

1 **1-Metilciclopropeno no controle do escurecimento de mangas**
2 **minimamente processadas e tratadas com UV_p. Aline Ellen D. de Sousa¹;**
3 **Rolf Puschmann**²; **Ebenezer O. Silva**³; **Wilny Karen S. Gomes**⁴; **Francisco O.**
4 **Filho**⁵; **Milena M. T. Oliveira**⁶.

5 ^{1,3,4,5} Embrapa Agroindústria Tropical - Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Campus do Pici, 60.511-110 –
6 Fortaleza-CE. aedsousa@gmail.com, ebenezer.silva@embrapa.br, wilny.karen@hotmail.com,
7 oiramfilho@hotmail.com. ^{2,6} UFV – Universidade Federal de Viçosa – Av. Peter Henry Rolfs, s/n,
8 Campus Universitário, 36570-900 – Viçosa-MG. rolf@ufv.br, milena.oliveira@ufv.br.

9
10 **RESUMO**

11 A radiação ultravioleta pulsada (UV_p) é eficaz no controle de micro-organismos
12 em alimentos. A sua aplicação, porém, causa o escurecimento em frutas ou hortaliças
13 minimamente processadas. Neste estudo, se utilizou o 1-Metilciclopropeno (1-MCP),
14 um bloqueador da ação do etileno, para controlar o escurecimento em manga ‘Tommy
15 Atkins’ minimamente processada e tratada UV_p (5,7 J cm⁻²). O 1-MCP (0,5μL L⁻¹) foi
16 aplicado em etapas distintas, perfazendo seis tratamentos (T_n): Controle (T₁); UV_p (T₂);
17 1-MCP (T₃); 1-MCP + UV_p (T₄); UV_p + 1-MCP (T₅) e 1-MCP + UV_p + 1-MCP (T₆).
18 Após aplicação dos tratamentos, as amostras (±250g) foram acondicionadas em
19 embalagens de polietileno tereftalato (PET) e mantidas em câmara fria (12 ± 1°C e UR
20 85 ± 5%), por um período de 14 dias. Após 1, 7 e 14 dias, as amostras foram retiradas
21 para as análises de cor, extravasamento de eletrólitos (Ee), polifenoloxidase (PFO),
22 fenólicos totais (FT), vitamina C e capacidade antioxidante total (CA). O 1-MCP não
23 controlou o escurecimento de manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada e
24 tratada com radiação ultravioleta pulsada.

25 **PALAVRAS-CHAVE:** *Mangífera indica* L., etileno, radiação.

26
27 **ABSTRACT**

28 **1-Methylcyclopropene to control browning of mango, minimally**
29 **processed and treated with UVP.**

30 The pulsed ultraviolet radiation (UVP) is effective in controlling
31 microorganisms in food. Its application, however, causes darkening in fresh-cut fruits or
32 vegetables. In this study, the 1-Methylcyclopropene (1-MCP), an ethylene action
33 blocker, was used to control browning in mango 'Tommy Atkins, minimally processed
34 and treated with UV_p (5.7 J cm⁻²). 1-MCP (0,5μL L⁻¹) was applied at different steps,

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Gomes, W. K. S., Filho, F. O., Oliveira, M. M. T. 2015. 1-Metilciclopropeno no controle do escurecimento de mangas minimamente processadas e tratadas com UV_p. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35 making six treatments (T_n): Control (T1); UVP (T2); 1-MCP (T3); 1-MCP + UVP (T4);
36 UVP + 1-MCP (T5) and MCP-1 + 1 + UVP-MCP (T6). After treatments, samples (±
37 250 g) were placed into polyethylene terephthalate boxes (PET), and stored under
38 refrigeration (12 ± 1°C and 85 ± 5% RH) for a period of 14 days. After 1, 7 and 14
39 days, samples were collected for color analysis, electrolyte leakage (EE), polyphenol
40 oxidase (PPO), total phenolics (CFT), vitamin C and total antioxidant capacity (AC).
41 The 1-MCP did not control the browning of mango 'Tommy Atkins', minimally
42 processed and treated with pulsed ultraviolet radiation.

43 **KEYWORDS:** *Mangifera indica* L., ethylene, radiation.

44

45 **INTRODUÇÃO**

46 A radiação ultravioleta pulsada (UV_p), tem sido uma estratégia alternativa para o
47 controle da contaminação por micro-organismos. Esta técnica, além de substituir os
48 compostos químicos à base de cloro, apresenta outras vantagens, como a indução da
49 síntese de compostos fenólicos (Charles et al., 2013). Entretanto, o processamento
50 mínimo (Myung et al., 2006) e a radiação UV_p provocam alterações metabólicas, em
51 especial as que induzem o escurecimento (Saltveit, 2004).

