

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das**
2 **características físicas de tomate ‘Débora’.** Carlos Inestroza-Lizardo^{1,2},
3 **Josiane P. da Silva**¹, **Kelly M. Marques**¹, **João E. R. Guimarães**¹, **Clément**
4 **Vigneault**³, **Ben-Hur Mattiuz**¹

5

6 ¹ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP - Univ Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal,
7 São Paulo. E-mail: cinestrozalizardo@gmail.com, josi19pereira@hotmail.com,
8 kelly_mgmq@hotmail.com, jerguimaraes@uol.com.br, la_folle_aventure@outlook.com,
9 benhur@fcav.unesp.br

10 ² Universidad Nacional de Agricultura. Departamento de Producción Vegetal. PO Box 09, Barrio el
11 Espino, Catacamas, Honduras.

12 ³ McGill University, Department of Bioresource Engineering, Macdonald Campus, Sainte Anne de
13 Bellevue, Quebec, Canada.

14

15 **RESUMO**

16 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de pressões hiperbáricas na
17 perda de massa fresca, firmeza e coloração de tomates de mesa ‘Débora’. Os níveis de
18 pressão hiperbárica aplicados foram: 1 (Controle), 2, 4, 6, e 8 atm a temperatura
19 ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) e 1 atm a $12 \pm 2^\circ\text{C}$ (controle frio). As retiradas foram feitas aos 2,
20 4 e 6 dias. No último dia de armazenamento a perda de massa dos tomates a 8 atm foi
21 82% menor que a do controle, 85% menor que a de 2 atm e 60% menor que o controle
22 frio. Observa-se ainda que não houveram diferenças significativas entre a perda de
23 massa fresca dos tomates tratados a 4, 6 e 8 atm. Comportamento similar foi observado
24 para a firmeza, onde no 6º dia de armazenamento, os frutos mais firmes foram aqueles
25 submetidos aos tratamentos controle frio e as pressões de 6 e 8 atm (3,19; 3,15 e 3,23
26 N/mm, respectivamente), enquanto os tomates do controle apresentaram 2,00 N/mm de
27 firmeza. Na coloração houve uma relação diretamente proporcional entre a pressão
28 aplicada e a manutenção da coloração. O armazenamento por até 6 dias de tomates
29 ‘Débora’ sob atmosfera hiperbárica de 6 e 8 atm, na temperatura de 22°C , foi
30 igualmente efetivo ao armazenamento refrigerado a 12°C (controle frio).

31

32 **PALAVRAS-CHAVE:** *Lycopersicon esculentum*, pressão, armazenamento, pós-
33 colheita, atmosferas

34

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35

36 **ABSTRACT**

37 The objective of this study was to evaluate the effects of hyperbaric pressures on fresh
38 weight loss, firmness and color of tomatoes cv. Debora. The hyperbaric pressure levels
39 applied were: 1 (control), 2, 4, 6, and 8 atm at room temperature (22 ± 2 °C) and 1 atm
40 at 12 ± 2 °C (cold control). The fruits were removed from pressures at 2, 4 and 6 days.
41 On the last day of storage the loss of fresh weight of tomatoes at 8 atm was 82% lower
42 than the control, 85% lower than that at 2 atm and 60% lower than the cold control. It
43 was also observed that there were no significant differences between fresh weight loss
44 of tomatoes treated at 4, 6 and 8 atm. Similar behavior was observed for firmness,
45 where on the 6th day of storage, the fruits with higher firmness were those of cold
46 control, 6 and 8 atm (3.19, 3.15 and 3.23 N/mm, respectively), while the tomatoes of
47 control showed firmness of 2.00 N/mm. Regarding the color there was a directly
48 proportional relation between the applied pressure and the color maintenance. The
49 storage for up to 6 days of tomatoes Debora under hyperbaric atmosphere at 6 and 8
50 atm, at a temperature of 22 °C was as effective as cold storage at 12 °C (cold control).

