

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

Phenolic compounds, anthocyanins, antioxidant capacity and vitamin C in blueberries stored under controlled atmosphere

Autores | Authors

✉ Joseana SEVERO

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia Agroindustrial
Campus Universitário
Caixa Postal: 354
CEP: 96010-900
Pelotas/RS - Brasil
e-mail: josi_severo@yahoo.com.br

Simone Padilha GALARÇA Rogério Ferreira AIRES

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Programa de Pós-Graduação em Agrono-
mia
e-mail: sgalarca@superig.com.br
rogeriofaem@yahoo.com.br

Rufino Fernando Flores CANTILLANO

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecu-
ária (EMBRAPA)
Centro de Pesquisa Agropecuária de
Clima Temperado (CPACT)
e-mail: fcantill@cpact.embrapa.br

César Valmor ROMBALDI Jorge Adolfo SILVA

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
(FAEM)
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial (DCTA)
e-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br
ctajorge@ufpel.edu.br

Resumo

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) tem chamado a atenção de produtores e consumidores nos últimos anos devido à sua qualidade nutricional e benefícios à saúde. Entretanto, estas frutas são altamente perecíveis. No presente trabalho, foram avaliados os conteúdos de fenólicos totais, antocianinas totais, capacidade antioxidante e vitamina C em mirtilos cv. Bluegem. Os frutos foram armazenados por 42 dias em atmosfera controlada e os tratamentos foram definidos como: T1 (controle): 0,03 KPa CO₂ + 21 KPa O₂; T2: 5 KPa CO₂ + 4 KPa O₂; T3: 10 KPa + 4 KPa O₂; T4: 15 KPa de CO₂ + 4 KPa O₂, combinado com refrigeração à temperatura de 1,5 °C e umidade relativa (UR) de 90-95%. Após os 42 dias, os frutos foram mantidos durante um dia à temperatura de 15 °C para simular comercialização. Os frutos submetidos ao tratamento T3 apresentaram o maior conteúdo de fenóis totais, 3970,5 mg GAE.100 g⁻¹, antocianinas totais, 1958 mg.100 g⁻¹ e capacidade antioxidante, 19,68% de inibição do radical ABTS. Frutos de mirtilo cv. Bluegem submetidos à atmosfera controlada de 10 KPa de CO₂ + 4 KPa de O₂ combinado com 1,5 °C, durante 42 dias, mais um dia de comercialização simulada, conservaram melhor os compostos fitoquímicos, apresentando também capacidade antioxidante superior.

Palavras-chave: *Vaccinium* spp.; Pós-colheita; Fitoquímicos bioativos.

Summary

Blueberry (*Vaccinium* spp.) has been gained attention by growers and consumers in the last years due to its nutritional quality and health benefits. However, these fruits are highly perishable. The present work evaluated the total phenols content, total anthocyanins, antioxidant capacity and vitamin C of blueberries cv. Bluegem. The fruits were stored during 42 days under controlled atmosphere set with the following treatments: T1 (control): 0.03 KPa CO₂ + 21 KPa O₂; T2: 5 KPa CO₂ + 4 KPa O₂; T3: 10 KPa + 4 KPa O₂; T4: 15 KPa of CO₂ + 4 KPa O₂. They were combined with refrigeration at 1.5 °C and relative humidity (RU) of 90-95%. After 42 days the fruits were kept at 15 °C during a day to simulate commercialization condition. The fruits from T3 showed the highest total phenol content (3970.5 mg GAE.100 g⁻¹), total anthocyanins (1958 mg.100 g⁻¹) and antioxidant capacity (19.68% of inhibition of the ABTS radical). Blueberry fruits cv. Bluegem, hold during 42 days under controlled atmosphere of 10 KPa of CO₂ + 4 KPa of O₂ combined with 1.5 °C, plus one day of simulated commercialization, better conserved the phytochemical compounds and also showed superior antioxidant capacity.

Key words: *Vaccinium* spp.; Postharvest; Bioactive phytochemicals.

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

SEVERO, J. et al.