52 Durante o processamento mínimo, ocorre destruição mecânica de parte do
53 sistema de membranas na superfície cortada. O etileno produzido nesses tecidos acelera
54 a degradação de outras membranas celulares, desorganizando e destruindo o tecido
55 (Brecht, 1995). Essa perda de compartimentação celular submete o tecido a maiores
56 exposições ao oxigênio, ao mesmo tempo em que proporciona maior contato entre as
57 enzimas oxidativas (fenolases) e seus substratos (compostos fenólicos), resultando na
58 oxidação desses compostos (Yoruk et al., 2003), iniciando desta forma as reações do
59 escurecimento. Além disso, em supermercados, as gôndolas de exposição apresentam
60 temperaturas mais elevadas (±12°C), sendo necessárias outras alternativas para controle
61 do escurecimento, como, por exemplo, bloquear a ação do etileno.

62 Assim, neste estudo, utilizou-se o 1-MCP, inibidor da ação do etileno, com o
63 objetivo de inibir o escurecimento em manga 'Tommy Atkins' minimamente
64 processada e tratada UV_p, mesmo quando conservada a 12±2°C, que é a temperatura
65 média nas gôndolas de supermercado.

66 MATERIAL E MÉTODOS

67 Mangas (*Mangifera indica* L.) ‘Tommy Atkins’ selecionadas (estádio de
68 maturação e ausência de injúrias e doenças) foram lavadas, sanitizadas, descascadas,
69 cortadas em cubos, enxaguadas e drenadas por 3 minutos. Aplicou-se 1-MCP
70 (SmarFresh[®]), na concentração de 0,5µL L⁻¹ a amostras de mangas ‘Tommy Atkins’
71 minimamente processadas (cerca de 250g). O 1-MCP foi aplicado em etapas distintas,
72 perfazendo seis tratamentos (T_n): Controle (T₁); UV_p (T₂); 1-MCP (T₃); 1-MCP + UV_p
73 (T₄); UV_p + 1-MCP (T₅) e 1-MCP + UV_p + 1-MCP (T₆). Após aplicação dos tratamentos,
74 as amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) com
75 tampa e foram mantidas em câmara fria (12 ± 1°C e UR 85 ± 5%), por um período de
76 14 dias. Após 1, 7 e 14 dias as amostras foram retiradas para as análises. Realizou-se as
77 avaliações de cor (sistema L*, a*, b*), Ee (Serek et al., 1995), vitamina C (Strohecker &
78 Henning, 1967), atividade da PFO (Wissemann & Lee, 1980), FT (Obanda & Owuor,
79 1997) e CA (Re et al., 1999). Os experimentos foram analisados em parcelas
80 subdivididas com o tratamento na parcela (5 tratamentos) e o tempo de conservação na
81 subparcela (2 períodos de conservação). O delineamento experimental foi inteiramente
82 casualizado, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de aproximadamente
83 250g de manga minimamente processada. Os dados obtidos foram submetidos à análise
84 de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de
85 probabilidade.

86

87 RESULTADOS E DISCUSSÃO

88 Houve diminuição em L* em todos os tratamentos, indicando escurecimento dos
89 cubos (Tabela 1). Aos 14 dias, verificou-se maior escurecimento (menor valor de L*)
90 nos tratamentos expostos ao 1-MCP (1-MCP+UV_p, UV_p+1-MCP e 1-MCP+UV_p+1-
91 MCP). Assim como em L*, o b* diminuiu com o tempo de conservação, indicando
92 perda na cor amarela dos cubos de mangas (Tabela 1). A cor amarela foi preservada
93 quando os cubos receberam o 1-MCP antes e depois de serem irradiados. Têm se
94 proposto que a PFO é a enzima responsável por induzir o escurecimento em frutas
95 minimamente processadas, oxidando compostos fenólicos a quinonas (Massolo et al.,
96 2011). Contudo, neste trabalho não foi verificado diferença entre os tratamentos para a

97 atividade desta enzima (Tabela 2). Provavelmente, o escurecimento ocorreu como
98 consequência da perda de integridade (permeabilidade seletiva) do sistema de
99 membranas celulares, verificado pelo aumento no extravasamento de eletrólitos (Ee)
100 durante o período de conservação, permitindo a oxidação dos fenólicos pela PFO
101 (Tabela 1).

