



Revista Ceres

ISSN: 0034-737X

ceresonline@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa

Brasil

Brackmann, Auri; Weber, Anderson; Hettwer Giehl, Ricardo Fabiano; Eisermann, Ana Cristina;  
Kaehler Sautter, Cláudia; Dias Gonçalves, Emerson; Corrêa Antunes, Luis Eduardox  
Armazenamento de mirtilo 'Bluegem' em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição  
do etileno  
Revista Ceres, vol. 57, núm. 1, enero-febrero, 2010, pp. 6-11  
Universidade Federal de Viçosa  
Vicosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226735002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# **Armazenamento de mirtilo ‘Bluegem’ em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição do etileno**

*Auri Brackmann<sup>1</sup>, Anderson Weber<sup>2</sup>, Ricardo Fabiano Hettwer Giehl<sup>3</sup>, Ana Cristina Eisermann<sup>4</sup>, Cláudia Kaehter Sautter<sup>1</sup>, Emerson Dias Gonçalves<sup>5</sup>, Luis Eduardo Corrêa Antunes<sup>6</sup>*

## **RESUMO**

O mirtilo é uma fruta rica em polifenóis e antocianinas que apresenta alta atividade antioxidante. No entanto, essa atividade pode ser alterada por condições de armazenamento e processamento dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a manutenção das qualidades físicas e químicas de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) do cultivar Bluegem em diferentes condições de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e unidade experimental composta por 400g de frutos. Os tratamentos utilizados foram: [1] armazenamento refrigerado (AR); [2] AR com absorção de etileno por sachês de permanganato de potássio; [3] atmosfera controlada (AC) com 2,0kPa O<sub>2</sub> + 10,0kPa CO<sub>2</sub>; [4] AC com 2,0kPa O<sub>2</sub> + 15,0kPa CO<sub>2</sub>; e [5] AC com 10,0kPa O<sub>2</sub> + 15,0kPa CO<sub>2</sub>; [6] AC com 2,0kPa O<sub>2</sub> + 10,0kPa CO<sub>2</sub> e aplicação de 900µg kg<sup>-1</sup> de 1-metilciclopropeno. Os frutos submetidos a todos os tratamentos foram armazenados na temperatura de 0,5°C (± 0,1°C). A avaliação da qualidade dos frutos foi realizada após sete semanas de armazenamento mais 84 horas (três dias e meio) de exposição a 20°C (± 0,2°C). A melhor conservação de mirtilo ‘Bluegem’ ocorreu em armazenamento refrigerado, em que se obteve maior acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais e porcentagem de frutos firmes, conteúdo de antocianinas e polifenóis totais. Além de menor produção de etileno e CO<sub>2</sub>. A remoção do etileno da câmara de armazenamento favorece a conservação dos frutos.

**Palavras-chave:** Conservação, etileno, dióxido de carbono, polifenóis, antocianinas.

## **ABSTRACT**

### **Storage of ‘bluegem’ blueberry in controlled atmosphere and cold storage with ethylene scrubbing and inhibition**

The aim of this work was to evaluate storage conditions on the maintenance of the physicochemical qualities in Bluegem blueberry. The experiment was arranged in a complete randomized design , with four replicates and the experimental unit consisted of approximately 400g of fruits. Six storage conditions were evaluated as follows: [1] Cold storage (CS); [2] CS with ethylene scrubbing; [3] Controlled atmosphere (CA) with 2.0 kPa O<sub>2</sub> + 10.0 kPa CO<sub>2</sub>; [4] CA with 2.0 kPa O<sub>2</sub> + 15.0 kPa CO<sub>2</sub>; [5] CA with 10.0 kPa O<sub>2</sub> + 15.0 kPa CO<sub>2</sub>; [6] CA with 2.0 kPa O<sub>2</sub> + 10.0 kPa CO<sub>2</sub> with application of 900 µg kg<sup>-1</sup> of 1-methylcyclopropene. All treatments were stored at 0.5°C (± 0.1°C). Fruit quality was evaluated after seven weeks of storage plus three more days at 20°C (± 0.2°C). The best ‘Bluegem’ blueberry conservation was achieved in cold storage, which gave the highest titratable acidity, total soluble solids and percentage of firm fruit, lowest ethylene and CO<sub>2</sub> production as well as the highest anthocyanin and total polyphenolic contents. However, the removal of ethylene in the storage room can prolong fruit conservation.

