

1 **Mangas senescentes como fonte de β -caroteno**

2 **Kamila de A. Monaco¹; Sergio M. Costa¹; Camila R. Corrêa¹; Marizete C. de S.**
3 **Vieira¹; Giuseppina P. P. Lima¹**

4 ¹ Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- Distrito de Rubião Junior S/N,
5 Botucatu-SP. kamilamonaco@gmail.com, marxcosta@gmail.com, correa.camila9@gmail.com,
6 marikavalcante@gmail.com, finalima@gmail.com,

7 8 **RESUMO**

9 O presente estudo objetivou verificar se fatores estressantes como sistema de cultivo e
10 sanitização com água ozonizada induzem a produção de β -caroteno em mangas
11 ‘Palmer’ durante o amadurecimento e em senescência avançada dos frutos
12 armazenados. Os frutos provenientes dos sistemas orgânico e convencional foram
13 submetidos aos tratamentos de imersão em água de abastecimento público, água clorada
14 com 100 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio durante 10 minutos e água ozonizada, na qual
15 os frutos foram imersos por 10 ou 20 minutos. Os teores de β -caroteno nas polpas dos
16 frutos foram determinados por UPLC, com detector fotodiodo em coluna C30, logo
17 após a colheita e em retiradas da câmara de refrigeração após 7 dias e deixadas por 4 (7
18 + 4) e 8 (7 + 8) dias em temperatura ambiente. O maior teor de β -caroteno, 323,34 $\mu\text{g g}^{-1}$,
19 foi observado nas polpas armazenadas por 7+8 dias e no tratamento Ozônio 20
20 orgânico. Esses frutos estavam muito senescentes e inapropriados para o consumo *in*
21 *natura*. Entretanto, esses frutos, por serem fontes de β -caroteno poderiam ser utilizados
22 para outros fins, como fonte de bioativos em fitoterápicos ou outras composições, dando
23 maior aproveitamento ao material vegetal.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** *Mangifera indica* L.; Sistema de Cultivo; Ozônio;
25 **Compostos Bioativos.**

26 27 **Senescence Mangos as a source of β -carotene**

28 29 **ABSTRACT**

30 This study aimed to determine if stress factors such as crop system and sanitizing with
31 ozonated water induce the production of β -carotene in 'Palmer' mangoes during ripening
32 and advanced senescence on fruits stored. Fruits from the organic and conventional
33 systems were submitted to immersion treatment in public supply of water, chlorine

34 water with 100 mg L⁻¹ of sodium hypochlorite for 10 minutes and ozonated water on
35 which the fruits were immersed for 10 or 20 minutes. β -carotene content was
36 determined by UPLC with a photodiode detector on C30 column, after harvest and
37 removed after seven days of refrigeration chamber and left 4 (7 + 4) and 8 (7 + 8) at
38 room temperature. The higher content of β -carotene, 323.34 $\mu\text{g g}^{-1}$, was observed at 7 +
39 8 days pulps stored for and the ozone 20 organic treatment. These fruits were very
40 senescent and inappropriate for *in natura* consumption. However, this high content of β -
41 carotene may be used as phytotherapeutic proposed, therefore, the use of mangos off the
42 consumption point.

43 **Keywords: *Mangifera indica* L.; Crop System; Ozone; Bioactive Compounds.**

44

45 Nos frutos climatéricos, o aumento na produção de etileno conduz às altas
46 taxas metabólicas, um pico respiratório e aumento do amolecimento (final de
47 maturação), terminando com a senescência de tecidos (BRADY, 1987). A manga é um
48 fruto climatérico (SANE et al, 2005;YAHIA et al, 2006) e o seu processo de maturação
49 ocorre rapidamente após a colheita (V'AZQUEZ-CAICEDO et al., 2004), o que
50 evidencia que compreender o processo de amadurecimento de certos frutos é um pré-
51 requisito para a melhoria qualidade e potencial de armazenamento (ITAI et al., 2000).