102 Ao final do período de conservação, nos cubos que receberam dose dupla de 1-
103 MCP (1-MCP+UV_p+1-MCP), o teor de vitamina C foi maior, quando comparado ao
104 controle. Isto indica que o a aplicação do 1-MCP, reduziu a perda de vitamina C em
105 mangas minimamente processadas e tratadas com UV_p (Tabela 3).

106 Observou-se aumento da capacidade antioxidante total (CA), aos 7 e 14 dias,
107 apenas nos cubos que receberam 1-MCP+UV_p. Provavelmente, os FT foram os
108 principais responsáveis, neste estudo, pela capacidade antioxidante dos cubos de manga.
109 Nos cubos tratados com 1-MCP+UV_p o teor de FT e CA aumentaram, de forma similar,
110 durante a conservação refrigerada a 12°C (Tabela 3).

111 Deste modo, a exposição de manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada
112 ao 1-MCP, antes ou depois da aplicação da radiação UV_p, não controlou o
113 escurecimento, durante os 14 dias de conservação a 12°C.

114

115 **AGRADECIMENTOS**

116 A Embrapa Agroindústria Tropical e ao BNB pelo apoio e financiamento do projeto e a
117 CAPES pela concessão da bolsa de pós-graduação.

118

119 **REFERENCIAS**

120 BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, 30,
121 18–22, 1995.

122

123 CHARLES, F.; VIDAL, V.; OLIVE, F.; FILGUEIRAS, H.; SALLANON, H. Pulsed
124 light treatment as new method to maintain physical and nutritional quality of fresh-cut
125 mangoes. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 18, 190-195, 2013.

126

127 MASSOLO, J. F.; CONCELLÓN, A.; CHAVES, A. R.; VICENTE, A. R. 1-

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Gomes, W. K. S., Filho, F. O., Oliveira, M. M. T. 2015. 1-Metilciclopropeno no controle do escurecimento de mangas minimamente processadas e tratadas com UV_p. **In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

128 methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces
129 browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. **Postharvest
130 Biology and Technology**, 59, 10–15, 2011.

131

132 MYUNG, K.; HAMILTON-KEMP, T. R.; ARCHBOLD, D. D. Biosynthesis of *trans*-
133 2-hexenal in response to wounding in strawberry fruit. **Journal of Agricultural Food
134 Chemistry**. 54, 1442–1448, 2006.

135

136 OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf
137 as quality potencial indicators of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food
138 and Agriculture**, 74, 209-215, 1995.

139

140 RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-
141 EVANS, C. Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization
142 assay. **Free Radical Biology and Medicine**, 26, 1231-1237, 1999.

143

144 SALTVEIT, M. E. Effect of 1-methylcyclopropene on phenylpropanoid metabolism,
145 the accumulation of phenolic compounds, and browning of whole and fresh-cut
146 ‘Iceberg’ lettuce. **Postharvest biology and technology**, 34, 75-80, 2004.

147

148 SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene
149 induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of
150 ethylene action. **Physiologia Plantarum**, 94, 229-232, 1995.

151

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

154

155 YORUK, R.; MARSHALL, M. R. Physicochemical properties and function of plant
156 polyphenol oxidase: A review. **Journal of Food Biochemistry**, 27, 361-422, 2003.

157

158 WISSEMANN, K.W., LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Gomes, W. K. S., Filho, F. O., Oliveira, M. M. T. 2015. 1-Metilciclopropeno no controle do escurecimento de mangas minimamente processadas e tratadas com UV_p. In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. Anais... Aracaju-SE.

159 and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, 31, 206-211,
160 1980.

161

162 **Tabela 1.** Cor (L* e b*) de manga (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy Atkins’)
163 minimamente processada, tratadas com UV_p (U), 1-MCP+UV_p (M+U), UV_p+1-MCP
164 (U+M) e 1-MCP+UV_p+1-MCP (M+U+M), e armazenadas por 14 dias. Color (L* and b*)
165 and electrolyte leakage (EE) of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy
166 Atkins’), treated with UVP (U), 1-MCP+UVP (M+U), UVP+1-MCP (U+M) and 1-
167 MCP+UVP+1-MCP (M+U+M), after 14 days of cold storage.

