

MARCIBELA STÜLP

CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MIRTILO

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
DEZEMBRO - 2012**

MARCIBELA STÜLP

CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MIRTILO

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do Título de Doutor.

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
DEZEMBRO – 2012

Dedico a minha família

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido saúde, força e sabedoria para realizar este trabalho;

Ao meu querido orientador, Prof. Edmar Clemente, Ph.D. pelo incentivo, orientação e apoio neste trabalho e, pela amizade, carinho e compreensão nos momentos difíceis;

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realização do curso;

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia que contribuíram para a realização deste trabalho;

Ao CNPq pelo apoio financeiro através da concessão de bolsa de estudo.

Aos meus pais Maurino Pedro Stülp e Iraci Stülp, meus irmãos Marciano Stülp e Lidiane Stülp, meus avós paternos Zeno José Stülp (*in memoria*) e Irena Amália Stülp (*in memoria*), meus avós maternos Meceslau Cegielski (*in memoria*) e Wanda Cegielski e demais familiares pelo apoio, amor e carinho;

À Profa. Dra. Lia Mara Moterle pelo auxílio nas análises estatísticas;

Aos amigos e colegas de pesquisa em especial ao grupo Agrotec, e tantos outros que de alguma forma contribuíram na realização desse trabalho.

A todos vocês, muito obrigada.

BIOGRAFIA

MARCIBELA STÜLP, filha de Maurino Pedro Stülp e Iraci Stülp, nasceu no dia 28 de Fevereiro de 1977, em Marechal Cândido Rondon, Paraná.

Concluiu o ensino fundamental em Dezembro de 1996, no Colégio Rui Barbosa em Marechal Cândido Rondon.

Graduou-se em Agronomia no dia 4 de Julho de 2003, pela Universidade Estadual de Maringá.

Concluiu o curso de Pós-Graduação em Gestão Empresarial MBA Executivo, em nível de Especialização em Março de 2006 pela Universidade Estadual de Maringá.

Concluiu o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, em Fevereiro de 2007 na Universidade Estadual de Maringá.

Trabalhou como professora temporária no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, de Julho de 2007 a Abril de 2009.

Iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, em março de 2009 na Universidade Estadual de Maringá.

“ Nós nos transformamos naquilo que praticamos com frequência. A perfeição, portanto, não é um ato isolado. É um hábito.”

(Aristóteles)

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	Vii
LISTA DE FIGURAS.....	Xiii
RESUMO.....	Xiv
ABSTRACT.....	Xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 A cultura do Mirtilo.....	4
2.1.1 Aspectos gerais da cultura.....	4
2.1.2 Aspectos econômicos.....	4
2.1.3 Consumo e comercialização.....	5
2.1.4 Características da espécie.....	6
2.1.4.1 Cultivar Clímax.....	8
2.1.4.2 Cultivar Florida	8
2.1.4.3 Cultivar Bluegem.....	8
2.2 Cultivos Orgânicos.....	9
2.3 Compostos Fenólicos.....	10
2.4 Antocianinas.....	11
2.5 Carotenóides.....	13
2.6 Atividade Antioxidante.....	15
2.6.1 Fatores que afetam os compostos fenólicos e a atividade antioxidante.....	17
2.7 Propriedades Funcionais.....	18
2.8 Conservação Pós-Colheita	19
2.8.1 Temperatura de armazenamento e atmosfera modificada.....	19
2.9. Filmes ou Revestimentos Biodegradáveis.....	20
2.9.1 Quitosana.....	21
2.9.2 Grãos de kefir.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24

3.1 Obtenção do Mirtilo Orgânico.....	24
3.2 Condução do Experimento.....	25
3.3 Preparação dos Revestimentos.....	25
3.3.1 Quitosana 1,5%.....	25
3.3.2 Grão de kefir de água.....	25
3.3.3 PVC.....	25
3.4. Aplicação dos Revestimentos.....	25
3.5 Avaliações	26
3.5.1 Análises físico-químicas	26
3.5.1.1 Perda de massa	26
3.5.1.2 Firmeza.....	26
3.5.1.3 Caracterização colorimétrica.....	26
3.5.1.4 Preparo da amostra para as análises químicas.....	26
3.5.1.4.1 Determinação de Açúcares Redutores (AR).....	26
3.5.1.4.2 Determinação de Açúcares Totais (AT).....	26
3.5.1.4.3 pH.....	27
3.5.1.4.4 Acidez Total Titulável (ATT).....	27
3.5.1.4.5 Sólidos Solúveis Totais (SST).....	27
3.5.1.4.6 Ratio.....	27
3.5.1.4.7 Compostos fenólicos.....	27
3.5.1.4.8 Antocianinas.....	28
3.5.1.4.9 Carotenóides totais.....	28
3.6 Análises Estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Estudos Preliminares.....	30
4.2 Análises Físico-químicas.....	36
4.2.1 Perda de massa.....	36
4.3 Análises Químicas.....	41
4.3.1 Açúcares Redutores (AR).....	41
4.3.2 Açúcares Totais (AT).....	45
4.3.3 pH.....	49
4.3.4 Acidez total titulável (ATT).....	54

4.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST).....	58
4.3.6. Ratio (SST/ATT).....	64
4.3.7. Compostos Fenólicos.....	69
4.3.8 Antocianinas.....	73
4.3.9 Carotenóides Totais.....	77
5 CONCLUSÕES.....	81
6 REFERÊNCIAS.....	82

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Datas de colheita do mirtilo para cada cultivar durante os dois anos agrícolas.	26
Tabela 2 Análises de variância conjunta para as duas safras referentes às variáveis perda de massa (%), SST (Sólidos Solúveis Totais), pH (potencial hidrogeniônico), ATT (Acidez Total Titulável) e Ratio (SST/Acidez Total Titulável), provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco períodos armazenamento de mirtilo no município de Maringá - PR, nas safras 2010 e 2011.	33
Tabela 3 Análises conjunta para perda de massa (%), SST (Sólidos Solúveis Totais), pH (potencial hidrogeniônico), ATT (Acidez Total Titulável) e Ratio (SST/ATT), provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas armazenamento de mirtilo no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.	34
Tabela 4 Análises conjunta para Açúcares Redutores (AR), Açúcares Totais (AT), Antocianinas e Carotenóides, provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas armazenamento de mirtilo no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.	35
Tabela 5 Análises conjunta para Compostos Fenólicos, provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas armazenamento de mirtilo no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.	37
Tabela 6 Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.	40
Tabela 7 Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá –	41

PR, nas safras de 2010 e 2011.

- Tabela 8** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 42
- Tabela 9** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Açúcares Redutores (AR), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 44
- Tabela 10** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Redutores (AR), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 45
- Tabela 11** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Redutores (AR), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 47
- Tabela 12** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 48
- Tabela 13** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 49

- Tabela 14** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 52
- Tabela 15** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 53
- Tabela 16** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 54
- Tabela 17** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 57
- Tabela 18** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável ATT (Acidez Total Titulável) provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 58
- Tabela 19** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável ATT (Acidez Total Titulável) , provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 59
- Tabela 20** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x 62

embalagens para a variável ATT (Acidez Total Titulável), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

- Tabela 21** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 63
- Tabela 22** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 64
- Tabela 23** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 66
- Tabela 24** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 67
- Tabela 25** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de cultivares x dias de armazenamento para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010. 68
- Tabela 26** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a 69

cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

- Tabela 27** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 71
- Tabela 28** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 72
- Tabela 29** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Antocianinas, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 73
- Tabela 30** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Antocianinas, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 75
- Tabela 31** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Antocianinas, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 76
- Tabela 32** Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Carotenóides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em 77

experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

- Tabela 33** Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Carotenóides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 79
- Tabela 34** Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Carotenóides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011. 80

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Estrutura química das antocianinas.....	12
Figura 2 Estrutura do β -caroteno.....	14
Figura 3 Estrutura do licopeno.....	15

RESUMO

STÜLP, Marcibela M.S., Universidade Estadual de Maringá, Dezembro de 2012. **Conservação e qualidade pós-colheita do mirtilo.** Orientador: Professor Edmar Clemente, Ph.D.

Um dos grandes desafios da agricultura moderna é prolongar a vida pós-colheita de frutos, principalmente os de clima temperado, com o objetivo de diminuir as perdas pós-colheita e aumentar o tempo de oferta do produto no mercado. O mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.) é uma frutífera de clima temperado, seu cultivo está em franca expansão em países da América do Sul como o Brasil e o Chile. Este crescimento vem sendo influenciado pela grande demanda gerada na entressafra dos países produtores. Desta forma este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade dos frutos de mirtilo orgânico produzidos em Caxias do Sul-RS, utilizando revestimento comestível a base de grãos de kefir, quitosana e filmes de plásticos a base de PVC (Cloroeto de polivinil) na conservação dos frutos. Os frutos foram armazenados em BOD a 0°C durante 28 dias e analisados a cada 7 dias. As análises realizadas foram: perda de massa, firmeza, cor, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH, açúcares redutores, açúcares totais, ratio (SST/ATT), carotenóides, compostos fenólicos e antocianinas. Os biofilmes a base de grãos de kefir e quitosana, assim como o filme a base de PVC, são eficientes no controle de perda de massa, não alterando pH, ratio, e os teores açúcares redutores e totais, SST, ATT, compostos fenólico, antocianinas e carotenóides, preservando a qualidade dos frutos de mirtilo para as cultivares utilizadas.

Palavras-chave: *Vaccinium myrtillus* L, biofilme, filme plástico, conservação pós-colheita

ABSTRACT

STÜLP, Marcibela M.S., Universidade Estadual de Maringá, December, 2012. **Blueberry post-harvest conservation and quality.** Adviser: Professor Edmar Clemente, Ph.D.

One of the greatest challenges of modern agriculture is to lengthen the post-harvest life of fruits, especially those from temperate climates, aiming at diminishing post-harvest losses and increase the shelf-life of the product in the market. Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) is a fruit tree from temperate areas and its cultivation is in rapid expansion in countries from South America, such as Brazil and Chile. This growth has been influenced by the great demand generated in the intercrops in producer countries. Thus, this work aimed at evaluating the quality of organic blueberry fruits produced in Caxias do Sul-RS, using eatable covering made of kefir grains, chitosan and plastic films of PVC (polyvinyl chloride) in fruit conservation. The fruits were stored in BOD at 0°C during 28 days and analyzed every 7 days. The analysis carried out were: mass loss, firming, color, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), pH, reducing sugars, total sugars, ratio (TSS/TTA), carotenoids, phenolic compounds, anthocyanins. Thus, it follows that the using eatable covering made of kefir grains, chitosan and plastic films of PVC in fruit conservation is an economically viable alternative for blueberry commercialization, reducing their wilting and maintaining their good quality.

Key words: *Vaccinium myrtillus* L, eatable covering, plastic films, conservation, post-harvest

1 INTRODUÇÃO

O mirtilo pertence à família *Ericaceae*, cultivado comercialmente em larga escala nos Estados Unidos, em alguns países da Europa, Chile, Uruguai e no Brasil, onde o interesse por esta cultura tem sido crescente pelas condições edáficas e climáticas favoráveis. Sharpe (1980) relata o potencial de cultivo do mirtilo, apontando *Vaccinium ashei* como a espécie mais adaptável às condições da região Sul do Brasil.

No sul do Brasil, a cultura do mirtilo vem sendo considerada uma nova alternativa na área de fruticultura, principalmente por suas propriedades nutraceuticas, alta rentabilidade, baixa utilização de insumos e facilidade de produção, resguardando o ambiente e a segurança alimentar (SANTOS e RASEIRA, 2002).

O aumento do poder aquisitivo da população de baixa renda, verificado no Brasil após a estabilização da moeda, aliado à mudança no hábito alimentar da população brasileira observada nos últimos anos, tem criado demanda para a produção de frutas frescas (ANTUNES, 2002). Este aumento no consumo de frutas e hortaliças deve-se em parte ao seu valor nutritivo e efeitos terapêuticos (BURNS et al., 2002). Estes alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais possuem propriedade antioxidante que pode ser relacionada ao retardo do envelhecimento e à prevenção de doenças (RIETJENS, 2002).

As regiões brasileiras que apresentam períodos de inverno marcante e pequenas propriedades agrícolas são apontadas como grandes potenciais para a produção de mirtilo, uma frutífera de clima temperado, que pode ser consumida *in natura* ou utilizada na fabricação de geléias e doces caseiros, apontando uma alternativa para as famílias no ecoturismo regional (ANTUNES, 2002).

A qualidade das frutas depende, em grande parte, da tecnologia utilizada na colheita e pós-colheita. Os métodos empregados nestas duas fases não melhoram a qualidade da fruta, mas retardam os processos de senescência e decomposição, garantindo melhor conservação e, conseqüentemente, oferecendo tempo mais prolongado para a comercialização (SILVA, 2000).

A utilização de baixas temperaturas pode auxiliar no aumento do tempo de conservação pós-colheita, como base para métodos complementares de

conservação de frutas, tais como controle ou modificação da atmosfera e utilização de películas comestíveis (SANTOS et al., 2007). O uso da atmosfera modificada e filmes biodegradáveis associado ao armazenamento refrigerado são alternativas que contribuem para a manutenção da qualidade e aumento do período de conservação pós-colheita (CIA et al., 2007; PARK et al., 2005; TANADA-PALMU e GROSSO, 2005).

Revestimentos ou coberturas regulam as trocas gasosas do produto com o meio exterior, diminuindo a perda de vapor d'água, o que resulta em perda de massa, controlando a perda de voláteis responsáveis pelo "*flavor*" do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Krochta e Mulder-Johnston (1997) acrescentam que os revestimentos podem transportar ingredientes como antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes, além de favorecerem a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento.

Os filmes e os revestimentos comestíveis são uma alternativa para estender o período de conservação pós-colheita dos frutos e vegetais frescos, que podem ser aplicados na intenção de retardar a deterioração e desidratação desses produtos, como também reduzir a respiração, melhorar a textura, reter compostos aromáticos e diminuir o crescimento microbiano (PARK et al., 2005).

A incorporação de compostos bioativos inócuos, como grãos de kefir por aspersão ou biofilmes aponta perspectivas promissoras para o uso de leveduras no biocontrole de fungos deteriorantes/micotoxigênicos (COELHO et al., 2003). No entanto são poucas as pesquisas com o uso de grãos de kefir de água na redução de podridões de frutos em pós-colheita.

Filmes de quitosana surgem como uma grande promessa para prolongar a vida útil dos alimentos. Esse tipo de filme, fino ingrediente alimentar, tem sido utilizado para o controle microbiano, apresentando-se como técnica que modifica a atmosfera dentro das embalagens e agindo como agente antimicrobiano (DUTTA et al., 2009). A ação desse revestimento no combate dos microrganismos pode estar relacionada aos fatores intrínsecos, como grau de desacetilação e extrínsecos como nutrientes, condições do meio ambiente e substratos químicos (FAI et al., 2008).

Na categoria de alimentos orgânicos, estão incluídos todos os produtos que são produzidos de acordo com as técnicas e uso de normas da agricultura

orgânica, sendo que esse tipo de grupo alimentar deve atender a todos os critérios especificados sobre embalagens, armazenamento e transporte (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Estudos recentes revelam que vem aumentando o interesse em novas pesquisas para prolongar a vida útil e melhorar a qualidade dos alimentos, tendo em vista, também, cuidados com o ambiente, a partir da redução dos resíduos de embalagens. Esses fatores têm incentivado a exploração de novas embalagens à base de biomatérias (PIERMARIA et al., 2009).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o período de vida pós-colheita de três cultivares de mirtilo orgânico mediante a aplicações de diferentes películas biodegradáveis e filme de PVC (Cloro de Polivinila), acondicionadas em embalagens plásticas tipo PET (Tereftalato de Polietileno), bem como avaliar a influência na conservação de frutos de mirtilo refrigerados a 0°C colhidos em duas safras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da Mirtilo

2.1.1 Aspectos gerais da cultura

O mirtilo é uma planta frutífera de clima temperado pertencente à família *Ericaceae* e ao gênero *Vaccinium*. Seus frutos são de coloração azul intenso e polpa de sabor doce-ácido, apresentando grande número de sementes de pequeno tamanho. Em média, os frutos possuem 1cm de diâmetro pesando 1,5g, podendo ser destinados tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento (KLUGE et al., 1994).

O mirtilo apresenta grande importância econômica, especialmente nos Estados Unidos e Europa, centros de origem das espécies deste gênero. O interesse por esta cultura em outras regiões tem sido crescente (SANTOS, 2004).

2.1.2 Aspectos Econômicos

O agronegócio brasileiro conta com uma eficiente, moderna e competitiva fruticultura. O Brasil é o terceiro pólo mundial do setor, perdendo apenas para China e Índia, com produção anual de cerca de 38 milhões de toneladas. Em 2006, as vendas externas de frutas frescas (exceto laranja) alcançaram US\$ 471,8 milhões, com aumento de 95% em comparação aos US\$ 241 milhões em 2002. De janeiro a abril de 2007 houve crescimento em torno de 50% no valor das exportações em comparação ao mesmo período do ano anterior, apresentando elevação de US\$ 102,3 milhões para US\$ 150,1 milhões (BRASIL, 2007).

Devido ao nosso clima privilegiado, as frutas são produzidas em regiões temperadas e tropicais. Além da diversidade climática, tem-se solo fértil e água em abundância. Esses três fatores tornam intrínseca a vocação do Brasil para a fruticultura (BRASIL, 2007). A perda de frutas no Brasil durante o manuseio é da ordem de 20 a 50%. No Brasil, o mirtilo, ainda é uma espécie de introdução recente, contudo, é largamente cultivado em países do Hemisfério Norte, principalmente Europa e Estados Unidos. Nestes países, a espécie tem grande importância comercial, sendo largamente explorados seus benefícios como

alimento funcional. Os Estados Unidos detêm 50% da produção mundial de mirtilo, sendo o estado do Maine o maior produtor, com 25% da produção norte-americana. O Canadá (províncias de Quebec e Nova Escócia) produz 33% e o continente europeu 16%, cabendo ao restante do mundo apenas 1% de participação no volume produzido em 2002 (EMBRAPA, 2007).

É também nos Estados Unidos onde se encontram os maiores índices de consumo. Os norte-americanos importam cerca de 82% da produção do restante do mundo. A demanda destes mercados tem impulsionado o cultivo em regiões não-tradicionais como a América do Sul, destacando-se países como Chile, com 2.500 ha, Argentina, com 1.500 ha e Uruguai, com 200 ha, para abastecimento na entressafra (FACHINELLO, 2008).

A primeira exportação argentina ocorreu em 1994, para o Reino Unido, mas somente em 1997 o país começou sua incursão pelo mercado norte-americano. Produzindo hoje cerca de 380 t ano⁻¹, 74% dessa produção está sendo destinada ao abastecimento dos Estados Unidos entre os meses de outubro e dezembro (EMBRAPA, 2007).

A área cultivada no Brasil é superior a 150 ha, quase exclusivamente para exportação. O Rio Grande do Sul é o Estado que mais se destaca na produção de mirtilo. Em 2008, 45 produtores cultivando área de 65 ha, produziram 150 toneladas. O maior mercado consumidor do país é São Paulo, e o local onde se encontra o maior número de atacadistas dessa fruta é o Entrepasto Terminal de São Paulo (ETSP), da Companhia de Entrepastos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Praticamente toda a produção é comercializada na forma *in natura*, e uma pequena parte se destina à indústria de sucos, sorvetes e doces (FACHINELLO, 2008).

2.1.3 Consumo e Comercialização

A grande divulgação nos meios de comunicação das características e propriedades nutraceuticas, substâncias de ocorrência natural nos alimentos, das pequenas frutas, com claro efeito benéfico a saúde, vem chamando a atenção dos consumidores e produtores (PAGOT e HOFFMANN, 2003). No entanto, no Brasil, a produção de frutas de clima temperado é insuficiente para atender a

demanda, propiciando melhores possibilidades ao mercado de produção das frutas frescas e à industrialização (CIA et al., 2007).

Os pequenos frutos têm um restrito mercado *in natura*, e apresentam o maior potencial de remuneração, sendo assim, devem ser melhor aproveitados por produtores, empresas, atacadistas e varejistas. Por haver um preço mínimo para o comércio dos frutos frescos, há um alto custo de comercialização devido ao transporte e armazenamento. Caso esses critérios não sejam atendidos, os frutos serão destinados ao mercado de congelados (SILVA, 2007).

Os frutos do mirtilo podem ser utilizados como frutos frescos, na produção de geléias, sucos, sorvetes, polpas, conservas, iogurtes, doces, tortas, bolos, compotas ou transformados em fermentados como licores e xaropes. A comercialização das pequenas frutas no Brasil aumentou a partir da importância dada ao consumo de produtos ricos em antioxidantes, como os compostos fenólicos (MOTA, 2006).

Devido à fragilidade e rápida perda da qualidade pós-colheita, o fornecimento de frutos frescos no mercado é bastante limitado, neste contexto, uma alternativa para melhorar o aproveitamento econômico desses frutos seria a industrialização (MOTA, 2006; ANTUNES, 2002).

2.1.4 Características da espécie

O mirtilo é uma planta frutífera de clima temperado pertencente à família *Ericaceae* e ao gênero *Vaccinium* (RASEIRA e ANTUNES, 2004). Possui porte arbustivo, com hábito de crescimento ereto ou rasteiro, produzindo frutos tipo baga, de coloração azul-escura e formato achatado, coroada pelos lóbulos persistentes do cálice, com muitas sementes envolvidas por uma polpa de coloração esbranquiçada de sabor doce-ácido (KLUGE et al., 1994).

É um arbusto hexaplóide, de folhagem decídua no inverno, de 2 a 4m de altura, que exige número variável de horas de frio por ano com temperaturas abaixo de 7,2 °C, dependendo do genótipo. Apresenta folhas cartáceas, glabras, de 4 a 8cm de comprimento. As flores são formadas durante a primavera quando as plantas ainda estão sem folhas (HARRI et al., 2006).

A forma mais utilizada para a propagação dessa espécie no Brasil é a estaquia, mas os resultados práticos são insatisfatórios variando com a cultivar

(FACHINELLO et al., 1995). Mudas obtidas a partir de micropropagação são utilizadas no Uruguai (CASTILLO et al., 2004).