52 Estudos pós-colheita foram realizados sob o conceito de que frutos que não se
53 qualificam para o mercado de produtos frescos pode ser utilizado como uma fonte de
54 compostos bioativos, entre eles os carotenóides, os quais compreendem uma classe de
55 pigmentos solúveis em gorduras naturais, que são encontrados em diversos vegetais e
56 são componentes de estruturas essenciais da antena fotossintética e de um complexo
57 centro de reações (NIYOGI, 2000).

58 Uma dieta rica em carotenóides foi correlacionada com um risco mais baixo de
59 várias doenças (STAHL & SIES, 2005). Com isso, consumidores mais conscientes
60 sobre a importância da seleção de alimentos saudáveis na prevenção de doenças e na
61 melhoria da qualidade de vida elevaram a procura de produtos com apelo funcional e
62 alto potencial antioxidante, entre os quais, a manga é considerada importante fonte de
63 fitoquímicos antioxidantes (MELO et al., 2006). Entre os carotenóides, o β -caroteno é
64 encontrado em maior quantidade na polpa da manga, atribuindo-lhe a coloração
65 característica, bem como propriedades nutricionais.

66 Os teores de β -caroteno podem se alterar nos vegetais devido a vários fatores.
67 Em meio aos fatores de pré-colheita, destaca-se o cultivo orgânico, o qual tem
68 apresentado aceitação superior ao convencional, pois é descrito como isento de resíduos
69 de pesticidas e com maior qualidade nutricional (MARCHIORI, 2006). Já entre os
70 fatores pós-colheita, destaca-se a sanitização com ozônio (O_3), que além da sua
71 atividade antimicrobiana contra uma vasta gama de microrganismos, pode destruir
72 resíduos químicos e converter materiais orgânicos não biodegradáveis, em
73 biodegradáveis (RODGERS et al., 2004). Ao mesmo tempo, devido à sua rápida
74 decomposição ao oxigênio e ao fato de que ele não deixa resíduos nos produtos tratados,
75 a sua aplicação no processamento de alimentos é permitidos pela certificação orgânica
76 (SELMA et al., 2008).

77 Contudo, os tipos de frutos, as variedades e os perfis fitoquímicos específicos
78 são apenas algumas questões que podem ser abordadas no futuro, como o desempenho
79 da sinalização de reguladores na ativação do metabolismo secundário em condições de
80 estresse, principalmente durante a maturação e senescência avançada para o reforço de
81 conteúdo de fitoquímicos, o que pode fornecer uma alternativa para o uso de frutos de
82 refugio (PUERTA-GOMEZ & CISNEROS-ZEVALLOS, 2011).

83 O objetivo deste estudo foi verificar se fatores estressantes como sistema de
84 cultivo e sanitização com água ozonizada induzem a produção de β -caroteno em
85 mangas ‘Palmer’ durante o amadurecimento e em senescência avançada dos frutos
86 armazenados.

87

88 **MATERIAL E MÉTODOS**

89 Foram analisados frutos de manga (*Mangifera indica* L.) cultivar ‘Palmer’,
90 adquiridos de produtores, oriundos do cultivo convencional e orgânico do Estado de São
91 Paulo, Brasil, durante a colheita de 2013. Os frutos produzidos em sistema orgânico,
92 foram colhidos na cidade de Borborema (latitude 21° 37' 11" S, longitude 49° 04' 25" O
93 e 429m de altitude) e os frutos produzidos em cultivo convencional, na cidade de
94 Taquaritinga (latitude 21° 24' 23" S, longitude 48° 30' 20" O e altitude de 579 metros).

95 Para assegurar a comparação, os frutos apresentavam a mesma idade fisiológica,
96 ou seja, coloração da casca no estágio verde-maduro (“ombros” cheios, firmes e com a
97 casca verde). Após a colheita, os frutos foram selecionados e transportados até o

98 Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de
99 Biociência, UNESP – Botucatu/SP, onde foram submetidos aos tratamentos.

100 Os frutos provenientes dos sistemas orgânico e convencional foram submetidos
101 aos tratamentos de imersão em água de abastecimento público, água clorada com 100
102 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio durante 10 minutos e água ozonizada, utilizando-se água
103 de abastecimento público ozonizada e como fonte de ozônio, um ozonizador
104 (Degradatox/OZ Engenharia, Indústria de Equipamentos Geradores de Ozônio-LTDA,
105 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) com a capacidade de gerar, aproximadamente,
106 1 g de ozônio L⁻¹ s⁻¹, em um tanque de 180L, no qual os frutos foram divididos em dois
107 grupos, diferenciados pelo tempo de exposição de 10 e 20 minutos.