1 Introdução

A produção de pequenas frutas, conhecidas também como *berries*, tem apresentado nos últimos anos constante crescimento no cenário internacional. (CAMINITI, 2008). A produção mundial de mirtilo, morango, framboesa, amora e groselha representam quase 7 milhões de toneladas ao ano (CAMINITI, 2008 *apud* FAO, 2006).

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) pertence à família *Ericaceae* é uma espécie frutífera originária de regiões da Europa e da América do Norte, onde é muito apreciado por seu sabor exótico, valor econômico e medicinal, sendo considerado como “fonte de longevidade”. Por suas propriedades nutracêuticas e principalmente pelas oportunidades de negócio que o fruto apresenta, tem despertado a atenção de técnicos e produtores de frutas do Brasil (ANTUNES, 2007).

Fitoquímicos são compostos provenientes do metabolismo secundário de plantas e vêm sendo amplamente estudados em frutos devido às suas propriedades benéficas à saúde. Estudos realizados com extratos obtidos a partir de espécies de *Vaccinium* comprovam a presença de compostos com potencial anticarcinogênico, sendo que uma fração específica do extrato possui atividade indutora da quinona redutase, enzima envolvida na detoxificação de xenobióticos e carcinogênicos (PROCHASKA, 1994; BOMSER et al., 1996).

Dentre os fitoquímicos presentes em frutos, os compostos fenólicos merecem destaque, devido à sua atividade antioxidante. A capacidade de inativação dos radicais livres pelos compostos fenólicos vem sendo atribuída à presença de grupamentos hidroxilas (OH⁻) que possuem capacidade de se ligar a radicais livres presentes no organismo, impedindo sua ação, a qual pode causar danos e/ou oxidação de componentes de células. Dentre os compostos fenólicos presentes em grandes quantidades no mirtilo, estão as antocianinas, que têm expressiva presença na casca do fruto. Na polpa, por sua vez, as procianidinas estão em maior quantidade (KAISU et al., 2008). Recentemente, Zhang et al. (2005) constataram o efeito inibitório das antocianinas cianidina, delfinidina, pelargonidina, petunidina e malvidina na proliferação de células cancerígenas humanas, originadas em diferentes órgãos do corpo: estômago, cólon, mama, pulmão e sistema nervoso central.

A vitamina C em frutos é composta, em sua maior parte, pelo ácido ascórbico (AA) e sua forma oxidada, o ácido de deidroascórbico (DHA), que possuem um papel importante sob as reações de *stress* oxidativo (HAGEN et al., 1999). A vitamina C é considerada um antioxidante natural que pode inibir o desenvolvimento de doenças coronárias e de certos cânceres (DIPLOCK, 1994).

A diminuição de podridões pós-colheita em pequenos frutos, como mirtilo e morango, tem sido alcançada com êxito pelo uso de armazenamento refrigerado combinado com atmosfera controlada com 10 a 20 KPa de CO₂ (CEPONIS e CAPPELINI, 1983). Entretanto, altas e inadequadas concentrações de CO₂ podem agravar desordens fisiológicas, formando odores e diminuindo a qualidade pós-colheita (KADER, 1995; HARB; STREIF, 2004).

A temperatura refrigerada, entre 0 e 1,5 °C, é largamente utilizada para o armazenamento de mirtilo. Kluge et al. (1995) observaram que frutos de mirtilo podem ser armazenados a 0 °C (UR de 90-95%) por até 14 dias sem perdas para comercialização e 42 dias para fins de processamento. Harb e Streif (2004), avaliando mirtilos do grupo *highbush* observaram manutenção das características de qualidade dos frutos durante 3 semanas quando armazenados à temperatura de 0 a 1,0 °C. Estes mesmos autores constataram que a utilização de atmosfera controlada (15 KPa CO₂ + 1 – 5 KPa O₂) prolongou o tempo de armazenamento, retardando o crescimento de esporos e fungos, e permitiu a manutenção da firmeza de polpa e da qualidade sensorial.

