

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas 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 gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita**
2 **durante o armazenamento refrigerado**

3 **Rafaella A. Z. Lima¹; Samantha P. Nunes¹; Rita de C. M. R. Nassur²; Luiz Carlos**
4 **de O. Lima¹; Nilton N. J. Chalfun¹.**

5 ¹ UFLA – Universidade Federal de Lavras – Campus Universitário, s/n, 37200-000 – Lavras – MG.
6 rafazambaldi@hotmail.com, samanthapnunes@gmail.com, icolima@dca.ufla.br, nchalfun@dag.ufla.br; ²
7 Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural – Caixa Postal 23, 56302-970 – Petrolina –
8 PE. ritarnassur@hotmail.com

9 **RESUMO**

10 O mirtilo, apesar de ser um fruto de clima temperado, tem sido cultivado no Brasil e,
11 provocado grande interesse nos consumidores por seu sabor e características
12 nutricionais. É um fruto muito sensível e perecível. O emprego da irradiação em frutas e
13 hortaliças tem sido estudado com alternativa visando o aumento da vida útil destes.
14 Objetivou-se com o desenvolvimento deste trabalho avaliar o efeito da irradiação gama
15 em características físico-químicas pós-colheita de mirtilos armazenados sob
16 refrigeração. As doses de irradiação aplicadas foram 0,0 kGy; 0,5 kGy; 1,0 kGy e 1,5
17 kGy. Após aplicação, os mirtilos foram armazenados em câmara fria (5°C ± 0,5) por 20
18 dias e avaliados a cada 5 dias, a partir do dia 0. Os mirtilos irradiados na dose 0,0 KGy
19 apresentaram o maior valor para firmeza enquanto os frutos irradiados na dose 1,5 KGy
20 o menor valor. O teor de sólidos solúveis não variou durante o armazenamento. Os
21 frutos irradiados com as doses de 1,0 KGy e 1,5 KGy apresentaram os maiores valores
22 de ácido ascórbico. Ocorreu queda nos valores de L*, indicando um escurecimento no
23 decorrer do armazenamento. Não ocorreu alterações nos valores de pH e a acidez
24 titulável dos mirtilos apresentou aumentos e quedas durante o armazenamento.

25 **PALAVRAS-CHAVE:** *Vaccinium myrtillus* L., irradiação, conservação, qualidade.

26
27 **ABSTRACT**

28 **Blueberries gamma- irradiated : Physical and chemical characteristics postharvest**
29 **during cold storage**

30 Blueberries, despite being a temperate fruit has been cultivated in Brazil and caused
31 great interest among consumers for its taste and nutritional characteristics. It is a very
32 sensitive and perishable fruit. The use of irradiation on fruits and vegetables has been
33 studied with alternative aimed at increasing useful life. The objective of the
34 development of this work was to evaluate the effect of gamma irradiation in blueberries

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35 postharvest physical and chemical characteristics stored under refrigeration. The
36 irradiation doses were 0,0 kGy; 0,5 kGy; 1,0 kGy and 1,5 kGy. After application , the
37 blueberries were stored in a cold room (5 ° C ± 0.5) for 20 days and evaluated every 5
38 days , from the day 0

39 . Blueberries irradiated at a dose 0,0 kGy showed the highest value for firmness while
40 the fruits irradiated at 1,5 kGy dose is smaller. The soluble solids content did not change
41 during storage. The fruit irradiated with doses of 1,0 kGy and 1,5 kGy showed the
42 highest ascorbic acid values. There was a decrease in L * values, indicating a browning
43 during storage. There was no change in pH and titratable acidity of blueberries showed
44 rises and falls during storage.

45 **Keywords:** *Vaccinium myrtillus* L., irradiation, conservation, quality.

46

47 INTRODUÇÃO

48

49 O mirtilo é um fruto de clima temperado pertencente à família Ericaceae e ao
50 gênero *Vaccinium*. É muito consumido na Europa e nos Estados Unidos, sendo
51 conhecido como *blueberry*, em inglês, e *arándano*, em espanhol. Inclui-se no grupo de
52 pequenas frutas, junto com o morango, amora, framboesa e fisalis (FACHINELLO et.
53 al. 2008). Esta fruta chama atenção de pesquisadores e consumidores por ser rica
54 nutricionalmente, apresenta uma variedade de vitaminas, minerais, açúcares, pectinas,
55 taninos e ácidos orgânicos (SILVEIRA et al., 2007).