**Key words:** Conservation, ethylene, carbon dioxide, polyphenolics, anthocyanins.

*Recebido para publicação em dezembro de 2007 e aprovado em agosto de 2009*

<sup>1</sup> Engenheiros-Agrônomos, Doutores. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Av. Roraima, 1000, Campus Universitário, Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. auribrackmann@gmail.com, kaehter@terra.com.br

<sup>2</sup> Mestrando em Agronomia. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Av. Roraima, 1000, Campus Universitário, Camobi, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. anweba@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorando em Ciências Agrárias. Universidade de Hohenheim, U.H, Alemanha. hetgehl@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Mestranda em Ciências Agrárias. Universidade de Hohenheim, U.H, Alemanha. anna\_eisermann@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Avenida Joaquina Nogueira de Oliveira, Corrente, Piauí, Brasil. emersomdg@gmail.com

<sup>6</sup> Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, km 78, Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas, Rio grande do Sul. Brasil. antunes@cpact.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

O mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade), pertencente à família Ericaceae, é uma frutífera nativa do Hemisfério Norte, onde é cultivada comercialmente em larga escala, principalmente nos EUA e em alguns países da Europa. No Hemisfério Sul é cultivado comercialmente no Chile. Apesar de ser uma cultura com pouca expressão comercial no Brasil, o potencial de cultivo do mirtilo no Sul do País é significativo.

Os frutos do cultivar Bluegem têm aproximadamente 1,0cm de diâmetro e peso médio de 1,3g, sendo a casca azul-escura e a polpa com grande número de sementes e de pruínas (cera natural que envolve a casca). Os frutos destinam-se ao consumo *in natura* e ao processamento, como congelamento, desidratação ou fabrico de geléias ou licores. O mirtilo é uma fruta rica em polifenóis, antocianinas e apresenta alta atividade antioxidante (Su & Silva, 2006). Essa atividade antioxidante pode ser impactada por vários fatores, como variedade, estágio de maturação dos frutos, condição de armazenamento e processamento (Su & Chien, 2007).

O aumento da área cultivada e o bom preço alcançado na comercialização do mirtilo fazem com que aumente o interesse em produzi-la por produtores brasileiros, os quais podem comercializá-la na entressafra dos países tradicionalmente consumidores e produtores. No entanto, existem alguns problemas que impedem o desenvolvimento da cultura na região Sul do Brasil. Um dos entraves da produção de mirtilos refere-se ao fato de que o período máximo de conservação e as condições mais adequadas para a manutenção das características pós-colheita dos frutos são ainda pouco conhecidos.

Devido aos processos fisiológicos do amadurecimento e à deterioração causada por fungos, como *Botrytis cinerea*, *Alternaria* sp. e *Colletotrichum gloeosporioides* (Milholland, 1995), o tempo de armazenamento dos frutos de mirtilo é limitado.

Segundo Prange *et al.* (1995), o mirtilo pode ser armazenado por um período superior a seis semanas quando em concentrações de 1 a 10% O<sub>2</sub> + 10 a 15% CO<sub>2</sub> na temperatura de até 5°C. Segundo Westwood (1982), o mirtilo pode ser armazenado por duas semanas a uma temperatura variando entre 2,0 e 4,0°C, com umidade relativa de 90 a 95%. Para Hardenburg *et al.* (1986), o mirtilo suporta até duas semanas em temperaturas entre -0,5 a 0°C e com umidade entre 90 e 95%. Já Miller *et al.* (1988) observaram que o mirtilo pode ser armazenado por um período superior a quatro semanas nessas mesmas condições. Schotmans *et al.* (2007) verificaram que o mirtilo ‘Centurion’ pode ser armazenado por até seis semanas sem perda da qualidade físico-química.