Tratamentos		Dias, 12°C		
		1	7	14
L*	Controle	79,1 Aa	80,2 Aa	51,5 Ba
	U	79,5 Aa	67,4 Bb	51,7 Ca
	M+U	77,9 Aa	72,5 Ab	43,5 Bb
	U+M	80,0 Aa	72,8 Ab	36,5 Bb
	M+U+M	78,8 Aa	70,0 Bb	37,5 Cb
	Controle	45,1 Aa	44,0 Ba	42,4 Ca
	U	55,3 Aa	44,0 Ba	41,2 Ca
	M+U	53,8 Aa	45,1 Ba	39,8 Cb
	U+M	51,4 Ab	46,9 Ba	37,9 Cb
	M+U+M	51,1 Ab	44,6 Ba	41,7 Ca
Ee (%)	Controle	44,8 Ba	53,4 Aa	57,3 Aa
	U	44,5 Ba	61,1 Aa	61,0 Aa
	M+U	46,8 Ba	59,8 Aa	59,2 Aa
	U+M	47,1 Ba	56,0 Aa	55,8 Aa
	M+U+M	43,4 Ba	56,0 Aa	61,1 Aa

168 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
169 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
170 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability

171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192

193 **Tabela 2.** Atividade da polifenoloxidase (PFO) de manga (*Mangifera indica* L. var.
194 ‘Tommy Atkins’) minimamente processada tratadas com UV_p (U), 1-MCP+UV_p
195 (M+U), UV_p+1-MCP (U+M) e 1-MCP+UV_p+1-MCP (M+U+M) durante conservação
196 refrigerada. Polyphenoloxidase activity (PPO) of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica*
197 L. var. ‘Tommy Atkins’), treated with UVP (U), 1-MCP+UVP (M+U), UVP+1-MCP
198 (U+M) and 1-MCP+UVP+1-MCP (M+U+M), after 14 days of cold storage.

Tratamentos		Dias, 12°C		
		1	7	14
PFO (UA.min ⁻¹ .µg prot.)	Controle	64,7 Aa	137,8 Aa	123,4 Aa
	U	56,1 Ba	166,9 Aa	221,2 Aa
	M+U	68,3 Aa	191,5 Aa	196,9 Aa
	U+M	101,1 Aa	258,7 Aa	181,0 Aa
	M+U+M	93,6 Aa	199,9 Aa	186,1 Aa

199 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
200 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
201 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability

202

203 **Tabela 3.** Vitamina C, fenólicos totais (FT) e capacidade antioxidante total (CA) de
204 manga (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy Atkins’) minimamente processada, tratadas
205 com UV_p (U), 1-MCP+UV_p (M+U), UV_p+1-MCP (U+M) e 1-MCP+UV_p+1-MCP
206 (M+U+M) durante conservação refrigerada. Vitamin C, total phenolics (CFT) and
207 antioxidante capacity (AC) of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy
208 Atkins’), treated with UVP (U), 1-MCP+UVP (M+U), UVP+1-MCP (U+M) and 1-
209 MCP+UVP+1-MCP (M+U+M), after 14 days of cold storage.

Tratamentos		Dias, 12°C		
		1	7	14
Vitamina C (mg AA.100g ⁻¹ MF)	Controle	23,3 Aa	18,4 Ba	19,1 Ba
	U	25,5 Aa	18,4 Ba	13,9 Cb
	M+U	25,4 Aa	20,6 Ba	16,9 Bb
	U+M	26,9 Aa	22,0 Ba	15,4 Cb
	M+U+M	28,1 Aa	20,5 Ba	21,3 Ba
CA (µMolar trolox.g ⁻¹ MF)	Controle	16,8 Aa	15,2 Aa	18,0 Aa
	U	16,3 Aa	14,8 Aa	18,1 Aa
	M+U	14,4 Ba	18,1 Aa	19,3 Aa
	U+M	16,3 Aa	15,3 Aa	18,2 Aa
	M+U+M	15,3 Ba	17,3 Ba	20,6 Aa
CA (µMolar trolox.g ⁻¹ MF)	Controle	1,4 Aa	1,4 Aa	1,5 Aa
	U	1,5 Aa	1,6 Aa	1,4 Aa
	M+U	1,2 Ba	1,9 Aa	1,8 Aa
	U+M	1,4 Aa	1,1 Aa	1,6 Aa
	M+U+M	1,5 Aa	1,5 Aa	1,8 Aa

210 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
211 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
212 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability.

213

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Gomes, W. K. S., Filho, F. O., Oliveira, M. M. T. 2015. 1-Metilciclopropeno no controle do escurecimento de mangas minimamente processadas e tratadas com UV_p. **In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.