

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama**
2 **Forte' submetido à luz UV-C. Veridiana Zocoler de Mendonça¹; Rogério**
3 **Lopes Vieites**²; **Érica Regina Daiuto**³; **Karina Aparecida Furlaneto**⁴; **Aline Mendes**
4 **de Sousa Gouveia**⁵

5 ¹ Programa de Pós-graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), Bolsista CNPq, FCA/UNESP –
6 Faculdade de Ciências Agronômicas/Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- Rua Dr.
7 José Barbosa de Barros, 1780, 18610-307 – Botucatu - SP, veridianazm@yahoo.com.br ² Prof. Titular,
8 Departamento de Horticultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP, vieites@fca.unesp.br ³Pós-doutorado
9 CAPES/PNPD, Departamento de Horticultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP, erdaiuto@uol.com.br
10 ⁴Programa de Pós-graduação em Agronomia (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu, SP,
11 karina_furlaneto@globocom ⁵Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), FCA/UNESP,
12 Botucatu, SP, alinemendgouv@hotmail.com

13

14 **RESUMO**

15 O caqui 'Rama Forte' é uma variedade com boa aceitação no mercado, no entanto, a
16 safra se concentra nos de fevereiro a maio acarretando em curto período de oferta. A
17 utilização da radiação UV-C visa prolongar a vida pós-colheita, além de aumentar a
18 rentabilidade do produtor gerando oferta de caqui na entressafra da cultura. O objetivo
19 deste trabalho foi prolongar a vida de prateleira dos frutos e verificar a manutenção de
20 compostos bioativos no caqui. cv. 'Rama Forte'. Os frutos foram submetidos à
21 exposição em luz UV-C por 0, 5, 10, 15 e 20 minutos sendo acondicionados em
22 bandejas de poliestireno expandido (EPS), revestidas por filme plástico de polietileno de
23 baixa densidade (PEBD) e armazenados sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$,
24 sendo avaliados a cada 5 dias, durante 20 dias. O delineamento foi inteiramente
25 casualizado em esquema fatorial 5 x 5 (tratamento x tempo) com três repetições. As
26 análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH) foram realizadas
27 em amostras dos tecidos vegetais maceradas manualmente em nitrogênio líquido.
28 Observou-se que para os maiores tempos de exposição à luz UV-C, 15 e 20 minutos,
29 houve decréscimo para os valores de compostos fenólicos e aumento para atividade
30 antioxidante por DPPH. E, a partir do quinto dia de armazenamento houve redução do
31 conteúdo de compostos fenólicos totais.

32 **PALAVRAS-CHAVE:** *Diospyros kaki* L., compostos bioativos, pós-colheita.

33 .

34 **ABSTRACT**

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35 **Antioxidant activity and phenolic compounds in persimmon 'Rama** 36 **Forte' subjected to UV-C light**

37 Persimmon 'Rama Forte' is a variety with good market acceptance, however, the crop is
38 concentrated in February-May resulting in short offer period. The use of UV-C radiation
39 is aimed at extending the postharvest life, and increase the profitability of the producer
40 generating persimmon offer in the off season. The objective of this work was to extend
41 the shelf life of fruits and verify the maintenance of bioactive compounds in persimmon.
42 cv. 'Rama Forte'. The fruits were subjected to exposure of UV-C light for 0, 5, 10, 15
43 and 20 minutes and packed in styrofoam trays (EPS), plastic film coated with low
44 density polyethylene (LDPE) and stored under refrigeration ($7\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $85\pm 5\%$ RH)
45 and evaluated every 5 days for 20 days. The design was completely randomized in a
46 factorial 5×5 (treatment \times time) with three replications. The analysis of total phenolic
47 compounds and antioxidant activity (DPPH) were performed on samples of plant tissues
48 manually soaked in liquid nitrogen. It was observed that for longer exposure times to
49 UV-C, 15 and 20 minutes, there was a decrease in the values of total phenolic
50 compounds and there was increase in antioxidant activity by DPPH. And, from the fifth
51 day of storage there was reduction in the content of total phenolic compounds.