O objetivo neste trabalho foi avaliar o teor de fenóis totais, antocianinas totais, vitamina C e a capacidade antioxidante de mirtilo cv. Bluegem armazenado em atmosfera controlada, proveniente de pomar comercial da região de Morro Redondo-RS.

2 Material e métodos

Frutos de mirtilo cv. ‘Bluegem’ provenientes de pomar comercial localizado no Município de Morro Redondo/RS, foram colhidos em dezembro de 2007, em estádio de maturação comercial, com coloração da epiderme azul escuro, determinada com duas leituras em lados opostos na região equatorial da fruta com o emprego do colorímetro Minolta CR-300, fonte de luz D 65 e 8 mm de abertura, padrão *CIE-Lab*. Nesse sistema, a coordenada L* expressa o grau de luminosidade da cor medida (L* = 0, preto a 100, branco). Os valores de a* expressam o grau de variação entre o vermelho e o verde (a* negativo = verde; a* positivo = vermelho) e a coordenada b*, o grau de variação entre o azul e o amarelo (b* negativo = azul; b* positivo = amarelo). Os valores a* e b* foram usados para calcular o ângulo Hue ou matriz ($h^{\circ} = \tan^{-1} b^* \cdot a^{*-1}$) (Tabela 1).

O clima da região caracteriza-se como temperado úmido com verões quentes, do tipo “Cfa” conforme a classificação de Köppen (TREWARTHA e HORN, 1980). A região possui temperatura e precipitação média anual de 17,9 °C e 1500 mm, respectivamente.

Os mirtilos foram armazenados em atmosfera controlada nas dependências da Embrapa Clima Temperado, no Laboratório de Pós-Colheita, em Pelotas, RS,

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

SEVERO, J. et al.

Brasil. Os tratamentos foram definidos como T1 (controle): 0,03 KPa CO₂ + 21 KPa O₂; T2: 5 KPa CO₂ + 4 KPa O₂; T3: 10 KPa + 4 KPa O₂; T4: 15 KPa de CO₂ + 4 KPa O₂, combinado com refrigeração à temperatura de 1,5 °C e umidade relativa (UR) de 90-95% por 42 dias. Após o período de armazenamento refrigerado, os frutos permaneceram um dia em temperatura de 15 °C para simulação de comercialização.

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (DCTA/FAEM/UFPEL).

Os compostos fenólicos totais foram quantificados usando uma adaptação do método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON e ROSSI, 1965). Para quantificação dos resultados, foi construída curva padrão com ácido gálico, realizando leituras em espectrofotômetro a 725 nm (Ultrospect 2000, Pharmacia Biotech), sendo então os resultados expressos em mg GAE.100 g⁻¹ de fruta.

As antocianinas totais foram avaliadas pelo método de Lee e Francis (1972), com modificações, realizando leituras em espectrofotômetro a 520 nm, com resultados expressos em mg.100 g⁻¹ de fruta.

Para determinar a atividade antioxidante, utilizou-se o protocolo descrito por Erel (2004), com modificações, no qual 5 g de fruto foram homogeneizados em 50 mL de água ultrapura. Desta mistura, 5 mL foram adicionados a 5 mL de álcool etílico 95%. Em seguida, foram adicionados 10 µL, da mistura anterior, a 990 µL do radical ABTS 7 mM. A leitura foi realizada a 734 nm em espectrofotômetro após 30 min de reação. Os resultados foram expressos em % de inibição do radical ABTS.

O conteúdo de vitamina C foi quantificado através de cromatografia líquida de alta eficiência, utilizando sistema HPLC-Shimadzu, equipado com injetor automático e detector UV-visível (254 nm). A separação foi desenvolvida em coluna de fase reversa RP-18 (5 µm, 4,6 mm x 150 mm), tendo como fase móvel: A) água com

1% ácido acético e B) metanol, utilizando como curva padrão o ácido L-ascórbico (VINCI et al., 1995).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os efeitos dos níveis de CO₂ na atmosfera controlada foram avaliados por modelos de regressão (p ≤ 0,05) (SIGMAPLOT, 1999).

