

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade**
2 **antioxidante total em manga. Josiane Pereira da Silva¹; Carlos Inestroza-**
3 **Lizardo**¹; **Marizete Cavalcante de Souza Vieira**²; **João Emmanuel Ribeiro**
4 **Guimarães**¹; **Giuseppina Pace Pereira Lima**²; **Ben-Hur Mattiuz**¹

5
6 ¹Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal,
7 Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: josi19pereira@hotmail.com; cinestrozalizardo@gmail.com;
8 jerguimaraes@uol.com.br; benhur@fcav.unesp.br.

9 ²UNESP - Univ Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Química, Botucatu, São
10 Paulo, Brasil. E-mail: marikavalcante@gmail.com; gpplima@ibb.unesp.br.

11
12 **RESUMO**

13 O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de pressão hiperbárica na taxa respiratória
14 e na atividade antioxidante total em manga ao longo do armazenamento. Foram
15 utilizadas mangas ‘Palmer’ colhidas no estágio de maturação (*de vez*), de pomar
16 comercial. Os tratamentos consistiram em colocar os frutos em câmaras hiperbáricas e
17 aplicar 5 níveis de pressão à 22 ± 2 °C (1, 2, 4, 6 e 8 atm) e de 1 atm à 12 ± 2 °C
18 (Controle Frio). A umidade relativa (interior das câmaras) foi equilibrada a $95\% \pm 2,5\%$
19 e o armazenamento foi realizado por 2, 4 e 6 dias. Ao término de cada período de
20 armazenamento, um lote dos frutos foi avaliado imediatamente e outro lote mantido em
21 local com condição de ambiente (22 °C, 75%UR, a 1 atm) por mais 3 dias. Foram
22 realizadas análises de taxa respiratória e atividade antioxidante total (DPPH). Houve
23 redução da taxa respiratória de mangas ‘Palmer’ a partir da 54^a hora de armazenamento,
24 a 22 °C e 8 atm, com valores muito próximos à condição refrigerada (1 atm e 12 °C). O
25 armazenamento a 22 °C sob pressão hiperbárica de 8 atm por 6 + 3 dias à pressão
26 ambiente promoveu maior atividade antioxidante das mangas. Esse resultado pode ser
27 atribuído ao aumento de substâncias, como carotenoides, que tendem a aumentar em
28 resposta a senescência.

29
30 **PALAVRAS-CHAVE:** *Mangifera indica* L., armazenamento, pós-colheita, DPPH

31
32 **ABSTRACT**

33 **Hyperbaric treatment influence on respiratory rate and total**
34 **antioxidant activity in mango.**

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35 The objective was to evaluate the influence of positive pressure in respiratory rate and
36 total antioxidant activity in mango during storage. Mangoes were used 'Palmer'
37 harvested at maturity stage (mature green), in a commercial orchard. The treatments
38 consisted of placing the fruits in pressurized containers 5 and apply pressure levels at 22
39 ± 2 °C (1, 2, 4, 6 and 8 atm) at 1 atm and 12 ± 2 °C (Cold Control). The relative
40 humidity (inside the chamber) was equilibrated at 95% \pm 2.5% and the seeds were
41 stored for 2, 4 and 6 days. At the end of each storage period, a lot of fruits was
42 evaluated immediately and another batch kept at room conditions (22 °C, 75% RH at 1
43 atm) for 3 days. Analysis of respiratory rate and total antioxidant activity were
44 performed (DPPH). There was a decrease in respiratory rate cut 'Palmer' from the 54th
45 hour of storage at 22 °C and 8 atm, very near refrigerated condition values (1 atm and
46 12 °C). Storage at 22 °C under positive pressure of 8 atm for 6 + 3 days at ambient
47 pressure promoted higher antioxidant activity of the Mangoes. This result can be
48 attributed to the increase of substances such as carotenoids, which tend to increase in
49 response to senescence.

50

51 **Keywords:** *Mangifera indica* L., storage, post-harvest, DPPH

52

53 **INTRODUÇÃO**

54 Tratamentos físicos como a refrigeração e atmosferas controladas, reduzem de modo
55 eficiente as taxas respiratórias e retardam o desenvolvimento de podridões, mantendo a
56 qualidade do produto por longos períodos (RAGHAVAN et al., 2005). Entretanto essas
57 tecnologias são caras, pois envolvem um alto consumo de energia.

