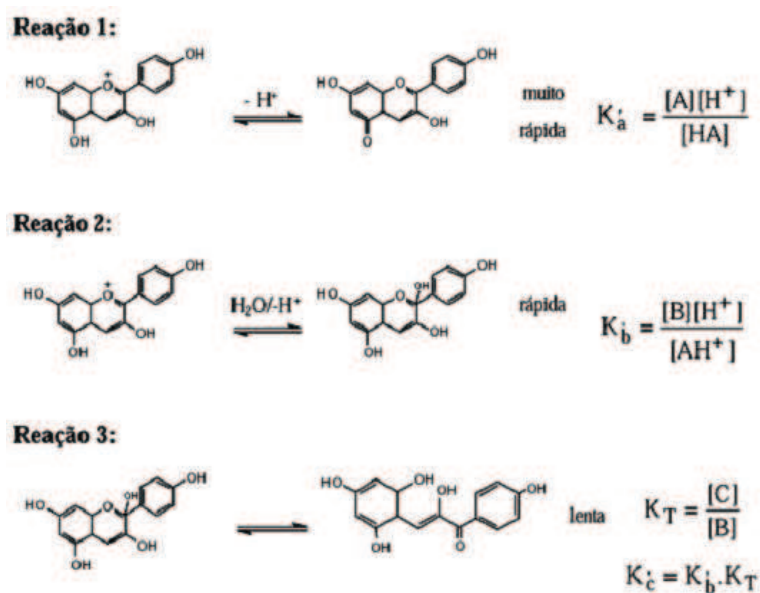


Figura 10. Esquema geral dos equilíbrios que ocorrem com o cátion *flavilium*, quando se muda o pH do meio, de acordo com RAMOS et al., 2000.

Na primeira reação, ocorre o equilíbrio ácido-base de protonação do cátion *flavilium*, muito rápido, com uma constante de equilíbrio K_a , representado pela reação 1, da figura 10. Em seguida forma-se um carbinol pseudo-base, através de um equilíbrio rápido,

com constante K_b , representado pela reação 2, da figura 10. Finalmente estabelece-se lentamente um equilíbrio tautomérico, com formação de uma pseudo-base chalcona, incolor, com constante de equilíbrio K_T , representado na reação 3, da figura 10.

Os resultados obtidos nas análises indicam um perfil espectroscópico variado, conforme os valores de pH utilizados na extração, apresentando bandas em regiões distintas e com intensidade variada. Isso pode ser melhor evidenciado nas figuras 11, 12 e 13, onde são apresentados os espectros de varredura no ultravioleta/visível. Cabe destacar que os dados aqui apresentados estão em consonância com outros já existentes na literatura (COUTO et al., 1998; RAMOS et al., 2000).

Em meio ácido, à pH 1,0 (Figura 11a) e pH 3,0 (Figura 11b) os espectros mostram característica do equilíbrio ácido-base de protonação da estrutura do cátion *flavilium*, o qual possui máximos de absorção na faixa dos 510 nm e na faixa dos 285 nm. Além disso, o perfil do espectro obtido da amostra com pH 1,0 é bastante característico para antocianinas, conforme descrito na literatura (MARKHAM, 1982; WROLSTAD, 2000; LEE et al., 2005). Ainda em pH ácido, porém pH 4,5 (figura 12a) o extrato apresenta uma coloração vermelha menos intensa, e seu espectro de ultravioleta apresenta fraca absorção na região de 510 nm e uma forte absorção na faixa de 275 nm. Os resultados aqui obtidos estão de acordo com o estudo desenvolvido por Março & Scarmínio (2007) que evidenciaram a formação do cátion *flavilium* em pH fortemente ácido (pH= 1,0 e 3,2) e também por Lee et al. (2005) que verificaram a formação de carbinol em solução levemente ácida.

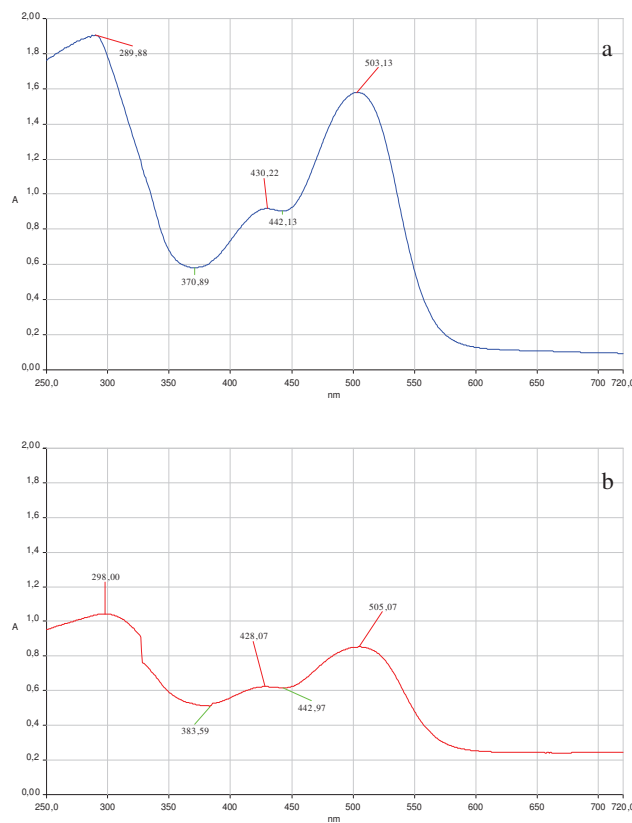


Figura 11. Espectros de varredura dos extratos obtidos de frutos de *Fragaria x ananassa*. (a) extrato em pH 1,0; (b) extrato em pH 3,0. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

Em meio neutro (pH 7,0 – figura 12b) o espectro obtido mostra efeito batocrômico em 540 nm devido à formação da anidrobases quinoidal e ainda, a presença de outra banda na região de 440 nm, mesmo perfil observado por Levi et al. (2004) que define as bandas de absorção como anidrobases e chalcona ionizada, respectivamente. Segundo Lee et al. (2005) e Março & Scarminio

(2007), em pH 7,0 ocorre o predomínio de formas com características que não acentuam a coloração vermelha.

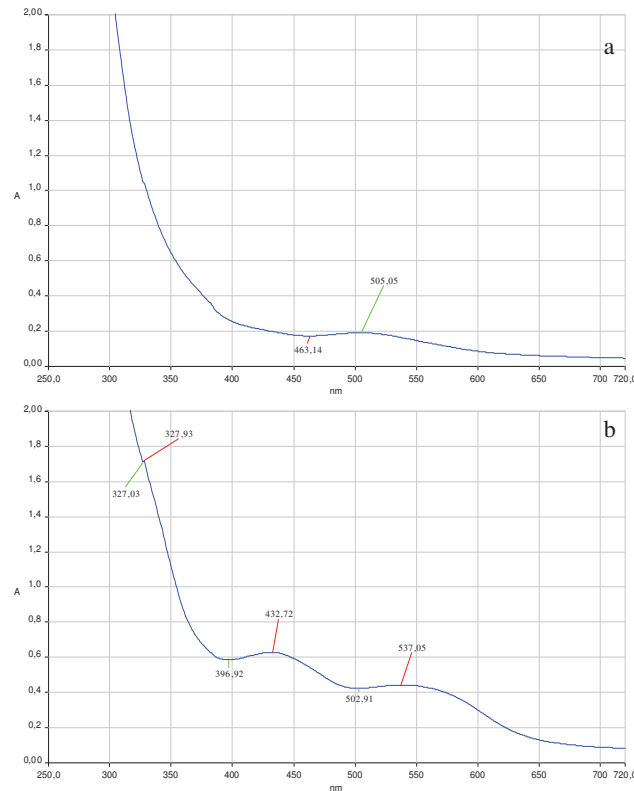


Figura 12. Espectros de varredura dos extratos obtidos de frutos de *Fragaria x ananassa*. (a) extrato em pH 4,5; (b) extrato em pH 7,0. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

A solução em pH 9 (figura 13a) apresentou deslocamento nos máximos de absorção na faixa dos 555 nm em comparação aos extratos ácidos, porém com menor intensidade. Foi possível observar

também duas outras bandas uma em 465 nm e outra em 385 nm. Estes valores encontrados são bastante semelhantes aos obtidos por Levi et al. (2004), que evidenciaram também a presença destas bandas, definindo a primeira banda como anidrobases e as outras duas, como formas ionizadas de chalcona. Mesmas características observadas para o pH 13 (figura 13b) destacando que neste valor de pH a banda na faixa de 465 nm não foi evidenciada.

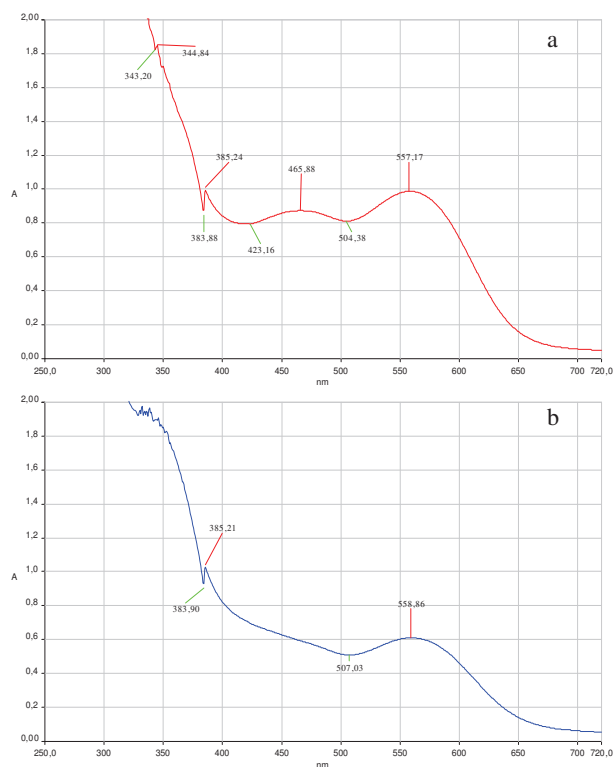


Figura 13. Espectros de varredura dos extratos obtidos de morangos. (a) extrato em pH 9,0; (b) extrato em pH 13,0. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

Como mencionado anteriormente, a mudança nos máximos de absorção se deve as reações de equilíbrio que ocorrem com o cátion *flavilium*, quando se eleva o pH do meio (BROUILLARD & DELAPORTE, 1977). Essas reações levam a uma configuração estrutural das antocianinas que conforme se aumenta o pH, ocorre uma diminuição do número de ligas duplas conjugadas, que são responsáveis pelo aumento nos máximos de absorção das substâncias, pela protonação do cátion *flavilium* (RAMOS et al., 2000). Com a diminuição das ligas duplas conjugadas, os máximos de absorção das antocianinas tendem a diminuir, o que caracterizaria a perda de coloração.

Considerando que os valores de pH alteram o espectro de UV dos extratos foram realizadas leituras com intuito de verificar a influência do valor de pH da solução extrativa no teor de antocianos totais. O comprimento de onda de 510 nm foi utilizado por melhor ilustrar os resultados obtidos pelos espectros de varredura no UV-vis (PAZMIÑO-DURAN et al., 2001; MORAIS et al., 2002; MANHITA et al., 2006; SILVA et al., 2007; ZHENG et al., 2007), já que a literatura preconiza as análises espectroscópicas de ultravioleta para antocianinas nesta faixa.

Com relação ao teor de antocianos totais, são evidenciadas as absorbâncias obtidas na tabela 1, bem como os valores de concentração, em mg equivalente de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos. A solução extrativa em pH 1,0 foi a mais eficiente para a extração de antocianinas em frutos de morangueiro, já que os valores de absorbância foram significativamente superiores aos demais. Neste

pH o teor de antocianos foi de $76,60 \pm 0,55$, enquanto em pH 6,0 foi de $5,81 \pm 0,05$.

Tabela 1. Teor médio de antocianinas obtidos dos extratos de frutos de morangos com diferentes pHs na faixa de 510 nm. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

pH	Antocianinas (mg eq. de cianidina 3-glicosídeo/ 100g de frutos)
1,0	$76,60 \pm 0,55$ a
3,0	$49,83 \pm 1,31$ b
4,5	$7,48 \pm 0,03$ d
6,0	$5,81 \pm 0,05$ e
7,0	$22,16 \pm 0,04$ c
9,0	$49,16 \pm 0,02$ b
13,0	$21,24 \pm 0,40$ c
CV (%)	0,56

* Valores médios em triplicatas \pm desvio padrão.

** Letras minúsculas na coluna diferem significativamente entre as soluções extrativas (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Na figura 14, através de modelos estatísticos de regressão obtidos para definir o comportamento para os resultados obtidos, foi evidenciado um comportamento polinomial para as variações de pH, (equação = $y = -0,3542x^3 + 8,2554x^2 - 55,829x + 132,02$; $R^2 = 81,34\%$). Com um aumento nos valores de pH da solução extrativa, ocorre a diminuição nos teores de antocianos até um ponto estimado de 5,20, em seguida ocorre novamente um crescimento nas concentrações (pHs 7,0 e 9,0) para posterior decréscimo (pH 13,0). Embora tenha ocorrido

um aumento na concentração de antocianinas em pH 9,0, isso não representa o conteúdo real nos frutos, pois o extrato apresentava coloração marrom, característica de uma reação de oxidação do meio.

