

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-**  
2 **colheita durante o armazenamento refrigerado**

3 **Samantha P. Nunes<sup>1</sup>; Rafaella A. Z. Lima<sup>1</sup>; Rita de C. M. R. Nassur<sup>2</sup>; Luiz Carlos**  
4 **de O. Lima<sup>1</sup>; Nilton N. J. Chalfun<sup>1</sup>.**

5 <sup>1</sup> UFLA – Universidade Federal de Lavras – Campus Universitário, s/n, 37200-000 – Lavras – MG.  
6 [rafazambaldi@hotmail.com](mailto:rafazambaldi@hotmail.com), [samanthapnunes@gmail.com](mailto:samanthapnunes@gmail.com), [icolima@dca.ufla.br](mailto:icolima@dca.ufla.br), [nchalfun@dag.ufla.br](mailto:nchalfun@dag.ufla.br)

7 <sup>2</sup> Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural – Caixa Postal 23, CEP 56302-970,  
8 Petrolina, PE. [ritarnassur@hotmail.com](mailto:ritarnassur@hotmail.com)

9

10 **RESUMO**

11

12 O emprego da irradiação em frutas e hortaliças tem sido estudado como alternativa à  
13 tratamentos de sanificação e visando o aumento da vida útil. Nesse trabalho objetivou-  
14 se avaliar o efeito da irradiação UV-C em características físico-químicas indicadores de  
15 qualidade pós-colheita de mirtilos mantidos em armazenamento refrigerado por 20 dias.  
16 Os frutos foram subdivididos em três grupos, sendo dois deles submetidos à aplicação  
17 de irradiação UV-C por meio da iluminação com lâmpada ultravioleta nas doses de 0  
18 KJ/m<sup>2</sup>, 2 KJ/m<sup>2</sup> e 4 KJ/m<sup>2</sup>. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram  
19 armazenados em câmara fria (5 °C ± 0,5) durante 20 dias e avaliados a cada 5 dias, a  
20 partir do dia 0. Foram realizadas as seguintes análises: perda de massa, cor (L\*), acidez  
21 titulável, sólidos solúveis e vitamina C. nenhum dos parâmetros estudados foi alterado pelas  
22 doses de irradiação utilizada, observou-se alterações apenas durante o período de  
23 armazenamento.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** *Vaccinium myrtillus* L., características físico-químicas,  
25 conservação.

26 **ABSTRACT**

27 **Blueberries submitted to UV-C: changes in postharvest quality during cold storage**

28 The use of irradiation on fruits and vegetables has been studied as an alternative to  
29 sanitization treatments and aimed at increasing service life. In this study aimed to  
30 evaluate the effect of UV-C irradiation on physicochemical characteristics indicators of  
31 blueberries postharvest quality kept in cold storage for 20 days. The fruits were divided  
32 into three groups, two of them submitted to the application of UV-C irradiation by  
33 illumination with UV light at doses of 0 kJ / m<sup>2</sup>, 2 KJ / m<sup>2</sup> and 4 kJ / m<sup>2</sup>. After the

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

34 treatments, the fruits were stored in a cold room ( $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ ) for 20 days and evaluated  
35 every 5 days, from the day 0. The following analyzes were performed: weight loss,  
36 color ( $L^*$ ), titratable acidity, soluble solids and vitamin C. none of the parameters was  
37 changed by irradiation doses used, we observed changes only during the storage period.

38 **Keywords:** *Vaccinium myrtillus* L., physical and chemical characteristics, conservation.

39

## 40 **INTRODUÇÃO**

41 O grupo das pequenas frutas como morango, amora, framboesa e mirtilo, possui  
42 características como obtenção de alto retorno econômico em pequenas áreas de cultivo  
43 em curto espaço de tempo, sendo indicada para diversificação da produção nas  
44 propriedades agrícolas familiares.