3 Resultados e discussão

O conteúdo de fitoquímicos nos frutos pode ser afetado pelo grau de maturação e condições ambientais durante a colheita, por diferenças genéticas entre cultivares, pela manipulação dos frutos e por condições de estocagem pós-colheita.

Foi observada diminuição no conteúdo de fenóis totais, vitamina C e capacidade antioxidante nos mirtilos submetidos aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 após 42 dias de armazenamento em relação aos frutos na colheita. O conteúdo de antocianinas totais apresentou aumento em todos os tratamentos após o armazenamento (Tabelas 2 e 3, Figuras 1, 2 e 3).

Quando avaliadas as diferentes concentrações de CO₂ nos parâmetros fitoquímicos, observou-se que os frutos armazenados sob as condições T3 apresentaram maior conteúdo de fenóis totais, antocianinas totais e capacidade antioxidante.

Houve decréscimo no conteúdo de fenóis totais após o armazenamento (Figura 1) quando comparado à colheita (Tabela 2). Os frutos armazenados em atmosfera controlada apresentaram maior concentração de fenóis totais que os frutos controle (T1). Singh e Pal (2008), avaliando o armazenamento em atmosfera controlada de frutos de goiaba de diferentes cultivares, observaram diminuição dos fenólicos totais nos frutos após 30 dias de armazenamento, quando comparados aos da colheita, e maior conteúdo de fenóis totais, quando diferentes concentrações de CO₂ e O₂ foram comparadas às dos frutos controles, mantidos 30 dias a 8 °C. Schotsmans et al. (2007) verificaram manutenção do conteúdo de fenóis totais em mirtilos 'Century' e 'Maru' durante o armazenamento em atmosfera controlada (2,5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ a 1,5 °C) e incremento após retirada da câmara e armazenamento a 20 °C, superior na 'Century'. Entretanto, os mesmos autores observaram correlação positiva entre o conteúdo de fenóis totais e o armazenamento refrigerado, mas não com o armazenamento controlado, diferentemente do encontrado neste estudo, cujos frutos armazenados sob atmosfera controlada, nos

Tabela 1. Valores médios de coloração da epiderme de frutos de mirtilo 'Bluegem' na colheita.

Epiderme da fruta			
L*	a*	b*	h°
30,63	0,55	-5,04	276,82

Tabela 2. Médias de fenóis totais, antocianinas totais, percentual de inibição do ABTS e vitamina C em mirtilos 'Bluegem' na colheita.

	Fenóis (mgGAE.100 g ⁻¹)	Antocianinas (mg.100 g ⁻¹)	Inibição ABTS (%)	Vitamina C (mgEAA.100g ⁻¹)
Colheita	3998	716	26,31	5,25

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

SEVERO, J. et al.

Tabela 3. Médias de vitamina C em mirtilos 'Bluegem' armazenados em atmosfera controlada durante 42 dias + 1 dia a 15 °C, 1,5 °C, sob UR de 90-95%.

Vitamina C (mgEAA.100 g ⁻¹)*			
T1	T2	T3	T4
4,75	4,00	4,75	4,25

* Equivalente ao ácido L-ascórbico.

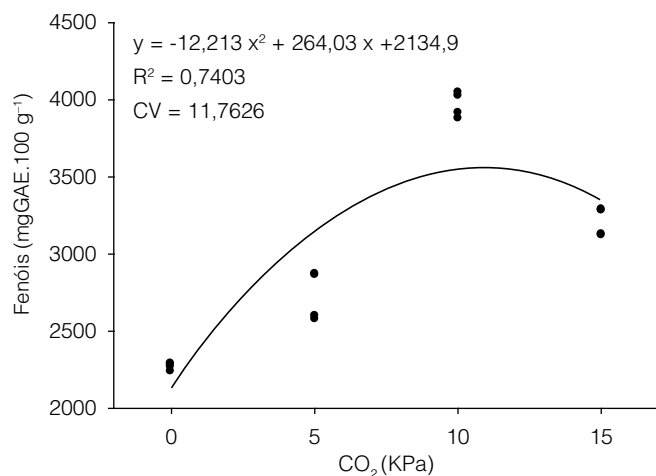


Figura 1. Fenóis totais em mirtilos 'Bluegem' armazenados em atmosfera controlada durante 42 dias + 1 dia a 15 °C, 1,5 °C, sob UR de 90-95%.