De maneira geral, os frutos possuem em torno de 1cm de diâmetro e 1,5g de peso, podendo ser destinados tanto para o consumo *in natura* quanto ao processamento em forma de purês, sucos ou desidratados, geléias, tortas, muffins, snacks e cereais (RASEIRA e ANTUNES, 2004; KLUGE et al., 1994).

As principais espécies com expressão comercial podem ser divididas em três grupos de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto e outras características: *highbush* tem a melhor classificação em tamanho e sabor dos frutos; *rabbiteye* produz frutos de menor tamanho e de menor qualidade, no entanto, apresenta maior produção por planta e melhor conservabilidade pós-colheita; *lowbush* produz frutos de tamanho pequeno, destinados geralmente à indústria de processamento (RASEIRA e ANTUNES, 2004; ECK et al., 1988).

Sua riqueza em pigmentos antociânicos, substâncias de alto poder antioxidante e preventivo de doenças degenerativas, seu sabor único e sua cor inconfundível são fatores que atraem diretamente o consumidor (VILLATA, 2007). No Brasil, as principais cultivares de mirtilo produzidas pertencem ao grupo *rabbiteye*. Apresentam como características o elevado vigor, plantas longevas, produtividade alta, tolerância ao calor e à seca, baixa exigência na estação fria, floração precoce, longo período entre floração e maturação e frutos firmes com longa vida pós-colheita, desde que conservados adequadamente. Outra característica é a menor exigência de horas de frio (abaixo de 7,2 °C) que variedades do grupo *highbush*. Elas são capazes de brotar e florescer com apenas 360 horas de frio, enquanto aquelas do grupo “highbush” necessitam entre 650 e 800 horas de frio (RASEIRA e ANTUNES, 2004).

Entre as limitações das cultivares do grupo *rabbiteye*, destaca-se a completa coloração do fruto antes do ponto ideal da colheita, quando estaria com melhor qualidade em termos de sabor, tendência de rachar a película em períodos úmidos e exigência de longo período até alcançar o máximo de produtividade (ANTUNES et al., 2008).

O Brasil é ainda recente na produção de mirtilo. Os primeiros experimentos tiveram início em 1983, sob responsabilidade da Embrapa Clima Temperado de Pelotas -RS, com a introdução da coleção de cultivares de baixa exigência em

relação à temperatura fria do grupo *rabbiteye*, oriundos da Universidade da Flórida. A região de Vacaria - RS foi pioneira na produção comercial desta fruta, sendo grande referência em termos de produção. Atualmente, o cultivo no país está em expansão, especialmente em regiões de clima temperado, onde há uma grande demanda em relação a cultivares adaptadas às condições climáticas regionais (SILVA et al., 2008).

2.1.4.1 Cultivar Clímax

Esta cultivar é originária também de Tifton, Geórgia, desenvolvida pela Coastal Plain Experimental Station e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, proveniente de um cruzamento entre *Callaway* e *Ethel*. Os frutos podem ser considerados de tamanho médio, com película de coloração azul-escura e polpa saborosa, amadurecendo de maneira relativamente uniforme. Em Pelotas, o diâmetro e o peso médio dos frutos variaram de 1,0 a 1,7cm, e 1,8g, respectivamente. A casca dos frutos apresenta-se coberta por bastante pruína, imprimindo o aspecto bem azulado, o teor de sólidos solúveis varia entre 10° e 12,4°Brix, e o sabor é doce ácido. O florescimento acontece de agosto a setembro e a colheita nos meses de dezembro e janeiro (EMBRAPA, 2007).

2.1.4.2 Cultivar Florida

Cultivar de baixa exigência em relação ao frio e frutos de tamanho médio de 1,5g. As plantas são vigorosas, com boa resistência a doenças. Os frutos possuem coloração azul com pouca pruína. O florescimento é considerado tardio, ocorrendo em Setembro, a maturação se dá em Janeiro e meados de Fevereiro (EMBRAPA, 2007).

2.1.4.3 Cultivar *Bluegem*

Cultivar originária de Gainesville, Flórida, de polinização livre, de uma seleção chamada Tifton 31. Necessita polinização cruzada, sendo que *Woodard*, é uma das polinizadoras recomendadas. Os frutos têm sabor muito agradável e a película apresenta bastante pruína. O teor de sólidos solúveis apresentado nesta cultivar encontra-se entre 10,5 e 12,8°Brix. O diâmetro dos frutos está entre 1,0 e

1,6cm e o peso médio em torno de 1,3g. A colheita é mais tardia que *Aliceblue* e anterior da cultivar. *Powderblue* (EMBRAPA, 2007).

Os frutos são graúdos e têm bom sabor, a epiderme apresenta bastante pruína. Floração em agosto e produção no final de novembro, início de dezembro (EMBRAPA, 2007).

2.2 Cultivos Orgânicos

Do ponto de vista ecológico, a agricultura orgânica tem sido indicada como modelo de cultivo sustentável, desta forma, variadas pesquisas têm sido realizadas do ponto de vista técnico, econômico e ecológico (GEMMA, 2004). Ormond et al. (2002) observaram que diversos autores indicam terras inexploradas e instalações novas para se iniciar um sistema orgânico, porém, essa idéia conflita com a ideologia de não causar maiores desequilíbrios ambientais. Para esses autores, o ideal seria a conversão de agricultura convencional para o manejo orgânico, no entanto, esse método é demorado e oneroso.

A utilização deste modelo agrícola está baseada no uso de recursos naturais, que evita o uso de adubos químicos e agrotóxicos, protegendo a saúde do agricultor, (SOUZA, 2008). A grande procura dos consumidores por alimentos ecologicamente corretos e saudáveis vem aumentando. Neste sentido, Borges (2003) observou que a taxa de crescimento da demanda internacional por produtos orgânicos é da ordem de 40% ao ano.

A fruticultura orgânica se encontra em posição inicial na oferta de produtos, porém o aumento do mercado brasileiro para o consumo dessa produção orgânica é significativa, sendo que as frutas ocupam a maior área plantada (BORGES, 2003). Para a produção orgânica, vários fatores devem ser verificados. Borges et al. (2006) afirmam que para o alimento receber a denominação de produto orgânico, as áreas de produção devem ser avaliadas segundo as normas das instituições certificadoras, pois esse tipo de cultivo deve atender às exigências nos aspectos ambientais e sociais, cumprindo a legislação sanitária e ambiental.

Os alimentos orgânicos incluem todos os produtos alimentícios produzidos com a adoção de técnicas e com o uso de normas da agricultura orgânica,

atendendo a critérios específicos sobre embalagem, armazenamento e transporte, preservando ao máximo seus atributos de qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para favorecer o desenvolvimento tecnológico, econômico, ambiental e social introduzidos na produção de vegetais orgânicos, faz-se necessária a utilização de diferentes tratamentos pós-colheita que podem ser associados a essa produção, buscando alcançar a redução de perdas e manter a qualidade do produto por um mais longo período de tempo (CAMPOS, 2008).

2.3 Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos (MALACRIDA e MOTTA, 2006; BIANCHI e ANTUNES, 1999). As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas a sua capacidade de sequestrar os radicais livres, devido às propriedades de óxido-redução, desempenhando importante papel na eliminação e desativação desses radicais (BIANCHI e ANTUNES, 1999; DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004). Muitos dos fenólicos alimentícios são solúveis em água e outros solventes orgânicos. Fenólicos encontrados em alimentos geralmente pertencem à classe dos ácidos fenólicos, flavonóides, ligninas, estibenos, cumarinas e taninos (SHAHIDI e NACZK, 1995).

O interesse em compostos fenólicos em alimentos alcançou novo patamar nos últimos anos. Subtraindo o interesse acadêmico usual na biologia e química de descoberta e identificação de compostos fenólicos na natureza, tem-se notado que a ciência, juntamente ao interesse comercial, está buscando acentuar estudos e trabalhos sobre estes compostos de modo a agregar maior valor ao alimento, além de proporcionar efeitos que tragam benefícios à saúde (SILVA, 2003).

O mirtilo (*Vaccinium* sp.) apresenta alta concentração de compostos fenólicos em sua composição (WU et al., 2004), sendo superior à maioria das frutas (WOLFE et al., 2008). Sellappan et al. (2002) encontraram os ácidos fenólicos gálico, p-hidroxibenzóico, p-cumárico, ferúlico e caféico em mirtilo produzido na Geórgia, Estados Unidos.

Taruscio et al. (2004) avaliaram a composição fenólica (ácidos fenólicos e flavonóides não-antociânicos) de cultivares de mirtilo pertencentes a nove espécies do gênero *Vaccinium*, na qual a epicatequina foi o flavanol predominante, seguido da catequina.

2.5 Antocianinas

Antocianinas (do grego: anthos, flor e kyanos, azul) (MANHITA et al., 2006) são um grupo de pigmentos vegetais hidrossolúveis (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004) quimicamente, são compostos fenólicos flavonóides, amplamente distribuídos na natureza, responsáveis pela coloração de frutas, flores e vegetais (COOPER-DRIVER, 2001).

Além dos atributos de cor, o interesse nesses compostos tem se intensificado em função de seus efeitos benéficos à saúde (COOPER-DRIVER, 2001; ESPÍN et al., 2000). Seu espectro de cor vai do vermelho ao azul, apresentando-se também como uma mistura de ambas as cores, resultando em tons de púrpura. Muitas frutas, hortaliças, folhas e flores devem sua atrativa coloração a estes pigmentos, que se encontram dispersos nos vacúolos celulares (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004).

A estrutura das antocianinas é baseada em um esqueleto C15, consistindo de um anel aromático ligado a um segundo anel na posição de C2. Essa estrutura é completada por uma ou mais moléculas de açúcar ligadas em diferentes posições hidroxiladas da estrutura básica (DELGADO-VARGAS e PAREDES-LÓPEZ, 2003). Quando estão livres de moléculas de açúcar são denominadas antocianidinas (agliconas) (Figura 1). Existem seis antocianidinas mais frequentemente encontradas nos pigmentos naturais, a maioria delas é substituída nas posições de hidroxila 3 e 5 (COOPER-DRIVER, 2001).

As antocianinas são derivados metoxílicos/polihidroxílicos glicosilados de sais de fenil-2-benzopirílio (cátion flavilium) (COOPER-DRIVER, 2001). Diferem entre si pelo número de grupos hidroxila, número e natureza dos açúcares unidos à molécula, posição desse açúcar e número e natureza dos ácidos alifáticos ou aromáticos unidos aos açúcares da molécula (KONG et al., 2003).

A antocianina mais frequentemente encontrada é a cianidina, que confere coloração vermelha (BOBBIO e BOBBIO, 1995). O vasto repertório de cores

apresentado na faixa entre o vermelho e o azul é resultado do complexo formado entre esses polifenóis, pectinas e íons metálicos (PADETEC, 2006).

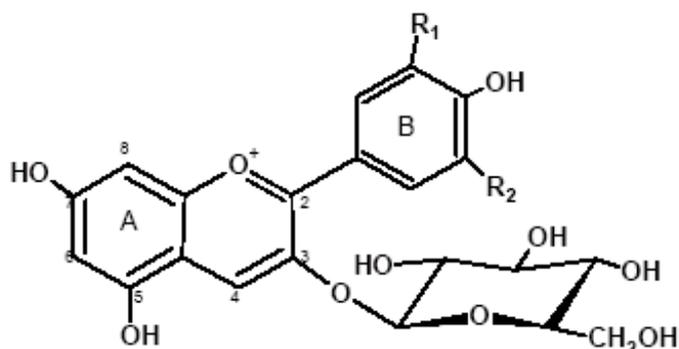


Figura 1. Estrutura química das antocianinas.

Fonte: Malacrida e Motta (2006).

Em frutas, as antocianinas se localizam principalmente na casca e ocasionalmente na polpa, podendo, em alguns casos, conter somente um tipo de pigmento, como observado em maçã (*Pyrus mallus*) e groselha roxa (*Ribes rubrum*), que contêm unicamente cianidina. Por outro lado, frutas como uva (*Vitis vinifera*) e mirtilos (*Vaccinium myrtillus*) apresentam a combinação de cinco a seis antocianinas (SIMÓN et al., 2002).

Pertuzatti et al. (2007) avaliaram os teores de antocianinas totais na fruta inteira, casca e polpa das variedades de mirtilo Powder Blue e Delite. Powder Blue apresentou os maiores teores de antocianinas no fruto e na casca, com valores médios de 256 e 716mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente. A variedade Delite apresentou valores médios inferiores, entre 144 e 382,3mg 100 g⁻¹ para fruto e casca, respectivamente. Com relação a polpa, a variedade Delite apresentou os maiores teores de antocianinas, em torno de 80,9 mg de cianidina 3-glicosídeo 100 g⁻¹, enquanto os teores foram de 2,7 mg 100g⁻¹ em polpa de frutos da variedade Powder Blue. Isto se deve ao fato da polpa de frutos da variedade Delite possuir coloração avermelhada, enquanto Powder Blue possui frutos amarelados.

Em trabalho recente, Lohachoompol et al. (2008) identificaram e quantificaram antocianinas em várias cultivares de mirtilo produzidas na Austrália. Em todas as cultivares avaliadas, observou-se perfil qualitativo similar para as

antocianinas, porém, a proporção de cada antocianina variou em função da cultivar. As cultivares representantes da espécie *Vaccinium ashei* apresentaram conteúdo de antocianinas totais significativamente superior ao da espécie *Vaccinium corymbosum*. As cultivares estudadas foram Crunchie, Star e Sharpe (“highbush”, *Vaccinium corymbosum*); Clímax, Powder Blue e Brightwell (“rabbiteye”, *Vaccinium ashei*). Quinze antocianinas foram identificadas. As antocianidinas majoritárias foram a delphinidina, petunidina e malvidina.

Vendramini et al. (2004) identificaram agliconas de antocianinas em acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). O teor de antocianinas na casca da acerola madura foi de 37,5 mg.100 g⁻¹. Lima et al. (2000) determinaram o teor de antocianinas totais nas seleções de acerola Barbados, Coopama, Flor Branca, Inada, Miró e Okinawa. As seleções Inada e Barbados apresentaram os mais altos teores desses pigmentos em comparação às demais seleções, tornando-se agronomicamente interessantes como fontes de antocianinas.

Mota (2006) avaliou a composição de antocianinas em seis cultivares de amora negra, encontrando predominância de cianidina. Durante a elaboração do suco com estas frutas, houve decréscimo de 42% no conteúdo de antocianinas. O tempo de armazenamento também contribuiu para o decréscimo, sendo este menor nas amostras mantidas sob refrigeração, em relação ao suco fresco.

2.6 Carotenóides

Carotenóides são pigmentos amplamente distribuídos na natureza, principalmente em plantas que se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas. Sua cor varia de amarelo a vermelho e podem ser subdivididos em carotenos, compostos constituídos apenas por carbono e hidrogênio e seus derivados oxigenados, as xantofilas (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004; BOBBIO e BOBBIO, 2003).

A mudança de cor no amadurecimento dos frutos ou no envelhecimento de hortaliças é causada pelo desaparecimento das clorofilas, cuja presença mascara a cor dos outros pigmentos. Durante o processo de amadurecimento dos frutos, os cloroplastos normalmente se transformam em cromoplastos, assim, a síntese de novos carotenóides é estimulada. A presença de carotenóides nos cloroplastos

impede a fotosensibilização das clorofilas, impedindo assim a destruição dos cloroplastos (BOBBIO e BOBBIO, 2003).

Os animais não possuem a capacidade de sintetizar carotenóides, mas ao ingerirem o pigmento, via fontes vegetais, podem absorvê-los. Portanto, os carotenóides que são encontrados unicamente em animais são provavelmente produtos resultantes de mudanças metabólicas, geralmente oxidativas, da ingestão de outros carotenóides existentes em vegetais. Um exemplo característico é a cor rosa do salmão fresco, devido principalmente à presença de astaxantina, a qual é obtida a partir da ingestão de plantas marinhas contendo carotenóides (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004; BOBBIO e BOBBIO, 2003; FENNEMA, 1996).

Quimicamente, os carotenóides são substâncias tetraterpênicas (C₄₀) formadas por oito unidades de isopreno (C₅), que são unidos de forma que ocorra uma reversão no centro da estrutura, sendo que, dessa maneira, os dois grupos metílicos centrais ficam separados por quatro carbonos. Algumas estruturas contêm um grupamento terminal cíclico (Figura 2), enquanto outras possuem uma ou nenhuma ciclização (Figura 3). Uma característica distinta é um extenso sistema de duplas ligações conjugadas, que atuam como um cromóforo de absorção de luz, sendo responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelho que estes compostos concedem a muitos alimentos (BOBBIO e BOBBIO, 2003; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; FENNEMA, 1996).

O papel mais proeminente dos pigmentos carotenóides na dieta de seres humanos e de outros animais é sua capacidade de servir como precursor da vitamina A. O β -caroteno é o carotenóide que possui a maior atividade provitamínica A por possuir dois anéis de β -ionona (estrutura necessária para apresentar atividade vitamínica), mas outros carotenóides comumente consumidos, como o α -caroteno e β -cryptoxantina, também possuem atividade provitamínica A. Estima-se que os carotenóides com esta atividade promovam de 30 a 100% dos requerimentos de vitamina A na dieta de humanos (FENNEMA, 1996).

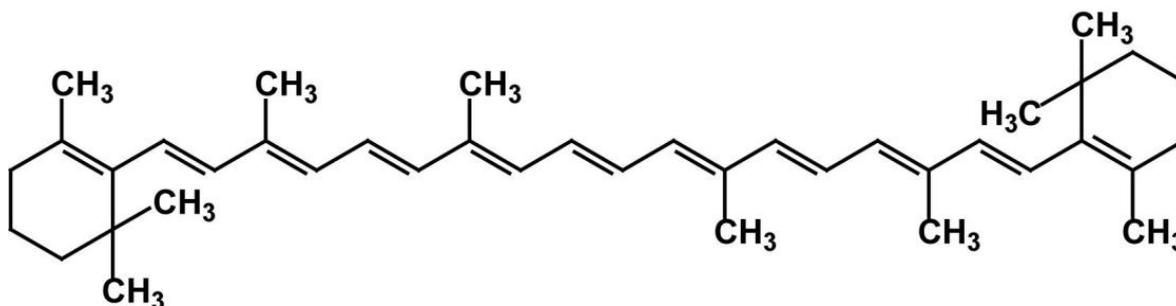


Figura 2. Estrutura do β -caroteno

Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

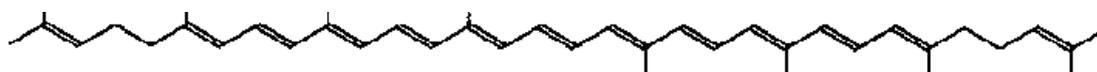


Figura 3. Estrutura do licopeno

Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

2.7 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante pode ser definida como a capacidade que um composto tem de inibir a degradação oxidativa. Pode ser avaliada pelo potencial antioxidante, que é determinado pela composição e propriedades dos constituintes e, ainda, pela atividade biológica, que depende da biodisponibilidade do antioxidante (SANTOS et al., 2007).

Existem diversas definições para antioxidantes. A definição mais ampla é que são “substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação do substrato” (SIES, 1993). Existe também a definição de antioxidante alimentar que, de acordo com a US National Academy of Sciences (2000), “é toda substância na dieta capaz de reduzir significativamente os efeitos adversos produzidos por espécies reativas, como aquelas de oxigênio e nitrogênio, e que possuem função normal no organismo”.

O termo radical livre é frequentemente empregado para designar qualquer átomo ou molécula contendo um ou mais elétrons desemparelhados nos orbitais mais externos, o que torna estas moléculas altamente reativas, capazes de reagir com qualquer composto que esteja próximo, possuindo função oxidante

(HALLIWEL e GUTTERIDGE, 1999). Assim, a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e radicais livres ocorre no metabolismo normal, existindo a necessidade permanente de inativar estas moléculas de alta reatividade. O desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes resulta no chamado estresse oxidativo (DÁVALOS et al., 2003), que afeta muitas moléculas biológicas, incluindo lipídios, proteínas, carboidratos e DNA.

Conseqüentemente, as ERO estão implicadas em várias doenças degenerativas humanas, como doenças cardiovasculares, disfunções cognitivas e câncer (PIETTA, 2000). Para combater os radicais livres ou as chamadas espécies reativas de oxigênio (ERO) e nitrogênio (ERN), o corpo é constituído com um sistema de defesa efetivo (antioxidantes endógenos), o qual inclui várias enzimas e moléculas antioxidantes de alto e baixo peso molecular (KAUR e KAPOOR, 2001).

Esta proteção pode ser baseada em vários mecanismos de ação, principalmente: inibição da geração e a capacidade de neutralizar ERO/ERN, capacidade redutora, capacidade de quelar metais, atividade como enzima antioxidante e inibição de enzimas oxidativas (MAGALHÃES et al., 2008). Além destes antioxidantes endógenos, há aqueles consumidos na dieta (antioxidantes exógenos), que incluem ácido ascórbico (vitamina C), vitamina E, vitamina A, carotenóides e compostos fenólicos. Entre os antioxidantes presentes nas frutas e vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os ácidos fenólicos e flavonóides (SOARES, 2002).

Vários métodos são utilizados para determinar a atividade antioxidante em extratos e substâncias isoladas, e um dos mais usados consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil - DPPH, de coloração púrpura, com faixa de absorção ao redor de 515 nm. Por ação de um antioxidante (AH) ou uma espécie radicalar (R), o DPPH é reduzido, modificando a coloração para amarelo, com conseqüente desaparecimento da absorção, sendo possível monitorá-la em função da absorbância. A partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres e/ou a porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional, num determinado tempo (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; SÁNCHEZ-MORENO et al., 1998).

2.7.1 Fatores que afetam os compostos fenólicos e a atividade antioxidante

A composição fenólica do mirtilo (*Vaccinium* sp.) apresenta grande variação qualitativa e quantitativa. Vários trabalhos demonstraram que esta variação é dependente de fatores intrínsecos - gênero, espécie e cultivar - e extrínsecos - condições ambientais e de cultivo, manejo e condições de armazenamento (GIOVANELLI e BURATTI, 2009; WANG et al., 2008).