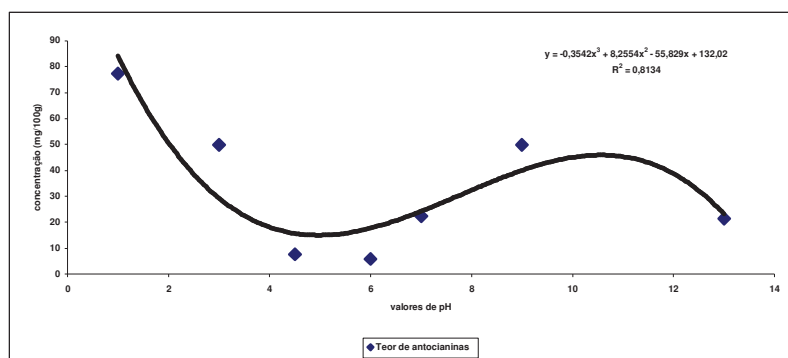


Figura 14. Teores de antocianinas obtidos de cada solução extrativa em espectrofotômetro de UV/vis. Os valores são expressos em mg/100g de frutos.

4 CONCLUSÕES

A extração em meio ácido, com pH 1,0, é a mais eficiente para a análise de antocianinas em frutos de morango cultivar Oso Grande, devido a formação do cátion *flavilium*, que acentua as características espectroscópicas das antocianinas, gerando uma melhor representação do conteúdo dos frutos frescos.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO FENÓLICA EM FRUTOS DE MORANGUEIRO DA CV. OSO GRANDE EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO E ÉPOCAS DE COLHEITA

*Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio
Henrique Reginatto³*

RESUMO - Distintos sistemas de produção no cultivo do morangueiro possibilitam vantagens para o produtor, pois assim pode eleger aquele que melhor atende as suas necessidades. Entretanto, além da produtividade, não se sabe até que ponto a composição química do fruto permanece inalterada de acordo com o sistema utilizado. Morangos são ricos em compostos fenólicos, principalmente da classe dos antocianos, compostos que conferem a cor vermelha intensa aos frutos e apresenta grande potencial antioxidante, característica esta amplamente utilizada na medicina para combater o envelhecimento precoce das células. Levando-se em consideração a relação entre o consumo de frutas, hortaliças e a saúde ficam evidentes a necessidade de avaliar a composição fenólica dos frutos de morangueiro cv. Oso Grande produzidos em quatro diferentes sistemas de cultivo (convencional, em ambiente protegido no solo, em

¹ Farmacêutico, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – calveteu@upf.br

³ Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – freginato@hotmail.com

sacolas horizontais e em colunas verticais), em distintas épocas de colheita (setembro, outubro e novembro). As variáveis analisadas foram os teores de fenólicos, flavonóides e antocianinas totais. Os dados foram analisados em parcelas subdivididas no tempo, onde a parcela principal constou dos sistemas de cultivo e a subparcela as épocas. Houve influência da época de colheita em relação ao sistema de produção. Maior teor de fenólicos totais foram obtidos nos frutos produzidos no sistema convencional, coletados em setembro e novembro, enquanto em outubro o sistema em ambiente protegido no solo apresentou os maiores teores. Já para flavonóides totais, o sistema convencional proporcionou com os maiores teores nas duas primeiras coletas, enquanto os sistemas sem solo propiciaram os maiores teores na coleta de novembro. Morangos produzidos no sistema convencional apresentaram maior teor de antocianinas totais nas duas primeiras coletas, porém na terceira coleta, os frutos do sistema em sacolas horizontais foram superiores. Em contrapartida, o sistema em colunas verticais apresentou os menores teores nas três coletas.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, antocianinas, cultivo sem solo, cultivo convencional.

**PHENOLIC COMPOSITION IN STRAWBERRIES FRUITS
CV. OSO GRANDE IN DIFFERENT SYSTEMS OF CULTIVE
AND TIME OF HARVEST**

Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio Henrique Reginatto³

ABSTRACT - Different production systems in the cultivation of strawberry enable benefits to the producer, because you can choose one that best suits their needs. However, beyond the productivity it is not known to what extent the chemical composition of the fruit remains unchanged under the system used. Strawberries are rich in phenolic compounds, especially the class of anthocyanins, the compounds that give color to the intense red fruit and shows great potential antioxidant, this feature widely used in medicine to combat the aging of cells. Taking into consideration the relationship between the consumption of fruit and vegetables and health, is clearly a need to assess the phenolic composition of the fruits of strawberry cv. Oso Grande produced in different production systems (conventional, greenhouse in the soil, on horizontal bags and the vertical columns), in different times of harvest. The parameters evaluated were the levels of total phenols, flavonoids total and total anthocyanins. The treatments consisted of four production systems and three periods of harvesting fruit (September, October and November). The data were analyzed in split plot in time, where the main plot and subplot systems consisted of the seasons. The results were submitted to the analysis of variance and differences were assessed by Tukey test of 5%. There was

influence of the time of collection from the system of production. The data obtained showed higher total phenolic content of the fruit produced in the conventional collected in September and November, while in October the system in greenhouse in the soil showed higher levels. For total flavonoids, the conventional system has remained with the highest levels in the first two harvests, while systems without soil obtained the highest levels in November harvest. The conventional system has remained higher for total anthocyanins in the first two harvests in the third harvest, the fruits of the system with horizontal bags were higher. However, the system with vertical columns showed the lowest levels in the three harvests.

Key words: *Fragaria x ananassa*, anthocyanins, soilless cultivate, conventional cultivate.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro tem maior destaque nos Estados Unidos e Espanha (FAOSTAT, 2007). No Brasil o cultivo vem crescendo nos últimos anos, principalmente com a produção em larga escala, surgindo grandes áreas que empregam alta tecnologia para obtenção de maior produtividade e qualidade dos frutos. Entretanto, na região Sul, embora com o incremento em produção e produtividade, o cultivo destaca-se pela produção em pequenas propriedades, caracterizada como cultivo familiar (PAGOT & HOFFMANN, 2003). Este crescimento é evidenciado pelo desenvolvimento de cultivares mais produtivas, com frutos de melhor qualidade e o emprego de diferentes sistemas de cultivo. O mais empregado pelos produtores é o cultivo convencional no solo e em ambiente protegido no solo, mas pesquisas contemporâneas apontam para a utilização de técnicas de cultivo sem solo, utilizando sacolas preenchidas com substrato como forma de suporte das raízes e nutrição da planta (FERNANDES JÚNIOR et al., 2002).

O cultivo convencional é realizado no campo a céu aberto, sem qualquer tipo de proteção ou cobertura, podendo ser utilizado *mulching* para cobertura do solo (CORTEZ et al., 1995). É um sistema com custo mais baixo em relação aos demais sistemas e de fácil manejo, porém tem como principal inconveniente a larga exposição da planta e dos frutos as condições do ambiente. Com isso, os índices de perdas são maiores que em outros sistemas de cultivo protegidos. Já os sistemas de cultivo que utilizam proteção com plásticos possibilitam melhores das condições ambientais, criando um microclima favorável

em relação ao ambiente externo (MARTIN, 1989; MARTINS, 1996; ANDRIOLO, 2000). As estruturas de túnel são as mais utilizadas. Entretanto, as tipo “estufa” mesmo em crescimento no Brasil, são um sistema mais caro, devido a instalação, possuindo ainda como inconveniente a dificuldade de translocação das estruturas protetoras, já que ao longo dos anos deve ser realizado rotação de áreas, devido a possibilidades de infestação por pragas e doenças, quando plantado no solo (GOTO & DUARTE, 1999). Mas para amenizar esse inconveniente foram desenvolvidos sistemas de cultivo realizados em substrato, ou sem solo, cujo meio podem, anualmente, ser substituído por outros (CAÑADAS, 1999).

Os sistemas sem solo são empregados devido ao melhor controle de pragas e doenças na planta e no fruto, diminuindo a contaminação por agrotóxicos e proporcionando maior produtividade e qualidade em morangos (COSTA & FILHO, 1999). Tratam-se de sistemas mais caros que os descritos anteriormente, devido a utilização de maior tecnologia. São empregados substratos específicos, com características físicas e químicas ideais para cada condição de desenvolvimento das plantas, e de sistemas de fertirrigação para a nutrição e hidratação das plantas. Estas técnicas também se caracterizam por serem trabalhosas (FURLANI, 2001). Os sistemas sem solo basicamente são conduzidos, com o substrato na horizontal ou na vertical. Em ambos os casos o substrato é acondicionado em sacolas de polietileno ou tubos de PVC (DELFIN et al., 1999; FERNANDES JÚNIOR et al., 2002).

No Brasil, utiliza-se mais as sacolas de polietileno de baixa densidade (PEBD). No sistema com sacolas distribuídas na horizontal,

essas permanecem dispostas em bancadas geralmente a 1 metro de altura, enquanto o sistema com substrato na vertical é suportado por uma estrutura elevada a 1,80 – 2,00 m de altura. Essas características possibilitam diferentes graus de incidência de radiação nas plantas cultivadas em relação ao sistema no solo. Além disso, dentro do próprio sistema vertical, existem diferenças significativas na incidência de radiação, já que as plantas localizadas no terço superior da sacola tendem a um grau mais elevado de radiação do que as localizadas no terço inferior (COSTA & FILHO, 1999; FERNANDES JUNIOR et al., 2002). Outra demanda pela produção, bem como pelo consumo de morango, é o conteúdo de antocianinas.

As antocianinas são flavonóides pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos. É um importante corante responsável em grande parte pelas colorações laranja, rosa, escarlate, vermelho, violeta e azul das pétalas de flores e de frutos dos vegetais superiores (WROLSTAD, 2000; AABY et al., 2005) e são responsáveis pela atração de insetos e de pássaros, com o objetivo de polinizar e dispersar as sementes (CALVETE et al., 2005).

Em relação a estrutura química, são formadas por 3 anéis que possuem ligas duplas conjugadas, além da inserção de hidroxilas ao longo da estrutura, conhecida como aglicona (Figura 7). Nas plantas sempre são encontradas ligadas a um açúcar ou glicosídeo (NYMAN & KUMPULAINEN, 2001).

Os pigmentos antocianicos são responsáveis pela cor vermelha das frutas (MATTIVI et al., 2006; PAWLOWSKA et al., 2006). Nos frutos de morangueiro, em particular, as antocianinas são a principal classe de metabólitos secundários juntamente com outros

fenólicos, como a catequina, ácido elágico e a quercetina (ATKINSON et al., 2006). São vários os estudos com morangos envolvendo antocianinas, que utilizam metodologias espectroscópicas para a determinação do conteúdo (MEYERS et al., 2003; AABY et al., 2005; MALACRIDA & MOTTA, 2005; RABABAH et al., 2005) e representam a maior parte do conteúdo de flavonóides presentes em morangos e outras frutas vermelhas (RABABAH et al., 2005).

Em relação ao interesse farmacológico dos antocianos, deve-se destacar as suas atividades antiinflamatórias e antiedematogênicas (BAGCHI et al., 2004), além da pronunciada atividade antioxidante e antitumoral (WANG et al., 2002; DÁVALOS et al., 2003; WANG & LIN, 2003; PROESTOS et al., 2005; SHIH et al., 2005; AABY et al., 2007b; WU et al., 2007).

É desconhecido se a produção de antocianinas está ligada somente a teores de açúcares existentes na planta. Teores elevados de açúcares, geralmente se devem a deficiência de fósforo ou a quantidade de radiação solar que incide sobre a planta, além da disponibilidade hídrica (ATKINSON et al., 2006).

Devido a isso, o trabalho tem por objetivo determinar o conteúdo de fenólicos, antocianinas e flavonóides totais em morangos cultivados em diferentes sistemas de produção empregados no sul do Brasil, além de verificar as mesmas variáveis para três épocas de colheita.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Local e condições de cultivo

Frutos frescos de morangueiro da cv. Oso Grande foram coletados no período de setembro à novembro de 2006, no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

O cultivo convencional foi conduzido em parcelas de 1,0 x 22,0 m no espaçamento de 0,30 x 0,30 m, tendo apenas o solo com cobertura de plástico (PEBD) de 50 micras (*mulching*).

O cultivo em ambiente protegido no solo e em sacolas horizontais foi instalado em uma estrutura metálica de 510 m², cobertura com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras e com aditivo anti UV. As sacolas foram preenchidas com 70 % do substrato comercial Mecplant Horta 2® (fabricante Wolf Klabin MEC PREC®, de composição não especificada) e 30 % de fibra de coco® (fabricante Amafibra®).

O sistema em colunas verticais foi conduzido em uma estrutura de aço galvanizado instalada no sentido nordeste-sudeste, de 150 m², com teto semicircular coberta com o mesmo plástico descrito acima. As colunas foram preenchidas com substrato comercial Mecplant Horta 2®. A parte inferior da coluna apresentava drenagem (camada de 10 cm de brita).

A irrigação no solo foi por gotejamento, com mangueiras fixas e gotejadores a cada 0,3 m. Já em sacolas horizontais e colunas verticais o conjunto de irrigação constou de um sistema de

gotejamento por estacas. Os tratamentos fitossanitários foram realizados quando necessário, para o controle de oídio e ácaro rajado.

As coletas foram realizadas em 3 épocas, sendo a primeira no mês de setembro, a segunda no mês de outubro e a terceira no mês de novembro. Após a coleta, os frutos foram armazenados em sacos plásticos e congelados até a realização das análises.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos constaram de 4 diferentes sistemas de cultivo: convencional, em ambiente protegido (no solo), em sacolas horizontais e em colunas verticais.

No solo as plantas foram dispostas em delineamento completamente casualizado, com 6 repetições, no espaçamento 0,30 x 0,30 m. Cada parcela constituiu-se de 20 plantas, sendo avaliadas 6 plantas. Em sacolas horizontais o delineamento seguiu-se da mesma forma que no solo.