56 Quanto maior o período de conservação de frutas e hortaliças mais regular o
57 consumo interno e a exportação. A conservação de alimentos por irradiação tem-se
58 mostrado como uma alternativa viável, com legislação aprovada em vários países,
59 inclusive o Brasil. A irradiação não origina nenhum produto tóxico e não acarreta
60 problemas nutricionais e microbiológicos especiais, sendo recomendada pela OMS
61 (Organização Mundial de Saúde). Entretanto, em se tratando de frutas e hortaliças, as
62 radiações podem provocar alterações nos alimentos irradiados, como modificações nos
63 componentes químicos e nutricionais, nas características físicas e sensoriais e nas
64 condições microbiológicas (FRANCO e LANDGRAF, 2008). A eficácia da irradiação
65 depende de vários fatores, entre os quais a dose de radiação, a taxa de dose,
66 características dos produtos irradiados (variedades) e condições de armazenamento
67 antes e após a irradiação.

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

68 Este método pode ser utilizado na conservação de alimentos é dividido de
69 acordo com o espectro eletromagnético de interesse: microondas, radiação ultravioleta,
70 raios X e radiação gama. As radiações ionizantes (partículas alfa, raios X, raios gama,
71 raios beta e raios cósmicos), definidas como aquelas com comprimento de onda de
72 2.000 Å ou menores, são as de maior interesse na conservação de alimentos (FRANCO
73 e LANDGRAF, 2008; JAY, LOESSNER e GOLDEN, 2005).

74 Desse modo, objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de
75 radiação gama nas características físico-químicas pós-colheita de mirtilos armazenados
76 por 20 dias sob refrigeração.

77

78 MATERIAL E MÉTODOS

79 Os frutos utilizados foram adquiridos em pomar comercial localizado na cidade
80 de Barbacena – MG, na safra 2013/14. Após a colheita, os mirtilos foram selecionados
81 quanto à ausência de defeitos e injúrias, e transportados para o Centro de
82 Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear
83 (CDTN/CNEN), em Belo Horizonte-MG, para aplicação da irradiação gama nas doses
84 de 0,0 KGy; 0,5 KGy; 1,0 KGy e 1,5 KGy, por meio da fonte de Cobalto-60 tipo
85 Gammabeam-650. Após irradiação, os frutos foram levados para o Laboratório de
86 Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras e
87 armazenados em câmara fria ($5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR) por 20 dias. Utilizou-se o
88 delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 4X5, sendo quatro diferentes
89 doses de irradiação (0,0 KGy; 0,5 KGy; 1,0 KGy e 1,5 KGy) e cinco tempos de análise
90 (0, 5, 10, 15 e 20 dias), com três repetições. A parcela experimental foi composta por
91 cerca de 200g de fruto por repetição.

92 As seguintes análises foram realizadas logo após irradiação e a cada 5 dias.

93 Firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio do texturômetro (Stable Micro
94 Systems, modelo TA.XT2), através de uma sonda de 0,3 cm e uma carga de massa
95 celular de 20 kg. A velocidade de carga celular será de 20 cm.min^{-1} .

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

99 A quantificação dos teores de vitamina C (ácido ascórbico) foi realizada por

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

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

104 A cor foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a
105 determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* representa quanto mais clara ou
106 mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente
107 branca) geralmente utilizada para verificar o escurecimento.

108 O pH foi determinado por potenciometria utilizando-se pHmetro Tecnal Tec-
109 3MP.

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

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

118

119 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

120 Não houve interação significativa entre as doses de irradiação e o tempo de
121 armazenamento para a variável firmeza. Mirtilos irradiados na dose 0,0 KGy
122 apresentaram o maior valor para firmeza enquanto os frutos irradiados na dose 1,5 KGy
123 o menor valor (Tabela 1). Gunes et al. (2001) pesquisando maçãs fatiadas, irradiadas
124 com doses superiores a 0,34 KGy, verificaram uma redução na firmeza, e justificaram
125 como possível associação da irradiação com o aumento da pectina solúvel em água e
126 diminuição do oxalato de pectina solúvel. A irradiação na dose mais alta (1,5 kGy) pode
127 ter danificado o tecido do fruto.

128 Não houve alteração no teor de sólidos solúveis durante o período de
129 armazenamento, porém, foi observada diferença nos valores de sólidos solúveis quando
130 analisados os mirtilos irradiados com as diferentes doses (Tabela 1). Os frutos
131 irradiados com a dose de 0,0 KGy apresentaram os menores valores de sólidos solúveis.

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

132 O que contradiz França et al. (2008) que não observaram alterações nos valores de
133 sólidos solúveis, pH e acidez titulável total de amostras de morango irradiados até a
134 dose de 2 kGy.