Portanto, pela indefinição das condições de armazenamento e do período de armazenagem, este trabalho

objetivou avaliar a manutenção das qualidades físicas e químicas de frutos de mirtilo do cultivar Bluegem em diferentes condições de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no NPP/UFSM (Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita da Universidade Federal de Santa Maria) em parceria com a EMBRAPA/CPACT de Pelotas. Foram utilizados frutos de mirtilo colhidos em pomar comercial, na região de Pelotas, e transportados para Santa Maria. Após a chegada dos frutos ao NPP, realizou-se a homogeneização, pesagem e acomodação das amostras experimentais em bandejas de isopor, abertas, medindo 14,0 x 14,0 x 4,0cm. Os frutos apresentaram, no momento da colheita, teores de acidez titulável total (ATT) de 10,5meq 100mL<sup>-1</sup>; sólidos solúveis totais (SST) de 11,7°Brix; polifenóis totais de 3861,0mg de ácido gálico L<sup>-1</sup> e antocianinas de 1.256,2mg de malvidina L<sup>-1</sup>. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por aproximadamente 400 g de frutos. As condições de armazenamento avaliadas foram: [1] armazenamento refrigerado (AR); [2] AR com absorção de etileno por sachês de permanganato de potássio; [3] atmosfera controlada (AC) com 2,0kPa de O<sub>2</sub> + 10,0kPa de CO<sub>2</sub>; [4] AC com 2,0kPa de O<sub>2</sub> + 15,0kPa de CO<sub>2</sub>; e [5] AC com 10,0kPa de O<sub>2</sub> + 15,0kPa de CO<sub>2</sub>; [6] AC com 2,0kPa de O<sub>2</sub> + 10,0kPa de CO<sub>2</sub> e aplicação de 900µg kg<sup>-1</sup> de 1-MCP. Os frutos de todos os tratamentos foram armazenados na temperatura de 0,5°C (± 0,1°C).

No tratamento com 1-MCP utilizou-se o produto Smartfresh®, que contém 0,14% do princípio ativo, diluído em água destilada e deionizada, ajustando-se a concentração para 900µg kg<sup>-1</sup>. No tratamento com absorção de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) utilizaram-se sachês do Always fresh® que contêm “pellets” impregnados com permanganato de potássio. Esses foram colocados no interior das minicâmaras, para absorver o etileno produzido pelos frutos.

Para o armazenamento das amostras, foram utilizadas minicâmaras experimentais de 50 litros, fechadas de forma hermética, nas quais se instalou a condição de atmosfera referente a cada tratamento. Os métodos de estabelecimento das condições de AC e seu controle estão descritos em Brackmann *et al.* (2008). A temperatura da câmara frigorífica foi regulada automaticamente por meio de termostato eletrônico e também determinada diariamente por meio de termômetros com bulbo de mercúrio de alta resolução.

Após sete semanas de armazenamento, os frutos foram retirados das minicâmaras experimentais e colocados a 20°C (± 0,2°C), permanecendo nesta tempera-