No sistema em colunas verticais cada parcela foi constituída por duas colunas com 28 plantas, distribuídas em quatro linhas radiais equidistantes, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m.

Preparação dos extratos

As extrações foram realizadas conforme metodologia descrita por Revilla et al. (1998) sofrendo pequenas modificações. Utilizaram-se soluções hidroetanólicas ácidas (80°GL) com valor de pH próximo a 1,0. Brevemente, frutos congelados (50 g) foram extraídos duas vezes por sonificação à temperatura ambiente durante 30 minutos, com 80 mL da solução extrativa cada vez perfazendo um

total de 160 mL de solução extrativa e 60 minutos de tempo de extração. Após a extração, as amostras foram filtradas e armazenadas em freezer para posterior análise.

Fenólicos totais

Os ensaios para fenólicos totais seguiram a metodologia colorimétrica de Folin-Ciocalteu descrita por Singleton et al. (1999). Uma alíquota de 125 μ L da amostra foi misturada com 500 μ L de água destilada e em seguida foi adicionado 125 μ L do reagente de Folin-Ciocalteu. Após 6 minutos, 1,25 mL da solução aquosa de carbonato de sódio 7% foram adicionados e completou-se o volume de 3 mL da reação com água destilada. As soluções foram deixadas reagindo por 90 minutos para posterior leitura em comprimento de onda de 760 nm em espectrofotômetro Perkin Elmer modelo Lambda 20 (Perkin Elmer, Norwalk, CT). Como branco, ao invés das amostras foi utilizado água destilada. Os resultados foram comparados com concentrações conhecidas de padrão de ácido gálico preparadas pelo mesmo método. Todos os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/ 100 g de frutos frescos. Os dados foram reportados como uma média \pm desvio padrão de três repetições.

Flavonóides totais

Flavonóides totais foram determinados pelo método colorimétrico modificado descrito previamente por Meyers et al. (2003). Uma alíquota de 250 μ L da amostra foi adicionada à 1,25 mL de água destilada e subseqüentemente de 75 μ L da solução de nitrito

de sódio 5%. Após 6 minutos, 150 µL da solução de cloreto de alumínio 10% foi adicionada e aguardou 5 minutos para a adição de 500 µL de hidróxido de sódio 1 M e completar o volume de 2,5 mL com água destilada. As amostras foram lidas imediatamente em 510 nm em espectrofotômetro marca Perkin Elmer modelo Lambda 20 (Perkin Elmer, Norwalk, CT). Todos os valores foram expressos em mg equivalentes de catequina por 100 g de frutos frescos. Os dados foram reportados como médias \pm desvio padrão de três repetições.

Antocianinas monoméricas totais

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado utilizando a metodologia do pH diferencial descrito por Lee et al. (2005). Brevemente, foi utilizado um espectrofotômetro para as leituras em dois comprimentos de onda (510 nm e 700 nm). 500 µL das amostras foram misturas com 2,5 mL de solução tampão em pH 1 e pH 4,5. As leituras das absorvâncias foram convertidas para miligramas de cianidina 3-glicosídeo por 100 g de frutos frescos usando $A = [(A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}]$ e o coeficiente de extinção molar de 26900. Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão de três repetições.

Análise estatística

O experimento foi analisado em parcela subdividida no tempo onde a parcela principal constou dos sistemas de cultivo e as subparcelas as épocas de coleta. Os resultados foram submetidos a

análise por variância e as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de fenólicos totais em frutos de morangueiro cv. Oso Grande foram afetados pelo sistema de cultivo e a época de colheita (Tabela 2). O teor de fenólicos foi superior quando cultivados em sistema convencional, com exceção daqueles colhidos em outubro. Em setembro e novembro, os frutos obtidos no sistema convencional apresentaram os maiores teores (148,24 e 159,08 mg equivalente de ácido gálico/100g de frutos, respectivamente). Em outubro, já os frutos cultivados em ambiente protegido no solo foram os que obtiveram o maior teor entre os tratamentos estudados (153,71 mg equivalentes de ácido gálico/100g de frutos), provavelmente tenha isto ocorrido por influências ambientais. Os metabólitos secundários são produzidos pelas plantas em resposta a estresses sofridos, estes podem ser devido a existência de predadores ou a fatores edafoclimáticos. No caso dos compostos fenólicos a maior incidência de radiação ultravioleta (280 – 320 nm) (DEY & HARBORNE, 1997; SHARMA et al., 1998; REAY & LANCASTER, 2001).

Desta forma, observa-se a importância da escolha do sistema de cultivo na qualidade química dos frutos, ressaltando-se que o sistema convencional apresenta valores superiores. Entretanto, se a opção for por cultivar morangueiro em ambiente protegido, orienta-se a produção fora do solo em sistema de sacolas horizontais.

De acordo com Atkinson et al. (2006) também as práticas agronômicas interferem no crescimento e na composição química das plantas, podendo utiliza-las para manipular o crescimento, rendimentos e otimizar a produção de compostos bioativos nos frutos de morangueiro. Estabelecendo comparação com outros autores, observa-se que os teores de fenólicos totais encontrados em sistema convencional por Meyers et al. (2003) foram superiores aos obtidos em nosso estudo, já que os valores daqueles foram de aproximadamente 230 mg equivalentes de ácido gálico/100g de frutos.

Os frutos de morangueiro da cv. Oso Grande cultivados fora do solo em sistemas de colunas verticais (Tabela 2 e Apêndice 3) foram os que apresentaram menor teor de fenólicos totais, com exceção da primeira coleta que não diferiu do sistema em sacolas horizontal. Estes resultados possivelmente devem-se ao gradiente de radiação observado ao longo da coluna vertical, conforme descrito por Fernandes Junior et al. (2002).

Os dados obtidos corroboram com Hernanz et al. (2007) os quais observaram a influência do sistema de cultivo (hidropônico aberto e fechado), na concentração de fenólicos totais em morangos. O sistema aberto proporcionou maior teor destes compostos nas cvs. Aromas, Camarosa e Diamante, chegando a diferenças de 28% na cv. Camarosa de uma sistema para outro. As diferenças na composição fenólica influenciada pelo sistema de condução da cultura também são observadas em videiras (DANI et al., 2007). Eles observaram diferenças de 60 % entre sucos obtidos de uvas variedade bordô cultivadas em sistemas orgânicos e convencionais, demonstrando maior teor no sistema orgânico.

Tabela 2: Teor de fenólicos totais, flavonóides totais e antocianinas totais obtidos dos frutos produzidos nos quatro sistemas de produção. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

Fenólicos totais			
Sistemas de cultivo/coleta	Setembro	Outubro	Novembro
Convencional	148,24 ± 1,62 Ba	134,99 ± 0,64 Cb	159,08 ± 1,50 Aa
Amb. Prot. (solo)	139,01 ± 1,33 Bb	153,71 ± 0,96 Aa	140,53 ± 1,43 Bc
Sacolas horizontais	124,71 ± 1,65 Cc	134,4 ± 0,97 Bb	155,80 ± 1,15 Ab
Colunas verticais	124,31 ± 1,15 Bc	119,48 ± 0,61 Cc	132,99 ± 1,13 Ad
CV 1 (%): 0,63	CV 2 (%): 0,96		
Flavonóides totais			
Sistemas de cultivo/coletas	Setembro	Outubro	Novembro
Convencional	35,95 ± 0,88 ABa	36,88 ± 0,85 Aa	33,65 ± 1,81 Ba
Amb. Prot. (solo)	27,79 ± 0,36 Bb	33,91 ± 1,07 Ab	29,23 ± 1,59 Bb
Sacolas horizontais	24,43 ± 0,82 Bc	33,23 ± 0,86 Ab	35,31 ± 1,34 Aa
Colunas verticais	25,49 ± 0,90 Cbc	29,28 ± 0,37 Bc	36,25 ± 1,56 Aa
CV 1 (%): 4,05	CV 2 (%): 3,52		
Antocianinas totais			
Sistemas de cultivo/coletas	Setembro	Outubro	Novembro
Convencional	31,65 ± 1,31 Ba	35,43 ± 1,22 Aa	31,47 ± 0,64 Bc
Amb. Prot. (solo)	22,29 ± 1,95 Bb	23,82 ± 0,51 Bb	42,18 ± 1,58 Ab
Sacolas horizontais	28,92 ± 0,88 Ba	23,87 ± 0,35 Cb	54,97 ± 1,60 Aa
Colunas verticais	19,00 ± 0,55 Bc	21,60 ± 1,73 Bb	28,37 ± 1,41 Ad
CV 1 (%): 1,75	CV 2 (%): 4,80		

* Valores médios em triplicata ± desvio padrão.

**Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativa entre si pelo teste de Tukey (P <0,05).

Com relação a época de coleta (Tabela 2), apenas os frutos obtidos no sistema de cultivo em ambiente protegido (no solo) não obteve o maior teor de fenólicos totais em novembro, todos os demais tratamentos obtiveram seus picos de concentração na terceira coleta. Os frutos oriundos dos sistemas de cultivo convencional e em colunas verticais obtiveram os menores teores na coleta de outubro, enquanto o sistema de cultivo em sacolas horizontais foi o único sistema que apresentou perfil crescente ao longo das coletas, indicando a sensibilidade do sistema para o aumento da radiação solar. 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. Os autores verificaram que o aumento na incidência (suplementação) de radiação alterou os teores dos compostos analisados, aumentando-os em até 40%. Este fato também é relatado por Roussos et al. (2007) onde verificaram que os fatores ambientais (umidade relativa, radiação total e fotoperíodo) influenciaram significativamente o conteúdo de fenólicos em explantes de oliveira cultivados in vitro. Já Conforti et al. (2006) verificaram diferenças significativas no conteúdo fenólico de folhas e sementes de *Laurus nobilis* (louro), em plantas nativas e cultivadas, atribuindo a diferença a fatores edafoclimáticos durante o desenvolvimento das plantas.

Os sistemas de cultivo influenciaram os teores de flavonóides nos frutos de morangueiro, em todas as épocas de coleta (Tabela 2). Os frutos obtidos a partir do sistema convencional apresentaram teor de flavonóides superior aos demais, embora na coleta de novembro estes valores não tenham sido diferentes dos

obtidos nos sistemas cultivados fora do solo. Esses valores tiveram uma variação de 47,2% entre sacolas horizontais em relação ao convencional, na coleta de setembro. Já na coleta de outubro, os teores variaram 26% entre colunas verticais e sistema convencional. Valores semelhantes foram encontrados na coleta de novembro, com diferenças de 24,04% entre os sistemas de maior e menor teor. O aumento desses compostos, encontrados em frutas e hortaliças é de grande interesse, devido a suas propriedades farmacológicas. Efeitos benéficos têm sido descritos para diabetes mellitus, alergias, câncer, infecções virais e inflamações (KUEHNAU, 1976; RICE-EVANS et al., 1995).

O conteúdo de flavonóides em morangos é amplamente estudado avaliando diferentes parâmetros, porém os frutos na grande maioria são cultivados no campo (convencional) (MEYERS et al., 2003). Anttonen et al. (2006) avaliaram o teor de dois flavonóides (quercetina e kampferol) em frutos de morangueiro cultivados em dois sistemas de cultivo, convencional e orgânico, ambos no solo e verificaram diferenças significativas. Obtiveram 1,37 mg/100g no cultivo convencional e 1,91 mg/100g no orgânico. Juntamente, Anttonen & Karjalainen (2005) e Howard et al. (2003) constataram que a variação no teor de flavonóides obtido em experimentos com mirtilo são importante indício da influência da genética e do local de cultivo, no teor dos compostos formados a partir do metabolismo secundário das plantas.

Avaliando cada sistema de produção ao longo das colheitas realizadas, podemos constatar que os sistemas de cultivo fora do solo apresentaram comportamento crescente ao longo das coletas,

evidenciando a acentuação na formação destes compostos conforme a proximidade do verão (temperaturas mais acentuadas). De um modo geral, o cultivo em sacolas horizontais parece ser mais sensível as mudanças no índice de radiação no período de setembro para novembro, pois em todos os teores analisados, apresentaram incremento ao longo desse período. Os flavonóides são compostos utilizados pela planta como proteção contra a radiação solar, principalmente os raios UV-B (YUAN et al., 2000; ZU et al., 2004; LEE et al., 2007). O período com maior índice de radiação é o verão, que no hemisfério sul, compreende os meses de dezembro à março, além disso, os problemas na camada de ozônio e os índices de radiação UV relatados nos últimos anos podem influenciar fortemente a produção e os teores de flavonóides na planta, principalmente nos órgãos mais expostos, como as folhas (BANDA, 1999; KIRCHHOFF et al., 2000; UBI et al., 2006). Os dados superiores, de flavonóides, em nosso trabalho em ambiente protegido podem ter sido resultante do aumento da PAR (radiação fotossinteticamente ativa), além da contribuição do plástico pela perda parcial do aditivo anti UV, por já estar mais que 18 meses de uso.

A influência da radiação solar na produção destes compostos também é comprovada por Pereira et al. (2006), os quais verificaram aumento de 36 % no teor de flavonóides totais expostos a radiação solar em videiras em relação á videiras cultivadas em sombreamento.