51 **Keywords:** *Lycopersicon esculentum*, pressure, storage, postharvest, atmosphere

52

53 **INTRODUÇÃO**

54 O tomate é um dos produtos hortícolas mais consumidos no mundo. A qualidade da
55 fruta fresca é determinada por diversos atributos como aparência, firmeza, valor
56 nutricional, entre outros (NUNES, 2008). O tomate é um fruto climatérico que
57 geralmente se colhe na etapa de maturação fisiológica, com o objetivo de prolongar a
58 conservação e minimizar as perdas durante a manipulação e o transporte (LIPLAP, et
59 al., 2013). Em condições de temperatura de ambiente (22 °C) amadurece rapidamente
60 mudando a coloração verde característica para vermelho escuro em frutos totalmente
61 amadurecidos. Nessa fase, apresentam um maior amolecimento e um aumento na perda
62 de água, o que diminui significativamente o período para sua comercialização.

63 Com a finalidade de aumentar a vida útil, o tomate normalmente é armazenado a
64 temperaturas de 10-15°C. A deterioração dos frutos aumenta de duas a três vezes por
65 cada 10°C de incremento desta temperatura. Isto indica que temperaturas mais baixas

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

66 são benéficas para o armazenamento a longo prazo; no entanto, temperaturas abaixo de
67 12°C podem causar injúria pelo frio nos tomates e conseqüente perda do valor
68 comercial (SALTVEIT, 2003).

69 Trabalhos recentes demonstram que o uso de atmosferas hiperbáricas em temperatura
70 ambiente retardam o processo metabólico, culminando na preservação das
71 características qualitativas nos vegetais sem ocorrência de injúrias pelo frio (GOYETTE
72 et al., 2012; LIPLAP et al., 2013).

73 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de pressões hiperbáricas na
74 perda de massa fresca, firmeza e coloração de tomates de mesa ‘Débora’.

75

76 **MATERIAL E MÉTODOS**

77 Foram utilizados tomates da cv. Débora, provenientes de produtores comerciais da
78 região de Ribeirão preto, colhidos no estágio de maturação fisiológica (Luminosidade =
79 54,90, ângulo Hue = 112,47 e cromaticidade = 28,00; Firmeza: 5,06 N/mm), sadios e
80 uniformes quanto ao tamanho, forma e coloração. No Laboratório de Pós-Colheita da
81 UNESP, Câmpus de Jaboticabal, os tomates foram lavados com água e detergente
82 neutro, higienizados em solução de Sumaveg® a 0,66%, por 5 minutos, secados ao
83 ambiente, novamente selecionados e separados em lotes, correspondentes aos
84 tratamentos.

85 O experimento foi conduzido utilizando um sistema hiperbárico, composto de 6 câmaras
86 ligadas a um circuito fechado com um fluxo de ar comprimido que mantém constante as
87 concentrações de oxigênio (21 %) e de nitrogênio (78%). O CO₂ foi adsorvido pela
88 passagem do fluxo em câmara apropriada, contendo óxido de cálcio.

89 Os tratamentos consistiram em submeter lotes de 15 frutos a diferentes níveis de pressão
90 hiperbárica 1 (Controle), 2, 4, 6, e 8 atm a temperatura ambiente (22 ± 2°C) e 1 atm a 12
91 ± 2°C (controle frio). A umidade relativa do interior das câmaras foi equilibrada a
92 95%±2,5%, e o armazenamento foi realizado por 2, 4 e 6 dias nos diferentes níveis de
93 pressão. Ao término da data de retirada, as câmaras foram despressurizadas
94 cuidadosamente e, em seguida, os tomates foram submetidas às avaliações físicas de
95 perda de massa fresca (%), firmeza (N/mm) e coloração (luminosidade, ângulo Hue,
96 cromaticidade).

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

97 Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e três
98 repetições, onde cada nível de pressão correspondia a um tratamento. Os resultados
99 foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de
100 Duncan ($P \leq 0,05$).

101

102 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

103 A perda de massa fresca dos tomates foi afetada significativamente pelas condições de
104 pressão e tempo de armazenamento, observando-se uma relação inversamente
105 proporcional entre a pressão aplicada e a perda de massa dos frutos, e diretamente
106 proporcional entre a perda de massa e o tempo de armazenamento (Tabela 1).
107 Resultados semelhantes foram verificados previamente em trabalhos realizados por
108 GOYETTE et al. (2012) e LIPLAP et al. (2013).