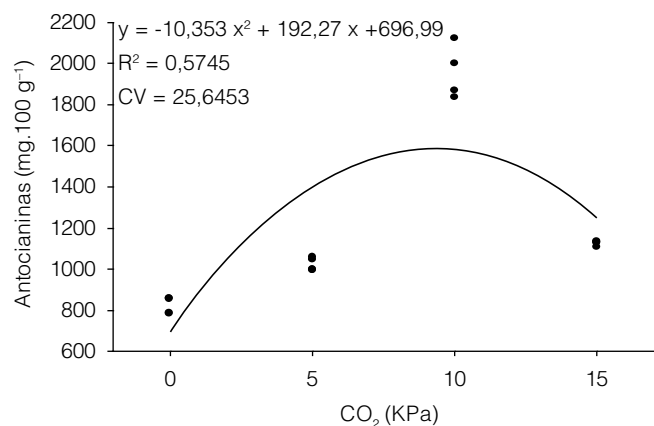


Figura 2. Antocianinas totais em mirtilos 'Bluegem' armazenados em atmosfera controlada durante 42 dias + 1 dia a 15 °C, 1,5 °C, sob UR de 90-95%.

três tratamentos, apresentaram maior conteúdo de fenóis totais (Figura 1) que aqueles provenientes do armazenamento refrigerado.

O armazenamento em atmosfera controlada, nas diferentes concentrações, provocou aumento no conteúdo de antocianinas totais, em níveis superiores àqueles encontrados nos frutos na colheita (Tabela 2) e naqueles mantidos sob refrigeração (Figura 2), fato que pode estar relacionado com possível interferência causada pelo CO₂ na rota metabólica destes compostos.

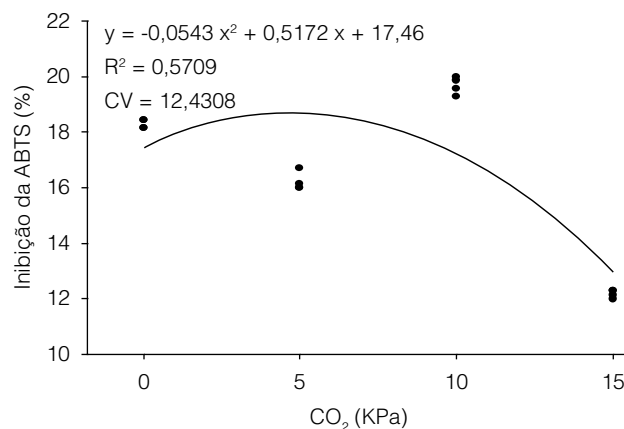


Figura 3. Capacidade antioxidante em mirtilos 'Bluegem' armazenados em atmosfera controlada durante 42 dias + 1 dia a 15 °C, 1,5 °C, sob UR de 90-95%.

Holcroft e Kader (1999) verificaram que, mesmo após a colheita, a rota de biossíntese das antocianinas continua ativa. Neste mesmo estudo, observou-se que diferentes concentrações de CO₂ e O₂ provocaram variação do pH e do conteúdo de antocianinas em morangos, quando comparados a aqueles mantidos apenas a 5 °C. Wrolstad et al. (1970) afirmam que a variação no pH afeta a estabilidade das antocianinas mais do que qualquer outro fator. Um pH baixo melhora a estabilidade das antocianinas. Romero et al. (2008) observaram que baixas temperaturas induzem a produção de antocianinas em uvas, entretanto a atmosfera controlada com alta concentração de CO₂ provocou redução. Stiles et al. (2007) sugerem, de acordo com as vias biossintéticas na planta, que a cianidina, a delphinidina e a pelargonidina parecem estar envolvidas no acúmulo de antocianinas durante o armazenamento refrigerado.