O sistema convencional foi novamente o que produziu maiores teores de antocianinas em frutos de morangueiro cv. Oso Grande (Tabela 2), embora não tenha diferença significativa daqueles frutos obtidos fora do solo na horizontal, quando colhidos em

setembro. As épocas que os frutos foram colhidos tiveram influencia nos sistemas. Em todas elas, o sistema de cultivo fora do solo em colunas verticais apresentou o menor teor entre os tratamentos. Os frutos cultivados no sistema de cultivo convencional obtiveram o maior teor no mês de outubro, enquanto as coletas realizadas nos meses de setembro e novembro, não diferiram significativamente. Já os outros cultivos apresentaram maiores teores nos frutos coletados no mês de novembro. Possivelmente, a radiação solar e a temperatura foram os fatores que influenciaram a biossíntese destes compostos nas plantas. Em estudo desenvolvido por Erkan et al. (2006), foi verificado diferenças significativas no teor de antocianinas totais em frutos de morangueiro, tratados com radiação ultravioleta. Isso também foi observado em maçãs, demonstrando a influência da radiação solar e da temperatura para estimular a síntese de antocianos na casca (superior à 100%). Em três cultivares de macieiras, os melhores resultados foram observados em plantas que permaneceram sob radiação e com temperaturas próximas à 17 °C (UBI et al., 2006). A síntese de antocianos em maçãs se deve, principalmente, a cinco genes. Estes genes são altamente influenciados pela radiação ultravioleta ou pela temperatura, já que as maiores expressões foram verificadas quando se cultivou as plantas sob temperaturas médias de 17 °C e na presença de radiação ultravioleta B (HONDA et al. 2002; HARTMANN et al., 2005; UBI et al., 2006). Além disso, a produção de açúcares, na forma de NADPH, possibilita uma maior produção de núcleos antocianidínicos (HRAZDINA, 1982).

Em geral os valores encontrados variaram de 19,0 em setembro cultivados fora do solo em colunas na vertical à 54,97 mg

equivalentes de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos obtidos em novembro cultivados fora do solo na horizontal. Observa-se que na primeira e na segunda coleta a variação apresentada entre os sistemas convencional e o vertical foi de 66 % (12,65 mg) e 64 % (13,83 mg), respectivamente. Na terceira coleta dos frutos, o cultivo fora do solo na horizontal foi superior na concentração de antocianinas com 94 % (26,60 mg), o dobro dos coletados nos frutos dos sistemas fora do solo em colunas verticais .

Diferenças nos teores de antocianinas devido aos sistemas de cultivo também foram evidenciados por Hernanz et al. (2007), em frutos de morangueiro *cv.* Camarosa cultivados em dois sistemas de cultivo fora do solo (aberto e fechado). Os autores constataram percentual de 62 % no teor de antocianinas totais no sistema aberto em relação ao fechado. Asami et al., (2003) também encontraram altos teores em frutos de morango, nos cultivos orgânico e sustentável, em relação ao cultivo convencional.

Vários estudos correlacionam o potencial antioxidante do morango com as antocianinas presentes nos frutos (HEO & LEE, 2005; KLOPOTEK et al., 2005; KEUTGEN & PAWELZIK, 2008). Além disso, podem ser fatores importantes, juntamente com outros flavonóides na resistência das plantas ao ataque de insetos (HARBORNE, 1988; KONG et al., 2003). Segundo Andersen & Jordheim (2006) a produção de antocianinas pode ser uma resposta a deficiência nutricional, mudanças de temperatura ou exposição à radiação ultravioleta.

4 CONCLUSÕES

O sistema de cultivo influencia a composição de metabólitos secundários em morangos cv. Oso Grande.

Os sistemas de cultivo convencional e em sacolas horizontais possibilitam maior teor quanto aos metabólitos avaliados.

A proximidade do verão intensifica a concentração dos compostos fenólicos.

CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO FENÓLICA EM DIFERENTES CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO

*Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio
Henrique Reginatto³*

RESUMO - Cultivares de morangueiro apresentam características distintas umas das outras, no que diz respeito a sua produção e composição química. Entre as substâncias químicas têm destaque os teores de antocianinas e fenólicos, compostos responsáveis pela coloração dos frutos. Estas em geral podem ser diferenciadas conforme as características genéticas da cultivar. O trabalho teve por objetivo determinar o conteúdo de compostos fenólicos em diferentes cultivares de morangueiro produzidas em ambiente protegido, em diferentes épocas de colheita dos frutos. O experimento foi realizado em ambiente protegido no solo, no Setor de Horticultura da FAMV/UPF. Nesse ambiente, os tratamentos (13 cultivares) foram dispostos em blocos ao acaso, com 12 plantas por parcela, sendo utilizadas apenas 6 plantas. Os ensaios para a avaliação dos teores dos compostos foram através das reações de Folin-Ciocalteu para fenólicos totais, colorimétrica para flavonóides totais e método do pH

¹ Farmacêutico, mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora da FAMV/PPGAgro/UPF – calveteu@upf.br

³ Co-orientador, Farmacêutico, Dr., professor CIF/CCS/UFSC – freginatto@hotmail.com

diferencial para antocianinas monoméricas totais. Para análise dos resultados utilizou-se parcelas sub divididas no tempo, onde a parcela principal constou das cultivares (13) e a sub parcela as épocas (3), quando houve diferenças significativa entre as médias foi analisada pelo teste de Tukey 5%. Os resultados obtidos indicaram que há influência da época de coleta dos frutos em relação ao teor dos compostos obtidos em cada cultivar. Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas entre as cultivares, sendo que para cultivares de dias curtos, Tudla apresenta o maior teor para fenólicos e flavonóides totais, já para antocianinas totais destacou-se a cultivar Chandler com os maiores teores. Para cultivares de dias neutros, Verão e Sielva obtêm os maiores teores para fenólicos, flavonóides e antocianinas totais. A cultivar Diamante mostrou-se constante no teor dos compostos avaliados ao longo das colheitas. O aumento da radiação solar incrementa os teores de compostos fenólicos em morangos.

Palavras-chave: *Fragaria* x *ananassa* Duch., antocianinas, flavonóides totais, épocas de coleta.

**PHENOLIC COMPOSITION IN DIFFERENT STRAWBERRY
CULTIVARS IN GREENHOUSE**

*Celso Luiz Bordignon Júnior¹, Eunice Oliveira Calvete², Flávio
Henrique Reginatto³*

ABSTRACT - Strawberry cultivars have different characteristics from each other, with regard to its production and chemical composition. Among the chemicals have highlighted the levels of anthocyanins and phenolics, compounds responsible for the colour of the fruits. These generally can be distinguished according to the genetic characteristics of the cultivar. The study aimed to determine the content of phenolic compounds in different cultivars of strawberry grown in greenhouse, in different periods of harvesting fruit. The experiment was performed in greenhouse in the soil, in the Division of Horticulture of FAMV / UPF. In this environment, the treatments (13 varieties) were arranged in blocks at random, with 12 plants per plot, being used only 6 plants. The tests for the assessment of the levels of the compounds were through the reactions of Folin-Ciocalteju to total phenolic, colorimetric method for flavonoids total and the differential pH to anthocyanins monomeric totals. For analysis of the results using sub-plots are divided in time, where the main plot consisted of cultivars (13) and the sub plot the times (3), when there were significant differences between the means test was analyzed by Tukey 5%. The results indicated that there is influence of the time of collecting the fruits with the contents of the compounds obtained in

each cultivar. The results showed significant differences among cultivars, and for cultivars of short days, Tudla presents the greatest content to phenolic flavonoids in total, already deployed to total anthocyanins to cultivate Chandler with the highest levels. For cultivars of days neutral, Verão and Sielva get the highest levels for phenol, total flavonoids and anthocyanins. The cultivar Diamante proved to be constant in the content of the compounds evaluated during the harvest. Increased solar radiation increases the levels of phenolic compounds in strawberries.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch, anthocyanins, total flavonoids, time of harvesting.

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um importante comodite no mundo, produzido e valorizado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (OLIVEIRA et al., 2005). Os países que mais se destacam na cultura do morangueiro são os Estados Unidos, Espanha, Japão, Itália, Coréia do Sul e Polônia (RESENDE et al., 1999). Os frutos de morango são muito apreciados pelo aspecto e coloração externa (vermelha) e, dependendo da cultivar pode apresentar variação na intensidade, principalmente quanto ao formato e tamanho do fruto (BRAZANTI, 1989; CASTRO et al., 2004). Além do aspecto externo, o aroma e o sabor dos frutos também são importantes atrativos, estimulando o seu consumo. Devido a essas características, o cultivo de morango tem se intensificado, sendo utilizado amplas áreas para a produção e novas tecnologias. Com isso, muitas vezes ocorre o surgimento de doenças, que afetam a produtividade e/ou a qualidade dos frutos, trazendo perdas para o produtor.

Com esses fatores o desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro tornou-se necessário na tentativa de aumentar os índices de produtividade e qualidade do fruto, principalmente quanto a resistência à moléstias e a pós-colheita (ASSIS, 2004; CASTRO, 2004).

A coloração dos frutos se deve basicamente a presença de antocianinas, compostos fenólicos pertencentes à classe dos

flavonóides e que se caracterizam por conferir cor a flores, frutos, folhas e até mesmo alguns caules (COUTO et al., 1998; RAMOS et al., 2000; WROLSTAD, 2000). São compostos comumente encontrados em frutas e vegetais, principalmente nas frutas vermelhas (MANHITA et al., 2006; MATTIVI et al., 2006; PAWLOWSKA et al., 2006). Os principais benefícios terapêuticos atribuídos às antocianinas incluem o forte efeito antioxidante, capturando substâncias reativas e prevenindo danos celulares, além da sua ação anti-angiogênica (ANTTONEN et al., 2006, BAGCHI et al., 2004). Outra propriedade relatada para as antocianinas é a anticarcinogênica, segundo Bagchi et al. (2004), as frutas vermelhas possuem significativa atividade na prevenção e tratamento de carcinomas.

Cultivares de morangueiro apresentam cargas genéticas diferentes que expressam características específicas para cada uma. Geralmente, a genética de uma planta influencia a composição de metabólitos secundários, sendo que diferentes cultivares podem apresentar conteúdo de metabólitos secundários distintos entre si, no caso de morangos, compostos fenólicos, em especial antocianinas (KOSAR et al., 2004; AABY et al., 2005; SCALZO et al., 2005; ATKINSON et al., 2006; DA SILVA et al., 2007).

Meyers et al. (2003) verificaram o teor de fenólicos totais, flavonóides totais e antocianinas totais em oito cultivares de morangueiro submetida aos mesmos tratos culturais e obtiveram diferenças significativas nos teores destes compostos entre todas as cultivares, sendo a cultivar Earliglow com maior teor de fenólicos totais, enquanto a cultivar Allstar com menor teor, o que evidencia a influência da genética na formação de metabólitos secundários. Os

dados corroboram com Anttonen et al. (2006) que avaliaram o conteúdo fenólico de seis cultivares de morangueiro (Bounty, Dania, Honeoye, Jonsok, Korona e Polka) evidenciando diferenças significativas entre as cultivares. Também Hernanz et al. (2007) verificaram diferenças significativas nos teores de fenólicos totais, flavonóides e antocianinas entre cinco cultivares de morangueiro cultivadas na Espanha (Aromas, Camarosa, Diamante, Medina e Ventana). As diferenças chegaram, em alguns compostos, a mais de 100%.

Observando essa variedade na composição química de frutos de morangueiro, o trabalho teve por objetivo determinar o conteúdo de fenólicos totais, antocianinas totais e também flavonóides totais em diferentes cultivares de morangueiro produzidas em ambiente protegido, em diferentes épocas de colheita.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Condições de cultivo e material vegetal

Frutos frescos de morangueiro de 13 cultivares foram cultivados no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo em Passo Fundo, Rio Grande do Sul (latitude de 28°15'41" S, longitude de 52°24'45" O e altitude de 709 m). Estes foram produzidos em ambiente protegido (no solo), caracterizando-se por uma estrutura metálica de 280 m², teto semicircular, coberta com plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras e com aditivo anti UV. O experimento foi implantado em 13 de maio de 2006.

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento de blocos ao acaso arranjados em parcelas (cultivares) com 4 repetições. As cultivares utilizadas foram: Aromas, Camarosa, Campinas, Chandler, Comander, Diamante, Dover, Oso Grande, Sequóia, Serrano, Sielva, Tudla, Verão. Cada parcela constou de 12 plantas, das quais 6 foram utilizadas no experimento, dispostos no espaçamento 0,3 m x 0,5 m. Após o estabelecimento da cultura foi colocado plástico preto, como cobertura do canteiro. A irrigação foi por gotejamento, com gotejadores a cada 0,3 m.

As coletas foram efetuadas em 3 épocas, sendo a primeira no mês de setembro, a segunda no mês de outubro e a terceira no mês de novembro. Após a coleta, os frutos foram armazenados em sacos plásticos e congelados até a realização das análises.

Os dados foram analisados considerando parcela subdividida no tempo, onde as cultivares foram a parcela principal e a época de coleta a subparcela. Desta forma, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Preparação dos extratos

As extrações foram realizadas conforme metodologia descrita no capítulo II, na seção “Materiais e Métodos”, item “Preparação dos extratos”. Juntamente são descritos os passos empregados para o armazenamento dos extratos após a extração até a realização dos ensaios analíticos.

Fenólicos totais

O ensaio para fenólicos totais seguiu a metodologia colorimétrica de Folin-Ciocalteu descrita por Singleton et al. (1999). Todos os passos utilizados para a realização da técnica encontram-se descritos no capítulo II, seção “Materiais e Métodos”, item “Fenólicos totais”.

Flavonóides totais

Flavonóides totais foram determinados pelo método colorimétrico modificado descrito previamente por Meyers et al. (2003). Os procedimentos utilizados na execução da técnica encontram-se previamente relatados no capítulo II, seção “Materiais e Métodos”, item “Flavonóides totais”.