Além disso, fatores como a complexidade dos compostos fenólicos, métodos de extração e quantificação também podem afetar a composição deste grupo de compostos. Prior et al. (1998) estudaram mirtilos oriundos de quatro espécies (*Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium ashei* Reade, *Vaccinium angustifolium* e *Vaccinium myrtillus*), tendo observado que houve aumento na concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante ao longo da maturação para as cultivares Brightwell e Tifblue. Em contrapartida, o local de cultivo (Oregon, Michigan e New Jersey, EUA) não apresentou influência sobre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante da cultivar Jersey. Connor et al. (2002) avaliaram a influência da cultivar, do local e época de cultivo sobre o conteúdo fenólico e atividade antioxidante do mirtilo, tendo concluído que, ao contrário do observado por PRIOR et al. (1998), ocorreu interação entre genótipo (cultivar) e ambiente, na determinação da atividade antioxidante do mirtilo.

Castrejón et al. (2008) observaram diminuição dos compostos fenólicos (ácidos hidroxinâmicos e flavonóis) e da atividade antioxidante de cultivares de mirtilo (*Vaccinium corymbosum*) ao longo do amadurecimento. Os valores para fenólicos totais variaram de 60,76 para 33,00 mg EAG.100 g⁻¹ em peso seco, do estágio inicial até o final do amadurecimento, respectivamente.

A influência do sistema de cultivo (orgânico e convencional) sobre a composição fenólica e atividade antioxidante do mirtilo foi analisada por WANG et al. (2008), mostrando que o mirtilo (*Vaccinium corymbosum*, cv. Bluecrop) produzido em sistema orgânico apresentou concentração superior de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante em comparação àqueles produzidos em sistema convencional.

2.8 Propriedades funcionais

Estudos epidemiológicos e *in vitro* sugerem que o mirtilo (*Vaccinium* sp.) ajuda a manter a saúde e atua como obstáculo aos efeitos do envelhecimento, particularmente com respeito à neurodegeneração e defeitos cognitivos. Há ainda evidências de sua atuação na prevenção de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (DUFFY et al., 2008). Muitos dos efeitos benéficos parecem estar relacionados às propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos presentes no fruto (KALT e DUFOUR, 1997).

Duffy et al. (2008) realizaram estudo com ratos, verificando que a suplementação da dieta com 2% de extrato de mirtilo por 8 semanas protegeu-os contra a neurodegeneração e defeitos cognitivos, mediados por excitotoxicidade e estresse oxidativo. Este trabalho trouxe evidências de que a suplementação com extrato de mirtilo pode ser utilizada para prevenir ou tratar a doença de Alzheimer, possivelmente, outras desordens neurodegenerativas, sendo sugerido que o extrato atenua processos degenerativos causados por estressores oxidativos ou inflamatórios.

Wolfe et al. (2008) avaliaram a atividade antioxidante de 25 tipos de frutos, comumente consumidos nos EUA, encontrando o mirtilo como um dos frutos com maior atividade antioxidante em sistema de cultura de células. Também foi observada alta correlação entre o conteúdo fenólico total e a atividade antioxidante celular, demonstrando que o primeiro pode ser usado como indicador de atividade antioxidante.

Seeram et al. (2006) verificaram a propriedade de extratos de mirtilo em inibir a proliferação de células tumorais na cavidade oral, mama, cólon e próstata, sendo esta ação dose-dependente e com diferentes níveis de potência entre os tipos de células avaliadas. Além disso, os extratos estimularam a apoptose em culturas de células cancerígenas de cólon.

Boivin et al. (2007) avaliaram o efeito de suco de mirtilo sobre a morte celular e sobre a interrupção do ciclo celular de células humanas cancerígenas do estômago, mama, próstata e intestino. Estes autores verificaram grande capacidade do suco em inibir o crescimento celular, principalmente para o suco derivado das cultivares do grupo *lowbush*. O mecanismo de ação parece estar

relacionado à interrupção do ciclo celular, mais do que à apoptose caspase-dependente.

A ação dos componentes fenólicos do mirtilo na redução de um dos fatores de risco das doenças cardiovasculares foi demonstrada por Kalt et al. (2008). Um experimento com suínos demonstrou que a suplementação com extrato de mirtilo (*Vaccinium corymbosum*, cv. Jersey) reduziu os níveis de colesterol total, LDL e HDL. A maior redução foi observada com mirtilo na concentração de 2%, sendo que o colesterol total, LDL e HDL reduziram-se a, 11,7, 15,1 e 8,3%, respectivamente.

2.9. Conservação Pós-Colheita

2.9.1 Temperatura de armazenamento e atmosfera modificada

Durante o armazenamento de frutos ocorrem uma série de alterações químicas e físicas que diminuem sua qualidade, conduzindo a sua senescência e morte. Estas mudanças ocorrem porque os frutos são produtos que, após colhidos, continuam vivos, com as funções ativas do metabolismo vegetal, como respiração e transpiração (EMBRAPA, 2009).

A refrigeração e a atmosfera modificada são alternativas utilizadas que contribuem para a manutenção da qualidade dos frutos e para o aumento do período de conservação, ampliando a vida de prateleira (CIA et al., 2007). No Brasil, trabalhos de armazenamento refrigerado com esta espécie foram realizados preliminarmente na região de Pelotas, com as cultivares Climax e Powder Blue. Os resultados obtidos permitiram apontar o mirtilo como um fruto que suporta bem o armazenamento refrigerado até 21 dias em temperaturas de 0 a 4°C. (HOFFMANN et al., 1993; HOFFMANN et al., 1994; KLUGE et al., 1994).

O método mais econômico de armazenamento prolongado é a refrigeração. A temperatura de armazenamento é o fator mais importante, por atingir o controle da senescência e das perdas de qualidade pós-colheita dos frutos e hortaliças (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O mercado de alimentos resfriados vem crescendo tanto no Brasil quanto no mundo, estimulado por um crescimento do consumo de alimentos de

conveniência frescos e sem conservantes, em um processo de substituição aos produtos congelados (JUNQUEIRA e LUENGO, 2000).

Para melhorar a conservação e qualidade dos frutos armazenados em ambiente refrigerado são utilizados filmes de polietileno de baixa densidade ou filmes de cloreto de polivinila (PVC). Os filmes mais eficientes para o prolongamento da vida pós-colheita dos frutos são os de polivinila devido à permeabilidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O armazenamento de frutos congelados é inviabilizado devido à formação de cristais de gelo, que causam deterioração por danos mecânicos, gerando perda de textura. Provavelmente esses cristais se formam nos espaços intercelulares contendo vapor d'água, que se condensa nas paredes celulares (RESENDE et al., 2007).

Segundo Borecka e Pliszka (1985), em relação a outros frutos, a vida de estocagem de frutos de mirtilo é comparativamente limitada devido aos processos fisiológicos de amadurecimento e à deterioração causada por fungos. O mirtilo pode ser armazenado por 14 dias em temperaturas entre 2,0 e 4,0 °C, com umidade relativa de 90 a 95% (WESTWOOD, 1982). Para Hardenburg et al. (1986), o mirtilo suporta até 2 semanas em temperaturas entre -0,5 a 0 °C e 90-95% UR. Estes autores salientam que frutos pequenos, como é o caso do mirtilo, possuem tendência a alta taxa de desidratação durante o armazenamento refrigerado, pois apresentam maior superfície de contato entre o fruto e o ambiente.

O termo armazenamento em atmosfera modificada é utilizado quando a composição da atmosfera de armazenamento não é hermeticamente fechada, tal como a utilização de filmes plásticos, na qual ocorrem as alterações da composição da atmosfera (oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono, etileno, etc.), voluntária ou involuntariamente (EMBRAPA, 2007).

O armazenamento refrigerado (0°C e 85-90% de UR) de mirtilos, associado à modificação da atmosfera pelo uso de PVC (Cloreto de Polivinila), perfurado e com espessura de 7µ, proporciona a conservação dos frutos durante 14 e 30 dias para consumo *in natura* e processamento, respectivamente (EMBRAPA, 2007).

2.10 Filmes ou revestimentos biodegradáveis

O uso de embalagens comestíveis em alimentos com alto teor de umidade tem recebido pouca atenção dos pesquisadores, porém, pesquisas recentes nessa área vêm se intensificando. (VILLADIEGO et al., 2005). O amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno, a gelatina e as proteínas miofibrilares são os polímeros mais utilizados na elaboração de biofilmes (VICENTINI e CEREDA, 1999).

Os revestimentos biodegradáveis e comestíveis vêm sendo usados para a conservação de produtos ao natural, esses biofilmes são formados a partir da suspensão de um agente espessante que, após sua aplicação em frutos, formam uma película ao redor, agindo como uma barreira para trocas gasosas e perda de vapor d'água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento dos frutos (PEREIRA et al., 2006).

Essas películas não apresentam riscos à saúde do consumidor, pois sua passagem pelo trato intestinal se dá de maneira inofensiva, uma vez que não são metabolizados pelo organismo (OLIVEIRA et al., 2007). Diversos revestimentos são utilizados amplamente em frutos e hortaliças, um revestimento de boa qualidade deve conferir aos frutos brilho, aparência atrativa, reduzir a perda de peso, sem afetar a respiração normal do fruto, gerando uma condição de anaerobiose (OLIVEIRA e CEREDA, 1999).

As embalagens protetoras visam controlar a excessiva perda de massa a partir da transpiração, e reduzir a respiração por meio das trocas gasosas com o meio, dessa forma, consegue-se retardar a senescência dos produtos e aumentar a vida útil pós-colheita. Para o controle desses fatores, as embalagens mais utilizadas são: os filmes plásticos, as ceras e os biofilmes (VICENTINI e CEREDA, 1999).

2.10.1 Quitosana

Um dos mais promissores revestimentos materiais é a quitosana, por apresentar excelentes propriedades na formação do filme, ampla atividade antimicrobiana e uma compatibilidade com outras substâncias ativas antimicrobianas para melhorar a sua eficácia (PARK et al., 2005).

A quitosana é produzida industrialmente pela desacetilação química da quitina, encontrada no exoesqueleto dos crustáceos, utilizando NaOH 50%. A

obtenção da quitina depende da espécie, seu rendimento corresponde de 2 a 12% da massa corpórea total e de 13 a 42% na casca, o grupo n-acetil pode sofrer vários graus de desacetilação obtendo diversos derivados (FAI et al., 2008; HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2008).

De acordo com Fai et al. (2008), a quitosana apresenta uma grande diversidade de uso na indústria de alimentos, podendo ser usada com função de aditivo orgânico (conservante estabilizante, antioxidante e emulsificante), de embalagens ativas (formação de biofilmes) e de outras funções (recuperação de subprodutos, purificação de água, clarificação de sucos de frutos, encapsulação de aromas).

Bautista-Baños et al. (2006) observaram que a quitosana tem uma capacidade de formar um recobrimento semipermeável, que ajuda no prolongamento da vida pós-colheita, diminuindo a taxa de respiração e reduzindo a perda d'água de diversos frutos, como morango e manga.

Um estudo realizado com quitosana solúvel, em água para clarificação de sucos de frutas, foi realizado por Chatterjee et al. (2004). Os pesquisadores sugeriram que esse tratamento não oferece nenhum impacto aos parâmetros bioquímicos dos sucos. Chien et al. (2005), em trabalhos com manga minimamente processada, observaram uma deterioração mais lenta e uma menor perda de água, mantendo a qualidade e prolongando a vida útil da fruta. Xu et al. (2007) obtiveram resultados significativos quando utilizaram a quitosana em uvas, o revestimento apresentou ação antifúngica, prolongando o armazenamento. Em estudo realizado com frutas fatiadas confirmou-se o efeito fungicida como uma alternativa comercial barata, filmes finos de quitosana, na concentração de 20g l⁻¹, foram capazes de diminuir a perda de massa em condições ambientes não controladas (ASSIS e PESSOA, 2004).

Tratamentos com 5 ou 10mg mL⁻¹ foram efetivos na redução da podridão parda, em trabalhos realizados em pêssegos, por Li e Yu (2000), porém, em tratamentos com 1% de quitosana, feitos por Bassetto (2006), conseguiu-se obter menores severidades em relação a testemunha, mas os valores observados ainda foram bastante elevados. A quitosana possui uma toxicidade baixa, demonstrando que é um produto benéfico e seguro para o consumo humano, uma dose letal de glicose em mamíferos seria da ordem de 8 a 12g, no entanto, quando ingeridos

18g quitosana kg^{-1} de massa corpórea em mamíferos, não há sinais de toxicidades nem mortalidade (FAI et al., 2008).

2.10.2 Grãos de Kefir

Os grãos de kefir, também conhecidos como kephir, kiaphur, képhir, kéfer, kefyr, knapon, kepi e kippe, (FARNWORTH, 2005), foram descobertos há mais de 400 anos e, desde o início, apresentaram-se como uma substância promotora de bem estar. Foi demonstrado que pessoas do sexo masculino que faziam dos grãos tiveram melhoras no funcionamento intestinal e na digestão, maior disposição física e mental, maior eficiência do sistema imunológico, além de auxílio no controle do colesterol e na perda de peso. Os grãos de kefir podem exercer atividade antimicrobiana (GABRICH e SOARES, 2007).

Esses grãos são massas gelatinosas irregulares, compostas por bactérias do ácido acético e leveduras, que contribuem para a fermentação (PIERMARIA et al., 2009). Contém uma mistura microbiana simbiótica complexa das bactérias do ácido láctico, bactérias do ácido acético e leveduras, incluídas numa matriz protéica de polissacarídeos, seus grânulos são formados por 66% de bacilli, 16% de streptococci e 18% de leveduras ou 890 a 900g kg^{-1} de água, 2g kg^{-1} de gorduras, 30g kg^{-1} de proteínas, 60g kg^{-1} de açúcares e 7g kg^{-1} de cinzas. Dez espécies de leveduras em kefir foram identificadas, sendo as principais *Issatchenka orientallis*, *Saccharomyces unisporos*, *Saccharomyces exiguss* e *Saccharomyces humaticus* (LATORRE-GARCIA et al., 2007).

De acordo com Sarkar (2008), nos grãos de kefir estão presentes 37 tipos de bactérias, distribuídas em 9 espécies e 28 leveduras encontradas em 10 espécies destes microrganismos. Os polissacarídeos de kefir são glucogalactanos, solúveis em água, apresentando relatos de atividades antibacteriana e antitumoral do sistema imunológico do intestino protegendo as células epiteliais contra *Bacillus cereus* (MEDRANO et al., 2008).

Piermaria et al. (2009), em seu trabalho com uso de kefiran (produzidas pela microflora dos grãos de kefir), demonstraram a capacidade de formar filmes comestíveis transparentes, podendo ser indicados ao uso, em especial para indústria de alimentos. De acordo com Farnworth (2005), após 24 horas de

fermentação, os grãos de kefir podem receber um ganho de massa de aproximadamente 25%.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Obtenção do mirtilo orgânico

Os mirtilos orgânicos cultivar Clímax, Florida e Bluegem, foram colhidos no município de Caxias do Sul – RS, com coordenadas geográficas de latitude 29°09'56" sul e a uma longitude 51°08'56" oeste, com altitude 817m, segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima Cfa (subtropical úmido) com temperatura média, no mês mais frio, menor que 18°C, temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C, com verões brandos, geadas frequentes e sem estação seca definida. O município localiza-se na Encosta Superior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, sobre um divisor de águas das Bacias Hidrográficas do rio Caí e do rio das Antas, ambas pertencentes à Região Hidrográfica do Guaíba (BRUGALLI, 1982).

As colheitas foram realizadas nas seguintes datas: 20/01/2010 e 24/01/2011 para cultivar Clímax, 08/01/2010 e 17/01/2011 para a cultivar Florida e, 08/01/2010 e 27/12/2010 para a cultivar Bluegem, no período da manhã e subsequentemente armazenadas em embalagens plásticas com capacidade para 150g, e acondicionadas em caixas de papelão para o transporte aéreo, direcionado a Universidade Estadual de Maringá, Campus de Maringá.

3.2 Condução do Experimento

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá. Dois experimentos foram conduzidos, um com frutos da colheita de 01/2010 e o outro com frutos das colheitas 12/2010 e 01/2011. Foram utilizados 12 kg de frutos de mirtilo, cultivar Clímax, Florida e Bluegem em cada safra, colhidos com 100% da superfície com coloração azulada, no período de 24 horas após a colheita, os frutos foram sanitizados e selecionados de acordo com o ponto de maturação e sanidade, para aplicação de revestimentos e realização das análises físico-químicas.

Dos 12 kg de frutos colhidos na safra 01/2010, foram selecionados 3 kg de mirtilo para cada tratamento (testemunha, quitosana 1,5%, kefir 20% e filme de PVC), após a aplicação dos revestimentos, foram pesados 150g dos frutos revestidos e acondicionados em caixas plásticas (14cm x 3cm x 3,5cm), transparentes e com tampa e perfurações (6 furos na caixa e 6 furos na tampa) próprias para mirtilo do tipo PET (tereftalato de polietileno). Em seguida, foram armazenados em BOD a 0°C com 85 a 95% de UR, por um período de 28 dias. Foram realizadas as avaliações físico-químicas e incidência de fungos a cada 7 dias, no período de 28 dias, com quatro repetições.

3.3 Preparação dos revestimentos

3.3.1 Quitosana 1,5%

Essa cobertura foi obtida a partir da junção de 30g de quitosana com grau de desacetilação de 98,18% em 2L de solução acidificada a 0,8% de ácido ascórbico, com agitação por meio de Ultra mixer (marca Britania) por 2 minutos. Adicionou-se 10mL de glicerol e 10g de sorbitol, agitado novamente até total homogeneização.

3.3.2 Grão de kefir de água

Os grãos de kefir foram drenados do líquido, pesados 400g e desintegrados com ajuda do Ultra mixer, após a desintegração acrescentou-se 1,5L, que foram mantidos sob aquecimento a 50°C por 30 min em leve rotação. Deixou-se esfriar e aplicou-se 10mL de glicerol e 10g de sorbitol, completou-se o volume em 2L e agitou-se com Ultra mixer para homogeneização do revestimento durante 2 minutos.

3.3.3 PVC

As bandejas PET contendo os mirtilos foram envoltas com filme de PVC, especial para embalar hortaliças e frutos, com permeabilidade ao oxigênio com 7 μ de espessura com 280mm de largura.

3.4. Aplicação dos revestimentos

Os frutos foram imersos nas soluções de revestimento por um período de 3 minutos, em seguida, foram deixados em telas de nylon para secar, posteriormente, foram pesados nas embalagens do tipo PET e armazenados em câmara BOD na temperatura de 0°C.

3.5 Avaliações

3.5.1 Análises físico-químicas

3.5.1.1 Perda de massa

Os frutos foram pesados em balança semi-analítica Bel engineering Mark 2200, sendo determinada a diferença entre peso inicial e final em todo o período de armazenamento, expressando-se os resultados em porcentagem. Perda de massa (%) = $(\text{Massa inicial} - \text{Massa final}) \times 100 / \text{massa inicial}$.

3.5.1.4 Preparo da amostra para as análises químicas

Após serem pesados e selecionados quanto a sua sanidade, os frutos foram triturados em um Ultra mixer marca Britânia, durante 2 minutos, sendo este mesmo procedimento realizado para todos os cultivares.

3.5.1.4.1 Determinação de Açúcares Redutores (AR)

Os teores de açúcares redutores foram determinados utilizando-se o método de Lane-Eynon, segundo os Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Para a análise de açúcares redutores, foram pesados 2 g da amostra, transferindo e completando o volume com água destilada em um balão volumétrico de 100 mL. A solução obtida foi agitada e filtrada. O filtrado foi utilizado na bureta para titulação. Em um frasco Erlenmeyer foram adicionados 10 mL de cada solução de Fehling A e B com adição de 40 mL de água. O frasco Erlenmeyer foi aquecido até ebulição e, posteriormente, a solução foi adicionada ao conteúdo da bureta até que a solução aquecida passasse de azul para incolor, com resíduo de Cu_2O no fundo do frasco (método de Lane-Eynon, IAL, 2005).

3.5.1.4.2 Determinação de Açúcares Totais (AT)

Os teores de açúcares totais foram determinados utilizando-se o método de Lane-Eynon, segundo os Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005). Foram pesados 5 gramas da amostra em Erlenmeyer, acrescentou-se 250 mL de água destilada e 5 mL de ácido clorídrico, que permaneceu por 3 horas em chapa aquecedora, realizando uma prévia digestão ácida. Após as 3 horas de aquecimento, as amostras foram neutralizadas com NaOH 40 e 2,5% e, em seguida, filtradas. O filtrado foi utilizado na bureta para titulação. Em um frasco Erlenmeyer foram adicionados 10 mL de cada solução de Fehling A e B com adição de 40 mL de água. O frasco Erlenmeyer foi aquecido até ebulição e, posteriormente, a solução foi adicionada ao conteúdo da bureta até que a solução aquecida passasse de azul para incolor, com resíduo de Cu_2O no fundo do frasco (método de Lane-Eynon, IAL, 2005).

3.5.1.4.3 pH

O pH do fruto de mirtilo triturado foi determinado a partir de potenciômetro digital (Hanna Instruments model pH 300), de acordo com AOAC (1997).

3.5.1.4.4 Acidez Total Titulável (ATT)

A ATT foi determinada nas amostras anteriormente preparadas para determinação de pH, empregando-se NaOH (1M) para titulação até pH 8,1. O resultado foi expresso em gramas ácido cítrico 100 mL^{-1} (CIA et al., 2007).

3.5.1.4.5 Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de SST (expresso em °Brix) foi determinado na amostra triturada, utilizando-se o refratômetro digital marca Atago, modelo Pocket pal-1, com escala de 0 a 35 °Brix e correção de temperatura de acordo com AOAC (1997).

3.5.1.4.6 Ratio

Relação sólidos solúveis totais / acidez total titulável.

3.5.1.4.7 Compostos fenólicos

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada baseando-se no método de Follin-Ciocauteau, de acordo com Bucic-Kojic et al. (2007). Uma

amostra de 2g da polpa de mirtilo foi homogeneizada com 50 mL de etanol a 50%, em um mixer manual, durante 2 minutos. Subsequentemente, foi conduzida uma centrifugação durante 5 minutos. Em seguida, houve a retirada de 0,2mL desse extrato em tubo de ensaio, envolto em papel alumínio, adicionando-se 1,8mL de água destilada, 10mL de solução de Follin-Ciocalteau a 10% e, entre 30 segundos a 8 minutos, adição de 8mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 7,5%. Agitação do tubo e permanência no escuro por duas horas. A leitura foi realizada em espectrofotometro a 765 nm, usando como branco todos os reagentes sem a alíquota da amostra centrifugada, sendo adicionados 1,8mL de água destilada. O ácido gálico (GAE) foi utilizado como padrão, com concentrações de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2 para a elaboração da curva.