108 Após as sanitizações, os tratamentos foram denominados como: Água
109 convencional (frutos provenientes de sistema convencional e lavados com água); Água
110 orgânico (frutos provenientes de sistema convencional e lavados com água); Cloro
111 convencional (frutos provenientes de sistema convencional e tratados com água
112 clorada); Cloro orgânico (frutos provenientes de sistema orgânico e tratados com água
113 clorada); Ozônio 10 convencional (ozonização por 10 minutos com frutos provenientes
114 de sistema convencional); Ozônio 10 orgânico (ozonização por 10 minutos com frutos
115 provenientes de sistema orgânico); Ozônio 20 convencional (ozonização por 20 minutos
116 com frutos provenientes de sistema convencional); Ozônio 20 orgânico (ozonização por
117 20 minutos com frutos provenientes de sistema orgânico).

118 Posteriormente, foram armazenados em câmara de refrigeração sob temperatura
119 de 14 °C e com 90% UR. As avaliações foram realizadas nas polpas de frutos de 3
120 retiradas intercaladas. Os teores de β -caroteno nas polpas dos frutos foram determinados
121 quando chegaram ao laboratório, imediatamente após a saída dos diferentes tratamentos
122 de sanitização (após a colheita). Após terem permanecido por 7 dias em câmara fria, os
123 frutos foram deixados no ambiente e amostras foram retiradas aos 7 + 4 e 7 + 8, isto é
124 7 dias em câmara fria, com 4 ou 8 dias em ambiente (aproximadamente 27 °C e 60%
125 UR), respectivamente.

126 A determinação dos níveis de β -caroteno foi realizada através da cromatografia de
127 alta performance (HPLC/UPLC) (Dionex/Thermo Fisher Ultimate 3000) com detector
128 fotodiodo, coluna C30. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g g}^{-1}$.

129 O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com esquema
130 fatorial 3 x 8 (dias de avaliação x tratamentos) com 3 repetições e dois frutos por
131 repetição. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para comparar as médias,
132 utilizou-se o teste de Scott –Knott a 5% de probabilidade

133

134 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

135 Geralmente, a concentração de β -caroteno aumenta durante o amadurecimento
136 de frutos (BUREAU et al., 2009) e estagna ou diminui durante o armazenamento pós-
137 colheita, com taxas variáveis em função da temperatura (LIU et al., 2009) ou de
138 tratamentos sanitizantes, como o ozônio (ÖLMEZ & AKBAS, 2009).

139 Na figura 1 se encontram as alterações nos teores β -caroteno durante o
140 amadurecimento e senescência dos frutos e o maior teor foi observado nas polpas
141 armazenadas por 7 + 8 dias e no tratamento Ozônio 20 orgânico, com $323,34\mu\text{g g}^{-1}$.
142 Esses frutos estavam muito senescentes e inapropriados para o consumo *in natura*.
143 Entretanto, se houvesse o objetivo de obtenção de β -caroteno para uso como fitoterápico
144 ou como parte em outra formula nutricional contendo essa substância, poderia ser
145 proposto o uso de mangas fora do ponto de consumo.

146 Alterações fitoquímicas em pêsego e ameixa durante a maturação e senescência
147 avançada, confirmaram que os metabolismos de carotenoides e antocianinas são
148 ativados durante a fase de maturação. A síntese de antocianinas em ameixa se estende
149 durante a senescência, enquanto para o pêsego acumulação de carotenoides é alterada
150 (PUERTA-GOMEZ & CISNEROS-ZEVALLOS, 2011).

151 O estresse produzido pela sanitização com água ozonizada e o sistema de cultivo
152 orgânico estimularam a produção de β -caroteno em mangas ‘Palmer’. Porém ao
153 observar os maiores teores em frutos altamente senescentes, evidencia a necessidade de
154 mais estudos que elaborem alternativas para aproveitar esse importante composto do
155 metabolismo secundário.