Antocianinas monoméricas totais

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado utilizando a metodologia do pH diferencial descrito por Lee et al. (2005). A descrição das técnicas empregadas na determinação foram descritas previamente no capítulo II, seção “Materiais e Métodos”, item “Antocianinas totais”.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os morangos são uma boa fonte de compostos fenólicos, substâncias responsáveis pela proteção das plantas contra danos oxidativos ao DNA (GOULD & LISTER, 2006), que possuem pronunciada atividade antioxidante nos seres humanos (KONG et al.,

2003; BAGCHI et al., 2004). Estes compostos são amplamente influenciados por fatores edafoclimáticos e por fatores genéticos, podendo ocorrer grande variação nos teores destes metabólitos (SCALZO et al., 2005; ATKINSON et al., 2006; DA SILVA et al., 2007). No morango, a produção de compostos fenólicos é regulada por várias enzimas, sendo a fenilalanina amônia-liase o primeiro passo na biossíntese de fenilpropanóides (CHENG & BREEN, 1991).

Os resultados do presente experimento mostraram que os teores para fenólicos totais em frutos de morango apresentaram variação entre as cultivares em todas as coletas realizadas (Tabela 3). Na coleta de setembro a cv. Verão apresentou os maiores teores (233,85 mg) seguidas das cvs. Tudla (227,67 mg) e Sielva (229,76 mg), já a cv. Camarosa foi a que apresentou os menores teores (146,76 mg). Os frutos dessa colheita apresentaram variação superior à 56 % entre o maior e o menor teor. Já na colheita de outubro a variação encontrada entre os tratamentos foi de 69 %, apresentando a cv. Tudla (273,28 mg) o maior teor para fenólicos totais e a cv. Serrano (161,51 mg) o menor teor verificado. Na coleta de novembro, a variação entre as cultivares foi de 51 %. A cv. Tudla (293,82 mg) novamente obteve os maiores teores, seguidas de Comander (281,38 mg) e de Verão (254,37 mg) e Sielva (251,91 mg), enquanto a cv. Camarosa (193,78 mg) apresentou os mais baixos valores.

Observa-se que as cultivares neutras (Verão, Sielva e Aromas), as quais caracterizam-se por serem indiferentes ao fotoperíodo, apresentaram destaque com relação ao teor de fenólicos totais em todas as épocas coletadas.

Tabela 3: Fenólicos totais em treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegidos. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006

Cultivares	setembro	Outubro	novembro
mg equivalente de ácido gálico/100g de fruto			
Aromas	223,36 ± 1,17 Ac	169,28 ± 0,92 Cj	195,20 ± 0,94 Bj
Camarosa	149,76 ± 1,29 Ck	169,52 ± 0,94 Bj	193,78 ± 1,17 Aj
Campinas	161,53 ± 0,69 Cj	187,64 ± 1,56 Bf	218,72 ± 0,58 Ag
Chandler	218,70 ± 1,47 Bd	203,71 ± 1,24 Ce	240,84 ± 1,30 Ae
Comander	206,40 ± 1,08 Be	201,54 ± 0,46 Ce	281,38 ± 0,41 Ab
Diamante	170,31 ± 0,61 Ci	172,24 ± 1,08 Bi	239,50 ± 0,85 Ae
Dover	192,81 ± 1,20 Bg	176,71 ± 1,82 Ch	211,94 ± 1,34 Ah
O. Grande	203,17 ± 0,60 Cf	228,04 ± 1,07 Bc	247,04 ± 1,26 Ad
Sequóia	194,60 ± 0,77 Cg	209,66 ± 1,40 Bd	230,40 ± 0,96 Af
Serrano	189,91 ± 1,90 Bh	161,51 ± 1,21 Ck	202,56 ± 0,78 Ai
Sielva	229,76 ± 1,88 Bb	180,73 ± 0,80 Cg	254,37 ± 0,94 Ac
Tudla	227,67 ± 1,12 Cb	273,28 ± 1,54 Ba	293,82 ± 0,57 Aa
Verão	233,85 ± 0,68 Ba	253,06 ± 1,05 Ab	251,91 ± 1,30 Ac
CV 1 (%)	0,60	CV 2 (%)	0,49

* Valores médios em triplicata ± desvio padrão.

**Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha mostram diferenças significativas entre cultivares e épocas, respectivamente. (teste de Tukey, p<0,05).

Esses dados concordam com Scalzo et al. (2005), onde também verificaram diferenças para fenólicos totais entre seis cultivares de morangueiro (Don, Idea, Camarosa, Onda, Patty e Sveva). Nesse experimento a cv. Camarosa apresentou teores ao redor de 200 mg, comportamento esse bastante semelhante ao do nosso estudo (Tabela 3). As diferenças entre o maior e o menor teor de

fenólicos totais entre as cultivares foi de 100 % (SCALZO et al., 2005). Kosar et al. (2004) e Wang et al. (2002), demonstraram que o perfil genético é um dos principais influenciadores na produção de metabólitos secundários, esses últimos autores acrescentaram que as práticas culturais também são responsáveis pela variação no conteúdo fenólico dos morangos. Fato também comprovado pelo estudo desenvolvido por Meyers et al. (2003), utilizando oito cultivares de morangueiro (Annapolis, Allstar, Earliglow, Evangeline, Mesabi, Sable, Sparkle e Jewel) produzidas no estado de Nova Iorque, apresentando diferenças entre elas na composição fenólica e com variação de 35 %.

Esse comportamento também é observado em outras culturas. Kiralp & Toppare (2006) trabalhando com duas cultivares de uvas viníferas (Cabernet Sauvignon e Kuntra) produzidas na Turquia, obtiveram diferenças de 130 %. Sabe-se que tanto uvas quanto vinhos são ricos em substâncias fenólicas, destacando o resveratrol, responsável pela ação antioxidante (MATTIVI et al., 2006).

Observa-se com relação a época que todas as cultivares obtiveram maiores teores de fenólicos totais na coleta de novembro, com exceção da cultivar Aromas apresentando superioridade na colheita de setembro. Em novembro há um aumento da radiação ultravioleta, pela aproximação do solstício de verão. Desta forma, este seria um dos fatores que teria incrementado a produção de compostos fenólicos nas plantas, ao logo das coletas. A radiação ultravioleta, principalmente UV-B, afeta significativamente as células vegetais, já que ela pode levar ao dano oxidativo do DNA celular, causando defeitos e inviabilizando-as (MEYERS et al., 2003; ATKINSON et

al., 2006; GOULD & LISTER, 2006). Com isso, quanto maior as radiações, principalmente a ultravioleta, incididas sobre a planta, maiores serão os teores de compostos fenólicos. Tsai et al. (2008) e Witzell et al. (2003), também verificaram diferenças significativas no teor de compostos fenólicos. Os primeiros trabalharam com capim-elefante e os segundos com mirtilo. Porém, todos observaram que ocorrem variações conforme a estação do ano, demonstrando que a estação de verão é onde se obtêm os maiores teores.

Com relação aos flavonóides totais observa-se que há interferência da época de coleta dos frutos em relação ao teor encontrado em cada cultivar (Tabela 4).

Os resultados do presente trabalho mostraram que quando colhe-se os frutos das cvs. Tudla, Verão, Sielva e Chandler em setembro, o consumidor pode se beneficiar pelo incremento de flavonóides. Já em outubro, esse benefício é obtido consumindo as cultivares Tudla, seguida de Verão, Sielva e Oso Grande. Em novembro, novamente Tudla e Sielva, depois a Diamante. Atualmente é crescente o interesse desse composto pelo benefício à saúde humana, resultante da atividade farmacológica atribuída (YOON et al., 2006; WU et al., 2007). Essa classe de substâncias químicas é amplamente encontrada em frutos de morangueiro, destacando a quercetina e o kamferol (WANG et al., 2002), que possuem considerável atividade biológica (HÄKKINEN et al., 1999; CHEN et al., 2007).

Tabela 4: Flavonóides totais nos frutos de treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006

Cultivares	setembro	Outubro	novembro
mg equivalentes de catequina/100g de frutos			
Aromas	53,96 ± 1,23 Ac	52,26 ± 1,20 Aef	52,80 ± 0,79 Af
Camarosa	38,24 ± 0,94 Cg	53,12 ± 1,88 Be	57,33 ± 0,65 Ae
Campinas	41,44 ± 0,79 Cf	59,78 ± 0,62 Bd	62,19 ± 1,58 Ad
Chandler	61,56 ± 0,87 Bb	59,96 ± 0,75 Bd	74,08 ± 0,88 Ac
Comander	46,42 ± 0,78 Ce	52,24 ± 0,90 Bef	74,45 ± 1,43 Ac
Diamante	45,02 ± 0,59 Ce	50,65 ± 1,18 Bfg	80,64 ± 0,89 Ab
Dover	38,71 ± 0,99 Bg	39,36 ± 0,62 Bh	41,88 ± 1,14 Ag
Oso Grande	44,91 ± 0,74 Be	61,70 ± 0,51 Acd	61,82 ± 1,47 Ad
Sequóia	49,35 ± 0,40 Bd	48,40 ± 1,31 Bg	54,72 ± 1,50 Af
Serrano	52,00 ± 1,13 Bc	48,54 ± 0,88 Cg	62,12 ± 0,86 Ad
Sielva	61,60 ± 0,74 Bb	62,53 ± 0,80 Bc	85,00 ± 1,44 Aa
Tudla	65,32 ± 0,96 Ba	85,68 ± 0,72 Aa	85,92 ± 1,75 Aa
Verão	63,38 ± 1,07 Bab	74,22 ± 0,65 Ab	74,56 ± 1,25 Ac
CV 1 (%)	1,77	CV 2 (%)	1,74

* Valores médios em triplicata ± desvio padrão.

**Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha mostram diferenças significativas entre cultivares e épocas, respectivamente. (teste de Tukey, $p < 0,05$).

O teor de flavonóides é regulado por genes específicos que influenciam a produção do metabólito (JEONG et al., 2006). O conteúdo de flavonóides é mais afetado pela cultivar do que pelo sistema de cultivo empregado, mostrando dominância da genética em relação à localização e a estação do ano (HOWARD et al., 2003; ANTTONEN & KARJALAINEN, 2005; ANTTONEN et al., 2006).

Esses dados são confirmados também por Meyers et al. (2003) e Wang et al. (2002), ambos avaliaram o conteúdo de flavonóides em diferentes cultivares de morangueiro e constataram diferenças significativas relacionando também com a atividade antioxidante dos frutos de morangueiro. Hernanz et al. (2007) encontraram valores inferiores ao presente estudo (Tabela 4) para os frutos das cultivares Camarosa e Diamante (23,72 mg e 10,17 mg, respectivamente) cultivados na Espanha.

Em relação a ocorrência de flavonóides em morangos, a literatura cita que seus níveis podem variar, consideravelmente, dentro da mesma cultivar, dependendo da localização geográfica do cultivo (HÄKKINEN & TÖRRÖNEN, 2000). Esses autores obtiveram resultados diferentes para a *cv.* Senga, quando esta foi produzida na Finlândia variou de 39,6 à 48 mg e na Polônia obtiveram cerca de 35 mg. Além disso, a produção de flavonóides é regulada por fatores edafoclimáticos, como a temperatura e radiação solar (OLSSON et al., 1998; YUAN et al., 2000; GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO et al., 2007). Esse comportamento foi verificado em nosso trabalho, pois todas as cultivares aumentaram o teor de flavonóides ao longo das coletas. Apenas a *cv.* Serrano apresentou perfil diferente das demais, já que os frutos da segunda coleta obtiveram os menores teores. Constatou-se que a *cv.* Tudla apresenta superioridade em relação aos teores de flavonóides, em todas as épocas de colheita dos frutos. Já Verão obtêm os mesmos teores em novembro. Da mesma forma que os fenólicos, os compostos flavonóides aumentam os teores em reação à radiação ultravioleta (MERZLYAK et al., 2005; ATKINSON et al., 2006; GOULD & LISTER, 2006).

As antocianinas são os constituintes mais estudados no morango. A coloração do fruto é devido a presença destes compostos, que apresentam benefícios na promoção da saúde pelas atividades biológicas (ANDERSEN & JORDHEIM, 2006). A produção destes metabólitos é um importante indicativo para as avaliações de maturidade de morangos (GIL et al., 1997; CORDENUNSI et al., 2005). A produção de antocianinas e fenólicos nas plantas são dependentes de enzimas regulatórias, que funcionam como “passos chave” para sua biossíntese. As enzimas são sintetizadas a partir de estímulos genéticos ou ainda por fatores relacionados ao ambiente onde vivem (CHENG & BREEN, 1991). Sendo assim, a composição genética das plantas é um dos principais responsáveis pelos diferentes níveis encontrados.

Os resultados obtidos no ensaio para determinação de antocianinas monoméricas totais encontram-se expressos na tabela 5. Através da análise estatística, pode-se verificar que as combinações que resultaram, em frutos com maiores teores de antocianos, foram os colhidos da cv. Verão na terceira coleta (82,62 mg) e da cv. Sielva na segunda coleta (81,86 mg), enquanto os frutos da cv. Oso Grande coletados na primeira obtiveram os menores teores (19,37 mg).

Analisando os resultados obtidos verifica-se que os frutos da cv. Verão obteve os maiores teores de antocianina em setembro (70,25 mg) e novembro (82,62 mg). Embora em setembro, não diferiu de Chandler (68,66 mg). Na segunda coleta, os maiores teores foram constatados nos frutos da cv. Sielva (81,86 mg), seguidos de Verão (74,99 mg) e Chandler (75,88 mg). Os menores teores foram

observados na cv. Diamante em setembro (24,95 mg) e novembro (25,62 mg).