52 **Keywords:** *Diospyros kaki L., bioactive compounds, post-harvest.*

53

54 **INTRODUÇÃO**

55 O caqui 'Rama Forte' é uma variedade que vem se expandindo na região Sudeste do
56 Brasil, possui boa aceitação no mercado, o fruto apresenta polpa mole e saborosa,
57 aparência atraente e boa qualidade nutricional (VIEITES et al., 2012a).

58 A utilização de práticas que retardam a colheita dos frutos e prolongam o
59 armazenamento, podem ser uma alternativa para aumentar a rentabilidade da cultura
60 (VIEITES et al., 2012) e enfrentar a concorrência com frutas tradicionais como a
61 laranja, maçã e banana.

62 Vale ressaltar que o caqui tem merecido atenção dos pesquisadores devido à
63 abundância em compostos fenólicos, incluindo flavonóides, ácido gálico, ácido p-
64 cumárico, catequinas e taninos condensados que contribuem para o aumento do
65 potencial antioxidante (PARK et al., 2006; GU et al., 2008).

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

66 A irradiação é um método físico de conservação utilizado na pós-colheita pois
67 permite retardar a senescência de diferentes espécies vegetais e estimular as respostas
68 de defesa do fruto aumentando a produção de compostos fenólicos e a atividade
69 antioxidante, sendo geralmente aplicado em associação com o armazenamento
70 refrigerado (CRIZEL, 2012; PAN et al., 2004).

71 O objetivo desse trabalho foi avaliar os compostos bioativos, compostos fenólicos
72 totais e atividade antioxidante (DPPH), em caqui cultivar Rama Forte submetidos a
73 exposição da luz UV-C e armazenados em ambiente refrigerado.

74

75 **MATERIAL E MÉTODOS**

76 Para a condução do experimento foram utilizados frutos da cultivar 'Rama Forte',
77 colhidos com coloração da epiderme amarelo alaranjada, sendo provenientes do
78 município de Jundiaí-SP, cujas coordenadas geográficas são: Latitude -23° 18' 65"S,
79 Longitude -46° 88' 45" e 745 m de altitude.

80 No Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças (UNESP/FCA, campus de
81 Botucatu), os frutos foram selecionados, higienizados e submetidos à exposição da luz
82 UV-C durante 5, 10, 15 e 20 minutos em equipamento que possui luz UV-C (IRINOX,
83 Refrigerador e Congelador – marca AREX, modelo n-HCM51), além de frutos sem
84 aplicação de radiação que constituíram o tratamento controle.

85 Os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (EPS),
86 revestidas por filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados
87 sob refrigeração a $7 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. $85 \pm 5\%$, sendo avaliados a cada 5 dias, durante 20
88 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5
89 (tratamento x tempo) com três repetições por tratamento e dois frutos por repetição.

90 As amostras do tecido vegetal foram maceradas em nitrogênio líquido para
91 realização das análises. O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado pelo
92 método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton et al. (1999),
93 utilizando ácido gálico como padrão e os resultados expressos em $\mu\text{g GAE.}100\text{g}^{-1}$. A
94 capacidade antioxidante das amostras foi avaliada pelo DPPH· (2,2-diphenyl-1-
95 picrylhydrazyl) segundo Mensor et al. (2001) e os resultados expressos em equivalente
96 de trolox em $\mu\text{m/g}$ amostra.

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

97 A análise de variância foi realizada em delineamento inteiramente ao acaso em
98 esquema fatorial (tratamentos UV-C/controle x período de armazenamento) com
99 análise de perfil (Morrison, 1990) e teste de Tukey para comparações múltiplas.

100

101 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

102 Para compostos fenólicos totais observou-se efeito de tratamento ($p < 0,001$), sendo
103 os menores valores encontrados para os frutos submetidos a 15 e 20 minutos de
104 exposição a luz UV-C (Tabela 1), sendo as médias obtidas de 23,23 e 23,03 μg
105 $\text{GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa respectivamente, enquanto para os tratamentos controle, 5 e 10
106 minutos as médias foram 39,50, 39,29 e 37,68 $\mu\text{g} \text{GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa, respectivamente.