109 Dois dias após ao tratamento, os tomates armazenados nas pressões de 4, 6 e 8 atm
110 apresentaram perdas de massa fresca (0,11%, 0,11% e 0,10%, respectivamente),
111 significativamente menores que as obtidas pelos tratamentos controle (0,49%), 2 atm
112 (0,40%) e controle frio (0,21%). Esta tendência também foi observada no dia 4,
113 enquanto que no dia 6 a perda de massa dos tomates a 8 atm foi 82% menor que a 1 atm
114 (controle), 85% menor que a de 2 atm e 60% menor que o controle frio. Observa-se
115 ainda que não houveram diferenças significativas entre a perda de massa fresca dos
116 tomates tratados a 4, 6 e 8 atm, constituindo-se nos melhores tratamentos.

117 Os tratamentos com pressões de 4, 6 e 8 atm não apresentaram diferenças significativas
118 entre si, obtendo um efeito positivo na redução da perda de massa fresca dos tomates
119 durante o armazenamento. Esse efeito deve-se principalmente à modificação da pressão
120 atmosférica que é um dos principais fatores que influem na pressão de vapor do
121 ambiente. A velocidade de perda de água de um vegetal fresco é controlada
122 principalmente pela diferença entre a pressão de vapor do ar nos espaços intercelulares
123 do tecido vegetal e do ar que circunda o produto. Assim, uma diferença menor na
124 pressão de vapor de água entre o ar do produto e o ar ambiente, tem como resultado uma
125 menor perda de água do vegetal (KADER, 2002).

126 Houve efeito positivo na manutenção da firmeza dos tomates submetidos a refrigeração
127 (controle frio) e daqueles armazenados à temperatura de ambiente submetidos às

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

128 pressões de 6 e 8 atm (Tabela 1). Nos tratamentos com menor pressão (1 e 2 atm) a
129 firmeza diminui progressivamente ao longo do período de armazenamento.

130 Nos primeiros 2 dias de armazenamento houve redução média na firmeza de 35% em
131 comparação aos valores iniciais ($5,06 \pm 0,56$ N/mm), sem que os tratamentos
132 apresentassem diferenças significativas entre si. Após 4 dias, os tratamentos 6 e 8 atm
133 apresentaram uma retenção da firmeza cerca de 44% superior ao controle (1 atm), e não
134 diferiram significativamente do controle frio. O mesmo comportamento foi observado
135 no 6º dia de armazenamento, onde os frutos com maior firmeza continuaram sendo os
136 tratamentos controle frio e as pressões de 6 e 8 atm (3,19; 3,15 e 3,23 N/mm,
137 respectivamente), enquanto os tomates do controle apresentaram 2,00 N/mm de firmeza
138 (Tabela 1).

139 Dentre os principais fatores que influenciam a perda de firmeza pode-se elencar a
140 degradação da parede celular e a perda de turgescência (LIPLAP et al., 2013). Neste
141 trabalho acredita-se que a diferença de firmeza entre os tratamentos, está diretamente
142 relacionada com a diferença na perda de massa fresca, pois os resultados mostram que
143 os tratamentos com menor perda de água foram os que apresentaram as maiores
144 firmezas.

145 Durante o armazenamento, observa-se que a coloração dos frutos evoluiu para o
146 vermelho. Verifica-se também uma relação diretamente proporcional entre a pressão
147 aplicada e a manutenção da coloração (Tabela 2). Observa-se que nos frutos
148 armazenados por 6 dias a 22 °C e 1 atm (controle) o processo de amadurecimento se deu
149 de maneira mais rápida, tornaram-se mais escuros (menor luminosidade), mais
150 alaranjados (menor ângulo Hue) e com elevada concentração de pigmentos
151 (cromaticidade). Por outro lado no mesmo período de armazenamento verifica-se que os
152 tomates submetidos a 6 e 8 atm mantiveram os valores de coloração mais próximos aos
153 iniciais, similares aos obtidos com uso da refrigeração.

154

155

156

157

158

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

159

160 **CONCLUSÕES**

161 O armazenamento de tomates ‘Débora’ sob atmosfera hiperbárica de 6 e 8 atm, na
162 temperatura de 22 °C, foi igualmente efetivo ao armazenamento refrigerado a 12 °C
163 (controle frio), resultando na diminuição da perda de massa fresca, manutenção da
164 firmeza e da coloração dos frutos por até 6 dias.