Tabela 5: Teor de antocianinas totais em frutos de treze cultivares de morangueiro produzidos em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006

Cultivares	Setembro	Outubro	Novembro
	mg eq. de cianidina 3-glicosídeo/100g de frutos		
Aromas	49,40 ± 1,16 Ce	46,06 ± 1,44 Bg	42,74 ± 0,31 Ah
Camarosa	53,25 ± 0,88 Cd	62,84 ± 1,89 Ac	58,76 ± 1,26 Be
Campinas	32,40 ± 0,63 Bh	49,33 ± 1,72 Aef	50,13 ± 1,08 Ag
Chandler	68,66 ± 1,44 Cab	75,88 ± 1,27 Bb	79,25 ± 1,34 Ab
Comander	53,46 ± 1,25 Cd	62,12 ± 0,61 Bc	74,08 ± 0,98 Ac
Diamante	25,80 ± 1,26 Ai	24,95 ± 1,32 Ah	25,62 ± 1,49 Aj
Dover	59,17 ± 0,33 Bc	50,77 ± 0,95 Ce	65,61 ± 0,44 Ad
Oso Grande	19,37 ± 0,54 Cj	45,36 ± 0,88 Ag	38,17 ± 1,19 Bi
Sequóia	39,27 ± 1,12 Cg	51,95 ± 1,30 Be	55,22 ± 1,48 Af
Serrano	55,79 ± 1,47 Cd	58,13 ± 1,27 Bd	77,23 ± 0,96 Ab
Sielva	66,66 ± 1,21 Cb	81,86 ± 0,82 Aa	73,49 ± 0,98 Bc
Tudla	43,74 ± 0,73 Cf	47,32 ± 1,28 Bfg	52,81 ± 1,33 Afg
Verão	70,25 ± 1,18 Ca	74,99 ± 0,85 Bb	82,62 ± 1,16 Aa
CV 1 (%)	2,20	CV 2 (%)	2,05

* Valores médios em triplicata ± desvio padrão.

**Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha mostram diferenças significativas entre cultivares e épocas, respectivamente. (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Kosar et al. (2004) obtiveram teores de 12,44 mg à 17,19 mg/100g de frutos congelados nas cvs. Camarosa e Chandler, respectivamente. Porém como foi observado (Tabela 5) os teores

encontrados em nosso experimento foram superiores para as mesmas cultivares. Mesmo comportamento foi identificado no trabalho de Ayala-Zavala et al. (2004) com a cultivar Chandler, encontrando teores inferiores (30,20 mg) aos nossos (68,66 – 79,25 mg). Isso pode estar ligado ao posicionamento geográfico, conforme descrito acima (HÄKKINEN & TÖRRÖNEN, 2000) Já em trabalho desenvolvido por Pinto et al. (2008) os teores encontrados para as cultivares Dover (44,2 mg) e Oso Grande (19,10 mg) foram próximos aos de nosso estudo (Tabela 5). Enquanto Cordenunsi et al. (2002) verificaram diferenças entre cinco cultivares de morangueiro (Campinas, Dover, Mazi, Oso Grande, Toyonoka) para antocianinas, incluindo teores inferiores ao de nosso estudo para a cultivar Campinas (13 mg/100g).

Hernanz et al. (2007) também verificaram diferenças nos teores de antocianinas em cinco cultivares de morango, sendo que três dessas cultivares (Aromas, Camarosa e Diamante) também foram utilizadas em nosso estudo. Entretanto, em seu estudo a cv. Camarosa foi superior com 19,90 mg e os menores teores foram obtidos na cv. Diamante com 8,38 mg. Os teores encontrados em nosso trabalho foram superiores aos mencionados na literatura, podendo ser devido a posição geográfica ou ao sistema empregado, de acordo com o citado por Howard et al., 2003; Anttonen & Karjalainen, 2005; Anttonen et al., 2006. Os resultados também corroboram com Meyers et al. (2003) quando estudaram oito cultivares de morangueiro (Evangeline, Mesabi, Sparkle, Annapolis, Jewel, Sable, Earliglow e Allstar). Diferenças entre as cultivares foram obtidas, chegando à mais de 100%, entre a de maior teor de antocianinas (cv. Evangeline) com 48 mg e a de menor teor (cv. Allstar) com 22 mg. A variação observada

em nosso estudo foi superior em relação as encontradas por esses autores.

Nas três características efetuadas com ênfase em qualidade do fruto, observa-se, em geral, destaque para as cultivares neutras. Com relação a produtividade, em trabalho paralelo, obteve-se para as cultivares Verão, Sielva, Aromas e Diamante 422,8 g.pl⁻¹, 379,8 g.pl⁻¹, 343,8 g.pl⁻¹ e 262,8 g.pl⁻¹, respectivamente. Já com a cultivar Tudla rendimento foi de 350,52 g.pl⁻¹.

Além dos fatores genéticos, o acúmulo destas substâncias está diretamente ligada a deficiências nutricionais, danos ou defesa contra herbívoros ou fungos patogênicos, além de mudanças de temperatura ou exposição à radiação ultravioleta (ANDERSEN & JORDHEIM, 2006). Principalmente as duas últimas características estão associadas às mudanças de estação durante o ano.

Quanto ao comportamento individual de cada cultivar ao longo das coletas, somente os teores dos frutos da cv. Diamante não diferiram significativamente ao longo das coletas realizadas, obtendo média de 25,46 mg, isso evidencia não haver influência dos fatores edafoclimáticos nesta cultivar ou apresentar menor sensibilidade a esses fatores. Com exceção dos frutos das cultivares Camarosa, Oso Grande e Sielva, todas as outras obtiveram os maiores teores na última coleta (novembro).

Como mencionado anteriormente, a síntese de antocianos está ligada ao caráter genético, já que a partir de genes específicos, que são fortemente influenciados pela radiação ultravioleta e pela temperatura os teores podem variar significativamente (HARTMANN et al., 2005; UBI et al., 2006).

4 CONCLUSÕES

Há diferenças na composição fenólica nos genótipos analisados, havendo interferência com a época de colheita.

Dentre as cultivares de dias neutros Verão e Sielva destacam-se pelos teores elevados dos compostos, entretanto a cultivar Diamante conserva-se constante em relação ao longo das colheitas. Já entre as cultivares de dias curtos a cultivar Tudla apresenta destaque nos teores de fenólicos e flavonóides totais, porém para antocianinas a cultivar Chandler obtém destaque.

O aumento da radiação solar incrementa os teores dos compostos fenólicos em morangos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos resultados obtidos nesta pesquisa, observa-se a necessidade de determinar a atividade antioxidante das amostras, juntamente com a quantificação das principais antocianinas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), possibilitando avaliar as diferenças quanto a presença de glicosídeos ou agliconas.

Também um trabalho a ser desenvolvido refere-se a elucidação gênica das substâncias (enzimas) responsáveis pela biossíntese de antocianinas nos frutos de morangueiro.

Poderá ser conduzido ensaio para verificar a caracterização química de diferentes órgãos da planta de morangueiro.

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.

AABY, K.; WROLSTAD, R.E; EKEBERG, D.; SKREDE, G. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; Impact of achenes level and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.13, p.5156-5166, 2007b.

ALCALDE-EON, C.; ESCRIBANO-BAILÓN, M.T.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J.C. Separation of pyranoanthocyanins from red wine by column chromatography, *Analytica Chimica Acta*, Amsterdam, v.513, n.1, p.305-318, 2004.

ALMEIDA, J.R.M.; D'AMICO, E.; PREUSS, A.; CARBONE, F.; RIC DE VOS, C.H.; DEIML, B.; MOURGUES, F.; PERROTTA, G.; FISCHER, T.C.; BOVY, A.G.; MARTENS, S.; ROSATI, C. Characterization of major enzymes and genes involved in flavonoid and proanthocyanidin biosynthesis during fruit development in strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Bethesda, v.465, n.1, p.61-71, 2007.

ALVAREZ, M. Nutracêuticos. Disponível em: www.bioativo.com.br. Acesso em: 27 Ago. 2006.

ANDERSEN, Ø.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.

ANDERSEN, Ø.M.; JORDHEIM, M. The anthocyanins. In: ANDERSEN, Ø.M.; MARKHAM, K.R. *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and applications*. Boca Raton: CRC Press , 2006. p.471 – 551.

ANDRES, A.; DONOVAN, S.M.; KUHLENSCHIMIDT, T.B.; KUHLENSCHIMIDT, M.S. Isoflavones at concentrations present in soy infant formula inhibit rotavirus infection in vitro. *Journal of Nutrition*, University Park, v.137, n.9, p.2068-2073, 2007.

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

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, p.26-33, 2000.

ANTTONEN, M.J.; KARJALAINEN, R.O. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. *Journal of Food Composition and Analysis*, Roma, v.18, p.759-769, 2005.

ANTTONEN, M.J.; HOPPULA, K.I.; NESTBY, R.; VERHEUL, M.J.; KARJALAINEN, R.O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.7, p.2614-2620, 2006.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.4, p.426-430, 2006.

ASAMI, D.; HONG, Y.; BARRETT, D.; MITCHELL, A. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry strawberry and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.51, n., p.1237-1241, 2003.

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, C.J.; DODDS, P.A.A.; FORD, Y.Y.; LE MIÈRE, J.; TAYLOR, J.M.; BLAKE, P.S.; 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.

AYALA-ZAVALA, J.F.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Effects of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT*, Zúrique, v.37, n.7, p.687-695, 2004.

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

BANDA, F.C.Z. Observações da radiação UV-B em Punta Arenas – Chile e efeitos do buraco na camada de ozônio. *Revista Brasileira de Geofísica*, São Paulo, v.17, n.1, p.96-97, 1999.

BARROSO, G.M.; MORIN, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. *Frutos e sementes – Morfologia aplicada à 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.

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. Brasília: Embrapa, 2005. (Boletim técnico).

BOBBIO, F.O.; DRUZIAN, J.I.; ABRÃO, P.A.; BOBBIO, P.A.; FADELLI, S. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto

do açazeiro (*Euterpe oleracea*) Mart. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.20, n.3, p.388-390, 2000.

BORDIGNON JUNIOR, C.L.; NOLLA, D.; NETO, A.Z.; REGINATTO, F.H. Avaliação do perfil qualitativo de flavonóides por HPLC em *Matricaria chamomilla* submetidas a diferentes condições de cultivo. In: Congresso Latinoamericano de Cromatografia e técnicas afins, 10, 2004, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: Sociedade Latinoamericana de Cromatografia, 2004. p.80.

BORTOLOZZO, A.R. Produção de morangos em substrato artificial em ambiente protegido. Palestras do III Simpósio Nacional do Morango e II Encontro de Pequenas Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, Antunes & Rasecra, Embrapa Clima Temperado, 145p., 2006.

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

BROUILLARD, R., DELAPORTE, B. Chemistry of Anthocyanin Pigments. 2.¹ Kinetic and Thermodynamic Study of Proton Transfer, Hydration, and Tautomeric Reactions of Malvidin 3-Glucoside, *Journal of American Chemical Society*, v.99, p.8461-, 1977.

BRUNETTON, J. *Farmacognosia: fitoquímica, plantas medicinales*. Zaragoza: Acribia, 2001.

CALVETE, E.O. et al. *Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido*. Passo Fundo: UPF, 2005, 52p.

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. p.80.

CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; WESP, C.L.; CESTONARO, L.; MARIANI, F.; FIOREZE, I.; CECHETTI, D.; CASTILHOS, T. Produção hidropônica de morangueiro em sistema de colunas verticais, sob cultivo protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.3, p.501-506, 2007.

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.

CAMARGO, L.S.; PASSOS, F.A. Morango. *O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico*. Ângela Maria Furlani e Glauco Pinto Viégas (editores). Campinas, Instituto Agronômico, v.1, 1993.

CAÑADAS, J.J.M. Sistema de cultivo em substrato: A solución perdida y com recirculación Del lixiviado. In: FERNÁNDEZ, M.F.; CUADRADO GOMES, I.M. Cultivo sin suelo II: Curso Superior de Especialización. 2ªed. Almeria: Dirección General de Investigación y Formación Agraria, Fundación para Investigación Agraria en la Provincia de Almeria e Caja Rural de Almeria, 1999. p.175-205.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. *Boletim da SBCTA*. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CASTILLO-SÁNCHEZ, J.X.; RAMOS, A.; KOLLER, R.; LÓPEZ-AENLLE, M.; FERNÁNDEZ-CANTELI, A. Phenolic compounds and colour stability of Vinhão wines: Influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.106, n.1, p.18-26, 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.

CHEN, C.; MILBURY, P.; CHUNG, S.; BLUMBERG, J. Effect of almond skin polyphenolics and quercetin on human LDL and apolipoprotein B-100 oxidation and conformation. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Lexington, v.18, n.12, p.785-794, 2007.

CHENG, G.W.; BREEN, P.J. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in

developing strawberry fruit. *Journal of American Society Horticultural Science*, Los Angeles, v.116, n.5, p.865-869, 1991.

CHOI, H.J.; EUN, J.S.; KIM, B.G.; KIM, S.Y.; JEON, H.; SOH, Y. Vitexin, an HIF-1 α inhibitor, has anti-metastatic potential in PC12 cells. *Molecules and Cells*, Seoul, v.22, n.3, p.291-299, 2006.

CLAVIN, M.; GORZALCZANY, S.; MACHO, A.; MUÑOZ, E.; FERRARO, G.; ACEVEDO, C.; MARTINO, V. Anti-inflammatory activity of flavonoids from *Eupatorium arnotianum*. *Journal of Ethnopharmacology*, Glasgow, v.112, n.3, p.585-589, 2007.

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.