58 Trabalhos recentes demonstram a possibilidade do uso de pressões hiperbáricas para
59 retardar os mecanismos fisiológicos de amadurecimento e senescência em vegetais. O
60 tratamento hiperbárico é um tratamento físico que consiste em armazenar o produto
61 vegetal em um ambiente com alta pressão, o qual possui o efeito de aumentar
62 artificialmente a pressão parcial de O₂, para valores acima de 21 kPa (KADER, BEN-
63 YEHOOSHUA, 2000). Além disso, trabalhos evidenciam que a técnica pode provocar um
64 estresse específico no vegetal, dando origem a respostas biológicas benéficas (*hormesis*)
65 como o aumento da síntese de licopeno em tomates evidenciado por Goyette et al.
66 (2012) e da produção de fitoalexinas (ROMANAZZI et al., 2008).

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

67 O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da pressão hiperbárica na taxa respiratória
68 e na atividade antioxidante total em manga ao longo do armazenamento.

69

70 **MATERIAL E MÉTODOS**

71 Foram utilizadas mangas ‘Palmer’ colhidas em pomares da empresa Ogata Citrus, do
72 município de Taquaritinga. Foram selecionados frutos sadios, uniformes quanto ao
73 tamanho e estágio de maturação (*de vez*), correspondente a cor da casca no grau 3 da
74 escala de coloração da GTZ (1992) (SOUZA et al., 2011).

75 Os frutos foram lavados com água e detergente neutro. Na sequência foram
76 higienizados pela imersão por 5 minutos em solução Sumaveg[®] a 0,66%. Em seguida
77 foram colocados em câmara fria a 22 °C para secagem do excesso de água e redução do
78 calor de campo.

79 Os tratamentos consistiram em submeter os frutos aos seguintes níveis de pressão: 1, 2,
80 4, 6 e 8 atm. Para tanto, foram utilizadas câmaras com controle de pressão e dispostas à
81 temperatura de 22 ± 2 °C. Para comparar os resultados com as condições comerciais de
82 armazenamento, uma parte dos frutos foi armazenada a 12 ± 2 °C, à pressão ambiente (1
83 atm), considerado como “Controle Frio”. A umidade relativa (interior das câmaras) foi
84 equilibrada a 95% ± 2,5% e o armazenamento foi realizado por 2, 4 e 6 dias, nos
85 diferentes níveis de pressão. Ao término de cada período de armazenamento, um lote
86 dos frutos foi avaliado imediatamente e outro lote mantido em local com condição de
87 ambiente (22 °C, 75%UR, a 1 atm) permanecendo por mais 3 dias quando foram
88 analisadas as polpas. Foi realizada a medida da taxa de respiração dos frutos, calculada
89 automaticamente e em tempo real durante todo o período experimental, conforme o
90 descrito por Goyette et al. (2011).

91 Para a determinação da atividade antioxidante (DPPH), foi feito o preparo da solução
92 etanólica de DPPH a 50 mg/mL, de forma a apresentar absorvância em 517 nm
93 (BRAND-WILLIAMS et al., 1995), sendo os resultados expressos em TEAC
94 (capacidade antioxidante em equivalente de TROLOX) (µm/g amostra).

95 Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema
96 fatorial 6 x 3, sendo 6 níveis de pressão e 7 datas de avaliações (0; 2; 4; 6; 2+3; 4+3;
97 6+3 dias). Foram utilizadas 3 repetições com 3 frutos cada. As médias da atividade

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

98 antioxidante total foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de
99 Tukey a 5% de probabilidade.

100

101 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

102 A taxa respiratória dos frutos armazenados a 12 °C foi significativamente menor do que
103 nos armazenados a 22 °C (Figura 1). Diversos autores demonstram que o
104 armazenamento a baixa temperatura retarda o processo respiratório de manga (SOUZA
105 et al., 2009; RAZA et al., 2013). Por outro lado, a taxa respiratória dos frutos
106 armazenados sob pressões de 1, 2 e 4 atm aumentaram gradativamente até o final do
107 armazenamento, enquanto que nos frutos armazenados à pressão de 8 atm houve um
108 incremento até a 54^a hora, com posterior declínio retornando aos valores iniciais de
109 produção de CO₂, e muito próximos da condição refrigerada. Isso demonstra que o
110 tratamento a 8 atm apresentou um efeito positivo na redução da taxa respiratória das
111 mangas a partir do 2º dia de armazenamento. Provavelmente, a alta concentração de
112 oxigênio à condição de 8 atm tenha impedido que algumas reações metabólicas se
113 realizassem, retardando, conseqüentemente, o processo respiratório normal do vegetal.
114 Frutos tratados sob 6 e 8 atm não apresentaram alteração da atividade antioxidante
115 durante o armazenamento sob pressão. Por outro lado, pressões menores induziram
116 diminuição na atividade antioxidante total dos frutos. A maior atividade ocorre aos 2
117 dias de armazenamento à atmosfera ambiente (1atm).