107 Houve também efeito dos dias de armazenamento com diminuição dos valores a
108 partir do dia 5 para todos tratamentos ($p < 0,001$), partindo de valores de 79,6 para 17,33
109 $\mu\text{g} \text{GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa no 20º dia. Não ocorreu interação entre tratamento e dias de
110 armazenamento.

111 O teor de compostos fenólicos começou a decrescer a partir do quinto dia de
112 armazenamento, sendo este um indicativo do processo de senescência. Este decréscimo
113 foi mais acentuado nos tratamentos em que os frutos foram submetidos a maiores
114 tempos de exposição a luz UV-C.

115 Para os resultados da atividade antioxidante determinada por DPPH houve efeito
116 de tratamento ($p < 0,001$), dias de armazenamento ($p < 0,001$) e a interação tratamento e
117 dias de armazenamento não foi significativa ($p = 0,99$). Observou-se na média geral que
118 os valores de DPPH foram maiores à medida que aumentou o tempo de exposição à
119 radiação, média geral de 0,187 equivalente de TROLOX ($\mu\text{m/g}$ amostra) para 20
120 minutos de exposição UV-C e 0,131 equivalente de TROLOX ($\mu\text{m/g}$ amostra) para o
121 controle não irradiado (Tabela 2). Bem como o aumento da atividade antioxidante no
122 último dia de avaliação, aos 20 dias de armazenamento, quando comparado a
123 implantação do experimento, 0,267 e 0,0096 equivalente de TROLOX ($\mu\text{m/g}$ amostra)
124 respectivamente.

125

126 **CONCLUSÕES**

127 Nos maiores tempos de exposição à luz UV-C, 15 e 20 minutos, houve
128 decréscimo para os valores de compostos fenólicos e aumento para atividade

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. **In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

129 antioxidante por DPPH. Neste trabalho, possivelmente a diminuição dos valores pode
130 ser explicada pela hidrólise de taninos presentes no caqui, reduzindo a quantidade de
131 taninos de cadeia carbônica longa e com isto resultando em redução dos valores de
132 fenólicos totais e originando compostos que possuem potencial antioxidante.

133

134 **REFERÊNCIAS**

135 CRIZEL, G. R. **Efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangos**: aspectos
136 bioquímico-fisiológicos e tecnológicos. 70f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-
137 Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu
138 Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

139 GU, H. F.; LI, C. M.; XU, Y. J.; HU, F. W.; CHEN, M. H.; WAN, Q. H. Structural
140 features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. **Food Research**
141 **International**, Ontario, v. 41, n. 2, p. 208-217, 2008.

142 MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; DOS SANTOS, T.C.;
143 COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant
144 Activity by the Use of DPPH Free Radical Method, **Phytotherapy Research**, London,
145 v.15, p.127–130, 2001.

146 MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. 3 ed. Mc Graw-Hill. 1990.

147 PAN, J., VICNETE, A.R., MARTINEZ, G.A., CHAVES, A.R., CIVELLO, P.M.
148 Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of
149 strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, n.
150 14, p. 1831-1838, 2004.

151 PARK, Y. S.; JUNG, S. T.; KANG, S. G.; DELGADO-LICON, E.; AYALA, A. L. M.;
152 TAPIA, M. S.; MARTIN-BELLOSO, O.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S.
153 Drying of persimmons (*Diospyros kaky* L.) and the following changes in the studied
154 bioactive compounds and the total radical scavenging activities. **Food Science and**
155 **Technology - LWT**, Zurich, v. 39, n. 7, p. 748-755, 2006.

156 SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of totalphenols and
157 other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent.
158 **Methods of Enzymology**, San Diego, v.299, p. 152–178, 1999.

159 VIEITES, R. L., PICANÇO, N. F. M., DAIUTO, E. R. Radiação gama na conservação
160 de caqui 'Giombo', destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira de**

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. **In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

161 **Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 719-726, 2012a.

162 VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; FUMES, J.G.F. Capacidade antioxidante e qualidade

163 pós colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34,

164 n.2, p.336-348, 2012.