3.5.1.4.8 Antocianinas

A extração foi realizada segundo metodologia de Lees e Francis (1972), com modificações. O solvente utilizado foi etanol 70% acidificado a pH 2,0 com HCl. Os frutos foram pesados e triturados no Ultra mixer, marca Britânia, com etanol, e deixado em repouso por uma noite no escuro e refrigerado a 4°C. Filtrou-se o extrato, retirou-se uma alíquota de 2mL, transferindo-se para um balão de 100mL e aferiu-se até o traço de aferição com etanol, finalmente, deixou-se em repouso por 2 horas no escuro. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro Genova a 532 nm.

3.5.1.4.9 Carotenóides totais

O procedimento baseia-se na pesagem de aproximadamente 5 mL da amostra, triturando-se e acrescentando em seguida 45 mL de acetona 80%. Logo após, a mistura foi filtrada em ambiente sem iluminação. A leitura do sobrenadante foi feita em espectrofotômetro a 663nm para clorofila a, 646 nm para clorofila b e 470 nm para carotenóides. Primeiramente, foram determinados os teores de clorofila (necessários para o cálculo) e, na sequência, ao partir do mesmo método, alterando-se apenas o comprimento de onda do espectrofotometro, foi determinado o teor de carotenóides. O cálculo foi realizado de acordo com as equações de Lichtenthaler (1987), citado por Ramalho (2005).

3.6 Análises Estatísticas

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial de quatro tratamentos x três cultivares x cinco tempos (zero, sete, quatorze, vinte e um, e vinte e oito dias) x quatro repetições, em duas safras (2010 e 2011). Dados em porcentagem foram transformados em $\text{arc. sen } x / 100$. Os dados do presente estudo foram submetidos à análise de variância conjunta, verificando-se a razão entre os valores dos QMR (Quadrados Médios do Resíduo) para todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A análise conjunta pôde ser realizada quando essa razão não ultrapassou 7:1 (BANZATTO e KRONKA, 1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudos Preliminares

Os dados do presente estudo foram submetidos à análise de variância conjunta, verificando-se a razão entre os valores dos QMR (Quadrados Médios do Resíduo) para todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A análise conjunta (Tabela 2, 3 e 4) pôde ser realizada quando essa razão não ultrapassou 7:1 (BANZATO e KRONKA, 1989).

Tabela 1. Análises de variância conjunta para as duas safras referentes às variáveis perda de massa (%), SST (Sólidos Solúveis Totais), pH (potencial hidrogeniônico), ATT (Acidez Total Titulável) e Ratio (SST/Acidez Total Titulável), Açúcares Redutores, Açúcares Totais, Antocianinas, Carotenóides e Compostos Fenólicos provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco períodos armazenamento de mirtilo no município de Maringá - PR, nas safras 2010 e 2011

Variáveis	QMR Safras		Relação Maior (QMR)/Menor (QMR)
	Safra 2010	Safra 2011	
Perda de massa	1,257	2,803	2,230
SST	1,155	0,211	5,474
pH	0,000605	0,001033	1,707
Acidez	0,013649	0,001062	1,285
Ratio	0,644	4,664	7,242*
Açúcares redutores	0,654452	2,286573	3,494
Acúcares totais	2,961871	4,672252	1,577
Antocianina	91,672593	85,992508	1,066
Carotenóides	0,315818	0,251350	1,256
Compostos Fenólicos	1,149866	0,848013	1,356

*Resultados superiores à proporção 7:1 não permitem a aplicação da análise conjunta para as safras 2010 e 2011.

Tabela 2. Análises conjunta para perda de massa (%), SST (Sólidos Solúveis Totais), pH (potencial hidrogeniônico), ATT (Acidez Total Titulável) e Ratio (SST/ATT), provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas armazenamento de mirtilo no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.

FV	GL	QMR				
		Perda de massa	SST	pH	ATT	Ratio
Saфра 2010						
Cultivar (C)	2	157,029*	185,046*	1,774246*	2,383966*	81,466*
Dia de armazenamento (DA)	4	1460,078*	43,407*	0,498724*	8,223154*	66,545*
Embalagem (E)	3	366,540*	30,071*	0,014301*	0,295032*	16,236*
C x DA	8	76,484*	1,984*	0,147692*	1,836661*	22,062*
C x E	6	129,954*	6,513ns	0,013345*	0,349383*	2,056ns
DA x E	12	72,724*	2,254*	0,004991*	0,157701*	2,183*
C x DA x E	24	21,264*	1,960*	0,002872*	0,210189*	2,126*
Resíduo	180	1,257	1,155	0,000605	0,013649*	0,646
CV (%)		17,83	7,03	0,75	5,98	9,78
Saфра 2011						
Cultivar (C)	2	2,230ns	89,252*	1,519143*	6,857696*	3713,990*
Dia de armazenamento (DA)	4	1979,872*	28,687*	0,637299*	3,897836*	3045,455*
Embalagem (E)	3	185,381*	9,820*	0,036303*	0,012042*	29,327*
C x DA	8	1,157ns	1,708*	0,082735*	3,833078*	3323,583*
C x E	6	24,451*	1,136*	0,009347*	0,003262*	30,053*
DA x E	12	25,927*	1,134*	0,003818*	0,008123*	20,409*
C x DA x E	24	2,350ns	0,549*	0,004283*	0,003760*	21,742*
Resíduo	180	2,803	0,211	0,001033	0,001062	4,664
CV (%)		15,98	3,00	0,92	4,71	6,78
Análise conjunta						
Saфра (S)	1	2107,151*	0,046ns	4,54936*	191,079422*	
Cultivar (C)	2	78,146*	151,651*	0,004954*	8,632053*	
Dia de armazenamento (DA)	4	3211,747*	71,023*	0,66626*	6,112407*	
Embalagem (E)	3	535,700*	35,296*	0,037469*	0,115867*	
S x C	2	81,113*	122,647*	3,288435*	0,60961*	

Tabela 2 cont...

S x DA	4	228,203*	1,071ns	0,469763*	6,008584*
S x E	3	16,220*	4,595*	0,013134*	0,191206*
C x DA	8	43,866*	2,467*	0,086667*	2,359176*
C x E	6	101,472*	2,332*	0,010925*	0,16822*
DA x E	12	88,615*	1,990*	0,003925*	0,077616*
S x C x DA	8	33,775*	1,225ns	0,14376*	3,310563*
S x C x E	6	52,932*	5,317*	0,011767*	0,184426*
S x DA x E	12	10,036*	1,398*	0,004885*	0,088208*
C x DA x E	24	13,411*	0,968ns	0,003183*	0,101692*
S x C X DA x E	24	10,203*	1,541*	0,003972*	0,112257*
Resíduo	360	2,030	0,683	0,000819	0,007355
CV (%)		16,90	5,40	0,84	6,48

*significativo a 5% de probabilidade; ns não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Análise conjunta para Açúcares Redutores (AR), Açúcares Totais (AT), Antocianinas e Carotenóides, provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas armazenamento de mirtilo em experimento realizado no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.

FV	GL	QMR			
		Açúcares redutores	Açúcares totais	Antocianinas	Carotenóides
Safr 2010					
Cultivar (C)	2	166,591188*	158,155340*	245,666033ns	31,872682*
Dia de armazenamento (DA)	4	51,641951*	70,864594*	1662,682347*	4,313538*
Embalagem (E)	3	14,445872*	15,056836*	213,966467ns	2,154865*
C x DA	8	26,587408*	23,507658*	739,768166*	5,304455*
C x E	6	5,329014*	14,410013*	581,333375*	2,027681*
DA x E	12	4,096700*	3,979169ns	89,754965ns	1,386816*
C x DA x E	24	6,445745*	6,472852*	371,844711*	0,973918*
Resíduo	180	0,654452	2,961871	91,672593	0,315818
CV (%)		7,51	8,91	11,65	7,08
Safr 2011					
Cultivar (C)	2	170,876508*	282,383762*	13846,007593*	2,827384*

Tabela 3 cont...

Dia de armazenamento (DA)	4	94,805263*	43,041724*	3218,295363*	3,588484*
Embalagem (E)	3	0,065061ns	11,649581ns	95,461014ns	0,050392ns
C x DA	8	60,809079*	34,400394*	897,366232*	1,765711*
C x E	6	7,822624*	9,403402ns	183,240665ns	0,095573
DA x E	12	6,953193*	9,175054*	95,563422ns	0,551201*
C x DA x E	24	6,857134*	10,949889*	95,616149ns	0,423534*
Resíduo	180	2,286573	4,672252	85,992508	0,251350*
CV (%)		11,95	9,38	9,56	6,68
Análise conjunta					
Safra (S)	1	421,368902*	1673,280083*	26494,934310*	22,516003*
Cultivar (C)	2	299,541656*	297,206363*	6949,604094*	10,620125*
Dia de armazenamento (DA)	4	68,955156*	50,306483*	2945,757663*	6,096409*
Embalagem (E)	3	7,926802*	5,579595ns	250,912787*	1,197201*
S x C	2	37,926040*	143,332739*	7142,069531*	24,079940*
S x DA	4	77,492059*	63,599835*	1935,220047*	1,805613*
S x E	3	6,584131*	21,126822*	58,514694ns	1,008055*
C x DA	8	22,575436*	25,880304*	673,761909*	1,762647*
C x E	6	1,803922ns	14,391186*	507,480583*	0,931767*
DA x E	12	5,756131*	8,336187*	34,916762ns	0,935910*
S x C x DA	8	64,821051*	32,027748*	963,372489*	5,307519*
S x C x E	6	11,347716*	9,422230*	257,093456*	1,191488*
S x DA x E	12	5,293762*	4,818036ns	150,401625ns	1,002107*
C x DA x E	24	7,278769*	8,303117*	211,764665*	0,769250*
S x C X DA x E	24	6,024111*	9,119624*	255,696196*	0,628202*
Resíduo	360	1,470512	3,817061	88,832550	0,283584
CV (%)		10,35	9,22	10,52	6,89

*significativo a 5% de probabilidade;
ns não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Análise conjunta para Compostos Fenólicos, provenientes de experimentos com três cultivares, quatro revestimentos e cinco épocas de armazenamento de mirtilo em experimento realizado no município de Maringá PR, nas safras 2010 e 2011.

FV	GL	QMR
		Compostos Fenólicos
Saфра 2010		
Cultivar (C)	2	69,870093*
Dia de armazenamento (DA)	4	120,488820*
Embalagem (E)	3	3,493385*
C x DA	8	115,205729*
C x E	6	8,262492*
DA x E	12	1,831473ns
C x DA x E	24	2,546593*
Resíduo	180	1,149866
CV (%)		19,84
Saфра 2011		
Cultivar (C)	2	84,685055*
Dia de armazenamento (DA)	4	57,665069*
Embalagem (E)	3	4,523185*
C x DA	8	30,414419*
C x E	6	3,194563*
DA x E	12	2,476344*
C x DA x E	24	1,798401*
Resíduo	180	0,848013
CV (%)		13,22
Análise Conjunta		
Saфра (S)	1	291,221363*
Cultivar (C)	2	0,708419ns
Dia de armazenamento (DA)	4	66,028188*
Embalagem (E)	3	6,916746*
S x C	2	153,846729*

Tabela 4 cont....

S x DA	4	112,125701*
S x E	3	1,099824ns
C x DA	8	100,958446*
C x E	6	9,519554*
DA x E	12	1,323450ns
S x C x DA	8	44,661702*
S x C x E	6	1,937501ns*
S x DA x E	12	2,984367*
C x DA x E	24	2,017038*
S x C X DA x E	24	2,327956*
Resíduo	360	0,998939
CV (%)		16,16

*significativo a 5% de probabilidade;
ns não-significativo a 5% de probabilidade.

4.2 Análises Físico-químicas

4.2.1 Perda de massa

Para a cultivar Clímax (Tabela 5) a perda de massa variou de 1,88 a 25,21% na safra 2010 e de 7,88 a 20,57% na safra 2011. No entanto, para a cultivar Florida as perdas ficaram entre 2,01 e 17,32% na safra 2010 e entre 7,55 e 19,81% na safra 2011. A cultivar Bluegem sofreu perda de massa na ordem de 2,40 a 20,29% na safra 2010 e 7,75 a 18,73 na safra 2011.

Os resultados encontrados (Tabela 5) demonstram que houve interação entre as embalagens dentro de safras e em todos os cultivares utilizados, sendo que os tratamentos kefir, quitosana e PVC foram superiores, em ordem crescente, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha em todos os tempos e safras avaliados, demonstrando a eficiência das embalagens na redução de perda de massa em pós-colheita de mirtilo.

De acordo com a análise estatística, verificou-se que a perda de massa variou entre os tratamentos nas três cultivares, nos tempos de armazenamento analisados, sendo que a tendência foi de aumento na perda de massa, conforme aumento no tempo de armazenamento.

Os resultados apresentados na Tabela 5 demonstram que as maiores perdas de massa na safra 2010 foram no cultivar Clímax, Bluegem e Florida, respectivamente. Os tratamentos mais eficientes para a cultivar Clímax e Bluegem foram quitosana e PVC, para a cultivar Florida foi kefir e PVC, o mesmo comportamento foi observado na safra 2011, diferenças podem estar relacionadas ao teor de umidade dos frutos, ao tamanho e à área superficial dos frutos, o que favorece uma maior perda de água em frutos de menor tamanho.

A análise estatística com os resultados médios do desdobramento da interação safra dentro de cultivares e dias de armazenamento (Tabela 6) mostra que houve interação nas safras em todas as épocas de avaliação a partir do dia 7, para as três cultivares utilizadas neste trabalho. Para a cultivar Clímax a safra 2010 apresentou melhores resultados em relação a safra 2011 para os tratamentos utilizados, exceto para o tratamento testemunha que foi superior na safra 2011.

Para a cultivar Florida, a safra 2010 foi inferior à safra de 2011 (Tabela 6) em todos os tratamentos e épocas de avaliação, comportamento semelhante ao

observado na cultivar Bluegem nos tempos 7, 14, 21 e 28 dias de avaliação, exceto no dia 21 para o tratamento kefir, no qual não houve diferenças significativas entre as safras. No dia 28, na cultivar Bluegem, os tratamentos kefir e quitosana apresentaram menor perda de massa na safra 2011 em relação a 2010, já o tratamento PVC apresentou menor perda de massa na safra 2010.

Os resultados médios para o desdobramento da interação safra dentro de cultivar estão apresentados na tabela 7, demonstrando que houve interação da safra entre os cultivares, embalagens e dias de armazenamento, sendo que a safra 2011 apresentou maior perda de massa para todos os cultivares e tratamentos utilizados. Estes resultados demonstram que a variação das condições climáticas que ocorre entre os anos pode influenciar a qualidade de conservação pós-colheita dos frutos de mirtilo.

Tabela 5 Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

		Perda de massa (%)					
Dias de armazenamento	Embalagens	Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Kefir	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Quitosana	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	PVC	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
7	Testemunha	13,07a	2,88a	3,14ab	9,77ab	12,09a	9,82ab
	Kefir	5,64b	2,01a	4,55ab	11,06a	7,55b	10,46a
	Quitosana	2,10c	4,21a	5,31a	10,37ab	9,44b	10,70a
	PVC	1,88c	2,04a	2,40b	7,88b	9,63ab	7,75b
14	Testemunha	0,74a	2,88a	6,58b	12,53a	14,58a	12,26a
	Kefir	0,63a	2,01a	9,68a	13,34a	10,49b	12,77a
	Quitosana	0,47a	4,21a	9,50a	12,62a	12,13ab	13,34a
	PVC	0,43a	2,04a	3,28c	8,56b	10,59b	9,29b
21	Testemunha	20,09a	9,27b	10,19b	16,13a	16,79a	13,30b
	Kefir	12,86b	4,46c	15,18a	16,05a	12,69ab	16,08a
	Quitosana	10,33b	12,56a	13,69a	15,67a	14,65bc	15,69ab
	PVC	5,20c	3,62c	3,46c	9,47b	11,46c	9,85c
28	Testemunha	25,21a	13,32b	13,69b	19,97a	19,81a	17,95a
	Kefir	18,76b	6,21c	20,29a	20,57a	17,09b	17,98a
	Quitosana	15,27c	17,32a	19,13a	18,41a	17,93ab	18,73a
	PVC	6,43d	4,56c	4,63c	10,58b	12,62c	10,35b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011

		Perda de massa (%)					
Dias de armazenamento	Embalagens	Safr 2010			Safr 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Kefir	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Quitosana	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	PVC	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
7	Testemunha	13,07a	2,88b	3,14b	9,77a	12,09a	9,82 ^a
	Kefir	5,64a	2,01b	4,55a	11,06a	7,55b	10,46 ^a
	Quitosana	2,10c	4,21ab	5,31a	10,37a	9,44a	10,70 ^a
	PVC	1,88a	2,04a	2,40a	7,88a	9,63a	7,75 ^a
14	Testemunha	0,74b	2,88b	6,58b	12,53a	14,58a	12,26 ^a
	Kefir	0,63b	2,01b	9,68a	13,34a	10,49ab	12,77 ^a
	Quitosana	0,47c	4,21b	9,50a	12,62a	12,13a	13,34 ^a
	PVC	0,43b	2,04ab	3,28a	8,56a	10,59a	9,29 ^a
21	Testemunha	20,09a	9,27b	10,19b	16,13a	16,79a	13,30b
	Kefir	12,86a	4,46b	15,18a	16,05a	12,69b	16,08 ^a
	Quitosana	10,33b	12,56ab	13,69a	15,67a	14,65a	15,69 ^a
	PVC	5,20a	3,62a	3,46a	9,47a	11,46a	9,85 ^a
28	Testemunha	25,21a	13,32b	13,69b	19,97a	19,81a	17,95 ^a
	Kefir	18,76a	6,21b	20,29a	20,57a	17,09b	17,98b
	Quitosana	15,27b	17,32ab	19,13a	18,41a	17,93ab	18,73 ^a
	PVC	6,43a	4,56a	4,63a	10,58a	12,62a	10,35 ^a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável perda de massa (%), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Perda de massa (%)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Kefir	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	Quitosana	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
	PVC	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
7	Testemunha	13,07a	9,77b	2,88b	12,09a	3,14b	9,82a
	Kefir	5,64a	11,06b	2,01b	7,55a	4,55b	10,46a
	Quitosana	2,10b	10,37a	4,21b	9,44a	5,31b	10,70a
	PVC	1,88b	7,88a	2,04b	9,63a	2,40b	7,75a
14	Testemunha	0,74b	12,53a	2,88b	14,58a	6,58b	12,26a
	Kefir	0,63b	13,34a	2,01b	10,49a	9,68b	12,77a
	Quitosana	0,47b	12,62a	4,21b	12,13a	9,50b	13,34a
	PVC	0,43b	8,56a	2,04b	10,59a	3,28b	9,29a
21	Testemunha	20,09a	16,13b	9,27b	16,79a	10,19b	13,30a
	Kefir	12,86b	16,05a	4,46b	12,69a	15,18a	16,08a
	Quitosana	10,33b	15,67a	12,56b	14,65a	13,69b	15,69a
	PVC	5,20b	9,47a	3,62b	11,46a	3,46b	9,85a
28	Testemunha	25,21a	19,97b	13,32b	19,81a	13,69b	17,95a
	Kefir	18,76a	20,57a	6,21b	17,09a	20,29a	17,98b
	Quitosana	15,27b	18,41a	17,32a	17,93a	19,13a	18,73a
	PVC	6,43b	10,58a	4,56b	12,62a	4,63b	10,35 ^a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.3 Análises Químicas

4.3.1. Açúcares Redutores (AR)

Os resultados encontrados na Tabela 8 demonstram o comportamento dos açúcares redutores nos tratamentos utilizados ao longo do período de armazenamento. Na safra 2010, a cultivar Clímax apresentou diferenças entre os tratamentos aos 21 e 28 dias de armazenamento em que o tratamento PVC apresentou os menores valores de açúcares redutores, resultado semelhante encontrado para a cultivar Florida aos 21 dias de armazenamento nesta mesma safra e tratamento. No dia 7 e 28, o tratamento quitosana foi o que apresentou maiores teores de açúcares redutores nos frutos de mirtilo, resultado também observado aos 7 dias de armazenamento com o tratamento quitosana da cultivar Bluegem na safra 2010.

Na safra 2011 (Tabela 8), o melhor tratamento no tempo zero foi o filme PVC tanto para a cultivar Clímax quanto para a cultivar Florida, com valores de 17,12 e 17,47 respectivamente. Aos 7 dias de armazenamento todos os tratamentos utilizados foram superiores a testemunha para a cultivar Bluegem no ano de 2011, comportamento contrário ao observado aos 14 dias na cultivar Florida, para os anos de 2010 e 2011, e aos 21 dias na cultivar Clímax na safra 2011, quando a testemunha apresentou maiores teores de açúcares redutores em relação aos revestimentos utilizados.

O tratamento a base de grãos de kefir (Tabela 9) foi superior aos demais aos 14 dias para a cultivar Bluegem e aos 28 dias de armazenamento para a cultivar Florida na safra 2011.

Na tabela 9 podemos observar que na safra 2010 o efeito do cultivar dentro dos tratamentos utilizados no tempo zero e 28 dias, e na safra 2011 no tempo 7 e 21 dias, quando a cultivar Bluegem apresentou valores superiores aos demais cultivares em todos os tratamentos utilizados. Nos dias 21 e 28 na safra 2011, o cultivar Clímax apresentou os menores teores de açúcares redutores nos tratamentos utilizados durante o período de armazenamento.