156

157 **AGRADECIMENTOS**

158 Ao apoio financeiro do Projeto pelo "Conselho Nacional de Desenvolvimento
159 Científico e Tecnológico" (CNPq-141354/2012-7; 478372/2013-2) e pela "Fundação de
160 Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" (Fapesp - 2013/05644-3).

161

162 **REFERÊNCIAS**

- 163 BRADY, C. J. Fruit ripening. *Annual Review of Plant Analysis Physiology*, Palo Alto,
164 v. 38, p. 155–178, 1987.
- 165 BUREAU, S.; RENARD, C. M. G. C.; REICH, M.; GINIES, C.; AUDERGON, J. M.
166 Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. *LWT - Food*
167 *Science and Technology*, Athens, v. 42, n.1, p. 372–377, 2009.
- 168 ITAI, A.; TANABE, K.; TAMURA, F.; TANAKA, T. Isolation of cDNA clones
169 corresponding to genes expressed during fruit ripening in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*
170 Nakai): involvement of the ethylene signal transduction pathway in their expression.
171 *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v. 51, n. 347, p. 1163–1166, 2000.
- 172 LIU, L. H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L. E.; AGUAS, P.; WOONTON, B. W.
173 Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities
174 of tomatoes during post-harvest storage, *Food Chemistry*, Reading, v.115, n.2, p. 495–
175 500, 2009.
- 176 MARCHIORI, J. M. G. **Qualidade nutricional dos queijos mussarela orgânico e**
177 **convencional elaborados com leite de búfala e de vaca**. 2006. 54f. Dissertação
178 (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista,
179 Araraquara.
- 180 MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; CAETANO, A. C. S.; LEAL, F.
181 L. L. Polyphenol, Ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and
182 vegetables. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.
- 183 NIYOGI, K.K. Safety valves for photosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*,
184 Saint Louis, v. 3, n.6, p.455-460, 2000.
- 185 ÖLMEZ, H.; AKBAŞ, M. Y. Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf
186 lettuce. *Journal of Food Engineering*, Davis, v. 90, n. 4, p. 487–494, 2009.
- 187 PUERTA-GOMEZ, A. F.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Postharvest studies beyond
188 fresh market eating quality: Phytochemical antioxidant changes in peach and plum fruit
189 during ripening and advanced senescence. *Postharvest Biology and Technology*,
190 Pullman, v. 60, n. 3, p. 220-224, 2011.
- 191 RODGERS, S. L.; CASH, J. N.; SIDDIQ, M.; RYSER, E. T. A comparison of different
192 chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria*

Monaco, K.A., Costa, S.M., Corrêa, C.R., Vieira, M.C.S., Lima, G.P.P. 2015. Mangas senescentes como fonte de β -caroteno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

193 monocytogenes in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe. *Journal*
194 *of Food Protection*, Iowa, v.67, n. 4, p.721-731, 2004.

195 SANE, V. A.; CHOURASIA, A.; PRAVENDRA, N. Softening in mango (*Mangifera*
196 *indica* cv. Dashehari) is correlated with the expression of an early ethylene
197 responsive, ripening related expansion gene, MiExpA1. *Postharvest Biology And*
198 *Technology*, Pullman, v. 38, n. 3. p. 223–230, 2005.

199 SELMA, M. V.; IBÁÑEZ, A. M.; CANTWELL, M.; SUSLOW, T. Reduction by
200 gaseous ozone of Salmonella and microbial flora associated with fresh-cut cantaloupe.
201 *Food Microbiology*, Summit-Argo, v. 25, n. 4, p. 558–565, 2008.

202 STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids.
203 *Biochimica et Biophysica Acta*, Rehovot, v. 1740, n.2, p.101–107, 2005.

204 VÁZQUEZ-CAICEDO, A.L.; NEIDHART, S.; CARLE, R. Postharvest ripening
205 behavior of nine Thai mango cultivars and their suitability for industrial applications.
206 *Acta Horticulturae*, Leuven, v. 645, p. 617–625, 2004.