Verificou-se redução da capacidade antioxidante (Figura 3) dos frutos após o armazenamento em relação à colheita (Tabela 2), sendo que, entre os frutos armazenados, a maior capacidade antioxidante foi observada em T1 (controle) e em T3. Os resultados encontrados neste trabalho divergem de Van der Sluis et al. (2001), que não encontraram alteração na atividade antioxidante em frutas de uva de mesa, armazenadas em baixa temperatura e atmosfera controlada.

De acordo com Kalt et al. (2003), a atividade antioxidante do mirtilo é influenciada pelos teores de antocianinas e fenóis totais, pelo genótipo, pelas variações ambientais e pelas condições de conservação pós-colheita. Os frutos submetidos ao T4 apresentaram menor capacidade antioxidante, porém significativo conteúdo de fenóis e antocianinas totais, quando comparados aos demais tratamentos. Este comportamento distinto pode ter ocorrido pela maior concentração de CO₂, neste tratamento, que pode ter causado indução de genes e modificação na rota metabólica de produção de outros

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

SEVERO, J. et al.

compostos de maior capacidade antioxidante, como carotenóides (MORETTI et al., 2002), enzimas antioxidantes LOX, POD, SOD, CAT, APX (WANG et al., 2005; ROMERO et al., 2008a), ou até mesmos compostos fenólicos e antocianinas com maior capacidade antioxidante, uma vez que este trabalho não avaliou as frações individuais destes compostos. Romero et al. (2008b), analisando individualmente as antocianinas em uvas, observaram variações distintas nos conteúdos após o armazenamento em CO₂, com incremento da pelargonidina 3-glicosídeos nos frutos armazenados em CO₂. Em outro trabalho, Romero et al. (2008a), avaliando a capacidade antioxidante, relataram que o aumento das antocianinas não provocou aumento na capacidade antioxidante das uvas.

Não foi observada variação significativa no conteúdo de vitamina C dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos após o período de armazenamento (Tabela 3) e também em relação ao conteúdo verificado nos frutos analisados na data da colheita (Tabela 2). Reduções no teor de ácido ascórbico são geralmente observadas após a colheita, devido ao fato de ser antioxidante natural, envolvido em reações antioxidativas que se processam durante a senescência dos frutos. Possíveis aumentos no teor de ácido ascórbico também podem ocorrer, considerando que sua biossíntese está ligada à degradação de pectinas que libera precursores do ácido ascórbico (AGIUS et al., 2003).

4 Conclusões

Concluiu-se que mirtilos cv Bluegem armazenados durante 42 dias em atmosfera controlada de 10 KPa de CO₂ + 4 KPa O₂, temperatura de 1,5 °C e UR 90-95%, com mais um dia para simulação de comercialização a 15 °C, conservaram melhor o conteúdo de fenóis e de antocianinas totais, obtendo também capacidade antioxidante superior.

Referências

ANTUNES, L. E. C. **Introdução** - Sistema de Produção do Mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 8. ISSN 1806-9207. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/introducao.htm>. Acesso em: 10 out. 2007.

AGIUS F.; GONZÁLEZ-LAMONTE, R.; CABALLERO J. L.; MUNÓZ-BLANCO, J.; BOTELLA, M. A.; VALPUESTA, V. Engineering increased vitamin C levels in plants by over-expression of a D-galacturonic acid reductase. **Nature Biotechnology**, New York, v. 21, n. 2, p. 177-181, 2003.

BOMSER, J.; MADHAVI, D. L.; SINGLETARY, K.; SMITH, M. A. *In vitro* anticancer activity of fruit extracts from *Vaccinium* species. **Planta Medica**, New York, v. 62, n. 3, p. 212-216, 1996.

CAMINITI, A. Producción y mercados de berries, perspectivas para el mercosur. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, p. 12-14.

CEPONIS, M. J.; CAPPELINI, R. A. Control of postharvest decays of blueberries by carbon dioxide-enriched atmospheres. **Plant Disease**, Palo Alto, v. 67, n. 2, p. 169-171, 1983.