tura por três dias e meio, sendo em seguida analisados em laboratório. As variáveis produção de etileno, respiração, acidez titulável e sólidos solúveis totais foram avaliados conforme descrito em Brackmann *et al.* (2008). As demais características analisadas neste experimento foram: **a)** frutos murchos: foram contados os frutos que apresentavam, visualmente, sintomas de murchamento, sendo os dados expressos em porcentagem. **b)** firmeza dos frutos: foram considerados frutos firmes aqueles que, quando pressionados com a ponta dos dedos, não apresentavam deformação, sendo os dados expressos em porcentagem de frutos firmes. **c)** perda de massa: determinada pela diferença de peso entre os frutos antes do armazenamento e após a saída dos frutos da câmara, sendo os valores expressos em porcentagem. **d)** polifenóis totais: a concentração de polifenóis totais foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Singleton & Rossi (1965). Em balão volumétrico de 20mL, adicionaram-se 2mL de amostra diluída (1:10), 10mL de reagente de Folin-Ciolcateau diluído e 8mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5%. Completou-se o volume com água destilada e, após duas horas, leu-se a absorbância a 765nm em espectrofotômetro 600 da marca Femto®. Para a quantificação foi empregada uma curva padrão com solução de ácido gálico nas seguintes concentrações: 50, 100, 150, 250 e 500mg L<sup>-1</sup>. O teor de polifenóis totais foi expresso em equivalentes de ácido gálico (mg L<sup>-1</sup>) e **e)** antocianinas totais: foram determinadas conforme descrito por Di Stefano *et al.* (1989). A extração das antocianinas foi feita numa solução de eta-nol:água:HCl (70:30:1), e o conteúdo estimado como malvidina a 531nm em espectrofotômetro 600 da marca Femto®, usando um coeficiente de extinção molar de 18,8L cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>.

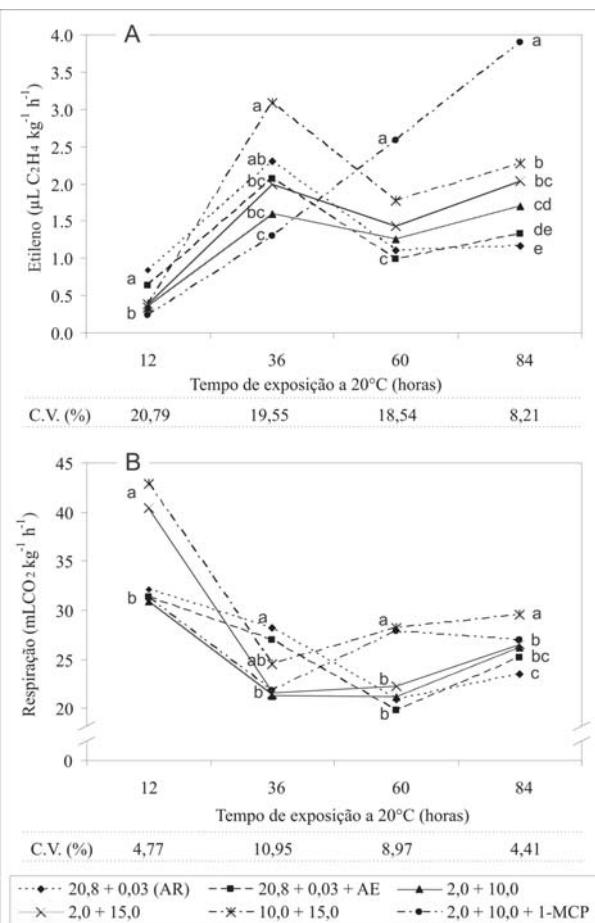
Para cada característica avaliada foi efetuada uma análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro. As variáveis firmeza, frutos murchos e perda de massa, com distribuição binomial e expressas em porcentagem, foram transformadas pela fórmula  $\text{arc}\cdot\text{sen} \sqrt{x}/100$ , antes da análise da variância, objetivando obter erros com distribuição normal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 36 horas de permanência a 20°C observou-se um pico de produção de etileno que atingiu 3,06μL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> nos frutos armazenados a 10,0kPa de O<sub>2</sub> + 15,0kPa de CO<sub>2</sub>. Somente no tratamento em que se aplicou 1-MCP não ocorreu o pico de produção de etileno após 36 horas a 20°C (Figura 1A). Warren *et al.* (1973) reportaram que o etileno participa ativamente na maturação do mirtilo e que a aplicação de ácido 2-cloroetilfosfônico, que é uma formulação sintética de etileno, resultou num