45 O mirtilheiro (*Vaccinium* spp.) pertence à família Ericaceae, subfamília  
46 Vaccinioideae (FACHINELLO, 2008; TREHANE, 2004), produz frutos de sabor  
47 agridoce com propriedades nutricionais e alto potencial antioxidante, principalmente em  
48 razão da elevada presença de compostos fenólicos (KALT et al., 2007; WOLFE et al.,  
49 2008).

50 Devido aos processos fisiológicos do amadurecimento e à deterioração causada  
51 por fungos, o tempo de armazenamento dos mirtilos é limitado (MILHOLLAND, 1995).

52 A irradiação ultravioleta (UV) tem sido usada para estender a vida útil de várias frutas  
53 e hortaliças frescas. Além de contribuir com a diminuição da carga microbiana na superfície do  
54 fruto (GUERRERO-BELTRÁN e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004). A radiação que pode ser  
55 utilizada na conservação de alimentos é dividida de acordo com o espectro eletromagnético de  
56 interesse: micro-ondas, radiação ultravioleta, raios X e radiação gama. As radiações ionizantes  
57 (partículas alfa, raios X, raios gama, raios beta e raios cósmicos), definidas como aquelas com  
58 comprimento de onda de  $2.000 \text{ \AA}$  ou menores, são as de maior interesse na conservação de  
59 alimentos (FRANCO e LANDGRAF, 2008; JAY, LOESSNER e GOLDEN, 2005).

60 Desta forma, o objetivo deste experimento foi testar os efeitos da radiação UV-C em  
61 característica de qualidade pós-colheita de mirtilos.

62

## 63 **MATERIAL E MÉTODOS**

64 Os frutos utilizados foram adquiridos em pomar comercial localizado na cidade  
65 de Barbacena, Minas Gerais, na safra 2013/14. Foram colhidos, selecionados quanto ao

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

66 ponto ideal de maturação e ausência de injúrias e defeitos, com o posterior  
67 acondicionamento em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Pós-  
68 colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da  
69 Universidade Federal de Lavras – UFLA.

70 Os frutos foram submetidos à aplicação de irradiação UV-C por meio da  
71 iluminação com lâmpada ultravioleta (Ecolume 15w) e a radiação foi medida com o  
72 auxílio de um radiômetro portátil USB-850 RED TIDE, acoplado a uma sonda R400-7-  
73 VIS-MIR (US Bio Solutions Ocean Optics), onde a leitura marcada pelo radiômetro foi  
74 de 11,41 watts. As bandejas com os frutos foram subdivididas aleatoriamente em 3  
75 grupos, sendo um grupo controle (não recebeu a irradiação) e os outros dois expostos à  
76 irradiação UV-C por 2,92 e 5,84 minutos, sendo os tempos de exposição à iluminação  
77 equivalentes as doses de irradiação de 2 KJ/m<sup>2</sup> e 4 KJ/m<sup>2</sup>, respectivamente. Após a  
78 aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados em câmara fria (5 °C ± 0,5)  
79 durante 20 dias.

80 Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 3X5,  
81 sendo três diferentes doses de irradiação (0,0 KJ/m<sup>2</sup>; 2,0 KJ/m<sup>2</sup> e 4,0 KJ/m<sup>2</sup>) e cinco  
82 tempos de análise (0, 5, 10, 15 e 20 dias), com três repetições. A parcela experimental  
83 foi composta por cerca de 200g de fruto por repetição.

84 A perda de massa foi determinada pesando-se os produtos em balança semi-  
85 analítica, os resultados foram expressos em percentagem, considerando-se a diferença  
86 entre a massa inicial do fruto *in natura* e aquela obtida a cada intervalo de tempo de  
87 amostragem. Foram utilizados os mesmos frutos em todos os tempos de avaliação.

88 A cor foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a  
89 determinação no modo CIE L\*a\*b\*. A coordenada L\* representa quanto mais clara ou  
90 mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente  
91 branca) geralmente utilizada para verificar o escurecimento, é uma variável pronta para  
92 análise.