135 Os teores de vitamina C nos frutos avaliados não sofreram alteração durante o
136 período de armazenamento. Os frutos irradiados com as doses de 1,0 KGy e 1,5 KGy
137 apresentaram os maiores valores de ácido ascórbico (Tabela 1). Os resultados indicam
138 que o processo de irradiação com as maiores doses (1,0 kGy e 1,5 kGy) pode ter
139 influenciado na síntese de vitamina C dos frutos. O ácido ascórbico é um importante
140 indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica que,
141 provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados (ÖZKAN et
142 al.,2004). Estudos sobre a irradiação de frutos cítricos na dose máxima de 1.0 kGy
143 também mostraram que as perdas de vitamina C não foram significativas (KILCAST,
144 1994).

145 Os valores de L*(luminosidade) nos mirtilos apresentaram modelo de curva
146 semelhante com elevação inicial e posterior queda, indicando um escurecimento que
147 pode ter sido provocado por enzimas expostas aos seus substratos no decorrer do
148 armazenamento devido as características de senescência dos frutos. Ao final do período
149 de armazenamento os frutos irradiados com as doses de 0,0 kGy e 1,0 kGy obtiveram os
150 menores valores de L*.

151 Não foi verificada nenhuma diferença nos valores de pH dos mirtilos irradiados,
152 nas diferentes doses, durante o período de armazenamento estudo. O valor médio de pH
153 foi de $3,24 \pm 0,07$. Esses dados revelam que a radiação aplicada não interfere no
154 comportamento do pH dos mirtilos, uma vez que o tratamento com dose de 0,0 kGy
155 (sem irradiação) teve comportamento semelhante aos demais.

156 Os valores de acidez titulável apresentaram aumentos e quedas durante o
157 período de armazenamento (Figura 2). Segundo Stülpe et al. (2012), avaliando mirtilos
158 mantidos em sistema refrigerado (10°C, 85 a 90% UR), por 14 dias, a acidez titulável
159 pode diminuir devido à degradação dos ácidos orgânicos processo de senescência dos
160 frutos. Ao observar os valores de acidez titulável no tempo 0 com os valores desta
161 mesma variável no tempo 20, verifica-se que a dose de 0,0 kGy (sem irradiação) foi a
162 única que apresentou queda no final do armazenamento. Este fato nos permite supor que

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

163 houve influência da irradiação nos valores de acidez titulável mesmo que ao final do
164 período os valores apresentem-se iguais para todas as doses de irradiação.

165 **CONCLUSÕES**

166 As doses de irradiação utilizadas não foram eficientes na manutenção das
167 características de cor e firmeza, porém, elevaram o teor de sólidos solúveis e acidez
168 titulável. As doses 1,0 Kgy e 1,5 Kgy, foram eficiente em aumentar o teor de vitamina
169 C em mirtilos armazenados por 20 dias sob refrigeração.

170 **AGRADECIMENTOS**

171 À Fapemig e ao CNPq pelo apoio financeiro

172

173 **REFERÊNCIAS**

174 ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURA CHEMISTS. **Official methods of**
175 **the Association of the Agrucultural Chemests**. 18th ed. Gaithersburg: Association of
176 Official Analytical Chemistis International. Official Method 2007. 08.

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

179 FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São. Paulo:
180 Ed. Atheneu, 182 p, 2008.

181 FRANÇOSO, I. L. T.; COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR,
182 V. Alterações físico-químicas em morangos irradiados e armazenados. **Ciência e**
183 **Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 614-619, 2008.

184 GUNES, G.; HOTCHKISS, J.H.; WATKINS, C.B. Effects of gamma irradiation on the
185 texture of minimally processed apple slices. **Journal of Food Scienci**, v.66, n.1, p. 63-
186 67, 2001.

187 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:**
188 **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 3 ed., São Paulo, 1985. v.1,
189 p.125 e 181.

190 JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Radiation protection of foods and
191 nature of microbial radiation resistance. In: JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN,
192 D. A. (Eds.). **Modern food microbiology**. 7th ed. New York: Springer, p. 371-390,
193 2005.

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

194 KILCAST, D. Effect of irradiation on vitamins. **Food Chemistry**, v. 49, p. 157-164,
195 1994.

196 ÖZKAN, M.; AYSEGÜL, K.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the
197 stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**,
198 Chicago, v.88, n.4, p.591-597, 2004.

199 SILVEIRA, N. G A. VARGAS, P. N. ROSA, C. S. Teor de polifenóis e composição
200 química do mirtilo do grupo highbush. Alimentos e nutrição. **Brazilian Journal of**
201 **Food and nutrition**. Araraquara, SP v.18, n.4, p.365-370, out-dez 2007.