Os resultados médios dos açúcares redutores para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares (Tabela 10) demonstraram que a safra 2010 foi a melhor para o cultivo de Clímax nos tempos 0 e 7 para todos os tratamentos, e inferior a 2011 nos tratamentos quitosana e PVC. Os tratamentos kefir,

quitosana e PVC apresentaram maiores teores de açúcares redutores para a cultivar Climax aos 21 e 28 dias na safra 2010. Para a cultivar Florida, a safra 2011 foi superior em todos os períodos e embalagens utilizadas, comportamento semelhante ao observado para a cultivar Bluegem, em que a safra 2011 foi superior a 2010, com excessão do tratamento kefir e quitosana no tempo zero e kefir e PVC no tempo 28, quando os frutos colhidos na safra 2010 apresentaram maiores teores de açúcares redutores, demonstrando que as condições climáticas, assim como os revestimentos utilizados, podem influenciar os teores de açúcares redutores presentes nos frutos de mirtilo.

Tabela 8. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Açúcares Redutores (AR), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Açúcares redutores (AR)					
		Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	9,85b	11,28b	14,18 a	14,05 a	14,90a	13,04 a
	Kefir	9,34b	10,94b	15,80 a	14,87a	13,98ab	12,67b
	Quitosana	11,26 b	10,15b	14,48a	16,00a	12,33 b	12,24b
	PVC	10,57b	11,28b	14,94a	17,12 a	17,47a	13,25b
7	Testemunha	10,41b	8,15c	13,15 a	11,58b	10,89 b	13,61a
	Kefir	10,75a	8,38b	8,55 b	12,84b	11,30b	16,56 a
	Quitosana	9,7 6b	11,89a	10,56ab	13,56b	11,28c	17,49a
	PVC	8,75b	10,99a	7,25b	12,07b	12,18 b	15,95a
14	Testemunha	10,47a	8,91 a	9,82a	11,89b	15,71a	13,68 b
	Kefir	10,33a	8,83a	10,32a	11,05 b	12,48 b	16,34 a
	Quitosana	8,49 b	8,86b	11,34 a	11,77b	12,98b	15,62a
	PVC	10,41a	7,51b	9,74 a	12,40 ab	11,24 b	14,01a
21	Testemunha	10,94 ab	9,50 b	12,66 a	10,73b	11,36ab	13,06a
	Kefir	12,05a	9,19 b	12,66 a	6,10c	11,83b	13,86a
	Quitosana	11,11 a	11,10a	12,84 a	8,22c	11,23b	13,33a
	PVC	9,11 a	8,86 a	10,72 a	6,59c	10,82b	14,66a
28	Testemunha	10,42b	8,64b	14,18a	8,85b	12,85a	14,09a
	Kefir	10,53b	8,75b	15,81a	8,11c	15,06a	12,36b
	Quitosana	11,46b	12,09b	14,50 a	8,26c	11,26b	13,39a
	PVC	7,96b	9,02b	14,90 a	7,87b	11,59a	13,19a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável açúcares redutores (AR) provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Acúcares redutores					
		Safr 2011			Safr 2012		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	9,85b	11,28b	14,18 a	14,05 a	14,90a	13,04 a
	Kefir	9,34b	10,94b	15,80 a	14,87a	13,98ab	12,67b
	Quitosana	11,26 b	10,15b	14,48a	16,00a	12,33 b	12,24b
	PVC	10,57b	11,28 b	14,94a	17,12 a	17,47a	13,25b
7	Testemunha	10,41b	8,15c	13,15a	11,58b	10,89 b	13,61a
	Kefir	10,75a	8,38b	8,55b	12,84b	11,30b	16,56 a
	Quitosana	9,76b	11,89a	10,56ab	13,56b	11,28c	17,49a
	PVC	8,75b	10,99 a	7,25b	12,07b	12,18 b	15,95a
14	Testemunha	10,47a	8,91 a	9,82a	11,89b	15,71a	13,68 b
	Kefir	10,33a	8,83a	10,32a	11,05 b	12,48 b	16,34 a
	Quitosana	8,49 b	8,86b	11,34a	11,77b	12,98b	15,62a
	PVC	10,41a	7,51b	9,74a	12,40 ab	11,24 b	14,01a
21	Testemunha	10,94ab	9,50 b	12,66a	10,73b	11,36ab	13,06a
	Kefir	12,05a	9,19 b	12,66a	6,10c	11,83b	13,86a
	Quitosana	11,11a	11,10a	12,84a	8,22c	11,23b	13,33a
	PVC	9,11a	8,86 a	10,72a	6,59c	10,82b	14,66a
28	Testemunha	10,42b	8,64b	14,18a	8,85b	12,85a	14,09a
	Kefir	10,53b	8,75b	15,81a	8,11c	15,06a	12,36b
	Quitosana	11,46b	12,09b	14,50a	8,26c	11,26b	13,39a
	PVC	7,96b	9,02b	14,90a	7,87b	11,59a	13,19a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Redutores (AR), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Açúcares redutores (AR)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	9,85b	14,05a	11,28b	14,90a	14,18a	13,04a
	Kefir	9,34b	14,87 a	10,94 b	13,98a	15,80a	12,67 b
	Quitosana	11,26b	16,00 a	10,15b	12,33a	14,48a	12,24b
	PVC	10,57b	17,12a	11,28b	17,47a	14,94a	13,25 a
7	Testemunha	10,41a	11,58 a	8,15 b	10,89a	13,15a	13,61a
	Kefir	10,75b	12,84a	8,38b	11,30a	8,55b	16,56a
	Quitosana	9,7 6b	13,56a	11,89 a	11,28a	10,56b	17,49a
	PVC	8,75b	12,07a	10,99a	12,18a	7,25 b	15,95a
14	Testemunha	10,47 a	11,89a	8,91b	15,71a	9,82b	13,68a
	Kefir	10,33 a	11,05 a	8,83b	12,48a	10,32b	16,34a
	Quitosana	8,49 b	11,77 a	8,86b	12,98a	11,34b	15,62a
	PVC	10,41b	12,40 a	7,51b	11,24a	9,74b	14,01a
21	Testemunha	10,94 a	10,73 a	9,50b	11,36 a	12,66a	13,06a
	Kefir	12,05a	6,10b	9,19 b	11,83a	12,66a	13,86a
	Quitosana	11,11a	8,22b	11,10a	11,23a	12,84a	13,33a
	PVC	9,11a	6,59b	8,86b	10,82a	10,72b	14,66 a
28	Testemunha	10,42a	8,85a	8,64a	12,85a	14,18a	14,09a
	Kefir	10,53 a	8,11b	8,75 b	15,06 a	15,81a	12,36 b
	Quitosana	11,46a	8,26b	12,09a	11,26 a	14,50a	13,39a
	PVC	7,96a	7,87a	9,02b	11,59 a	14,90a	13,19b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.2. Açúcares Totais (AT)

A tabela 11 apresenta os resultados médios dos açúcares totais para cada cultivar dentro dos tratamentos utilizados. A cultivar Clímax, na safra 2010, apresentou diferenças entre os tratamentos aos 21 e 28 dias de armazenamento, quando os tratamentos quitosana e PVC apresentaram resultados inferiores aos demais. Para a cultivar Florida, o dia 7 o tratamento kefir foi superior aos demais tratamentos utilizados, no entanto, no dia 21, os tratamentos quitosana e PVC foram superiores aos outros tratamentos.

Na safra 2011 (Tabela11), o tratamento quitosana, no tempo zero, para a cultivar Clímax foi superior aos demais tratamentos. No tempo 14 do mesmo ano, o tratamento PVC apresentou o menor teor de açúcares totais entre os tratamentos. A cultivar Bluegem, safra 2011, apresentou diferenças entre os tratamentos apenas no tempo 7, quando os tratamentos quitosana e PVC foram superiores aos demais revestimentos utilizados.

A tabela 12 apresenta os resultados médios para a variável açúcares totais, na qual no tempo zero para a safra 2010, a cultivar Bluegem apresentou resultados superiores aos demais cultivares nos tratamentos testemunha, kefir e PVC. Aos sete dias de armazenamento, a Cultivar Clímax, safra 2010, apresentou os menores teores de açúcares para os tratamentos kefir e PVC em relação a cultivar Florida e Bluegem. A cultivar Florida, aos 14 dias de armazenamento, foi a que apresentou os menores teores de açúcares totais em todos os tratamentos, comportamento também observado aos 21 dias de armazenamento nos tratamentos testemunha e kefir e 28 dias tratamento kefir. Aos 21 dias, os menores teores de açúcares totais foram na cultivar Clímax, no tratamento quitosana.

Na safra 2011 (Tabela 13), os maiores teores de açúcares foram encontrados na cultivar Bluegem, em todos os tempos de armazenamento, e os menores teores na cultivar Clímax, nos tempos 14, 21 e 28 dias de armazenamento, demonstrando a ocorrência do efeito cultivar nos teores de açúcares totais em mirtilo.

Na tabela 13, os teores de açúcares totais foram maiores na safra 2011 para todos os cultivares em todos os tratamentos, demonstrando a interação safra nos teores de açúcares totais para os cultivares avaliados.

Tabela 11. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Açúcares totais (AT)					
		Safr 2010			Safr 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	17,76 a	18,12 a	21,48 a	19,91 b	24,73 a	24,98 a
	Kefir	19,10 a	18,38 a	21,66a	23,28 ab	23,23 a	25,57 a
	Quitosana	16,94 a	18,05a	19,49 ^a	24,34 a	22,28 a	25,54 a
	PVC	18,41 a	17,12 a	21,64a	19,91 b	23,97 a	25,04 a
7	Testemunha	21,16 a	18,42 b	20,96 a	20,54 a	21,95 a	21,68 b
	Kefir	19,39 a	22,90 a	20,57a	23,06 a	22,34 a	18,66 b
	Quitosana	19,34a	21,52ab	21,34a	23,18 a	24,17 a	26,25 a
	PVC	18,10 a	20,69ab	21,86 a	23,08 a	23,16 ^a	26,93 a
14	Testemunha	20,13 a	15,52 a	19,47a	21,49 a	20,77 ab	24,23 a
	Kefir	19,88 a	15,14 a	19,59 a	20,96 a	19,87 b	25,33 a
	Quitosana	19,34 a	15,01 a	17,89 a	19,69 a	22,46 ab	24,02 a
	PVC	19,31 a	14,48 a	19,28 a	15,87 b	23,59 a	24,85 a
21	Testemunha	22,75 a	19,38ab	22,72 a	18,32 a	25,06 ^a	24,91 a
	Kefir	22,57 a	16,62b	22,42 a	18,54 a	24,96 a	24,21 a
	Quitosana	17,73 b	22,04a	22,48 a	17,80 a	25,11 a	25,40 a
	PVC	18,85 b	18,92ab	21,18 a	17,44 a	24,75 a	23,41 a
28	Testemunha	19,66 a	17,68 a	19,86 a	21,14 a	24,45 a	26,70 a
	Kefir	20,84 a	16,31 a	21,66 a	22,82a	24,31 a	24,68 a
	Quitosana	17,58 ab	17,50 a	19,77 a	23,79 a	25,41 a	25,89 a
	PVC	15,62 b	15,46 a	20,28 a	24,61 a	23,57 a	25,02 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Açúcares Totais (AT)					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	17,76b	18,12 b	21,48a	19,91 b	24,73 a	24,98 a
	Kefir	19,10ab	18,38b	21,66a	23,28a	23,23a	25,57a
	Quitosana	16,94a	18,05a	19,49a	24,34ab	22,28 b	25,54 a
	PVC	18,41ab	17,12b	21,64a	19,91 b	23,97a	25,04a
7	Testemunha	21,16 a	18,42a	20,96a	20,54 a	21,95a	21,68a
	Kefir	19,39b	22,90a	20,57ab	23,06a	22,34a	18,66 b
	Quitosana	19,34a	21,52a	21,34a	23,18a	24,17a	26,25a
	PVC	18,10b	20,69ab	21,86a	23,08b	23,16b	26,93 a
14	Testemunha	20,13a	15,52b	19,47a	21,49 ab	20,77b	24,23 a
	Kefir	19,88a	15,14b	19,59 a	20,96b	19,87 b	25,33a
	Quitosana	19,34a	15,01b	17,89ab	19,69 b	22,46ab	24,02a
	PVC	19,31a	14,48b	19,28a	15,87b	23,59a	24,85a
21	Testemunha	22,75a	19,38b	22,72 a	18,32b	25,06 ^a	24,91 a
	Kefir	22,57a	16,62b	22,42a	18,54b	24,96 a	24,21a
	Quitosana	17,73b	22,04a	22,48a	17,80b	25,11a	25,40a
	PVC	18,85a	18,92a	21,18 a	17,44b	24,75 a	23,41a
28	Testemunha	19,66 a	17,68a	19,86 a	21,14b	24,45 a	26,70 a
	Kefir	20,84a	16,31 b	21,66 a	22,82a	24,31 a	24,68 a
	Quitosana	17,58 a	17,50 a	19,77a	23,79 a	25,41 a	25,89 a
	PVC	15,62b	15,46b	20,28 a	24,61 a	23,57a	25,02a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Açúcares Totais (AT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Açúcares Totais (AT)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	17,76a	19,91a	18,12b	24,73a	21,48b	24,98a
	Kefir	19,10b	23,28a	18,38b	23,23a	21,66b	25,57a
	Quitosana	16,94b	24,34a	18,05b	22,28a	19,49b	25,54a
	PVC	18,41a	19,91a	17,12b	23,97a	21,64b	25,04a
7	Testemunha	21,16 a	20,54 a	18,42b	21,95a	20,96a	21,68a
	Kefir	19,39b	23,06a	22,90 a	22,34a	20,57a	18,66a
	Quitosana	19,34b	23,18 a	21,52a	24,17a	21,34b	26,25a
	PVC	18,10b	23,08a	20,69a	23,16a	21,86b	26,93a
14	Testemunha	20,13 a	21,49a	15,52 b	20,77a	19,47b	24,23a
	Kefir	19,88a	20,96a	15,14b	19,87a	19,59b	25,33a
	Quitosana	19,34 a	19,69a	15,01b	22,46a	17,89b	24,02a
	PVC	19,31a	15,87b	14,48b	23,59a	19,28b	24,85a
21	Testemunha	22,75 a	18,32b	19,38b	25,06a	22,72a	24,91a
	Kefir	22,57a	18,54b	16,62b	24,96a	22,42a	24,21a
	Quitosana	17,73a	17,80a	22,04b	25,11a	22,48b	25,40a
	PVC	18,85 a	17,44 a	18,92b	24,75a	21,18a	23,41a
28	Testemunha	19,66 a	21,14a	17,68 b	24,45a	19,86b	26,70a
	Kefir	20,84a	22,82a	16,31b	24,31 a	21,66b	24,68 a
	Quitosana	17,58b	23,79a	17,50b	25,41 a	19,77b	25,89 a
	PVC	15,62b	24,61 a	15,46b	23,57a	20,28b	25,02a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.3. pH

O resultados médios do desdobramento da interação embalagens para a variável pH (Tabela 14) demonstram que valores de pH sofreram aumento durante o armazenamento dos frutos para todos os cultivares. Esse aumento pode estar relacionado ao desdobramento do amido em açúcares redutores e a sua conversão em ácido pirúvico provocado pela respiração dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Para a cultivar Clímax, o tratamento quitosana apresentou diferença nos valores de pH em relação aos demais tratamentos nos tempos zero, 7 e 14, na safra 2010, quando os valores de pH foram maiores que nos demais tratamentos, comportamento semelhante ao ocorrido na safra 2011. No tempo 28 da safra 2010, a testemunha apresentou menor valor de pH em relação aos demais tratamentos. Na safra 2011, no tempo 21, o tratamento PVC apresentou maior valor de pH, enquanto que no tempo 28, o menor valor para a variável pH ocorreu no tratamento com grãos de kefir.

A cultivar Florida (Tabela 14) apresentou diferenças significativas nos tempos zero e 14 para o tratamento quitosana na safra 2011, no tempo 7 para quitosana e PVC na safra 2010, enquanto que na safra 2011, diferenças significativas foram observadas no tempo zero para o tratamento kefir, nos tempos 7 e 14 os menores valores para a variável pH foram observados na testemunha. No tempo 14, o maior valor de pH foi encontrado no tratamento quitosana. No tempo 28, o menor valor de pH foi de 3,48 no tratamento testemunha, e o maior de 3,56 no tratamento PVC.

Os resultados médios para os desdobramentos da cultivar Bluegem (Tabela 14) demonstram que houve diferenças significativas entre os tratamentos no tempo 7, quando o menor valor de pH foi encontrado no tratamento PVC, e o maior no tratamento quitosana para a safra de 2011. No tempo 21, o tratamento testemunha foi o que apresentou maior valor na safra 2010, comportamento semelhante ao da safra 2011. A cultivar Bluegem apresentou menor valor de pH no tempo 21 em relação aos demais tratamentos.

Na Tabela 15, estão apresentados os resultados médios para o desdobramento cultivares dentro de safras, dias de armazenamento e embalagens para a variável pH. Observou-se que nos dias zero e 14 da safra 2010, os maiores

valores de pH foram observados na cultivar Clímax, Bluegem e Florida, respectivamente, resultados semelhantes foram encontrados no tempo 7, com excessão do tratamento kefir, no qual a cultivar Florida apresentou valor menor em que as demais cultivares na safra 2010.

No tempo 21, a cultivar Bluegem foi a que apresentou os maiores valor de pH, seguida das cultivares Clímax e Florida, com excessão do tratamento PVC, as cultivares Clímax e Bluegem tiveram comportamento semelhante, diferindo da cultivar Florida. No tempo 28, na safra 2011, a cultivar Florida foi a que apresentou os menores valores de pH em relação às demais cultivares. Na safra 2011, a cultivar Florida apresentou os maiores valores de pH em relação às demais cultivares em todos os tratamentos e tempos de armazenamento. Machado et al (2004) verificaram valor de pH 2,97 na cultivar Bluegem.

A Tabela 16 apresenta os resultados médios para o desdobramento da interação safra dentro dos demais fatores. A safra 2010 para a cultivar Clímax apresentou maior valor para a variável pH em relação a safra 2011 em todos os tratamentos e tempos avaliados, com excessão do tempo 14 na safra 2011, quando os tratamentos testemunha, kefir e quitosana não apresentaram diferenças significativas. Para a as cultivares Florida e Bluegem, a safra de 2011 apresentou maiores valores de pH em todos os tratamentos e tempos avaliados.

Tabela 14. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	pH (potencial hidrogeniônico)					
		Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	3,40b	2,97b	3,25a	3,31b	3,51b	3,38a
	Kefir	3,38b	2,97b	3,24a	3,34ab	3,59a	3,36a
	Quitosana	3,48a	3,04a	3,24a	3,37a	3,56ab	3,37a
	PVC	3,38b	2,97b	3,25a	3,31b	3,51b	3,38a
7	Testemunha	3,37bc	2,85b	3,25ab	3,27b	3,67b	3,40a
	Kefir	3,33c	2,84b	3,18c	3,28b	3,72ab	3,45a
	Quitosana	3,45a	2,94a	3,21bc	3,38a	3,74a	3,44a
	PVC	3,39b	2,78c	3,27a	3,26b	3,74a	3,41a
14	Testemunha	3,43ab	3,27a	3,34a	3,44b	3,58c	3,38c
	Kefir	3,39b	3,24ab	3,37a	3,41ab	3,67ab	3,48b
	Quitosana	3,46a	3,27a	3,35a	3,45a	3,70a	3,56a
	PVC	3,43ab	3,21b	3,35a	3,36b	3,64b	3,50b
21	Testemunha	3,36a	3,29a	3,54a	3,51ab	3,76a	3,63b
	Kefir	3,34a	3,29a	3,41b	3,46b	3,81a	3,73a
	Quitosana	3,37a	3,29a	3,43b	3,51ab	3,78a	3,75a
	PVC	3,38a	3,25a	3,40b	3,53a	3,79a	3,72a
28	Testemunha	3,44b	3,24a	3,43a	3,35a	3,48c	3,20a
	Kefir	3,46ab	3,29a	3,42a	3,25b	3,50bc	3,25a
	Quitosana	3,50a	3,27a	3,40a	3,40a	3,54ab	3,25a
	PVC	3,51a	3,27a	3,45a	3,36a	3,56a	3,22a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	pH (potencial hidrogeniônico)					
		Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	3,40a	2,97c	3,25b	3,31c	3,51a	3,38b
	Kefir	3,38a	2,97c	3,24b	3,34b	3,59a	3,36b
	Quitosana	3,48a	3,04c	3,24b	3,37b	3,56a	3,37b
	PVC	3,38a	2,97c	3,25b	3,31c	3,51a	3,38b
7	Testemunha	3,37a	2,85c	3,25b	3,27c	3,67a	3,40b
	Kefir	3,33a	2,84b	3,18a	3,28c	3,72a	3,45b
	Quitosana	3,45a	2,94c	3,21b	3,38c	3,74a	3,44b
	PVC	3,39a	2,78c	3,27b	3,26c	3,74a	3,41b
14	Testemunha	3,43a	3,27c	3,34b	3,44b	3,58a	3,38c
	Kefir	3,39a	3,24b	3,37a	3,41c	3,67a	3,48b
	Quitosana	3,46a	3,27c	3,35b	3,45c	3,70a	3,56b
	PVC	3,43a	3,21c	3,35b	3,36c	3,64a	3,50b
21	Testemunha	3,36b	3,29c	3,54a	3,51c	3,76a	3,63b
	Kefir	3,34b	3,29c	3,41a	3,46c	3,81a	3,73b
	Quitosana	3,37b	3,29c	3,43a	3,51b	3,78a	3,75a
	PVC	3,38a	3,25b	3,40a	3,53c	3,79a	3,72b
28	Testemunha	3,44a	3,24b	3,43a	3,35b	3,48a	3,20c
	Kefir	3,46a	3,29b	3,42a	3,25b	3,50a	3,25b
	Quitosana	3,50a	3,27c	3,40b	3,40b	3,54a	3,25c
	PVC	3,51a	3,27c	3,45b	3,36b	3,56a	3,22c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável pH (potencial hidrogeniônico), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	pH (potencial hidrogeniônico)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	3,40a	3,31b	2,97b	3,51a	3,25b	3,38a
	Kefir	3,38a	3,34b	2,97b	3,59a	3,24b	3,36a
	Quitosana	3,48a	3,37b	3,04b	3,56a	3,24b	3,37a
	PVC	3,38a	3,31b	2,97b	3,51a	3,25b	3,38a
7	Testemunha	3,37a	3,27b	2,85b	3,67a	3,25b	3,40a
	Kefir	3,33a	3,28b	2,84b	3,72a	3,18b	3,45a
	Quitosana	3,45a	3,38b	2,94b	3,74a	3,21b	3,44a
	PVC	3,39a	3,26b	2,78b	3,74a	3,27b	3,41a
14	Testemunha	3,43a	3,44a	3,27b	3,58a	3,34b	3,38a
	Kefir	3,39a	3,41a	3,24b	3,67a	3,37b	3,48a
	Quitosana	3,46a	3,45a	3,27b	3,70a	3,35b	3,56a
	PVC	3,43a	3,36b	3,21b	3,64a	3,35b	3,50a
21	Testemunha	3,36b	3,51a	3,29b	3,76a	3,54b	3,63a
	Kefir	3,34b	3,46a	3,29b	3,81a	3,41b	3,73a
	Quitosana	3,37b	3,51a	3,29b	3,78a	3,43b	3,75a
	PVC	3,38b	3,53a	3,25b	3,79a	3,40b	3,72a
28	Testemunha	3,44a	3,35b	3,24b	3,48a	3,43a	3,20b
	Kefir	3,46a	3,25b	3,29b	3,50a	3,42a	3,25b
	Quitosana	3,50a	3,40b	3,27b	3,54a	3,40a	3,25b
	PVC	3,51a	3,36b	3,27b	3,56a	3,45a	3,22b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.4. Acidez total titulável (ATT)

O ácido cítrico começa a se acumular no fruto logo após sua formação, rapidamente alcançando o valor máximo, após o qual seu teor decresce. O decréscimo na concentração, durante a maturação fisiológica, dá-se devido ao aumento do tamanho do fruto, pela absorção de água, com a diluição do ácido e da taxa respiratória, dependente da temperatura (VOLPE et al., 2002).