118 Aos 6 dias, o Controle Frio se destaca dos demais tratamentos por apresentaram alta
119 atividade antioxidante. Ao serem transferidos para a temperatura ambiente, os frutos
120 não apresentaram uma tendência definida entre os tratamentos e ao longo dos dias de
121 armazenamento, com exceção do tratamento Controle Frio em que os frutos
122 armazenados por 4 dias a temperatura de 12 °C mais 3 dias a 22 °C apresentaram valor
123 significativamente maior dos demais tratamentos. Entretanto, as mangas que ficaram à
124 atmosfera de 8 atm, por 6 dias + 3 dias à pressão ambiente apresentaram as maiores
125 atividades antioxidantes, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Isso
126 demonstra que, no caso da manga, é necessário um maior período de armazenamento
127 para que ocorra aumento na atividade antioxidante.

128 Goyette et al. (2010) verificaram retardo da síntese de licopeno de tomates submetidos a
129 diferentes níveis de pressão hiperbárica, quando comparados aos frutos controle.

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

130 Entretanto, após a retirada dos tomates da condição de pressão, e deixados completar o
131 amadurecimento, os pesquisadores constataram aumento significativo do teor de
132 licopeno dos frutos tratados, em relação aos frutos a pressão ambiente. Isso indica que
133 mudanças no metabolismo antioxidante em plantas ocorrem geralmente em resposta a
134 mudanças nas condições ambientais. Resultados semelhantes foram encontrados nesse
135 experimento, quando os frutos foram submetidos a maiores pressões, apresentaram
136 menor atividade antioxidante ao final do experimento. Ao serem transferidos para a
137 temperatura ambiente, apresentaram maior valor de atividade antioxidante aos 6+3 (6
138 dias armazenados na pressão hiperbárica + 3 dias armazenados na temperatura
139 ambiente). Esse resultado pode ser atribuído ao aumento de substâncias, como
140 carotenoides, que tendem a aumentar em resposta a senescência. O aumento da síntese
141 desses compostos bioativos, especialmente em goiabas e mangas, se reveste de
142 importância dada a associação destes com a prevenção de importantes doenças
143 humanas, melhorando a funcionalidade desses alimentos (CHEN et al., 2007).

144

145 **CONCLUSÕES**

146 Houve redução da taxa respiratória de mangas ‘Palmer’ a partir da 54^a hora de
147 armazenamento a 22 °C e 8 atm, com valores muito próximos à condição refrigerada (1
148 atm e 12 °C). O armazenamento a 22 °C sob pressão hiperbárica de 8 atm por 6 dias + 3
149 dias à pressão ambiente promoveu maior atividade antioxidante das mangas.

150

151 **AGRADECIMENTOS**

152 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio
153 financeiro (Processos n° 2013/05333-8 e 2013/06566-6).

154

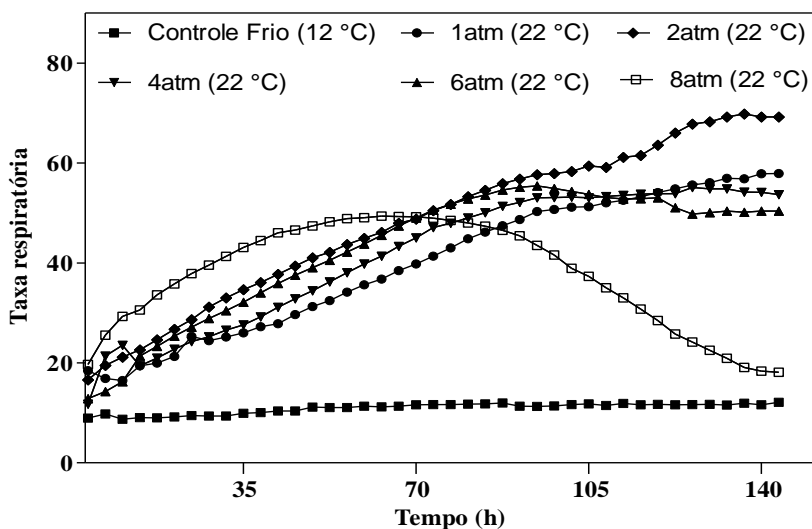
155 **REFERÊNCIAS**

156 BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method
157 to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 28, p.
158 25-30, 1995.