COPPENS, P.; DA SILVA, M.F.; PETTMAN, S. European regulations on nutraceuticals, dietary supplements and functional foods: a framework based on safety. *Toxicology*, Hamburgo, v.221, n.1, p.59-74, 2006.

CORTEZ, G.E.P.; ARAÚJO, J.A.C.; CASTELLANE, P.D.; BANZATTO, D.A.; SILVA, M.L.O. Influência de coberturas do solo na produção do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch.). *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v.4, n.1, p.95-105, 1995.

CORDENUNSI, B.R.; NASCIMENTO, J.R.O.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.50, n.9, p. 2581-2586, 2002.

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, A.F. *Farmacognosia*. Vol.2, 5ª edição. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2002.

COSTA, P.C.; FILHO, H.G. Cultivo hidropônico do morangueiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.65-68, 1999.

COUTO, A.B.; RAMOS, L.A.; CAVALHEIRO, E.T.G. Aplicação de pigmentos de flores no ensino da química. *Química Nova*, São Paulo, v.21, n.2, p.221-227, 1998.

DA 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.

DANI, C.; OLIBONI, L.S.; VANDERLINDE, R.; BONATTO, D.; SALVADOR, M.; HENRIQUES, J.A.P. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*, Londres, v.45, n.12, p.2574-2580, 2007.

DÁVALOS, A.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Commercial dietary antioxidant supplements assayed for their antioxidant activity by different methodologies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.51, n.9, p.2512-2519, 2003.

DELFIN, A.F.; ROJAS, M.H.; LA ROSA, M.C. Sistema de cultivo em colunas. Lima: Universidad Nacional Agrária La Molina, 1999. 7p. (Boletín Informativo, 4).

DEY, P.M.; HARBONE, J.B. *Plant Biochemistry*. San Diego/Londres: Academic Press, 1997.

EDWARDS, R.L.; LYON, T.; LITWIN, S.E.; RABOVSKY, A.; SYMONS, J.D.; JALILI, T. Quercetin reduces blood pressure in hypertensive subjects. *Journal of Nutrition*, Londres, v.137, n.11, p.2405-2411, 2007.

EMATER-RS. Levantamento da fruticultura commercial do Rio Grande do Sul – 2003/2004. Porto Alegre, 2004. 89 p.

ERKAN, M.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2007. No prelo.

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.

FERNANDES JÚNIOR, F. Produção do morangueiro em solo, hidroponia NFT e colunas verticais com substrato. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Nutrição de plantas) – Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Campinas, 2001.

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO, C.R.L. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. *Bragantia*, Campinas, v.61, n.1, p.25-34, 2002.

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. Acessado em 27/07/06.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: Ed UFV, 2000.

FIORINI, M. Preparative high-performance liquid chromatography for the purification of natural anthocyanins. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v.692, n.1-2, p.213-219, 1995.

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

FOSSSEN, T.; SLIMESTAD, R.; ANDERSEN, Ø.M. Anthocyanins with 4'-glucosidation from red onions. *Allium cepa*. *Phytochemistry*, Londres, v.64, n.8, p.1367-1374, 2003.

FOSSSEN, T.; RAYYAN, S.; ANDERSEN, Ø.M. Dimeric Anthocyanins from strawberry (*Fragaria ananassa*) consisting of pelargonidin 3-glucoside covalently linked to four flavan-3-ols. *Phytochemistry*, Londres, v.65, n.10, p.1421-1428, 2004.

FOSSSEN, T.; RAYYAN, S.; HOLMBERG, M.H.; NIMTZ, M.; ANDERSEN, Ø.M. Covalent anthocyanin-flavone dimer from leaves of *Oxalis triangularis*. *Phytochemistry*, Londres, v.68, n.5, p.652-662, 2007.

FURLANI, P.R. Hidroponia vertical: nova opção para produção de morango no Brasil. *O Agrônomo*, Campinas, v.53, n.2, p.26-28, 2001.

GAMBELLI, L.; SANTARONI, G.P. Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. *Journal of Food Composition and Analysis*, Roma, v.17, n.5, p.613-618, 2004.

GARIGLIO, N.F.; PILATTI, R.; BOUZO, C.A. Sistema de plantacion em frutilla. Actas XXI. Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, p.184-185.

GARIGLIO, N.F.; PILATTI, R.A.; PERNUZZI, C.; MARANO, R.P. Comportamiento de frutilla em cultivo vertical, bajo invernaculo, com diferentes substratos. *Revista FAVE*, Buenos Aires, v.12, n.1, p.17-26, 1998.

GARZÓN, G.A.; WROLSTAD, R.E. The estabily of pelargonidin-based anthocyanins at varying water activity. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.75, n.2, p.185-196, 2001.

GIL, M.I.; HOLCROFT, D.M.; KADER, A.A. Changes is strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.45, n.5, p.1662-1667, 1997.

GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A.; KALUZEWICZ, A.; LEMÁNSKA, K.; KNAPLEWSKI, M.; TYRAKOWSKA, B. The effect of solar radiation on the flavonol content in broccoli inflorescence. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.100, n.2, p.241-245, 2007.

GOTO, R.; DUARTE FILHO, J. Utilização de plástico na cultura do morangueiro. *Informe Agropecuária*, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.59-64, 1999.

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.

HÄKKINEN, S.; HEINONEN, M.; KÄRENLAMPI, S.; MYKKÄNEN, H.; RUUSKANEN, J.; TÖRRÖNEN, R. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, Ontario, v.32, n.5, p.345-353, 1999.

HÄKKINEN, S.H.; TÖRRÖNEN, A.R. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Research International*, Ontário, v.33, n.6, p.517-524, 2000.

HARBORNE, J.B. Introduction to ecological biochemistry. 3^o edição. Academic Press, Londres, 1988.

HARBONE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids research since 1992. *Phytochemistry*, Londres, v.55, n.6, p.481-504, 2000.

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

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.

HONDA, C.; KOTODA, N.; WADA, M.; KONDO, S.; KOBAYASHI, S.; SOEKIMA, J.; ZHANG, Z.; TSUDA, T.; MORIGUCHI, T. Anthocyanin biosynthetic genes are coordinately expressed during red coloration in apple skin. *Plant Physiology and Biochemistry*, Paris, v.40, n.11, p.955-962, 2002.

HOWARD, L.R.; CLARK, J.R.; BROWNMILLER, C. Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of Science Food Agriculture*, Los Angeles, v.83, p.1238-1247, 2003.

HRAZDINA, G. Anthocyanins. In: HARBONE, J.B.; MABRY, T.J. *The Flavonoids: Advances in Research*. Vol. 1. London/New York: Chapman and Hall, 1982. p.54 – 98.

HUNG, L.M.; SU, M.J.; CHU, W.K.; CHIAO, C.W.; CHAN, W.F.; CHEN, J.K. The protective effect of resveratrols on ischaemia-reperfusion injuries of rat hearts is correlated with antioxidant efficacy. *British Journal of Pharmacology*, Londres, v.135, n. 7, p.1627-1633, 2002.

JEONG, S.T.; GOTO-YAMAMOTO, N.; HASHIZUME, K.; ESAKA, M. Expression of the flavonoid 3'-hydroxylase and flavonoid 3',5'-hydroxylase genes and flavonoid composition in grape (*Vitis vinifera*). *Plant Science*, Perpignan Cedex, v.170, n.1, p.61-69, 2006.

KAFKAS, E.; KOSAR, M.; PAYDAS, S.; KAFKAS, S.; BASER, K.H.C. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.100, n. 3, p.1229-1236, 2007.

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.

KEUTGEN, A.J.; PAWELZIK, E. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.107, n.4, p.1413-1420, 2008.

KIRALP, S.; TOPPARE, L. Polyphenol content in selected Turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. *Process Biochemistry*, Nanci, v.41, n.1, p.236-239, 2006.

KIRCHHOFF, V.W.J.H.; ECHER, E.; LEME, N.P.; SILVA, A.A. A variação sazonal da radiação ultravioleta solar biologicamente ativa. *Brazilian Journal of Geophysics*, São Paulo, v.18, n.1, p.63-74, 2000.

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BOHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.53, n.14, p.5640-5646, 2005.

KONCZAK, I.; TERAHARA, N.; YOSHIMOTO, M.; NAKATANI, M.; YOSHINAGA, M.; YAMAKAWA, O. Regulating the composition of anthocyanins and phenolic acids in a sweetpotato cell culture towards production of polyphenolic complex with enhanced physiological activity. *Trends in Food Science & Technology*, Norwich, v.16, n.9, p.377-388, 2005.

KONG, J.; CHIA, L.; GOH, N.; CHIA, T.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, Londres, v.64, n.5, p.923-933, 2003.

KORKINA, L.G. Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: from plant defense to human health. *Cellular and Molecular Biology (Noise-le-grand)*, Noise le Grand, v.53, n.1, p.15-25, 2007.

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.

KOWALSKI, J.; SAMOJEDNY, A.; PAUL, M.; PIETSZ, G.; WILCZOK, T. Effect of apigenin kaempferol and resveratrol on the expression of interleukin-1beta and tumor necrosis factor-alpha genes in J774.2 macrophages. *Pharmacological Reports*, Varsóvia, v.57, n.3, p.390-394, 2005.

KUEHNAU, J. The Flavonoids. A class of semi-essential food components: their role in human nutrition. *World Review of nutrition and dietetics*, New York, v.24, p.117-191, 1976.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

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, E.R.; KIM, J.H.; KANG, Y.J.; CHO, S.G. The anti-apoptotic and anti-oxidant effect of eriodictyol on UV-induced apoptosis in keratinocytes. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, Tokio, v.30, n.1, p.32-37, 2007.

LEVI, M.A.B.; SCARMINIO, I.S.; POPPI, R.J.; TREVISAN, M.G. Three-way chemometric method study and UV-Vis absorbance for the study of simultaneous degradation of Anthocyanins in flowers of the *Hibiscus rosa-sinensis* species. *Talanta*, Seattle, v.62, n.2, p.299-305, 2004.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LIMA, L.S.; LIMA, D.E.S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de

antocianinas e flavonóis totais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.3, p.669-670, 2002a.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LIMA, D.E.S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.59, n.3, p.447-450, 2002b.

LOCKWOOD, B. *Nutraceuticals: A guide for healthcare professionals*, 2ª edição, Londres: Pharmaceutical Press, 2007.

MÄÄTTÄ-RIIHINEN, K.R.; KAMAL-ELDIN, A.; MATTILA, P.H.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.M.; TÖRRÖNEN, A.R. Distribution and contents of phenolics compounds in Eighteen Scandinavian berry species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.52, n.14, p.4477-4486, 2004.

MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em sucos de uva. *Ciencia Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.4, p. 659-664, 2005.

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.

MARÇO, P.H.; SCARMINIO, I.S. Q-mode curve resolution of UV-Vis spectra for structural transformation studies of Anthocyanins in acidic solutions. *Analytica Chimica Acta*, Nijmegen, v.583, n.1, p.138-146, 2007.

MARKAKIS, P. *Anthocyanins as Food Colors*. New York: Academic Press, 1982.

MARKHAM, K.R. *Techniques of Flavonoid Identification*. New York: Academic Press, 1982.

MARQUELLI, W.A.; CARRIJO, O.A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em cultivo sem solo com substrato. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.57-60, 2005.

MARTIN, M.V. Los plásticos en la protección del cultivo del freson. *Plasticulture*, v.82, n.2, p.83-92, 1989.

MARTINS, S.R. Desafios da plasticultura: limites sócio-econômicos e tecnológicos frente as novas e crescentes demandas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.2, p.133-138, 1996.

MARZOUK M.S.; SOLIMAN, F.M.; SHEHATA, I.A.; RABEE, M.; FAWZY, G.A. Flavonoids and biological activities of *Jussiaea repens*. *Natural Products Research*, Londres, v.21, n.5, p.436-443, 2007.

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.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.3, p.164-170, 2000.

MERZLYAK, M.N.; SOLOVCHENKO, A.E.; SMAGIN, A.I.; GITELSON, A.A. Apple flavonols during fruit adaptation to solar radiation: spectral features and technique for non-destructive assessment. *Journal of Plant Physiology*, Irvine, v.162, n.2, p.151-160, 2005.

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.

MILBURY, P.E.; CHEN, C.Y.; DOLNIKOWSKI, G.G.; BLUMBERG, J.B. Determination of flavonoids and phenolics and their distribution in almonds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.14, p.5027-5033, 2006.

MINGUEZ, P.L. Los factores ambientales en el manejo de los cultivos sin suelo. In: Curso Superior de Especialização – Cultivo Sin

Suelo II (FERNANDEZ, M.F.; GÓMEZ, I.M.Q. editores) 2ª edición, p.149-170.

MONTEALEGRE, R.R.; PECES, R.R.; VOZMEDIANO, J.L.C.; GASCUEÑA, J.M.; ROMERO, E.G. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, Roma, v.19, n.6-7, p.687-693, 2006.

MORAIS, H.; RAMOS, C.; FORGÁCS, E.; CSERHÁTI, T.; OLIVEIRA, J. Influence of storage conditions on the stability of monomeric anthocyanins studied by reserved-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B*, Amsterdam, v.770, n.1-2, p.297-301, 2002.

MORARD, P. Nutrition control of strawberries hydroponically grown in vertical columns using percolate analysis. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6, 1984, Luteren. Proceedings... Luteren: ISOSC, 1984. p.393-399.

MOSCATELLI, V.; HNATYSZYN, O.; ACEVEDO, C.; MEGÍAS, J.; ALCARAZ, M.J.; FERRARO, G. Flavonoids from *Artemisia copa* with anti-inflammatory activity. *Planta Medica*, Berlim, v.72, n.1, p.72-74, 2006.