Os resultados médios do desdobramento da interação cultivares dentro de dias e embalagens para a variável ATT estão apresentados na tabela 17. Na safra 2010, houve interação entre embalagens no tempo 7, quando o tratamento PVC apresentou maior valor para a variável acidez, diferindo das demais embalagens utilizadas, devido à redução da atividade respiratória dos frutos. Nos tempos 14, 21 e 28, o tratamento kefir apresentou os maiores valores de acidez na safra 2010.

Para a cultivar Florida, na safra 2010, houve interação no tempo 21, quando o tratamento kefir apresentou acidez de 2,03, valor menor que os demais tratamentos. No tempo 28, a testemunha e quitosana apresentaram valores semelhantes e maiores que os valores encontrados no tratamento kefir e PVC. A cultivar Bluegem, na safra 2010, apresentou diferenças significativas no tempo 7 para os tratamentos kefir e quitosana. No tempo 21, todos os tratamentos diferiram um dos outros, comportamento semelhante ao ocorrido no tempo 28.

Na safra 2011, as cultivares Clímax e Florida não apresentaram diferenças significativas em nenhum tratamento ou tempo avaliados. A cultivar Bluegem apresentou diferenças apenas no tempo 21, quando o menor valor para acidez foi encontrado no tratamento PVC, e o maior na testemunha.

Na Tabela 18, estão apresentados os resultados médios do desdobramento de cultivares de safras e embalagens. No tempo zero e safra 2010, a cultivar Florida apresentou diferenças significativas em relação às demais cultivares em todos os tratamentos. No tempo 7, o comportamento foi semelhante ao tempo zero, com excessão do tratamento PVC na Cultivar Florida e Bluegem.

No tempo 14, os maiores valores para acidez (Tabela 18) foram encontrados na cultivar Bluegem para os tratamentos testemunha e kefir, enquanto que nos tratamentos quitosana e PVC, as cultivares não apresentaram diferenças no comportamento. No tempo 21, as cultivares diferiram estatisticamente em todos

os tratamentos. No tempo 28 da safra 2010, a cultivar Bluegem apresentou os maiores valores de acidez para todos os tratamentos, seguida da cultivar Florida e Clímax, respectivamente.

Na safra 2011 (Tabela 18), a cultivar Bluegem, no tempo zero, apresentou diferenças significativas em relação às demais cultivares em todos os tratamentos. Machado et al (2004) encontraram valores de 1,07 na cultivar Bluegem. Nos tempos 14 e 28, tal comportamento foi observado na cultivar Florida. No tempo 14, as cultivares não apresentaram diferenças em nenhum tratamento. No tempo 21, a cultivar Bluegem novamente foi a que apresentou os maiores valores para acidez em todos os tratamentos, seguida da cultivar Florida e Clímax, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com Rodrigues et al. (2007) que, ao avaliar frutas de seis cultivares, concluíram que elas diferem entre si quanto a pH, teor de sólidos e acidez titulável.

A tabela 19 apresenta os resultados do desdobramento da interação safra dentro de cultivares e embalagens, nos quais observou-se que a safra 2010 apresentou os maiores valor de ATT em todos os cultivares e tratamentos, com excessão da cultivar Bluegem no tempo zero da safra 2011, apresentando maior valor de ATT.

Tabela 17. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável ATT (Acidez Total Titulável), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Acidez Total Titulável (ATT)					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	1,38 a	1,62 a	1,47 a	0,36 a	0,32 a	1,76 a
	Kefir	1,29 a	1,60 a	1,34 a	0,31 a	0,33 a	1,74 a
	Quitosana	1,36 a	1,62 a	1,42 a	0,36 a	0,34 a	1,80 a
	PVC	1,38 a	4,62 a	1,47 a	0,31 a	0,32 a	1,76 a
7	Testemunha	1,50 c	1,76 a	1,43 ab	0,32 a	1,18 a	0,37 a
	Kefir	1,64 bc	1,76 a	1,40 b	0,31 a	1,26 a	0,40 a
	Quitosana	1,67 b	1,76 a	1,58 a	0,29 a	1,25 a	0,41 a
	PVC	2,05 a	1,89 a	1,47 ab	0,31 a	1,25 a	0,40 a
14	Testemunha	1,72 c	1,81 a	1,97 a	0,33 a	0,35 a	0,42 a
	Kefir	2,14 a	1,87 a	2,00 a	0,37 a	0,34 a	0,48 a
	Quitosana	1,89 b	1,90 a	1,91 a	0,34 a	0,33 a	0,43 a
	PVC	1,94 b	1,93 a	2,04 a	0,35 a	0,32 a	0,39 a
21	Testemunha	1,87 b	2,44 a	1,98 c	0,39 a	1,42 a	1,67 a
	Kefir	2,48 a	2,03 b	2,77 b	0,41 a	1,36 a	1,57 ab
	Quitosana	1,89 b	2,44 a	1,76 d	0,41 a	1,38 a	1,61 ab
	PVC	1,93 b	2,31 a	3,14 a	0,34 a	1,35 a	1,46 b
28	Testemunha	1,74 bc	2,58 a	3,27 b	0,40 a	0,75 a	0,44 a
	Kefir	1,96 a	2,15 b	3,63 a	0,50 a	0,73 a	0,41 a
	Quitosana	1,85 ab	2,48 a	2,79 c	0,42 a	0,75 a	0,42 a
	PVC	1,65 c	2,30 b	3,26 b	0,39 a	0,67 a	0,40 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens x para a variável ATT (Acidez Total Titulável), provenientes de três cultivares de mirtilo., em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	ATT (Acidez Total Titulável)					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	1,38 b	1,62 a	1,47 b	0,36 b	0,32 b	1,76 a
	Kefir	1,29 b	1,60 a	1,34 b	0,31 b	0,33 b	1,74 a
	Quitosana	1,36 b	1,62 a	1,42 b	0,36 b	0,34 b	1,80 a
	PVC	1,38 b	1,62 a	1,47 b	0,31 b	0,32 b	1,76 a
7	Testemunha	1,50 b	1,76 a	1,43 b	0,32 b	1,18 a	0,37 b
	Kefir	1,64 a	1,76 a	1,40 b	0,31 b	1,26 a	0,40 b
	Quitosana	1,67 ab	1,76 a	1,58 b	0,29 b	1,25 a	0,41 b
	PVC	2,05 a	1,89 b	1,47 c	0,31 b	1,25 a	0,40 b
14	Testemunha	1,72 b	1,81 b	1,97 a	0,33 a	0,35 a	0,42 a
	Kefir	2,14 a	1,87 b	2,00 ab	0,37 a	0,34 a	0,48 a
	Quitosana	1,89 a	1,90 a	1,91 a	0,34 a	0,33 a	0,43 a
	PVC	1,94 a	1,93 a	2,04 a	0,35 a	0,32 a	0,39 a
21	Testemunha	1,87 b	2,44 a	1,98 b	0,39 c	1,42 b	1,67 a
	Kefir	2,48 b	2,03 c	2,77 a	0,41 c	1,36 b	1,57 a
	Quitosana	1,89 b	2,44 a	1,76 b	0,41 c	1,38 b	1,61 a
	PVC	1,93 c	2,31 b	3,14 a	0,34 b	1,35 a	1,46 a
28	Testemunha	1,74 c	2,58 b	3,27 a	0,40 b	0,75 a	0,44 b
	Kefir	1,96 c	2,15 b	3,63 a	0,50 b	0,73 a	0,41 b
	Quitosana	1,85 c	2,48 b	2,79 a	0,42 b	0,75 a	0,42 b
	PVC	1,65 c	2,30 b	3,26 a	0,39 b	0,67 a	0,40 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável ATT (Acidez Total Titulável), provenientes de três cultivares demirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	ATT (Acidez Total Titulável)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	1,38 a	0,36 b	1,62 a	0,32 b	1,47 b	1,76 a
	Kefir	1,29 a	0,31 b	1,60 a	0,33 b	1,34 b	1,74 a
	Quitosana	1,36 a	0,36 b	1,62 a	0,34 b	1,42 b	1,80 a
	PVC	1,38 a	0,31 b	1,62 a	0,32 b	1,47 b	1,76 a
7	Testemunha	1,50 a	0,32 b	1,76 a	1,18 b	1,43 a	0,37 b
	Kefir	1,64 a	0,31 b	1,76 a	1,26 b	1,40 a	0,40 b
	Quitosana	1,67 a	0,29 b	1,76 a	1,25 b	1,58 a	0,41 b
	PVC	2,05 a	0,31 b	1,89 a	1,25 b	1,47 a	0,40 b
14	Testemunha	1,72 a	0,33 b	1,81 a	0,35 b	1,97 a	0,42 b
	Kefir	2,14 a	0,37 b	1,87 a	0,34 b	2,00 a	0,48 b
	Quitosana	1,89 a	0,34 b	1,90 a	0,33 b	1,91 a	0,43 b
	PVC	1,94 a	0,35 b	1,93 a	0,32 b	2,04 a	0,39 b
21	Testemunha	1,87 a	0,39 b	2,44 a	1,42 b	1,98 a	1,67 b
	Kefir	2,48 a	0,41 b	2,03 a	1,36 b	2,77 a	1,57 b
	Quitosana	1,89 a	0,41 b	2,44 a	1,38 b	1,76 a	1,61 b
	PVC	1,93 a	0,34 b	2,31 a	1,35 b	3,14 a	1,46 b
28	Testemunha	1,74 a	0,40 b	2,58 a	0,75 b	3,27 a	0,44 b
	Kefir	1,96 a	0,50 b	2,15 a	0,73 b	3,63 a	0,41 b
	Quitosana	1,85 a	0,42 b	2,48 a	0,75 b	2,79 a	0,42 b
	PVC	1,65 a	0,39 b	2,30 a	0,67 b	3,26 a	0,40 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.5 Sólidos Solúveis Totais (SST)

De acordo com Rodrigues (1977), elevado teor de sólidos solúveis totais nas frutas, além de satisfazer a preferência do consumidor brasileiro, é muito importante quando o produto é industrializado, pois reduz a necessidade de adição de açúcar.

O teor de SST é um importante atributo na determinação do sabor dos frutos, visto que é indicativo da quantidade de açúcares existentes, além de compostos que ocorrem em quantidade menor, como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (KLUGE et al., 2002).

De acordo com a análise estatística realizada (Tabela 20), observou-se que houve interação significativa entre os tratamentos para o fator embalagem com a cultivar e dias de armazenamento para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais) na safra de 2010. Para a cultivar Clímax, a interação significativa foi observada a partir do dia 7, quando os menores valores para SST foram encontrados nos frutos tratados com PVC, variando de 12,73 a 14,73 °Brix, demonstrando que com a mudança da atmosfera a partir da redução no suprimento de oxigênio, os frutos consomem os açúcares solúveis para manterem o processo respiratório. Na safra 2011, a cultivar Climax apresentou diferenças apenas no dia 28, quando o tratamento com revestimento à base de quitosana foi superior aos demais.

Para a cultivar Florida, houve interação significativa nos dias 14, 21 e 28 na safra 2010, quando o melhor tratamento foi o revestimento com quitosana, no qual os valores encontrados variaram de 15,00 a 16,45 °Brix, demonstrando que a quitosana é um tratamento eficiente na manutenção dos teores de SST para a cultivar avaliada, resultado semelhante foi encontrado para esta cultivar no dia 14 na safra 2011.

A cultivar Bluegem apresentou interação significativa nos dias 21 e 28 na safra 2010, quando os menores teores de SST foram encontrados nos frutos revestidos com PVC, enquanto na safra 2011, as embalagens utilizadas não foram superiores à testemunha em nenhuma época de avaliação. Demonstrando que as embalagens utilizadas não foram eficientes na manutenção de SST para esta cultivar e safras avaliadas.

De acordo com os dados obtidos a partir da análise estatística (Tabela 21), verificou-se que houve interação entre os cultivares nas safras analisadas em

todos os tratamentos e dias de armazenamento. A cultivar Bluegem foi a que apresentou maior teor de SST em todos os tratamentos e dias de armazenamento, tanto na safra 2010 quanto na safra 2011, com teores variando de 15,48 a 19,63 °Brix na safra 2010 e 14,40 a 18,15 °Brix na safra 2011, valores superiores aos encontrados por Raseira (2006), que caracterizou o teor de SST na região de Pelotas-RS para a cultivar Bluegem, como sendo de 10,5 a 12,8 °Brix

A cultivar Clímax apresentou teor de SST de 12,73 a 18,08 °Brix na safra 2010 e de 12,90 a 16,28 °Brix, na safra de 2011. Para a cultivar Florida, foram encontrados teores 12,00 a 15,88 °Brix, na safra 2010 e 17,15 °Brix, na safra de 2011.

Os valores de SST para as três cultivares analisadas (Tabela 21) sofreram aumento ao longo do período de armazenamento, o que, segundo Chitarra e Chitarra (1990), acontece porque o teor de açúcares normalmente aumenta após a colheita e também durante o armazenamento por curtos períodos, por meio de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos, entretanto, após o armazenamento prolongado, todos os açúcares decrescem. Medina (1996) também verificou que os teores de açúcares solúveis totais em mirtilo aumentam gradualmente, seguindo-se de uma ligeira queda durante a maturação.

Na tabela 22, são apresentados os resultados médios para o desdobraimento de cultivares dentro das safras, quando a cultivar Clímax apresentou valores inferiores de SST na safra de 2011, no dia 7 de armazenamento, para os tratamentos kefir e PVC. Nos dias 14, 21 e 28, o tratamento kefir na segunda safra também foi menor que na primeira. O tratamento quitosana no dia 21, safra 2011, também foi menor que na primeira safra. No dia 28, a testemunha apresentou menor valor na segunda safra. Estes resultados podem estar associados a fatores climáticos, pois todos os tratamentos que apresentaram diferenças significativas foram observados na safra de 2011.

Tabela 20. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	SST (Sólidos Solúveis Totais)					
		Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	14,13a	12,00a	15,80a	13,40a	14,13a	15,15a
	Kefir	13,63a	13,15a	15,60a	12,90a	15,20a	15,43a
	Quitosana	14,15a	13,45a	16,70a	13,58a	14,83a	15,30a
	PVC	13,23a	12,00a	15,80a	13,40a	14,13a	15,15a
7	Testemunha	14,75ab	14,03a	14,85b	13,98a	15,15a	16,88a
	Kefir	15,80a	13,03a	16,48b	13,58a	15,60a	15,50ab
	Quitosana	14,73ab	14,03a	16,55b	14,05a	15,48a	15,60ab
	PVC	14,28a	12,88a	15,88ab	13,05a	14,78a	15,15b
14	Testemunha	15,15a	14,08ab	15,68a	14,43a	15,85ab	16,45a
	Kefir	16,50a	13,38b	17,13a	13,83a	16,93ab	15,88ab
	Quitosana	15,23a	15,00a	16,83a	14,15a	17,15a	15,38ab
	PVC	12,73b	13,43b	16,60a	13,18a	15,55b	14,50b
21	Testemunha	16,15a	14,25b	17,75a	15,13a	16,73a	17,05a
	Kefir	17,58a	13,38b	18,30a	14,38a	16,25a	16,35ab
	Quitosana	16,45a	15,88a	17,40a	14,25a	15,80a	16,23ab
	PVC	14,38b	13,00b	15,48b	13,78a	15,88a	15,13b
28	Testemunha	17,15ab	14,60b	19,63a	15,18ab	17,15a	17,40a
	Kefir	18,08a	14,05b	19,60a	15,20ab	16,93a	16,98a
	Quitosana	16,48b	16,45a	18,48a	16,28a	16,90a	18,15a
	PVC	14,73c	13,78b	16,13b	14,33b	16,05a	16,80a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

		SST (Sólidos Solúveis Totais)					
Dias de armazenamento	Embalagens	Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	14,13b	12,00c	15,80a	13,40ab	14,13ab	15,15a
	Kefir	13,63b	13,15b	15,60a	12,90b	15,20a	15,43a
	Quitosana	14,15b	13,45b	16,70a	13,58b	14,83ab	15,30a
	PVC	13,23b	12,00b	15,80a	13,40b	14,13ab	15,15a
7	Testemunha	14,75a	14,03a	14,85a	13,98b	15,15b	16,88a
	Kefir	15,80a	13,03b	16,48a	13,58b	15,60a	15,50a
	Quitosana	14,73b	14,03b	16,55a	14,05b	15,48a	15,60a
	PVC	14,28b	12,88c	15,88a	13,05b	14,78a	15,15a
14	Testemunha	15,15ab	14,08b	15,68a	14,43b	15,85a	16,45a
	Kefir	16,50a	13,38b	17,13a	13,83b	16,93a	15,88a
	Quitosana	15,23b	15,00b	16,83a	14,15b	17,15a	15,38b
	PVC	12,73b	13,43b	16,60a	13,18b	15,55a	14,50ab
21	Testemunha	16,15b	14,25c	17,75a	15,13b	16,73a	17,05a
	Kefir	17,58a	13,38b	18,30a	14,38b	16,25a	16,35a
	Quitosana	16,45ab	15,88b	17,40a	14,25b	15,80a	16,23a
	PVC	14,38ab	13,00b	15,48a	13,78b	15,88a	15,13ab
28	Testemunha	17,15b	14,60c	19,63a	15,18b	17,15a	17,40a
	Kefir	18,08b	14,05c	19,60a	15,20b	16,93a	16,98a
	Quitosana	16,48b	16,45b	18,48a	16,28b	16,90ab	18,15a
	PVC	14,73b	13,78b	16,13a	14,33b	16,05a	16,80a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 21. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável SST (Sólidos Solúveis Totais), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	SST (Sólidos Solúveis Totais)					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	14,13a	13,40a	12,00b	14,13a	15,80a	15,15a
	Kefir	13,63a	12,90a	13,15b	15,20a	15,60a	15,43a
	Quitosana	14,15a	13,58a	13,45b	14,83a	16,70a	15,30b
	PVC	13,23a	13,40a	12,00b	14,13a	15,80a	15,15a
7	Testemunha	14,75a	13,98a	14,03a	15,15a	14,85b	16,88a
	Kefir	15,80a	13,58b	13,03b	15,60a	16,48a	15,50a
	Quitosana	14,73a	14,05a	14,03b	15,48a	16,55a	15,60a
	PVC	14,28a	13,05b	12,88b	14,78a	15,88a	15,15a
14	Testemunha	15,15a	14,43a	14,08b	15,85a	15,68a	16,45a
	Kefir	16,50a	13,83b	13,38b	16,93a	17,13b	15,88a
	Quitosana	15,23a	14,15a	15,00b	17,15a	16,83a	15,38b
	PVC	12,73a	13,18a	13,43b	15,55a	16,60a	14,50b
21	Testemunha	16,15a	15,13a	14,25b	16,73a	17,75a	17,05a
	Kefir	17,58a	14,38b	13,38b	16,25a	18,30a	16,35b
	Quitosana	16,45a	14,25b	15,88a	15,80a	17,40a	16,23b
	PVC	14,38a	13,78a	13,00b	15,88a	15,48a	15,13a
28	Testemunha	17,15a	15,18b	14,60b	17,15a	19,63a	17,40b
	Kefir	18,08a	15,20b	14,05b	16,93a	19,60a	16,98b
	Quitosana	16,48a	16,28a	16,45a	16,90a	18,48a	18,15a
	PVC	14,73a	14,33a	13,78b	16,05a	16,13a	16,80a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3.6 Ratio (SST/ATT)

O ratio é calculado pela razão entre o teor de sólidos solúveis e o teor de ácidos tituláveis. É um dos principais indicadores utilizados para determinar o estágio de maturação, determinando o balanço do sabor doce-ácido (COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Os resultados médios para o desdobramento da interação embalagem com os demais fatores para a variável ratio na safra 2010, quando a cultivar Clímax (Tabela 23) apresentou valores de 6,57 a 10,59. No tempo 7, o tratamento quitosana foi inferior aos demais tratamentos, já no tempo 14, o menor valor observado foi para o tratamento PVC. No tempo 28, o tratamento kefir diferiu dos demais tratamentos, apresentando o menor valor para ratio.

A cultivar Florida (Tabela 23) não apresentou diferenças significativas para a variável ratio em nenhum tratamento ou tempo analisados na safra 2010, resultado semelhante ao observado para a cultivar Bluegem nos tempos zero e 14. No entanto, a cultivar Bluegem apresentou diferença significativa no tempo 7 para o tratamento kefir, que apresentou valores de ratio superiores aos demais tratamentos. No tempo 21, a cultivar Bluegem apresentou grande variação nos valores observados, alterando-se de 4,95 a 9,93, sendo o menor valor encontrado no tratamento PVC e o maior para o tratamento quitosana, resultado semelhante ao ocorrido no tempo 28 da safra 2010 (Tabela 23).