avanço da maturação e no período de colheita. A maior produção de etileno, após 12h de exposição a 20°C, foi observada para os frutos submetidos ao armazenamento em atmosfera refrigerada, porém nas avaliações posteriores ocorreu menor produção desse fito-hormônio por tais frutos. Após 84 horas de exposição a 20°C os frutos armazenados com 15,0kPa de CO<sub>2</sub> e os que receberam aplicação de 1-MCP apresentaram maior produção de etileno, sendo ainda observada a menor produção de etileno nas condições de AR, o que justifica a melhor manutenção das características físicas e químicas nos frutos armazenados em AR. A aplicação de 1-MCP resultou em aumento progressivo da produção de etileno até a última avaliação, com maior produção após 84 horas de manutenção a 20°C em relação às demais condições de armazenamento (Figura 1A).

A produção de CO<sub>2</sub> foi maior nos frutos armazenados na condição de 15kPa de CO<sub>2</sub> na avaliação após 12 h a 20°C (Figura 1B). Este resultado provavelmente ocorreu em função da liberação do CO<sub>2</sub> acumulado nos espaços



**Figura 1.** Evolução da produção de etileno (A) e respiração (B) de mirtilo, cultivar Bleugem, mantido por 84 horas a 20°C, após sete semanas em diferentes condições de armazenamento a 0,5°C. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

intercelulares da polpa devido ao longo período de exposição dos frutos a alta concentração de CO<sub>2</sub>. Este acúmulo pode ter superestimando a produção de CO<sub>2</sub> na primeira avaliação após a armazenagem. Entretanto, a alta pressão parcial de CO<sub>2</sub> não conseguiu inibir suficientemente a produção de etileno. Alta produção de etileno e, consequentemente, aumento da produção de CO<sub>2</sub> provocam aumento no metabolismo dos frutos durante sua exposição a 20°C, acarretando grandes alterações das características físicas e químicas (Watkins, 2000) e, com isso, diminuindo o período de vida útil do produto.

Os maiores teores de acidez foram observados nos frutos que receberam aplicação de 1-metilciclopropeno e nos frutos armazenados em atmosfera refrigerada (Tabela 1). Harb & Streif (2006) também verificaram que a melhor manutenção da acidez no cultivar Bluecrop se deu em condições de atmosfera refrigerada e em condições de atmosfera controlada com no máximo 12kPa de CO<sub>2</sub>. Nas condições de armazenamento em que a concentração de CO<sub>2</sub> foi alta, observou-se aumento na taxa respiratória, ocorrendo assim maior metabolismo. Consequentemente, isso resultou em maior utilização dos ácidos orgânicos presentes nos frutos, diminuindo a acidez titulável total. Harb & Streif (2006) verificaram o mesmo efeito quando os frutos foram armazenados em concentrações acima de 12kPa de CO<sub>2</sub>. A acidez titulável nos frutos de mirtilo cultivar Duke também se reduziu quando o CO<sub>2</sub> foi elevado de 12 para 24kPa (Harb & Streif, 2004). A maior acidez nos frutos mantidos em AC com aplicação 1-MCP é resultado do bloqueio da síntese de etileno (Sisler & Serek, 1999), resultando em diminuição do processo respiratório e assim diminuindo a degradação dos ácidos e mantendo a qualidade inicial dos frutos (Wills & Ku, 2002).

Os sólidos solúveis totais dos frutos foram afetados significativamente nas diferentes condições de armazenamento, sendo a sua manutenção melhor na condição de armazenamento refrigerado com absorção de etileno (Ta-

bela 1). A absorção de etileno do interior da câmara de armazenamento mantém a produção de etileno e a respiração dos frutos mais baixa, tendo como provável consequência a diminuição da utilização dos açúcares no processo de respiração e maturação. Por outro lado foi reportado que em mirtilos os teores de sólidos solúveis totais foram pouco influenciados pelo tempo (Jackson *et al.*, 1999) e pelas condições de armazenamento (Harb & Streif, 2004). Day *et al.* (1990) observaram que o conteúdo de SST em mirtilos manteve-se inalterado durante 12 semanas de armazenamento a 4°C, devido à interação dinâmica entre as reações de anabolismo e catabolismo de carboidratos nos tecidos.