MULTIPLANTA. Morango: cultivares. Andradas. Disponível em www.multipianta.com.br, acessado em 27/07/06.

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.

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, 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.

OLSSON, L.C.; VEIT, M.; WEISSENBOCK, G.; BORNMAN, J.F. Differential flavonoid response to enhanced UV-B radiation in *Brassica napus*. *Phytochemistry*, Londres, v.49, n.4, p.1021-1028, 1998.

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.

PAWLOWSKA, A.M.; DE LEO, M.; BRACA, A. Phenolics of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits: Identification of anthocyanins and gallic acid derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.26, p.10234-10238, 2006.

PAZMIÑO-DURÁN, E.A.; GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R.E.; GLÓRIA, B.A. Anthocyanins from banana bracts (*Musa X paradisiaca*) as potential food colorants. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.73, n.3, p.327-332, 2001.

PEREIRA, C.; MARCHI, G. *Cultivo comercial em estufa*. 1.ed. Guaíba: Agropecuária Ltda, 2000.

PEREIRA, G.E.; GAUDILLERE, J.P.; PIERI, P.; HILBERT, G.; MAUCOURT, M.; DEBORDE, C.; MOING, A.; ROLIN, D. Microclimate influence on mineral and metabolic profiles of grape berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.18, p.6765-6775, 2006.

PÉREZ-LAMELA, C.; GARCÍA-FALCÓN, M.S.; SIMAL-GÁNDARA, J.; ORRIOLS-FERNÁNDEZ, I. Influence of grape variety, vine system and enological treatments on the colour stability of young red wines. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.101, n.2, p.601-606, 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.

PIRES, R.C.M.; FOLEGATTI, M.V.; PASSOS, F.A.; AMBROSANO, G.M.B.; MINAMI, K. Profundidade efetiva do sistema do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas do solo e níveis de água. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.4, p.793-799, 2000.

PRADO, L.E.M. Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste – cobertura plástica. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/plastica.htm>. Acesso em: 29 Out. 2007.

PROESTOS, C.; CHORIANOPOULOS, N.; NYCHAS, G.J.E.; KOMAITIS, M. RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.53, n.4, p.1190-1195, 2005.

PROTEGGENTE, A.R.; PANNALA, A.S.; PAGANGA, G., VAN BUREN, L.; WAGNER, E.; WISEMAN, S.; VAN DE PUT, F.; DACOMBE, C.; RICE-EVANS, C.A. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolics and vitamin C composition. *Free Radical Research*, Nova Iorque, v.36, n.2, p.217-233, 2002.

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.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; JUNG-MENDAÇOLLI, S.L.; PASSOS, F.A. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. *Bragantia*, Campinas, v.55, n.1, p.29-44, 1996.

RABABAH, T.M.; EREIFEJ, K.I.; HOWARD, L. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins, and color in fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.53, n.11, p.4444-4447, 2005.

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.

REAY, P.F.; LANCASTER, J.E. Accumulation of anthocyanins and quercetina glycosides in 'Gala' and 'Royal Gala' apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. *Scientia Horticulturae*, Nova Iorque, v.90, n.1-2, p.57-68, 2001.

RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Programa de produção e comercialização de morango. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.5-19, 1999.

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.; MILLER, N.J.; BOLWELL, P.G.; BRAMLEY, P.M.; PRIDHAM, J.B. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Research*, Nova Iorque, v.22, n., p.375-383, 1995.

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

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. *Farmacognosia: farmacobiotechnology*. São Paulo, Editorid, 1997.

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.
- RUBINSKIENE, M.; VISKELIS, P.; JASUTIENE, I.; VISKELIENE, R.; BOBINAS, C. Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins. *Food Research International*, Ontario, v.38, n.8-9, p.867-871, 2005.
- 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.
- SANHUEZA, R.M.V. Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 6 versão eletrônica, 2005. Disponível em www.embrapa.gov.br, acessado em 27/07/06.
- 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.
- SEERAM, N.P.; LEE, R.; SCHEULLER, S.; HEBER, D. Identification of phenolics compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.97, n.1, p.1-11, 2006.
- SEXTON, E.; VAN THEMSCHE C.; LEBLANC, K., PARENT, S.; LEMOINE, P.; ASSELIN, E. Resveratrol interferes with AKT activity and triggers apoptosis in human uterine cancer cells. *Molecular Cancer*, Londres, v. 5, n.45, p.1-13, 2006.

SHARMA, P.K.; ANAND, P.; SANKHALKAR, S.; SHETYE, R. Photochemical and biochemical changes in wheat seedlings exposed to supplementary ultraviolet-B radiation. *Plant Science*, Perpignan Cedex, v.132, n.1, p.21-30, 1998.

SHIH, P.; YEH, C.; YEN, G. Effects of anthocyanidin on the inhibition of proliferation and induction of apoptosis in human gastric adenocarcinoma cells. *Food and Chemical Toxicology*, Londres, v.43, n.10, p.1557-1566, 2005.

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.

SMITH, H.; ATTRIGDE, T.H. Increased phenylalanine ammonia-lyase activity due to light treatment and its significance for the mode of action of phytochrome. *Phytochemistry*, Londres, v.9, n.3, p.487-495, 1970.

SORIA, E.A.; EYNARD, A.R.; QUIROGA, P.L.; BONGIOVANNI, G.A. Differential effects of quercetina and silymarin on arsenite-induced cytotoxicity in two human breast adenocarcinoma cell lines. *Life Sciences*, Stockholm, v.81, n.17-18, p.1397-1402, 2007.

SORIANO, A.; PÉREZ-JUAN, P.M.; VICARIO, A.; GONZÁLEZ, J.M.; PÉREZ-COELLO, M.S. Determination of anthocyanins in red wine using a newly developed method based on Fourier transform infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.104, n.3, p.1295-1303, 2007.

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.

SUN, J.; CHU, Y.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.50, n.25, p.7449-7454, 2002.

TIAN, Q.; GIUSTI, M.M.; STONER, G.D.; SCHWARTZ, S.J. Screening for anthocyanins using high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry with precursor-ion analysis, product-ion analysis, common-neutral-loss analysis, and selected reaction monitoring. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v.1091, n.1-2, p.72-82, 2005.

TORRAS-CLAVERIA, L.; JAUREQUI, O.; BASTIDA, J.; CODINA, C.; VILADOMAT, F. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loiseleur) Waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.21, p.8436-8443, 2007.

TSAI, P.; WU, S.; CHENG, Y. Role of polyphenols in antioxidant capacity of napiergrass from different growing seasons. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.106, n.1, p.27-32, 2008.

TSUDA, T.; SHIGA, K.; OHSHIMA, K.; KAWAKISHI, S.; OSAWA, T. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *Phaseolus vulgaris* L. *Biochemical Pharmacology*, Kansas city, v.52, n.7, p.1033-1039, 1996.

TSUDA, T.; KATO, Y.; OSAWA, T. Mechanism for the peroxynitrite scavenging activity by anthocyanins. *FEBS Letters*, Zurique, v.484, n.3, p.207-210, 2000.

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.

UENO, B. Manejo integrado de doenças do morango. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, 2004, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.69-77.

VALENZUELA, A.; GUERRA, R. Protective effect of the flavonoid silybin dihemisuccinate on the toxicity of phenylhydrazine on rat liver. *FEBS Letters*, Zurique, v.181, n.2, p.291-294, 1985.

VEBERIC, R.; COLARIC, M.; STAMPAR, F. Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.106, n.1, p.153-157, 2008.

VENDRAMINI, A.L.; TRUGO, L.C. Phenolic compounds in Acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, São Paulo, v.15, n.5, p.664-668, 2004.

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.

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*, v.1, n.1, p.62-69, 2006.

WALTON, M.C.; LENTLE, R.G.; REYNOLDS, G.W.; KRUGER, M.C.; MCGHIE, T.K. Anthocyanins absorption and antioxidant status in pigs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.54, n.20, p. 7940-7946, 2006.

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.

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, C.Y.; WANG, S.Y.; YIN, J.; PARRY, J.; YU, L.L. Enhancing antioxidant, antiproliferation, and free radical scavenging activities in strawberries with essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.16, p.6527-6532, 2007.

WANG, Y.; CHUANG, Y.; HSU, H. The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, Whiteknights, v.106, n.1, p.277-284, 2008.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B.K.; SUNDFØR, M.W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *LWT*, Zurich, v.38, n.3, p.387-391, 2005.

WITZELL, J.; GREF, R.; NÄSHOLM, T. Plant-part specific and temporal variation in phenolic compounds of boreal bilberry (*Vaccinium myrtillus*) plants. *Biochemical Systematics and Ecology*, Richmond, v.31, n.2, p.115-127, 2003.

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

WU, Q.K.; KOPONEN, J.M.; MYKKÄNEN, H.M.; TÖRRÖNEN, A.R. Berry phenolic extracts modulate the expression of p21^{waf1} 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.

YONATHAN, M.; ASRES, K.; ASSEFA, A.; BUCAR, F. In vivo anti-inflammatory and anti-nociceptive activities of *Cheilanthes farinosa*. *Journal of Ethnopharmacology*, Glasgow, v.108, n.3, p.462-470, 2006.

YOON, M.S.; LEE, J.S.; CHOI, B.; JEONG, Y.; LEE, C.; PARK, J.; MOON, Y.; SUNG, S.; LEE, S.K.; CHANG, Y.H.; CHUNG, H.Y.; PARK, Y. Apigenin inhibits immunostimulatory function of dendritic cells: Implication of immunotherapeutic adjuvant. *Molecular Pharmacology*, Rockville Pike, v.70, n.3, p.1033-1044, 2006.

YUAN, L.; YUANGUN, Z.; JIANJUN, C.; HAIYAN, C.; JILONG, Y.; ZHIDE, H. Intraspecific differences in physiological response of 20 wheat cultivars to enhanced ultraviolet-B radiation under field

conditions. *Environmental and Experimental Botany*, Londres, v.44, n.2, p.95-103, 2000.

ZIELINSKA, D.; SZAWARA-NOWAK, D.; ZIELINSKI, H. Composition of spectrophotometric and electrochemical methods for the evaluation of the antioxidant capacity of Buckwheat products after hydrothermal treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Los Angeles, v.55, n.15, p.6124-6131, 2007.

ZHENG, Y.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; ZHENG, W. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. *LWT*, Zurique, v.40, n.1, p.49-57, 2007.

ZU, Y.; LI, Y.; CHEN, J.; CHEN, H. Intraspecific responses in grain quality of 10 wheat cultivars to enhanced UV-B radiation under field conditions. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, Zurique, v.74, n.2-3, p.95-100, 2004.

ZUANAZZI, J.A.S.; 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*. 5ªed. Florianópolis/Porto Alegre: Editora UFSC/UFRGS, 2003.

APÊNDICES

Apêndice 1. Análise de variância do teor de antocianinas totais obtidos de frutos de morangueiro cv. Oso Grande submetidos a diferentes líquidos extratores. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

		Quadrados médios
Causas da variação	GL	Antocianinas totais
Soluções extrativas (A)	6	2045,7514 **
Resíduo (A)	14	0,3124
Total	20	

** : Significativo ao nível de 5 % de significância (Teste Tukey).

Apêndice 2. Análise de regressão do teor de antocianinas totais obtidos de frutos de morangueiro cv. Oso Grande submetidos a diferentes líquidos extratores. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

Causas da variação	GL	Quadrados médios
		Antocianinas totais
Regressão 1° grau	1	2392,6663 **
Regressão 2° grau	1	3340,1107 **
Regressão 3° grau	1	4204,1126 **
Desvio da regressão	3	779,2064
Resíduos	14	0,3124

** : Significativo ao nível de 5 % de significância (Teste Tukey).

Apêndice 3. Análise de variância dos fenólicos totais, flavonóides totais e antocianinas totais obtidos de frutos de morangueiro cv. Oso Grande em diferentes sistemas de produção e épocas de coleta. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

		Quadrados médios		
Causas da variação	GL	Fenólicos totais	Flavonóides totais	Antocianinas totais
Blocos	2	1,4429 ^{NS}	0,1958 ^{NS}	1,1324 ^{NS}
Sistemas de produção (A)	3	842,3079 **	55,9780 **	276,8474 **
Resíduo (A)	6	0,7593	1,6545	0,2805
Parcelas	11	2534,3655	178,2526	834,49
Épocas de colheita (B)	2	1214,1405 **	102,3758 **	722,4294 **
A x B	6	1851,1530 **	42,0211 **	188,6145 **
Resíduo B	16	1,7879	1,2511	2,1161
Total	35			

** : Significativo ao nível de 5 % de significância (Teste Tukey).

Apêndice 4. Análise de variância dos fenólicos totais, flavonóides totais e antocianinas totais obtidos de frutos de morangueiro de diferentes cultivares e épocas de coleta. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2006.

Quadrados médios				
Causas da variação	GL	Fenólicos totais	Flavonóides totais	Antocianinas totais
Blocos	3	1,6754 ^{NS}	1,6279 ^{NS}	0,1556 ^{NS}
Cultivares	12	8516,0681 **	1291,6403 **	2942,2843 **
(A)				
Resíduo (A)	36	1,6127	1,0641	1,4603
Parcelas	51	102255,9017	15542,8744	35360,4502
Épocas de coleta (B)	2	22392,4453 **	3278,3936 **	1540,4119 **
A x B	24	1523,8727 **	190,1728 **	149,5431 **
Resíduo B	78	1,0875	1,0356	1,2673
Total	155			

** : Significativo ao nível de 5 % de significância (Teste Tukey).