Tabela 23. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de cultivares x dias de armazenamento para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, na safra de 2010.

Dias de armazenamento	Embalagens	Ratio (SST/ATT)		
		Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	10,28a	7,43a	10,75a
	Kefir	10,59a	8,30a	11,62a
	Quitosana	10,40a	8,31a	11,83a
	PVC	9,58a	7,43a	10,75a
7	Testemunha	9,83a	8,01a	10,40b
	Kefir	9,63a	7,41a	11,99a
	Quitosana	7,00b	7,97a	10,48b
	PVC	8,83a	6,83a	10,87ab
14	Testemunha	8,81a	7,79a	7,96a
	Kefir	7,72ab	7,14a	8,55a
	Quitosana	8,18a	7,91a	8,80a
	PVC	6,57b	6,95a	8,14a
21	Testemunha	8,64a	5,86a	8,97a
	Kefir	7,11b	6,62a	6,63b
	Quitosana	8,75a	6,52a	9,93a
	PVC	7,47ab	5,66a	4,95c
28	Testemunha	9,87a	5,68a	6,01ab
	Kefir	9,25a	6,55a	5,42ab
	Quitosana	8,90a	6,66a	6,69a
	PVC	8,94a	6,02a	4,95b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 24. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de dias de armazenamento x embalagens para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, na safra de 2010.

Dias de armazenamento	Embalagens	Ratio (SST/ATT)		
		Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	10,28a	7,43b	10,75a
	Kefir	10,59a	8,30b	11,62a
	Quitosana	10,40b	8,31c	11,83a
	PVC	9,58a	7,43b	10,75a
7	Testemunha	9,83a	8,01b	10,40a
	Kefir	9,63b	7,41c	11,99a
	Quitosana	7,00b	7,97b	10,48a
	PVC	8,83b	6,83b	10,87a
14	Testemunha	8,81a	7,79a	7,96a
	Kefir	7,72ab	7,14b	8,55a
	Quitosana	8,18a	7,91a	8,80a
	PVC	6,57b	6,95ab	8,14a
21	Testemunha	8,64a	5,86b	8,97a
	Kefir	7,11a	6,62a	6,63a
	Quitosana	8,75a	6,52b	9,93a
	PVC	7,47a	5,66b	4,95b
28	Testemunha	9,87a	5,68b	6,01b
	Kefir	9,25a	6,55b	5,42b
	Quitosana	8,90a	6,66b	6,69b
	PVC	8,94a	6,02b	4,95b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 25. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de cultivares x dias de armazenamento para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, na safra de 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Ratio (SST/ATT)		
		Cultivares		
		Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	36,92b	44,84a	8,60a
	Kefir	41,35a	46,65a	8,89a
	Quitosana	44,52a	44,09a	8,50a
	PVC	36,92b	44,84a	8,60a
7	Testemunha	44,37b	12,90a	46,35a
	Kefir	44,18b	12,41a	39,00b
	Quitosana	48,98a	12,41a	38,14b
	PVC	42,66b	11,82a	37,70b
14	Testemunha	43,97a	45,97b	39,57a
	Kefir	37,48c	49,85ab	33,66b
	Quitosana	41,67ab	51,87a	35,91ab
	PVC	37,94bc	49,66ab	37,26ab
21	Testemunha	38,89a	11,81a	10,21a
	Kefir	34,93b	12,01a	10,44a
	Quitosana	34,82b	11,45a	10,12a
	PVC	40,54a	11,82a	10,42a
28	Testemunha	38,04a	22,93a	40,10a
	Kefir	30,45b	23,14a	41,22a
	Quitosana	38,95a	22,55a	43,47a
	PVC	36,41a	24,06a	41,61a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 26. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de dias de armazenamento x embalagens para a variável Ratio (SST/ATT), provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, na safra de 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Ratio (SST/ATT)		
		Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	36,92b	44,84a	8,60c
	Kefir	41,35b	46,65a	8,89c
	Quitosana	44,52a	44,09a	8,50b
	PVC	36,92b	44,84a	8,60c
7	Testemunha	44,37a	12,90b	46,35a
	Kefir	44,18a	12,41c	39,00b
	Quitosana	48,98a	12,41c	38,14b
	PVC	42,66a	11,82c	37,70b
14	Testemunha	43,97a	45,97a	39,57b
	Kefir	37,48b	49,85a	33,66c
	Quitosana	41,67b	51,87a	35,91c
	PVC	37,94b	49,66a	37,26b
21	Testemunha	38,89a	11,81b	10,21b
	Kefir	34,93a	12,01b	10,44b
	Quitosana	34,82a	11,45b	10,12b
	PVC	40,54a	11,82b	10,42b
28	Testemunha	38,04a	22,93b	40,10a
	Kefir	30,45b	23,14c	41,22a
	Quitosana	38,95b	22,55c	43,47a
	PVC	36,41b	24,06c	41,61 ^a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3.7 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos exibem grande quantidade de propriedades fisiológicas (antialérgica, anti-inflamatória, antimicrobiana, cardioprotetiva e vasodilatadora), mas o principal efeito tem sido atribuído a sua ação antioxidante em alimentos (BALASUNDRAM et al., 2006).

Os resultados para os teores de compostos fenólicos (Tabela 27) mostram que houve interação da embalagem quitosana no tempo zero e aos 14 dias para a cultivar Clímax na safra 2010, apresentando valores maiores nos teores de compostos fenólicos em relação aos demais tratamentos, resultado semelhante ao encontrado para a cultivar Florida aos 7, 14 e 21 dias de armazenamento, demonstrando ser o filme à base de quitosana eficiente na manutenção de compostos fenólicos. Para a cultivar Bluegem, o tratamento kefir no tempo 7 e o filme PVC aos 21 dias de armazenamento foram superiores aos demais revestimentos utilizados.

Na safra de 2011 (Tabela 27), o tratamento quitosana foi superior aos demais tratamentos na cultivar Clímax aos dias 7 e 14, e aos 7 dias de armazenamento para a cultivar Florida

Na tabela 28 para a cultivar Clímax, houve interação entre as safras no teor de compostos fenólicos, na qual os maiores teores de compostos fenólicos foram encontrados na safra 2011, comportamento semelhante para a cultivar Florida e Bluegem nos dias 14, 21 e 28. No entanto, a cultivar Bluegem, nos tempos zero e sete, apresentou maiores teores de compostos fenólicos na safra 2010.

Tabela 27. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Compostos Fenólicos					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	3,42ab	3,75b	9,64a	6,01a	6,91a	7,44a
	Kefir	2,42b	6,38a	9,97a	5,33a	7,20a	6,41a
	Quitosana	4,58a	4,29b	9,36a	7,08a	8,00a	6,15a
	PVC	3,22ab	3,75b	9,64a	6,01a	6,91a	7,44a
7	Testemunha	5,29a	7,97ab	10,39a	3,90b	8,19b	5,82a
	Kefir	5,41a	7,63b	10,58a	4,68ab	9,26b	5,58a
	Quitosana	4,78a	9,77a	8,16b	6,07a	11,25a	4,95a
	PVC	4,19a	8,99ab	9,58ab	4,24b	9,50ab	4,63a
14	Testemunha	6,16ab	1,86b	5,12a	6,90ab	5,40a	4,58a
	Kefir	4,92b	2,04b	4,58ab	7,61a	5,86a	4,22a
	Quitosana	7,15a	5,15a	3,50ab	7,46a	4,53a	4,97a
	PVC	5,32b,	2,95b	3,17b	5,40b	4,33a	4,82a
21	Testemunha	7,22a	0,50b	2,25ab	7,51a	9,24a	9,39a
	Kefir	7,58a	0,87b	1,10ab	7,92a	8,35a	8,04ab
	Quitosana	8,15a	2,90a	0,97b	7,97a	8,40a	7,76ab
	PVC	6,97a	1,85ab	2,90a	8,47a	9,52a	6,86b
28	Testemunha	6,53a	4,07a	5,08a	7,63a	10,66a	6,86a
	Kefir	7,75a	3,37a	5,45a	7,69a	9,66a	6,33ab
	Quitosana	8,05a	4,41a	5,20a	8,18a	9,95a	5,72ab
	PVC	6,71a	4,29a	4,89a	6,62a	9,26a	4,89b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 28. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Compostos Fenólicos					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	3,42b	3,75b	9,64a	6,01a	6,91a	7,44a
	Kefir	2,42c	6,38b	9,97a	5,33b	7,20a	6,41ab
	Quitosana	4,58b	4,29b	9,36a	7,08ab	8,00a	6,15b
	PVC	3,22b	3,75b	9,64a	6,01a	6,91a	7,44a
7	Testemunha	5,29c	7,97b	10,39a	3,90c	8,19a	5,82b
	Kefir	5,41c	7,63b	10,58a	4,68b	9,26a	5,58b
	Quitosana	4,78b	9,77a	8,16a	6,07b	11,25a	4,95b
	PVC	4,19b	8,99a	9,58a	4,24b	9,50a	4,63b
14	Testemunha	6,16a	1,86b	5,12a	6,90a	5,40ab	4,58b
	Kefir	4,92a	2,04b	4,58a	7,61a	5,86b	4,22b
	Quitosana	7,15a	5,15b	3,50b	7,46a	4,53b	4,97b
	PVC	5,32a	2,95b	3,17b	5,40a	4,33a	4,82a
21	Testemunha	7,22a	0,50c	2,25b	7,51b	9,24a	9,39a
	Kefir	7,58a	0,87b	1,10b	7,92a	8,35a	8,04a
	Quitosana	8,15a	2,90b	0,97c	7,97a	8,40a	7,76 ^a
	PVC	6,97a	1,85b	2,90b	8,47ab	9,52a	6,86b
28	Testemunha	6,53a	4,07b	5,08ab	7,63b	10,66a	6,86b
	Kefir	7,75a	3,37c	5,45b	7,69b	9,66a	6,33b
	Quitosana	8,05a	4,41b	5,20b	8,18b	9,95a	5,72c
	PVC	6,71a	4,29b	4,89b	6,62b	9,26a	4,89c

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 29. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Compostos Fenólicos, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Compostos Fenólicos					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	3,42b	6,01a	3,75b	6,91a	9,64a	7,44b
	Kefir	2,42b	5,33a	6,38a	7,20a	9,97a	6,41b
	Quitosana	4,58b	7,08a	4,29b	8,00a	9,36a	6,15b
	PVC	3,22b	6,01a	3,75b	6,91a	9,64a	7,44b
7	Testemunha	5,29a	3,90b	7,97a	8,19a	10,39a	5,82b
	Kefir	5,41a	4,68a	7,63b	9,26a	10,58a	5,58b
	Quitosana	4,78a	6,07a	9,77b	11,25a	8,16a	4,95b
	PVC	4,19a	4,24a	8,99a	9,50a	9,58a	4,63b
14	Testemunha	6,16a	6,90a	1,86b	5,40a	5,12a	4,58a
	Kefir	4,92b	7,61a	2,04b	5,86a	4,58a	4,22a
	Quitosana	7,15a	7,46a	5,15a	4,53a	3,50b	4,97a
	PVC	5,32a	5,40a	2,95a	4,33a	3,17b	4,82a
21	Testemunha	7,22a	7,51a	0,50b	9,24a	2,25b	9,39a
	Kefir	7,58a	7,92a	0,87b	8,35a	1,10b	8,04a
	Quitosana	8,15a	7,97a	2,90b	8,40a	0,97b	7,76a
	PVC	6,97b	8,47a	1,85b	9,52a	2,90b	6,86a
28	Testemunha	6,53a	7,63a	4,07b	10,66a	5,08b	6,86a
	Kefir	7,75a	7,69a	3,37b	9,66a	5,45a	6,33a
	Quitosana	8,05a	8,18a	4,41b	9,95a	5,20a	5,72a
	PVC	6,71a	6,62a	4,29b	9,26a	4,89a	4,89a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.8 Antocianinas

As antocianinas são os compostos de maior concentração presentes principalmente na casca dos frutos de mirtilo, os teores de antocianinas aumentam com o amadurecimento dos frutos. A tabela 30 apresenta o comportamento deste pigmento nos frutos com os revestimentos aplicados durante o armazenamento refrigerado. A cultivar Clímax, na safra 2010, apresentou maiores teores de compostos fenólicos para os tratamentos aplicados, aos 21 dias de armazenamento, se comparados à testemunha. No entanto, aos 28 dias, os teores de antocianinas foram maiores no tratamento testemunha.

Para a cultivar Florida (Tabela 30), o tratamento quitosana foi superior aos demais aos 28 dias de armazenamento refrigerado. Na cultivar Bluegem, o revestimento à base de grãos de kefir foi superior aos demais tratamentos no tempo zero e aos 28 dias de armazenamento, comportamento inverso ao do revestimento com filme PVC, que apresentou a menor concentração de antocianinas nos frutos de mirtilo aos 21 dias de armazenamento. Os frutos revestidos com filme de PVC também tiveram seus teores de antocianinas totais inferiores aos demais tratamentos na safra 2011, tempo 7.

A tabela 31 apresenta a interação de cultivares dentro das safras, dias de armazenamento e embalagens, sendo que nos tempos zero e 28 dias para o revestimento kefir, a cultivar Bluegem foi superior às demais cultivares utilizadas neste trabalho. Aos 21 dias, a cultivar Bluegem foi a que apresentou os menores teores de antocianinas nos tratamentos kefir, quitosana e PVC. Na safra 2011, a cultivar Bluegem foi a que apresentou os maiores teores de antocianinas em todos os tempos e tratamentos utilizados.

A tabela 32 apresenta os valores de antocianinas na interação safra dentro de cultivares, dias de armazenamento e embalagens, sendo que a cultivar Clímax apresentou diferenças aos 28 dias de armazenamento nos tratamentos testemunha e kefir, sendo os maiores valores encontrados na safra 2010. Para a cultivar Florida, ao apresentar interação, os valores de antocianinas foram maiores na safra 2011 para todos os tratamentos utilizados, comportamento semelhante ao observado na cultivar Bluegem.

Tabela 30 Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Antocianinas, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Antocianinas					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	77,47a	79,01a	81,53b	78,91a	82,52a	102,69a
	Kefir	80,65a	75,94a	100,00a	76,85 a	76,70a	99,30a
	Quitosana	79,41a	76,45a	89,74ab	79,60a	75,20a	94,86a
	PVC	74,61a	77,15a	81,91ab	79,22a	69,03a	95,97a
7	Testemunha	76,12a	72,50a	82,01a	88,61a	83,40a	113,03a
	Kefir	77,05a	77,40a	83,19a	84,21a	93,75a	114,85a
	Quitosana	76,56a	77,72a	87,17a	84,46a	96,08a	98,70ab
	PVC	79,57a	79,32a	80,77a	83,79a	93,01a	95,09b
14	Testemunha	85,87a	77,23a	88,42a	78,42a	97,08a	113,76a
	Kefir	83,52a	77,93a	85,81a	83,36a	112,17a	112,78a
	Quitosana	76,36a	81,32a	89,43a	88,57a	98,81a	111,92a
	PVC	81,01a	83,40a	76,55a	82,17a	102,30a	112,29a
21	Testemunha	72,87b	78,14a	96,94a	77,02a	116,67a	112,84a
	Kefir	90,75a	75,33a	65,16b	79,12a	107,07a	122,21a
	Quitosana	85,67ab	85,18a	51,00bc	93,68a	113,26a	119,83a
	PVC	96,40a	76,86a	43,84c	84,10a	113,33a	112,13a
28	Testemunha	104,14a	80,40b	95,64ab	77,27a	108,59a	112,32a
	Kefir	93,72ab	85,08b	109,32a	80,49a	119,76a	110,81a
	Quitosana	77,48b	106,96a	91,35b	86,90a	115,68a	112,56a
	PVC	93,99ab	80,08b	88,45b	90,83a	112,96a	109,64a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 31. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Antocianina, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Antocianina					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	77,47 a	79,01a	81,53a	78,91b	82,52b	102,69a
	Kefir	80,65b	75,94b	100,00a	76,85b	76,70b	99,30a
	Quitosana	79,41a	76,45a	89,74a	79,60ab	75,20b	94,86a
	PVC	74,61a	77,15a	81,91a	79,22b	69,03b	95,97a
7	Testemunha	76,12a	72,50a	82,01a	88,61b	83,40b	113,03a
	Kefir	77,05a	77,40a	83,19a	84,21b	93,75b	114,85a
	Quitosana	76,56a	77,72a	87,17a	84,46a	96,08a	98,70a
	PVC	79,57a	79,32a	80,77a	83,79a	93,01a	95,09a
14	Testemunha	85,87a	77,23a	88,42a	78,42c	97,08b	113,76a
	Kefir	83,52a	77,93a	85,81a	83,36b	112,17a	112,78a
	Quitosana	76,36a	81,32a	89,43a	88,57b	98,81ab	111,92a
	PVC	81,01a	83,40a	76,55a	82,17b	102,30a	112,29a
21	Testemunha	72,87b	78,14b	96,94a	77,02b	116,67a	112,84a
	Kefir	90,75a	75,33ab	65,16b	79,12b	107,07a	122,21a
	Quitosana	85,67a	85,18a	51,00b	93,68b	113,26a	119,83a
	PVC	96,40a	76,86b	43,84c	84,10b	113,33a	112,13a
28	Testemunha	104,14a	80,40b	95,64ab	77,27b	108,59a	112,32a
	Kefir	93,72ab	85,08b	109,32a	80,49b	119,76a	110,81a
	Quitosana	77,48b	106,96a	91,35ab	86,90b	115,68a	112,56a
	PVC	93,99a	80,08a	88,45a	90,83b	112,96a	109,64a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 32. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Antocianina, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Antocianina					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	77,47 a	78,91a	79,01a	82,52a	81,53b	102,69a
	Kefir	80,65 a	76,85 a	75,94a	76,70a	100,00a	99,30a
	Quitosana	79,41 a	79,60a	76,45a	75,20a	89,74a	94,86a
	PVC	74,61a	79,22 a	77,15a	69,03a	81,91b	95,97a
7	Testemunha	76,12a	88,61a	72,50a	83,40a	82,01b	113,03a
	Kefir	77,05a	84,21 a	77,40b	93,75a	83,19b	114,85a
	Quitosana	76,56a	84,46a	77,72b	96,08a	87,17a	98,70a
	PVC	79,57a	83,79a	79,32b	93,01a	80,77b	95,09a
14	Testemunha	85,87a	78,42a	77,23b	97,08a	88,42b	113,76a
	Kefir	83,52a	83,36a	77,93b	112,17a	85,81b	112,78a
	Quitosana	76,36a	88,57a	81,32b	98,81a	89,43b	111,92a
	PVC	81,01a	82,17a	83,40b	102,30a	76,55b	112,29a
21	Testemunha	72,87a	77,02a	78,14b	116,67a	96,94b	112,84a
	Kefir	90,75a	79,12a	75,33b	107,07a	65,16b	122,21a
	Quitosana	85,67a	93,68a	85,18b	113,26a	51,00b	119,83a
	PVC	96,40a	84,10a	76,86b	113,33a	43,84b	112,13a
28	Testemunha	104,14a	77,27b	80,40b	108,59a	95,64b	112,32a
	Kefir	93,72a	80,49b	85,08b	119,76a	109,32a	110,81a
	Quitosana	77,48a	86,90a	106,96a	115,68a	91,35b	112,56a
	PVC	93,99a	90,83a	80,08b	112,96a	88,45b	109,64a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

4.3.9 Carotenóides Totais

Os carotenóides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido à larga distribuição, diversidade estrutural e inúmeras funções (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004). São compostos únicos na natureza, que estão presentes em diversas estruturas de plantas, em grande variedade de animais, algas, fungos e bactérias, sendo responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelha (MELENDEZ-MARTINEZ et al., 2007).

O teor de carotenoides totais dos frutos, das cultivares Clímax, Florida e Bluegem (Tabela 33), na safra 2010, apresentou diferenças dos tratamentos no Cultivar Bluegem no tempo 7, quando o tratamento Kefir apresentou diferenças em relação à testemunha. Aos 14 dias de armazenamento, a cultivar Clímax para o tratamento PVC foi a que apresentou maior diferença nos teores de carotenóides em relação à testemunha. Aos 21 dias de armazenamento da safra 2010, os tratamentos utilizados para a cultivar Clímax e Bluegem foram inferiores à testemunha, já para a cultivar Florida, o tratamento PVC foi eficiente na manutenção dos teores de carotenoides. Na safra 2011, apenas a cultivar Clímax apresentou diferenças entre os tratamentos utilizados aos 21 dias de armazenamento, quando o tratamento kefir e quitosana foram inferiores aos tratamentos testemunha e PVC.

Os resultados (Tabela 34) demonstram que houve interação de cultivares dentro dos tratamentos e período de armazenamento utilizados na safra 2010, quando a cultivar Bluegem apresentou teores maiores de carotenoides em relação aos demais cultivares. No entanto, na safra 2011, a cultivar Florida foi a que apresentou, aos 28 dias, maiores teores de carotenoides para os tratamentos kefir, quitosana e PVC em relação aos cultivares Clímax e Bluegem.

Os resultados médios para o desdobramento da interação safra dentro de cultivares, dias de armazenamento e embalagens utilizadas (Tabela 35), demonstram que houve diferenças entre as safras para os cultivares avaliados. Para o cultivar Clímax, nos tempos zero e 21, o tratamento quitosana foi superior na safra 2011, comportamento semelhante ao ocorrido nos tempos 21 e 28 dias de armazenamento para o tratamento PVC.

Para o cultivar Florida no tempo zero, safra 2010, houve maiores valores em todos os tratamentos em relação à safra 2011. Aos sete dias, o

comportamento foi inverso ao tempo zero, exceto para o tratamento quitosana, que não apresentou diferenças entre as safras. No tempo 21, a safra 2010 apresentou maiores teores de carotenóides para os tratamentos utilizados, exceto para o tratamento kefir que não apresentou diferenças entre as safras. Aos 28 dias, o tratamento testemunha e PVC apresentaram maiores teores de carotenoides na safra 2011. Para a cultivar Bluegem, ao apresentar diferenças entre as safras, a safra 2010 foi sempre a que apresentou maiores valores para a variável carotenóides.