Maior porcentagem de frutos firmes, após sete semanas de armazenamento seguidas de três dias e meio a 20°C, foi obtida com o armazenamento em atmosfera refrigerada (Tabela 1). Harb & Streif (2006) também encontraram o melhor resultado quando os frutos de mirtilo ‘Bluecrop’ foram armazenados em atmosfera refrigerada. Nessa condição observou-se no período de exposição a 20°C menor taxa respiratória e produção de etileno (Figura 1A e B). A diminuição desses processos resulta em diminuição da ação das pectinases, responsáveis pelo amaciamento e pela quebra das cadeias de ácidos poligalacturônicos, que dão firmeza e rigidez à parede celular da fruta. Segundo Fan *et al.* (1993), a firmeza da polpa de mirtilo ‘Bluecrop’ diminui com o aumento da pressão parcial de CO<sub>2</sub> acima de 15kPa. Schotmans *et al.* (2007) observaram que durante o período de armazenamento de quatro semanas de mirtilos ‘Centurion’ armazenados em atmosfera refrigerada apresentaram maior firmeza, enquanto frutos do mesmo cultivar armazenados em atmosfera controlada (2,5kPa O<sub>2</sub> + 15kPa CO<sub>2</sub>) apresentaram perda da firmeza. Estes autores também verificaram que em todo período de armazenamento a firmeza dos frutos armazenados em atmosfera refrigerada foi superior à dos frutos armazenados em atmosfera controlada. Forney *et al.* (2003)

**Tabela 1.** Características físicas e químicas de mirtilo ‘Bluegem’ mantido por 84 horas a 20°C, após sete semanas em diferentes condições de armazenamento a 0,5°C

O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> (kPa)	ATT (meq 100 mL <sup>-1</sup> )	SST (°Brix)	Firmeza (%)	Frutos murchos (%)
20,8 + 0,03 (AR)	8,14 ab*	12,08 b	59,52 a	9,66 a
20,8 + 0,03 + AE	7,70 bcd	12,43 a	52,76 a	10,90 a
2,0 + 10,0	7,51 cd	12,03 b	41,42 b	8,41 ab
2,0 + 15,0	7,75 bcd	11,88 b	35,50 b	5,63 c
10,0 + 15,0	7,34 d	11,40 c	37,17 b	6,53 bc
2,0 + 10,0 +1-MCP	8,17 a	11,45 c	39,70 b	8,98 ab
CV %	2,17	1,16	5,88	7,11

Os frutos apresentaram, no momento da colheita, teores de ATT de 10,48 meq 100mL<sup>-1</sup> e SST de 11,7°Brix.

AE: absorção de etileno e 1-MCP: aplicação de 900mg kg<sup>-1</sup> de 1-metilciclopropeno.

\*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

reportaram que quando os frutos foram armazenados em pressões parciais de CO<sub>2</sub> acima de 10kPa na temperatura de 0°C, a firmeza diminuiu, enquanto que quando armazenados com zero ou 10kPa de CO<sub>2</sub> a firmeza, após nove semanas de armazenamento, foi maior que a do início do armazenamento.

A menor ocorrência de frutos murchos foi obtida nas pressões parciais de 15kPa CO<sub>2</sub> (Tabela 1). Forney *et al.* (1998), trabalhando com o cultivar Burlington, também obtiveram menor quantidade de frutos murchos quando esses foram armazenados por nove semanas sob pressões parciais de CO<sub>2</sub> entre 10 e 15kPa. Estes autores verificaram que quando os frutos foram armazenados em atmosfera refrigerada durante nove semanas a quantidade de frutos murchos chegou a 31%. Hardenburg *et al.* (1986) salientaram que frutos pequenos, como é o caso do mirtilo, tendem a apresentar alta taxa de desidratação durante o armazenamento refrigerado, devido à sua grande área de exposição.