93 A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de  
94 hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo  
95 com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem do  
96 ácido málico.

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

97 Para determinação dos sólidos solúveis foi utilizado o refratômetro digital  
98 ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25°C e os resultados  
99 serão expressos em %, conforme a AOAC (2007).

100 O método colorimétrico foi utilizado para quantificação dos teores de vitamina C  
101 (ácido ascórbico), empregando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e  
102 Henning (1967). A leitura foi realizada a 520 nm em espectrofotômetro Beckman 640B,  
103 com sistema computadorizado e os resultados foram expressos em mg de ácido  
104 ascórbico por 100 g de fruto.

105 As comparações múltiplas entre as médias dos parâmetros estudados foram  
106 realizadas utilizando-se teste de Scot-Knott com nível de 5% de probabilidade. Os  
107 modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do  
108 teste F de cada modelo testado e pelo coeficiente de determinação.

109

## 110 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

111 A avaliação da perda de massa indicou que não houve influência das diferentes  
112 doses de irradiação nos mirtilos. Durante o período de armazenamento os valores  
113 diminuem linearmente (Figura 1), característica da senescência dos frutos devido a  
114 perda de água por respiração e transpiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

115 A luminosidade ( $L^*$ ) dos mirtilos não foi alterada com a aplicação das diferentes  
116 doses de irradiação. Durante o período de armazenamento o valor de  $L^*$  diminuiu  
117 (Figura 2), o que indica um gradativo escurecimento. As mudanças observadas podem  
118 ser explicadas pela ação de enzimas como polifenoloxidase e peroxidase (RAYBAUDI-  
119 MASSILIA et al., 2007) que, devido as características do fruto em senescência como a  
120 desidratação, possibilita a descompartimentação destas enzimas e exposição aos seus  
121 substratos. Silva et al. (2005) também observaram queda na luminosidade de mirtilos no  
122 decorrer do armazenamento.

123 As doses de irradiação não alteraram os valores de acidez titulável dos mirtilos. A  
124 acidez de um fruto é medida pela presença dos ácidos orgânicos, que servem de  
125 substratos para a respiração, encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células tanto na  
126 forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos. O teor de ácidos orgânicos  
127 tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, ao processo  
128 respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

129 energética pelo aumento do metabolismo (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Contudo,  
130 neste trabalho observou-se aumento da acidez titulável, até o décimo dia de  
131 armazenamento (Figura 3). Este fato provavelmente ocorreu devido ao efeito  
132 concentrador da perda de umidade ao longo do armazenamento.

133 Segundo Sousa (2007), um fruto de mirtilo é considerado maduro quando seu  
134 teor de sólidos solúveis atinge a faixa de 11,3% a 16,0%. Estes resultados sugerem que  
135 as amostras de frutos de mirtilo analisadas se encontravam em seu ponto ótimo de  
136 maturação. Neste experimento a variável sólidos solúveis dos mirtilos não foi alterada  
137 pela ação das doses de irradiação. No decorrer do armazenamento os valores variaram  
138 com aumento inicial e posterior queda (Figura 4). O aumento pode ter ocorrido, assim  
139 como para a acidez titulável, devido à perda de massa fresca proporcionando um  
140 aumento na concentração. Já a posterior queda pode ser explicada pela utilização destes  
141 compostos como substrato na respiração dos frutos.

142 As doses de irradiação utilizadas, não foram efetivas na alteração dos teores de  
143 vitamina C em mirtilos. Durante o armazenamento houve grande queda nos valores  
144 desta vitamina (Figura 5), variando de 78 mg de ácido ascórbico/100 g de fruto (tempo  
145 0) a 36 mg de ácido ascórbico/100 g de fruto (tempo 20). O ácido ascórbico é um  
146 importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento,  
147 indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados  
148 (ÖZKAN et al., 2004).