Tabela 33. Resultados médios para o desdobramento da interação embalagens dentro de safras x cultivares x dias de armazenamento para a variável Carotenoides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Carotenóides					
		Safra 2010			Safra 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	7,28a	8,82a	8,90a	7,50a	6,66a	7,09a
	Kefir	7,32a	8,75a	8,90a	7,88a	7,39a	7,74a
	Quitosana	6,74a	8,56a	8,29a	7,73a	7,32a	7,69a
	PVC	7,00a	8,82a	8,90a	7,50a	6,66a	7,49a
7	Testemunha	7,52a	6,22a	8,98a	7,02a	7,94a	7,18a
	Kefir	7,59a	6,81a	7,29b	7,46a	7,88a	7,81a
	Quitosana	6,99a	7,18a	8,58ab	7,45a	7,57a	7,72a
	PVC	7,83a	6,89a	8,75ab	7,11a	7,82a	7,52a
14	Testemunha	8,12a	7,46a	7,97a	7,08a	7,73a	6,78a
	Kefir	7,65ab	7,29a	8,51a	7,67a	7,73a	6,49a
	Quitosana	6,06b	7,80a	8,39a	6,98a	7,42a	6,55a
	PVC	6,77b	7,15a	7,99a	6,90a	7,36a	7,05a
21	Testemunha	9,19a	8,31ab	8,55a	8,46a	7,56a	7,59a
	Kefir	7,56b	7,75b	9,43a	6,78b	7,87a	7,30a
	Quitosana	6,86bc	8,33ab	7,48b	7,75ab	7,46a	7,45a
	PVC	6,46c	8,83a	7,11b	7,86a	7,90a	6,95a
28	Testemunha	8,03a	7,56ab	9,27a	7,53a	8,32a	7,88a
	Kefir	7,69a	8,04ab	9,28a	7,81a	8,26a	7,05a
	Quitosana	7,77a	8,31a	10,03a	8,03a	8,38a	7,36a
	PVC	6,36b	7,26b	9,51a	7,99a	8,52a	7,58a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 34. Resultados médios para o desdobramento da interação cultivares dentro de safras x dias de armazenamento x embalagens para a variável Carotenóides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Carotenóides					
		Safrá 2010			Safrá 2011		
		Clímax	Florida	Bluegem	Clímax	Florida	Bluegem
0	Testemunha	7,28b	8,82a	8,90a	7,50a	6,66a	7,09a
	Kefir	7,32b	8,75a	8,90a	7,88a	7,39a	7,74a
	Quitosana	6,74b	8,56a	8,29a	7,73a	7,32a	7,69a
	PVC	7,00b	8,82a	8,90a	7,50a	6,66a	7,49a
7	Testemunha	7,52b	6,22c	8,98a	7,02b	7,94a	7,18ab
	Kefir	7,59ab	6,81b	7,29a	7,46a	7,88a	7,81a
	Quitosana	6,99b	7,18b	8,58a	7,45a	7,57a	7,72a
	PVC	7,83b	6,89c	8,75a	7,11a	7,82a	7,52a
14	Testemunha	8,12a	7,46a	7,97a	7,08ab	7,73a	6,78b
	Kefir	7,65ab	7,29b	8,51a	7,67a	7,73a	6,49b
	Quitosana	6,06b	7,80ab	8,39a	6,98a	7,42a	6,55a
	PVC	6,77b	7,15ab	7,99a	6,90a	7,36a	7,05a
21	Testemunha	9,19a	8,31a	8,55a	8,46a	7,56b	7,59ab
	Kefir	7,56b	7,75b	9,43a	6,78b	7,87a	7,30ab
	Quitosana	6,86b	8,33a	7,48ab	7,75a	7,46a	7,45a
	PVC	6,46b	8,83a	7,11b	7,86a	7,90a	6,95b
28	Testemunha	8,03b	7,56b	9,27a	7,53a	8,32a	7,88a
	Kefir	7,69b	8,04b	9,28a	7,81ab	8,26a	7,05b
	Quitosana	7,77b	8,31b	10,03a	8,03ab	8,38a	7,36b
	PVC	6,36c	7,26b	9,51a	7,99ab	8,52a	7,58b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 35. Resultados médios para o desdobramento da interação safras dentro de cultivares x dias de armazenamento x embalagens para a variável Carotenoides, provenientes de três cultivares de mirtilo, em resposta a cinco dias de armazenamento em 4 tipos de embalagens, em experimentos conduzidos no município de Maringá – PR, nas safras de 2010 e 2011.

Dias de armazenamento	Embalagens	Carotenóides					
		Clímax		Florida		Bluegem	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	Testemunha	7,28a	7,50a	8,82a	6,66b	8,90a	7,09b
	Kefir	7,32a	7,88a	8,75a	7,39b	8,90a	7,74b
	Quitosana	6,74b	7,73a	8,56a	7,32b	8,29a	7,69a
	PVC	7,00a	7,50a	8,82a	6,66b	8,90a	7,49b
7	Testemunha	7,52a	7,02a	6,22b	7,94a	8,98a	7,18b
	Kefir	7,59a	7,46a	6,81b	7,88a	7,29a	7,81a
	Quitosana	6,99a	7,45a	7,18a	7,57a	8,58a	7,72b
	PVC	7,83a	7,11a	6,89b	7,82a	8,75a	7,52b
14	Testemunha	8,12a	7,08b	7,46a	7,73a	7,97a	6,78b
	Kefir	7,65a	7,67a	7,29a	7,73a	8,51a	6,49b
	Quitosana	6,06a	6,98a	7,80a	7,42a	8,39a	6,55b
	PVC	6,77a	6,90a	7,15a	7,36a	7,99a	7,05b
21	Testemunha	9,19a	8,46a	8,31a	7,56b	8,55a	7,59b
	Kefir	7,56a	6,78b	7,75a	7,87a	9,43a	7,30b
	Quitosana	6,86b	7,75a	8,33a	7,46b	7,48a	7,45a
	PVC	6,46b	7,86a	8,83a	7,90b	7,11a	6,95a
28	Testemunha	8,03a	7,53a	7,56b	8,32a	9,27a	7,88b
	Kefir	7,69a	7,81a	8,04a	8,26a	9,28a	7,05b
	Quitosana	7,77a	8,03a	8,31a	8,38a	10,03a	7,36b
	PVC	6,36b	7,99a	7,26b	8,52a	9,51a	7,58b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Os biofilmes à base de grãos de kefir e quitosana, assim como o filme plástico à base de PVC, são eficientes no controle de perda de massa para as cultivares de mirtilo utilizadas.

Os biofilmes à base de grãos de kefir, quitosana e o filme plástico à base de PVC mantêm as características físicas e químicas do mirtilo.

O cultivar e a safra influenciam o comportamento das características físicas e químicas dos frutos de mirtilo.

Para a cultivar Clímax, o biofilme que apresentou menores taxas de perda de massa foi o revestimento à base de quitosana, para a cultivar Florida e a cultivar Bluegem, o biofilme à base de grãos de kefir, não apresentou diferenças em relação aos biofilmes utilizados.

A embalagem mais eficiente na manutenção da massa de frutos de mirtilo foi o filme plástico à base de PVC para todos os cultivares e safras analisadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**. Santa Maria. v.32. n.1. p.151-158. 2002.

AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. 16. ed. Washington: **AOAC**, v. 2, 1997.

ASSIS, O. B. G.; PESSOA, J. D. C. Preparation of thin films of chitosan for use as edible coatings to inhibit fungal growth on sliced fruits. **Brazilian Journal Food Technology**. v.7, n.1, p.17-22. 2004.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, London, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BASSETO, E. **Quantificação de danos ao longo da cadeia produtiva de pêssegos e avaliação de métodos alternativos de controle de doenças pós-colheita**. 2006. 126 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNANDEZ-LAUZARDO, A.N.; ELAZQUEZ-DELVALLE, M.G.; HERNANDEZ-LOPEZ, M.; BARKAB, E. A.; Bosquez-MOLINA, E.; Wilson, C. L. Chitosan as a potencial natural compound to control pré and postharvest diseases of hoticultural commodities. **Crop Protection Guildford**. v. 25, p. 108-118. 2006.

BIANCHI, M., L., P.; ANTUNES, L., M., G.; Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, 123-130, 1999.

BILLMEYER, F. W.; SALTZMANN, M. **Principles of color technology**. John Wiley & Son. New York, 1981.

BORECKA, H.W., PLISKA, K. Quality of blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.) stored under LPS, CA and normal air storage. **Acta Horticulturae**, n.165, p.241-249, 1985.

BORGES, A. L. Cultivo orgânico de fruteiras tropicais: Manejo do solo e da cultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasília, 12p. Dez. 2003. (**Circular Técnica 64**).

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3 ed. revisada e atualizada, São Paulo: Livraria Varela, 2003. 238 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1995. 151 p.

BOIVIN, D.; BLANCHETTE, M.; BARRETTE, S.; MOGHRABI, A.; BELIVEAU, R. Inhibition of cancer cell proliferation and suppression of TNF induced activation of NFkappaB by edible berry juice. **Anticancer Research**, v. 27, p. 937- 948, 2007.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Lebensm Wiss Technology**, v. 28, p. 25, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fruticultura. **O setor produtivo da fruticultura**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 26/08/2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Anexo 1. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**.

D.O.U.de 18/09/2003, Seção 1, Página 14.Disponívelem:<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>. Acesso 27 abr. 2010.

BURNS, J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY. Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v. 62, p. 939-947, 2002.

CAMPOS, R. P. **Revestimentos biodegradáveis na conservação de morango orgânico 'camarosa' armazenado sob refrigeração**. 2008. 81 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

CASTILLO, A.; CARRAU, J. S. F.; LEONI, C. Investigación en arandanos en Uruguay: propagación *in vitro* y evaluación de variedades por INIA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas, RS. **Palestras e Resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 225-228. (Documentos 124).

CASTREJÓN, A. D. R.; EICHHOLZ, I.; ROHN, S.; KROH, L. W.; HUYSKENSKEIL, S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. **Food Chemistry**, v. 109, p. 564- 572, 2008.

CHATTERJEE, S.; CHATTERJEE, B. P.; GUHA, A. K. Clarification of fruit juice with chitosan. **Process Biochemistry**, v. 39, p. 2229–2232, 2004.

CHIEN, P. J.; SHEU, F.; YANG, F. H.; Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 225–229. 2005

CHITARRA, M.I., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. revisada e ampliada, Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CIA, P.; BRON, I. U.; VALENTINI, S. R. T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Journal Bioscience**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.

COELHO, A. R.; HOFFMANN, F. L.; HIROOKA, E. Y. Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas por leveduras: perspectivas de aplicação e segurança alimentar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 337- 358, 2003.

COOPER-DRIVER, G. A., Contributions of Jeffrey Harborne and co-workers to the study of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 56, p. 229-236, 2001.

CONNOR, A. M.; LUBY, J. J.; TONG, C. B. S. Genotype and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 127, p. 89- 97, 2002.

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

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DELGADO-VARGAS, F., PAREDES-LÓPEZ, O. **Anthocyanins and Betalains**. In: DELGADO-VARGAS, F., PAREDES-LÓPEZ, O. Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses, New York: CRC Press, 2003.

DUFFY, K. B.; SPANGLER, E. L.; DEVAN, B. D.; GUO, Z.; BOWKER, J. L.; JANAS, A. M.; HAGEPANOS, A.; MINOR, R. K.; DECABO, R. ; MOUTON, P. R.; SHUKITT-HALE, B.; JOSEPH, J. A.; INGRAM, D. K. A blueberry-enriched diet provides cellular protection against oxidative stress and reduces a kainate-induced learning impairment in rats. **Neurobiology of Aging**, v. 29, p. 1680-1689, 2008.

DUTTA, P.K.; TRIPATHI, S.; MEHROTRA, G. K.; DUTTA, J. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. **Food Chemistry**, v. 114, p. 1173–1182. 2009.

ECK, P. **Blueberry Science**. Rutgers Press, Brunswick, N. J. 1988.

Embrapa Clima Temperado Sistemas de Produção, 8 ISSN 1806-9207 – Versão Eletrônica Agosto/2009. **Sistema de Produção do Mirtilo**. João Carlos Medeiros Madail e Alverides Machado dos Santos.

ESPÍN, J. C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H. J.; GARCÍA-VIGUERA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1588-1592, 2000.

FACHINELLO, J. C. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 285-576, 2008.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 179 p.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 9, n. 5, p. 435-451. 2008.

FARNWORTH, E. R. Kefir A complex probiotic. **Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods**, v. 2 n. 1, p. 1–17, 2005.

FRANCIS, F. J. **Colorants**. Minnesota: Eagan Press, 1999. 145p. (Eagan Press Handbook Series).

GABRICH, A. C.; SOARES, J. Produto pouco conhecido no mercado é feito artesanalmente a partir do leite. **Journal Holandês**, Juiz de Fora, MG p. 18. 2007.

GEMMA, S.F.B. **Aspectos do trabalho agrícola no cultivo orgânico de frutas: uma abordagem agrônômica**. 2004. 176f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks. **Washington: USDA, 1986. 130p. (USDA. Agriculture Handbook, 66).**

GIOVANELLI, G.; BURATTI, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. **Food Chemistry**, v. 112, p. 903-908, 2009.

GIUSTI, M. M, WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, p. 217-225, 2003.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**, 3 ed. New Yor: Clarendon Press; Oxford: Oxford University Press. 1999.

HARRI, L.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

HASSIMOTTO, N. M. A.; MOTA, R. V.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP. V. 28, n. 3. P. 702-708. 2008.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; VALLE, V. D.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 110, p. 428–435. 2008.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília, ANVISA, ed. 5, p. 1018, Editora MS. 2005.

JUNQUEIRA, A.H.; LUENGO, R.F.A. Mercados diferenciados de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 95-99. 2000.

KALT, W.; FOOTE, K.; FILLMORE, S. A. E.; LYON, M.; LUNEN, T. A. V.; McRAE K. B. Effect of blueberry feeding on plasma lipids in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 100, p. 70-78, 2008.

KALT, W.; DUFOUR, D. Health functionality of blueberries. **Horticultural Technology**, v. 7, p. 216-221, 1997.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science e Technology**, v. 36, p. 703- 725, 2001.

KLUGE, R. A., HOFFMANN, A., BILHALVA, A. B. Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powder Blue em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v. 24, p. 281-285, 1994.

KONG, J. M.; CHIA, L. S.; GOH, N. K.; CHIA, T. F.; BROUILLARD, F. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Review. Phytochemistry**, v. 64, p. 923–933, 2003.

KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Fundamentals of quality control for the food industry**. Westport, Conn.: Avi, 1962, 512 p.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LATORRE-GARCÍA, L.; CASTILLO-AGUDO, L. del; POLAINA, J. Taxonomical classification of yeasts isolated from kefir base don the sequence of their ribosomal RNA genes. **World J. Microbiology Biotechnology**. v. 23, p. 785-791. 2007.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Stamdardization of pigment analyses in cranberries. **Horticulture Science**, v. 7, n. 1, p. 83-84. 1972.

LI, H.; YU, T. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological atributes of postharvest peach fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p. 269-274. 2000.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A. LIMA, L. S.; NASCIMENTO, P. P. Flavonóides em Seleções de Acerola (*Malpighia* sp L.). Teor de Antocianinas e Flavonóides totais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1063-1064, 2000.

LOHACHOOMPOL, V.; MULHOLLAND, M.; SRZEDNICKI, G.; CRASKE, J. Determination of anthocyanins in various cultivars of highbush and rabbiteye blueberries. **Food Chemistry**, v. 111, p. 249-254, 2008.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. L. F. C. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, p. 1-19, 2008.

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

MEDRANO, M. ,PEREZ,P. F., ABRAHAM, A. G. Kefiran antagonizes cytopathic effects of *Bacillus cereus* extracellular factors. **International Journal of Food Microbiology**, v. 122, p. 1–7. 2008.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: Minolta Co. Ltda, 1998, 57 p.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, 539-543. 2006.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P.; Efeito da Película de Mandioca na Conservação de Goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1-2, p. 97-102. 1999

OLIVEIRA, C. S.; GRDEN, L.; RIBEIRO, M. C. de O.Utilização de filmes comestíveis em alimentos. In: **Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos**, Ponta Grossa, v. 01, p. 52 – 57. 2007

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L.; FILHO, P. F.; ROCHA, L. T. M. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro. n. 15. p. 3-34. 2002.

PARK, S. I.; STAN, S. D.; DAESCHEL, M. A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh strawberry (*Fragaria ananassa*) to control mold growth during cold storage. **Journal of Food Science**. Chicago. v. 70, n. 4, p. 202-207. 2005.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S. da; BISPO, A. S. da R.; SANTOS, D. B. dos; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão

formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v. 30, n. 6. p. 1116-1119. 2006.

PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Relação de fitoquímicos na casca e polpa de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade). **Anais**. XVI Congresso de Iniciação Científica. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, novembro de 2007.

PIERMARIA, J. A.; PINOTTI, A.; GARCIA, M. A.; ABRAHAM, A. G. Films based on kefir, an exopolysaccharide obtained from kefir grain: Development and characterization. **Food Hydrocolloids**. v. 23, p. 684–690. 2009.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PRIOR, R. L.; CAO, G. H.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; McEWEN, J.; O'BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W. KREWER, G.; MAINLAND, C. M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, 2686- 2693, 1998.

RAMALHO, A. S. T. M. **Sistema funcional de controle de qualidade a ser utilizado como padrão na cadeia de comercialização de laranja Pêra *Citrussinensis* L. Osbeck**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2005.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação Objetiva da Cor**. In: **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Cap.7, ed. UFV, Viçosa-MG, p. 287-370, 2007.

RASEIRA, M. do C. B.; SANTOS, A. M.; BARBIERI, R. L. Classificação botânica, origem e cultivares. In: Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, p. 17-28. 2004. (Documento 122).

RESENDE, J. V.; RENO, M. J.; PRADO, M. E. T. Impregnação a Vácuo de Amido Gelatinizado para a Preservação da Microestrutura de Melões Congelados. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 10, n. 2, p. 86-95. 2007.

RIETJENS, I. M. C. M. The pro-oxidant chemistry of the natural antioxidants vitamin C, vitamin E, carotenoids and flavonoids. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 11, p. 321-333, 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. ILSI Press. USA, 2001.

RODRIGUES, S.A.; GULARTE, M.A.; PEREIRA,E.R.B; BORGES, C.D.; VENDRUSCOLO,C.T. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de topping de mirtilo. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v.1: p 9-27, 2007.

SANTOS, C. A. A.; CASTRO, J. V.; PICOLI, A. A.; ROLIM, G. S. Uso de quitosana e embalagem plástica na conservação pós-colheita de pêssegos 'douradão'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 088-093. 2008.

SANTOS, L. O. Técnicas de conservação pós-colheita do morango. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 84-87, jan./fev., 2007.

SANTOS, A. M. Situação e perspectiva do mirtilo no Brasil. **Embrapa Clima Temperado Pelotas**, RS. Série Documentos, n. 134, p. 282-285, 2004.

SANTOS, A. M.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 30 p.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal Science Food Agricultural**, v. 76, p. 270, 1998.

SARKAR, S. Biotechnological innovations in kefir production: a review. **British Food Journal**. v. 110, n. 3, p. 283-295. 2008.

SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y.; SAND, D.; HEBER, D. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50 p. 2432-2438, 2002.

SHAHIDI, F; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. 1. ed. Lancaster: Technomic Publishing Co, Inc., 1995. 331p.

SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **Journal of Biochemistry**, v. 215, p. 213-219, 1993.

SILVA, S. D. A. E.; ANTUNES, L. E. C.; ANTHONISEN, D. G.; LEMÕES, J. S.; GONÇALVES, E. D. Caracterização de genótipos de mirtilo utilizando marcadores moleculares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 180- 184, 2008.

SILVA, P. R. Mercado e comercialização de amora, mirtilo e framboesa. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v.2, n.12, 2007. 6p.

SILVA, P. C. F. da. **Propriedades antioxidantes in vitro de uvas branca e de uva tinta e de seus respectivos vinhos elaborados**. Viçosa, MG: UFV, 2003, 138p. (Dissertação Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2003.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**, Viçosa, Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

SIMÓN, G. V., HERNÁNDEZ, R. M. S., GONZÁLEZ, M. T. R. Análisis preliminar de antocianinas en fruto de icaco. **Revista Fitotecnia Mexicana**. v. 25, p. 261-264, 2002.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 71- 81, 2002.

SOUSA, M. B. Amora: Qualidade pós-colheita. **Folhas de Divulgação AGRO** 556. Nº 7. p. 28. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Nov 2007.

SOUZA, J. L. Cultivo orgânico de frutas e hortaliças. In: **Anais** do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura: 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Vitoria, p. 1-2, 2008.

TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Effect of edible wheat gluten based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, p. 199-208, 2005.

TARUSCIO, T. G.; BARNEY, D. L.; EXON, J. Content and profile of flavanoid and phenolic acid compounds in conjunction with the antioxidant capacity for a variety of northwest *Vaccinium* berries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 3169- 176, 2004.

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

VICENTINI, N. M.; CASTRO T. M. R.; CEREDA M. P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 127-130, 1999.

VICENTINI, N. M.; CEREDA M. P. Uso de filmes de fécula de mandioca em conservação pós-colheita de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1-2, p. 87-90, 1999.

VILLADIEGO, A. M. D. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 300, p. 221-244. 2005.

VILLATA, M. **United States Highbush Blueberry Council Announces Best New Blueberry Product Contest Winners**. Folsom: North American Blueberry Council, 2007, 2p.

WANG, S.Y.; ZHENG, W. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 2, p.873-878, 2003.

WANG, S. Y.; CHEN, C-T; SCIARAPPA, W.; WANG, C. Y.; CAMP, M. J. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56 , p. 5788-5794, 2008.

WOLFE, K. L.; KANG, X.; HE, X.; DONG, M.; ZHANG, Q.; LIU, R. H. Cellular antioxidant activity of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 8418-8426, 2008.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the united states. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4026-4037, 2004.

XU, W. T.; HUANG, K. L.; GUO, F.; QU, W.; YANG, J. J.; LIANG, Z. H.; LUO, Y. B. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 46, p. 86–94. 2007.

ZHENG W, WANG SY. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, American Chemical Society, v. 51, p. 502-509, 2003.