DIPLOCK, A. T. Antioxidants and disease prevention. **Molecular Aspects of Medicine**, Orlando, v. 15, n. 4, p. 293-376, 1994.

EREL, O. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. **Clinical Biochemistry**, Montreal, v. 37, n. 4, p. 277-285, 2004.

HAGEN, T. M.; INGERSOLL, R. T.; LYKKESFELDT, J.; LIU, J.; WEHR, C. M.; VINARSKY, V.; BARTHOLOMEW, J. C.; AMES, A. B. (R)-alpha-lipoic acid supplemented old rats have improved mitochondrial function, decreased oxidative damage, and increased metabolic rate. **FASEB Journal**, Palo Alto, v. 13, p. 411-418, 1999.

HARB, J. Y.; STREIF, J. Controlled atmosphere storage of Highbush blueberries cv. 'Duke'. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 69, p. 66-72, 2004.

HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere - induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 14, p. 19-32, 1999.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 398, p. 59-70, 1995.

KAISU, R.; JAAKOLA, L.; KÄRENLAMPI, S.; HOHTOLA, A. Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and 'northblue' blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. Angustifolium*). **Food Chemistry**, Barking, v. 110, n. 1, p. 156-160, 2008.

KALT, W.; LAWAND, C.; RYAN, D. A. J.; MCDONALD, J. E.; DONNER, H.; FORNEY, C. F. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 128, n. 6, p. 917-923, 2003.

KLUGE, R. A.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B.; SANTOS, A. M. Frigoconservação de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. climax. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 185-188, 1995.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **HortScience**, Stanford, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada

SEVERO, J. et al.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; PUSCHMANN, R. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúria interna de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 465-469, 2002.

PROCHASKA, H. J. Screening strategies for the detection of anticarcinogenic enzyme inducers. **The Journal of Nutrition Biochemistry**, Lexington, v. 5, n. 7, p.360-368, 1994.

ROMERO, I.; SANCHEZ-BALLESTA, M. T.; ESCRIBANO, M. I.; MERODIO, C. Individual anthocyanins and their contribution to total antioxidant capacity in response to low temperature and high CO₂ in stored Cardinal table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 1-9, 2008a.

ROMERO, I.; SANCHEZ-BALLESTA, M. T.; MALDONADO, R.; ESCRIBANO, M. I.; MERODIO, C. Anthocyanin, antioxidant activity and stress-induced gene expression in high CO₂ - treated table grapes stored at low temperature. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 165, n. 5, p. 522-530, 2008b.

SCHOTSMANS, W.; MOLANA, A.; MACKAY, B. Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 277-285, 2007.

SIGMAPLOT. **Exact Graphy for Exact Science**. Version 8.0. 1999.

SINGH, S. P.; PAL, R. K.. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, n. 3, p. 296-306, 2008.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdc-phosphotungstic acid reagents.

American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

STILES, E. A.; CECH, N. B.; DEE, S. M.; LACEY, E. P. Temperature-sensitive anthocyanins production in flowers of *Plantago lanceolata*. **Physiologia Plantarum**, Sweden, v. 129, n. 4, p. 756-765, 2007.

TREWARTHA, G. T.; HORN, L. H. **An Introduction to Climate**. 5 ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 416 p.

VAN DER SLUIS, A. A.; DEKKER, M.; De JAGER, A.; JONGEN, W. M. F. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 8, p. 3606-3613, 2001.

VINCI, G.; BOTRE, F.; MELE, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, Barking, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.

WANG, Y. S.; TIAN, S. P.; XU, Y. Effects of high oxygen concentration on pro- and anti-oxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. **Food Chemistry**, Barking, v. 91, n. 1, p. 99- 104, 2005.

WROLSTAD, R. E.; PUTNAM, T. P.; VARSEVOLG, G. W. Color quality of frozen strawberries: effect of anthocyanin, pH, total acidity and acid ascorbic. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 5, n. 4, p. 448-451, 1970.

ZHANG, Y.; VAREED, S. K.; NAIR, M. G. Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. **Life Sciences**, Sweden, v. 76, n.13, p. 1465-1472, 2005.