A absorção de etileno promoveu aumentos nos teores de polifenóis totais e de antocianinas dos frutos (Tabela 2). Quando os frutos foram armazenados em baixas pressões parciais de O<sub>2</sub> (2,0kPa), o conteúdo total de polifenóis e antocianinas, em geral, foi inferior ao dos frutos submetidos ao armazenamento com altas pres-

sões parciais de O<sub>2</sub> (Tabela 2). Zheng *et al.* (2003) verificaram que atmosferas de armazenamento com pressões parciais de O<sub>2</sub> maior ou igual a 60kPa proporcionaram aumento na concentração dos polifenóis totais e antocianinas, aumentando a atividade antioxidante. Estes autores também observaram que quanto maior o aumento da pressão parcial de O<sub>2</sub>, de 20,0kPa para 100kPa, maiores foram os conteúdos dos polifenóis totais e de antocianinas. Connor *et al.* (2002) também observaram aumento do conteúdo de polifenóis totais, antocianinas e atividade antioxidante após três semanas de armazenamento em AR.

Dentre as condições avaliadas, o armazenamento em atmosfera refrigerada os frutos mantiveram melhor as qualidades física e químicas no período de pós-armazenagem, mantendo mais elevadas a acidez e SST, bem como a porcentagem de frutos firmes. Em tais condições apresentaram menor taxa respiratória e produção de etileno e ainda maior produção de polifenóis totais e antocianinas. A maior porcentagem de frutos murchos na condição de AR não diminuiu a qualidade dos frutos para o consumo. Não foi observado em nenhum tratamento incidência de podridões. Também não foi verificada diferença estatística para a perda de massa de frutos nos diferentes tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Polifenóis totais, antocianinas e perda de massa durante o armazenamento de mirtilo ‘Bluegem’ mantido por 84 horas a 20°C, após sete semanas em diferentes condições de armazenamento a 0,5°C

O <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> (kPa)	Polifenóis totais (mg de ác.gálico L <sup>-1</sup> )	Antocianinas (mg de malvidina L <sup>-1</sup> )	Perda de massa (%)
20,8 + 0,03 (AR)	4937,8 bc*	2456,4 ab	2,36 a
20,8 + 0,03 + AE	5515,3 a	2644,8 a	3,08 a
2,0 + 10,0	4745,3 c	2118,8 c	2,51 a
2,0 + 15,0	4784,2 c	2092,8 c	2,91 a
10,0 + 15,0	5230,3 ab	2270,3 bc	3,69 a
2,0 + 10,0 + 1-MCP	5064,8 abc	2304,5 bc	2,68 a
CV %	4,90	5,38	23,40

Os frutos apresentaram no momento da colheita teores de polifenóis totais de 2.895,7mg de ác.gálico L<sup>-1</sup> e antocianinas de 942,2mg de malvidina L<sup>-1</sup>. AE: subtração de etileno e 1-MCP: aplicação de 900mg kg<sup>-1</sup>de 1-metilciclopropeno.

\*Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

A melhor condição de conservação de mirtilo cv. Bluegem é o armazenamento refrigerado, e a absorção de etileno na câmara de armazenagem poderá trazer benefícios na manutenção da qualidade pós-colheita.

A atmosfera controlada com altas concentrações de CO<sub>2</sub> reduz a qualidade pós-colheita dos frutos de mirtilo.