207 YAHIA, E. M.; ORNELAS-PAZ, J.; DE, J.; GARDEA, A. Extraction, separation and
208 partial identification of ‘Ataulfo’ mango fruit carotenoids. *Acta Horticulturae*, Leuven,
209 v. 712, p. 333–338, 2006.

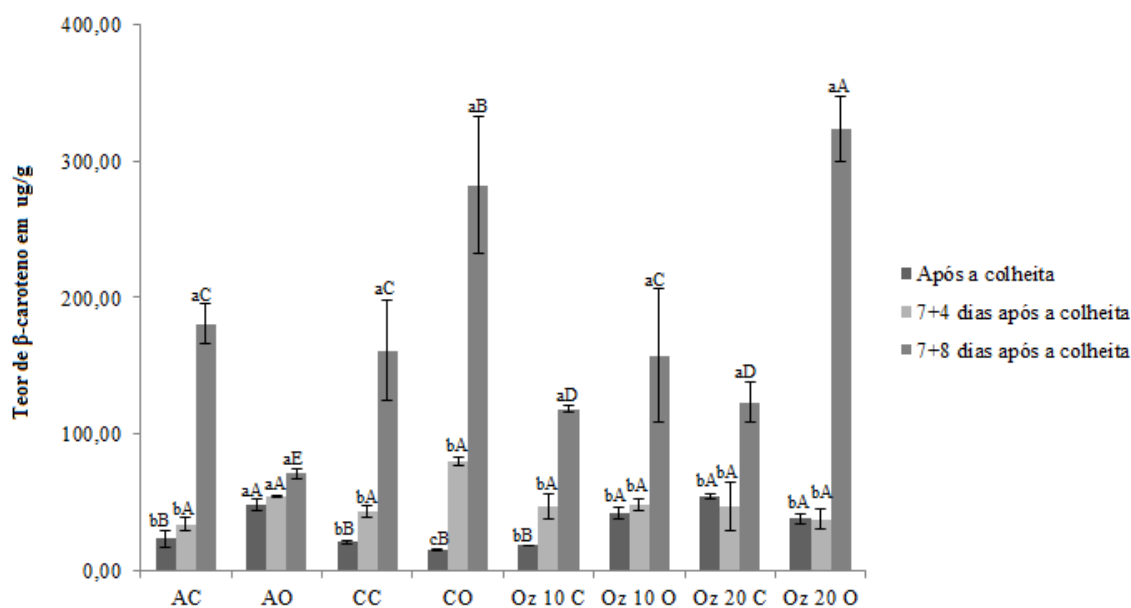
210

211

212

213

214



215

216 **Figura 1.** Níveis de β -caroteno durante o armazenamento e senescência de mangas
 217 ‘Palmer’ orgânicas e convencionais sanitizadas (Letras minúsculas comparam médias
 218 dos tratamentos dentro de cada dia de avaliação. Letras maiúsculas comparam médias
 219 entre os dias de avaliação para cada tratamento. Médias seguidas pelas mesmas letras
 220 não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott –Knott à 5% de probabilidade).
 221 AC: Água Convencional; AO: Água Orgânica; CC: Cloro Convencional; CO: Cloro
 222 Orgânico; Oz10C: Ozônio 10 Convencional; Oz10O: Ozônio 10 Orgânico; Oz20C:
 223 Ozônio 20 Convencional; Oz20O: Ozônio 20 Orgânico.

224 **Figure 1.** β -carotene content during the storage and senescence in organic and
 225 conventional mangos “Palmer” sanitized (Means followed by the same letters were not
 226 statistically significant according to the Scott-Knott’s test ($p \leq 0.05$). Lowercase letters
 227 compare the means of treatments within of days and capital letters compare the means
 228 between the days of analysis). WC: conventional fruits washed with water; WO: organic
 229 fruits washed with water; CC: conventional fruits washed immersed in chlorinated
 230 water; CO: organic fruits washed immersed in chlorinated water; Oz₁₀C: conventional
 231 fruits immersed in ozonated water 10 minutes; Oz₁₀O: organic fruits immersed in
 232 ozonated water 10 minutes; Oz₂₀C: conventional fruits immersed in ozonated water 20
 233 minutes; Oz₂₀O: organic fruits immersed in ozonated water 20 minutes.

234

235