165

166 **AGRADECIMENTO**

167 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio
168 financeiro (Processo n° 2013/05333-8).

169

170 **REFERÊNCIAS**

171 GOYETTE, B; VIGNEAULT, C; CHARLES, M.T; RAGHAVAN, G.S.V. Effect of
172 hyperbaric treatments on the quality attributes of tomato. **Canadian Journal of Plant
173 Science**, v. 92, n. 3, 541-551, 2012.

174 KADER, A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd edition. Pub 3311.
175 University of California, p. 43-54, 2002.

176 LIPLAP, P; VIGNEAULT, C; TOIVONENC, P; CHARLES, M.T; RAGHAVAN, G.S.
177 V. Effect of hyperbaric pressure and temperature on respiration rates and quality
178 attributes of tomato. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, 240-248, 2013.

179 NUNES, C. **Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables**. 1st edition.
180 pp. 239-252, 2008

181 SALTVEIT, M.E., Temperature extremes. In: **Postharvest Physiology and Pathology
182 of Vegetables**. Marcel Dekker, New York, p. 457-483, 2003.

183

184

185

186

187

188

189

Inestroza-Lizardo, C., Silva J.P., Marques, K.M., Guimarães, J.E.R, Vigneault, C., Mattiuz, B.H. 2015. Influência de tratamentos hiperbáricos na conservação das características físicas do tomate “Débora” durante o armazenamento pós-colheita. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

190

191 **Tabela 1.** Perda de massa fresca e firmeza de tomates ‘Débora’ durante tratamento
192 hiperbárico a 22 °C e 95% UR. Controle frio = 1 atm, 12 °C. [Weight loss of tomatoes
193 ‘Débora’ during hyperbaric treatment at 22 °C and 95% relative humidity. Cold
194 treatment = 1 atm, 12 °C.]

195

Dia	Tratamentos					
	1 Atm	2 Atm	4 Atm	6 Atm	8 Atm	Controle frio
----- Perda de massa fresca (%) -----						
2	0,49* aC	0,40 bC	0,11 dB	0,11 dB	0,10 dB	0,21 cB
4	1,11 aB	0,85 bB	0,18 cB	0,17 cAB	0,17 cB	0,31 cB
6	1,52 bA	1,91 aA	0,37 cdA	0,37 cdA	0,28 dA	0,71 cA
----- Firmeza (N/mm) -----						
2	3,23* aA	3,23 aA	3,10 aA	3,19 aA	3,47 aA	3,64 aA
4	1,96 bB	2,49 bAB	2,45 bA	3,56 aA	3,52 aA	4,13 aA
6	2,00 cB	2,08 cB	2,61 bA	3,15 aA	3,23 aA	3,19 aA

196 * Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo
197 teste de Duncan ($P > 0,05$).

198

199 **Tabela 2.** Coloração de tomates ‘Débora’ durante tratamento hiperbárico a 22 °C e 95%
200 UR. Controle frio = 1 atm, 12 °C. [Color of tomatoes ‘Débora’ during hyperbaric
201 treatment at 22 °C and 95% relative humidity. Cold treatment = 1 atm, 12 °C.]

202

Dia	Tratamentos					
	1 Atm	2 Atm	4 Atm	6 Atm	8 Atm	Controle frio
----- Luminosidade -----						
2	47,53* c	48,97 bc	51,13 bc	53,10 ab	55,67 a	51,33 abc
4	46,63 c	48,67 c	51,60 b	54,30 ab	55,60 a	51,63 b
6	43,47 e	45,80 d	48,77 c	51,77 ab	53,77 a	50,53 bc
----- Ângulo Hue -----						
2	66,87 b	71,20 ab	75,57 ab	82,40 ab	90,93 a	83,17 ab
4	59,83 c	65,37 bc	73,57 b	88,33 a	93,87 a	90,73 a
6	47,17 d	50,17 d	61,77 c	71,77 b	78,27 ab	81,43 a
----- Cromaticidade -----						
2	28,53 a	27,63 ab	28,90 a	28,30 a	28,27 a	24,67 b
4	27,30 a	29,77 a	28,93 a	29,63 a	30,30 a	28,57 a
6	30,63 ab	31,60 ab	32,70 a	29,53 b	28,73 bc	26,53 c

203 * Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P > 0,05$).

204