202 STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos**
203 **comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428p., 1967.

204 STÜLP, M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D.M.; GNAS, B.B.B. Conservação e
205 qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de
206 mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v.06, n.1, p. 713-721, 2012.

207

208 **Tabela 1.** Valores de firmeza, sólidos solúveis e vitamina C de mirtilos irradiados em
209 diferentes doses.

210 **Table 1.** Values of firmness, soluble solids and vitamin C blueberries irradiated at
211 different doses.

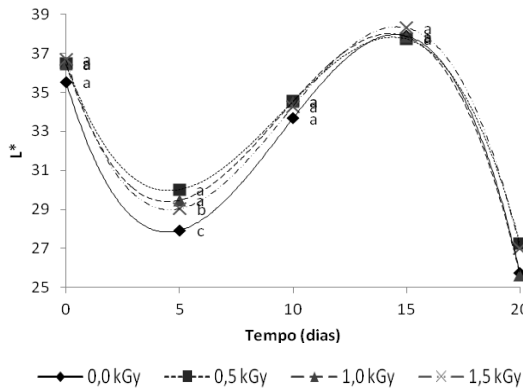
Doses de Irradiação (kGy)	Firmeza (N)	Sólidos Solúveis (%)	Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)
0,0	2,45 a	11,90 b	61,05 b
0,5	1,84 b	12,73 a	69,91 b
1,0	1,71 b	12,60 a	80,56 a
1,5	1,37 c	13,00 a	97,69 a

212 **Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott a 5% de**
213 **probabilidade**

214 **Means followed by the same letter do not differ at Skott-Knott test at 5% probability**

215

Lima, R.A.Z., Nunes, S.P., Nassur, R. de C.M.R., Lima, L.C. de O., Chalfun, N.N.J. 2015. Mirtilos gama-irradiados: características físico-químicas pós-colheita durante o armazenamento refrigerado In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.



216

217

218 y 0,0 KGy = $-0,0198x^3 + 0,5648x^2 - 3,851x + 35,538$ $R^2 = 87,66\%$

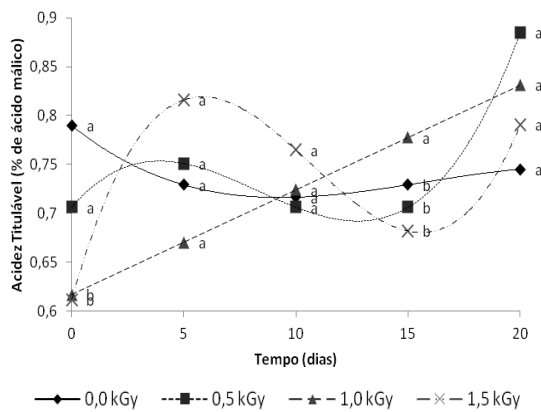
219 y 0,5 KGy = $-0,0164x^3 + 0,4666x^2 - 3,2145x + 36,479$ $R^2 = 92,19\%$

220 y 1,0 KGy = $-0,0184x^3 + 0,5164x^2 - 3,516x + 36,436$ $R^2 = 93,21\%$

221 y 1,5 KGy = $-0,0188x^3 + 0,5405x^2 - 3,7637x + 36,69$ $R^2 = 88,74\%$

222 **Figura 1:** Valores de L* em mirtilos irradiados em diferentes doses, armazenados por
 223 20 dias, sob refrigeração. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não
 224 diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

225 **Figure 1:** Values of L* in blueberries irradiated at different doses, stored for 20 days
 226 under refrigeration. Means followed by the same letter within each time, do not differ
 227 by the Scott-Knott test at 5% probability.



228

229

230 y 0,0 KGy = $-3E-05x^3 + 0,0014x^2 - 0,0184x + 0,7898$ $R^2 = 17,86\%$

231 y 0,5 KGy = $0,0002x^3 - 0,0045x^2 + 0,0268x + 0,7062$ $R^2 = 81,08\%$

232 y 1,0 KGy = $0,0107x + 0,6168$ $R^2 = 85,71\%$

233 y 1,5 KGy = $0,0003x^3 - 0,0096x^2 + 0,0813x + 0,6117$ $R^2 = 67,39\%$

234 **Figura 2:** Valores de acidez titulável em mirtilos irradiados ou não, armazenados por 20
 235 dias, sob refrigeração. Médias seguidas da mesma letra dentro de cada tempo, não
 236 diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

237 **Figure 2:** Acidity values in irradiated or not blueberries, stored for 20 days under
 238 refrigeration. Means followed by the same letter within each time, do not differ by the
 239 Scott-Knott test at 5% probability