165

Mendonça, V.Z., Vieites, R.L.; Daiuto, É.R.; Furlaneto, K.A.; Gouveia, A.M. de S. 2015. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em caqui 'Rama Forte' submetido à luz UV-C. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

166 **Tabela 1.** Compostos fenólicos totais ($\mu\text{g GAE.100g}^{-1}$) de caquis 'Rama Forte'
167 submetidos a radiação UV-C e armazenadas sob refrigeração ($7\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ de UR).

168 **Table 1.** Total phenolic compounds ($\mu\text{g GAE.100g}^{-1}$) persimmons 'Rama Forte'
169 subjected to UV-C radiation and stored under refrigeration ($7\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ de RH).

Tratamentos	Dias de armazenamento					Média geral de Tratamentos
	0	5	10	15	20	
controle	79,6 \pm 6,38	92,06 \pm 12,51a	31,91 \pm 16,26b	15,82 \pm 6,21b	18,21 \pm 3,63b	39,50 \pm 33,64
		A	A	A	AB	
5 min	79,6 \pm 6,38	74,36 \pm 27,91a	35,15 \pm 2,42b	21,48 \pm 1,67b	26,19 \pm 1,24b	39,29 \pm 24,84
		A	A	A	A	
10 min	79,6 \pm 6,38	94,69 \pm 1,27a	28,74 \pm 5,08b	5,21 \pm 1,96c	22,09 \pm 0,83b	37,68 \pm 35,61
		A	A	B	AB	
15 min	79,6 \pm 6,38	38,82 \pm 1,90a	28,98 \pm 19,35a	7,82 \pm 2,08b	17,31 \pm 8,92a	23,23 \pm 15,28
		B	A	A	AB	
20 min	79,6 \pm 6,38	44,30 \pm 5,02a	25,04 \pm 4,45a	19,96 \pm 2,23a	2,82 \pm 2,39b	23,03 \pm 15,77
		B	A	A	B	
Média Geral de Dias de Armazenamento	79,6 \pm 6,38	68,85 \pm 26,93	29,96 \pm 10,53	14,06 \pm 7,27	17,33 \pm 9,02	

170 Letras minúsculas comparam dias dentro de cada tratamento e Letras maiúsculas
171 comparam tratamentos dentro de cada dia.

172

173 **Tabela 2.** Atividade antioxidante determinada por DPPH (Capacidade antioxidante em
174 equivalente de TROLOX em $\mu\text{m/g}$ amostra) em caquis 'Rama Forte' submetidos a
175 radiação UV-C e armazenadas sob refrigeração ($7\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ de UR)

176 **Table 2.** Antioxidant activity determined by DPPH (antioxidant capacity of Trolox
177 equivalent in $\mu\text{m/g}$ sample) in persimmons 'Rama Forte' subjected to UV-C and stored
178 under refrigeration ($7 \pm 1^\circ\text{C}$ and $85 \pm 5\%$ RH).

Tratamentos	Dias de armazenamento					Média geral de Tratamentos
	0	5	10	15	20	
controle	0,0096 \pm 0,002	0,022 \pm 0,005	0,091 \pm 0,006	0,171 \pm 0,014	0,239 \pm 0,005	0,131 \pm 0,086 E
5 min	0,0096 \pm 0,002	0,034 \pm 0,006	0,109 \pm 0,009	0,183 \pm 0,005	0,254 \pm 0,006	0,145 \pm 0,086 D
10 min	0,0096 \pm 0,002	0,049 \pm 0,006	0,115 \pm 0,002	0,195 \pm 0,006	0,269 \pm 0,004	0,157 \pm 0,086 C
15 min	0,0096 \pm 0,002	0,066 \pm 0,010	0,129 \pm 0,014	0,210 \pm 0,003	0,281 \pm 0,007	0,172 \pm 0,085 B
20 min	0,0096 \pm 0,002	0,079 \pm 0,002	0,151 \pm 0,008	0,225 \pm 0,006	0,293 \pm 0,018	0,187 \pm 0,084 A
Média Geral de Dias de Armazenamento	0,0096 \pm 0,002 e	0,050 \pm 0,022 d	0,119 \pm 0,022 c	0,197 \pm 0,021 b	0,267 \pm 0,021 a	

179 Letras minúsculas comparam médias gerais de Dias de Armazenamento. Letras
180 maiúsculas comparam médias gerais de Tratamentos.