159 CHEN, L. et al. Importance of the phytochemical content of fruits and vegetables to
160 human health. *Stewart Postharvest Review*, v.3, n.2, 2007.

Silva, J.P., Inestroza-Lizardo, C., Vieira M.C.S., Guimarães, J.E.R., Lima G.P.P., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamento hiperbárico na taxa respiratória e atividade antioxidante total em manga. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

- 161 GOYETTE, B. *Hyperbaric treatment to enhance quality attributes of fresh horticultural*
162 *produce*. 2010. 180 p. Doctoral thesis. McGill, University. Sainte-Anne de Bellevue,
163 Québec. 2010.
- 164 GOYETTE B. et al. Conceptualization, design and evaluation of a hyperbaric
165 respirometer. *Journal of Food Engineering*, v. 105, p. 283-288, 2011.
- 166 GOYETTE B. et al. Effect of hyperbaric treatment on quality attribute of tomato.
167 *Canadian Journal of Plant Science*, v. 92, n. 3, p. 541-551, 2012.
- 168 GTZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT.
169 *Manual de exportación: frutas tropicales y hortalizas*. Eschborn: GTZ, 1992. 34 p.
- 170 KADER, A. A.; BEN-YEHOSHUA, S. Effects of superatmospheric oxygen levels on
171 postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology*
172 *and Technology*, v. 20, p. 1-13, 2000.
- 173 RAGHAVAN, G. S. V. et al. Refrigerated and controlled/modified atmosphere storage.
174 In: BARRETT, D.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. (Eds.) *Processing Fruits,*
175 *Science and Technology*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, p. 23-52, 2005.
- 176 RAZA, S. A. et al. Respiration rate, physico-chemical fruit quality and consumer
177 acceptability for fajri mango under different storage temperatures. *Pakistan Journal of*
178 *Agricultural Sciences*, v. 50, n. 4, p. 585-590, 2013.
- 179 ROMANAZZI, G.; NIGRO, F.; IPPOLITO, A. Effectiveness of a short hyperbaric
180 treatment to control postharvest decay of sweet cherries and table grapes. *Postharvest*
181 *Biology and Technology*, v. 49, p. 440-442, 2008.
- 182 SOUZA, A.V. et al. Conservação pós-colheita de pêsego com o uso da refrigeração e
183 da irradiação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n. 4, p. 1184-1189, 2009.
- 184 SOUZA, M. L. et al. Pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com
185 quitosana. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 1, p. 337-343. 2011.
- 186



187

188 **Figura 1.** Taxa respiratória (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) de mangas ‘Palmer’ sob diferentes
 189 pressões hiperbáricas. [Respiratory rate (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) of mangoes ‘Palmer’ under
 190 different hyperbaric pressures].

191

192 **Tabela 1.** Atividade antioxidante total (DPPH) de mangas ‘Palmer’ sob diferentes
 193 pressões hiperbáricas. [Total Antioxidant activity (DPPH) sleeves ‘Palmer’ under
 194 different hyperbaric pressures].

195

Tratamentos	Dias sob pressão hiperbárica		
	2	4	6
Controle Frio (12 °C)	2,44*abB	2,56 aB	3,04 aA
1 atm (22 °C)	2,74 aA	2,22 abB	2,59 abAB
2 atm (22 °C)	2,50 abA	2,49 abA	1,95 cdB
4 atm (22 °C)	2,12 bcA	2,41 abA	1,63 dB
6 atm (22 °C)	1,86 cA	2,01 cA	1,78 cdA
8 atm (22 °C)	2,20 bcA	2,31 abA	2,28 bcA
Tratamentos	Dias sob pressão hiperbárica + dias a 22 °C e pressão ambiente		
	2+3	4+3	6+3
Controle Frio (12 °C)	2,39*abB	2,82 aA	2,52 bAB
1 atm (22 °C)	2,60 aA	2,03 bcB	2,3 8bA
2 atm (22 °C)	2,33 aA	2,33 bA	2,2 0bA
4 atm (22 °C)	2,55 aA	1,82 cB	1,65cB
6 atm (22 °C)	2,38 aA	1,82 cB	2,31bA
8 atm (22 °C)	2,27 aB	2,13 bcB	3,68aA

196

197

198

*Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. [Means followed by same letter, lowercase and uppercase column in the row do not differ by Tukey test at 5% probability].