149

## 150 **CONCLUSÕES**

151 As doses de irradiação utilizadas não alteraram as variáveis analisadas (perda de  
152 massa, cor, acidez titulável, sólidos solúveis e vitamina C). Portanto, não são eficientes  
153 na manutenção da qualidade pós-colheita de mirtilos armazenados por 20 dias sob  
154 refrigeração.

155

## 156 **AGRADECIMENTOS**

157 À Fapemig e ao CNPq pelo apoio financeiro

158

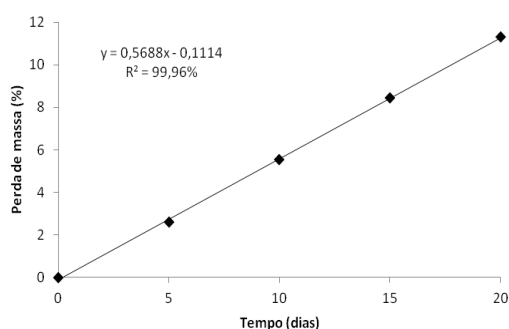
## 159 **REFERÊNCIAS**

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

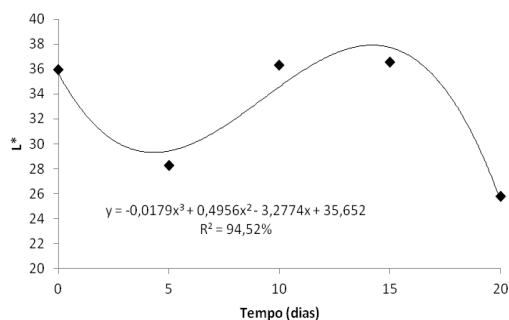
- 160 ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURA CHEMISTS. **Official methods of**  
161 **the Association of the Agrucultural Chemests**. 18th ed. Gaithersburg: Association of  
162 Official Analytical Chemistis International. Official Method 2007. 08.
- 163 CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças.**  
164 **Fisiologia e Manuseio**. 2ª Edição. FAEPE. 785p. 2005.
- 165 FACHINELLO, J. C. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura** – Jaboticabal: v. 30,  
166 n. 2, p. 285-576, 2008.
- 167 FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São. Paulo:  
168 Ed. Atheneu, 182 p, 2008.
- 169 GUERRERO-BELTRAN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and  
170 Limitations on Processing Foods by UV Light. *Food Science and Technology*  
171 International. v. 10, p. 137-147. 2004.
- 172 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:**  
173 **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 3 ed., São Paulo, 1985. v.1,  
174 p.125 e 181.
- 175 JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Radiation protection of foods and  
176 nature of microbial radiation resistance. In: JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN,  
177 D. A. (Eds.). **Modern food microbiology**. 7th ed. New York: Springer, p. 371-390,  
178 2005.
- 179 KALT, W.; JOSEPH, J.A.; SHUKITT-HALE, B. Blueberries and human health: a  
180 review of current research. *Journal of the American Pomological Society*, v.61, p.151-  
181 160, 2007.
- 182 MILHOLLAND, R.D. Anthracnose fruit rot (ripe rot). In: Caruso, F.; Ramsdell, D.  
183 (Eds.) **Compendium of blueberry and cranberry diseases**. St. Paul Minn, American  
184 Phytopathological Society Press. 87p., 1995.
- 185 ÖZKAN, M.; AYSEGÜL, K.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the  
186 stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**,  
187 Chicago, v.88, n.4, p.591-597, 2004.
- 188 RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; SOBRINO-LÓPEZ, A.;  
189 SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Shelf-life extension of fresh-cut  
190 "Fuji" apples at different ripeness stages using natural substances. **Postharvest Biology**  
191 **and Technology**, v. 45, p. 265-275, 2007.

Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

- 192 SOUSA, M. B. **Mirtilo: Qualidade Pós – Colheita**. Folhas de Divulgação AGRO 556.  
193 n. 8, p. 1-18. 2007.
- 194 SILVA, J.L., MARROQUIN, E., MATTA, F.B., GARNER, J.O.J., STOJANOVIC, J.  
195 Physicochemical carbohydrate and sensory characteristics of highbush and rabbiteye  
196 blueberry cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 85, 1815–1821, 2005.
- 197 STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos**  
198 **comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428p., 1967.
- 199 TREHANE, J. **Blueberries, cranberries and other vacciniums**. Cambridge: Timber  
200 Press, 2004. 256p.
- 201 WOLFE, K.L.; KANG, X.; DONG, M.; LIU, R.H. Cellular antioxidant activity of  
202 common fruits. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.56, p.8418-8426, 2008.  
203

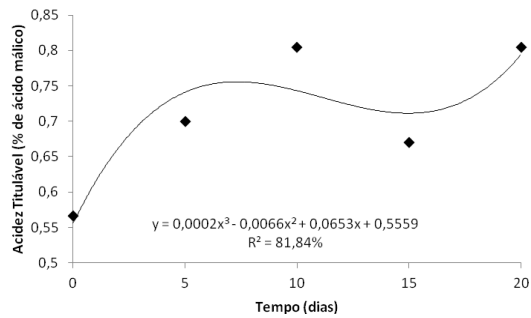


- 204 **Figura 1:** Valores de perda de massa de mirtilos armazenados por 20 dias sob  
205 refrigeração.  
206  
207 Figure 1: Blueberries mass loss values stored for 20 days under refrigeration.  
208



- 209 **Figura 2:** Valores de L\* de mirtilos armazenados por 20 dias sob refrigeração.  
210  
211 Figure 2: L\* blueberries stored for 20 days under refrigeration  
212

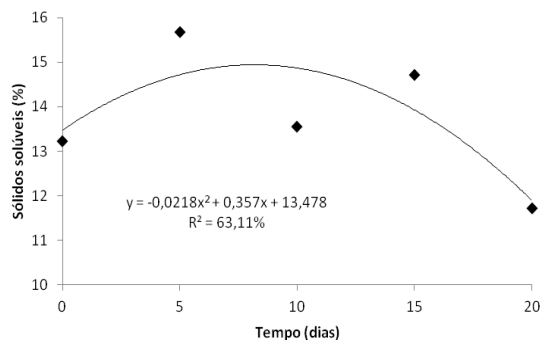
Nunes, S.P., Lima, R.A.Z., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos submetidos à radiação UV-C: alterações na qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.



213

214 **Figura 3:** Valores de acidez titulável de mirtilos armazenados por 20 dias sob  
215 refrigeração.

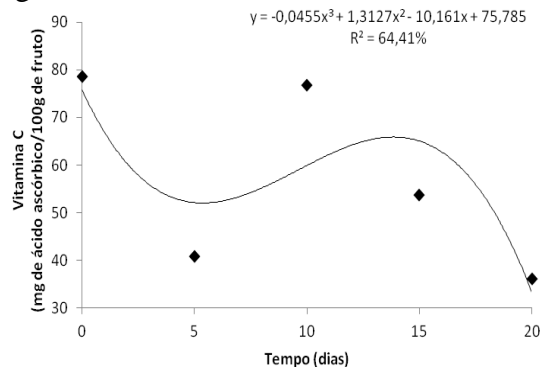
216 Figure 3: Titratable acidity values of blueberries stored for 20 days under refrigeration.



217

218 **Figura 4:** Valores de sólidos solúveis de mirtilos armazenados por 20 dias sob  
219 refrigeração.

220 Figure 4: soluble solids values of blueberries stored for 20 days under refrigeration.



221

222 **Figura 5:** Valores de vitamina C de mirtilos armazenados por 20 dias sob refrigeração.

223 Figure 5: Blueberries vitamin C values stored for 20 days under refrigeration.

224

225

226

227

228

229

230

231

232