A utilização de 1-MCP não é recomendada, pela ineficiência na conservação da qualidade dos frutos após o armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- Brackman A, Weber A, Pinto JAV, Neuwald DA & Steffens CA (2008) Manutenção da qualidade pós-colheita de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Galaxy’ sob armazenamento em atmosfera controlada. Ciência Rural, 38:2478-2484.
- Connor AM, Luby JJ, Hancock JF, Berkheimer S & Hanson EJ (2002) Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. Journal of Agriculture Food Chemistry, 50:893-898.
- Day NB, Skura BJ & Powrie WD (1990) Modified atmosphere packaging of blueberries: microbiological changes. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 23:59-65.

- Di Stefano R, Cravero MC & Gentilini N (1989) Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. L'Enotecnico, 25:83-89.
- Fan X, Patterson ME, Robbins JA, Fellman JK & Cavalieri RP (1993) Controlled atmosphere storage of 'Bluecrop' blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). In: 6<sup>th</sup> International Controlled Atmosphere Research Conference, Ithaca, New York. Proceedings, Cornell University/Ithaca, v.2, p.699-704.
- Forney CF, Jordan MA & Nicholas KUKG (2003) Effect of CO<sub>2</sub> on physical, chemical, and quality changes in 'Burlington' blueberries. *Acta Horticulturae*, 600:587-893.
- Forney CF, Nicholas KUKG & Jordan MA (1998) Effects of postharvest storage conditions on firmness of 'Burlington' blueberry fruit. 8th North American Research and Extension Workers Conference, Wilmington, North Carolina. Proceedings, Wilmington/NC, p.227-232.
- Harb JY & Streif J (2004) Controlled atmosphere storage of highbush blueberries cv. 'Duke'. *European Journal of Horticultural Science*, 69:66-72.
- Harb JY & Streif J (2006) Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf Haltbarkeit und Fruchtqualität von Heidelbeeren der Sorte 'Bluecrop'. *Erwerbs-Obstbau*, 48:115-120.
- Hardenburg RE, Watada AE & Wang CY (1986) The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks. Agriculture Handbook n.66, Washington, Unites States Department of Agriculture. 130p.
- Jackson ED, Sanford KA, Lawrence RA, Mcrae KB & Stark R (1999) Lowbush blueberry quality changes in response to prepacking delays and holding temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 15:117-126.
- Milholland RD (1995) Anthracnose fruit rot (ripe rot). In: Caruso F & Ramsdell D (Eds.) Compendium of blueberry and cranberry diseases. St. Paul Minn, American Phytopathological Society Press. 87p.
- Miller WR, Mcdonald RE & Crocker TE (1988) Fruit quality of rabbiteye blueberries as influenced by weekly harvests, cultivars, and storage duration. *HortScience*, 23:182-184.
- Prange RK, Asiedu SK, DeEll JR & Westgarth AR (1995) Quality of Fundy and Blomidon lowbush blueberries: Effects of storage atmosphere, duration and fungal inoculation. *Canadian Journal of Plant Science*, 75:479-483.
- Schotsmans W, Molan A & Mackay B (2007) Controlled atmosphere storage of rabbiteye blueberries enhances postharvest quality aspects. *Postharvest Biology and Technology*, 44:277-285.
- Singleton VL & Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- Sisler EC & Serek M (1999) Compounds controlling the ethylene receptor. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40:1-7.
- Su MS & Chien PJ (2007) Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chemistry*, 104:182-187.
- Su MS & Silva JL (2006) Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) by-products as affected by fermentation. *Food Chemistry*, 97:447-451.
- Warren JM, Walter WE & Mainland CM (1973) Effects of ethephon upon fruit development and ripening of highbush blueberries in the greenhouse. *Hortscience*, 8:504-507.
- Watkins CB (2000) Responses of horticultural commodities to high carbon dioxide as related to modified atmosphere packaging. *HortTechnology*, 10:501-506.
- Westwood MN (1982) Fruticultura de zonas templadas. Barcelona, Mundipressa, 461p.
- Wills RBH & Ku VVV (2002) Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 26:85-90.
- Zheng Y, Wang CY, Wang SY & Zheng W (2003) Effect of high-oxygen atmospheres on blueberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:7162-7169.