

1

2 **Qualidade e conservação do mamão 'Golden' tratado com etileno e 1-**  
3 **metilciclopropeno (1-MCP) Rafaela V. Façanha<sup>1</sup>; Angelo Pedro Jacomino<sup>1</sup>**

4 <sup>1</sup> ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9  
5 13418-900 Piracicaba, SP [rvieiraf@usp.br](mailto:rvieiraf@usp.br), [jacomino@usp.br](mailto:jacomino@usp.br)

6 **RESUMO**

7 O mamão é uma importante fruta tropical apreciada em muitos países na forma *in*  
8 *natura*, no entanto, é altamente perecível. A aplicação de 1-MCP tem sido estudada  
9 como forma de ampliar o tempo de conservação desta fruta, porém as respostas não são  
10 conclusivas e muitas vezes a fruta não recupera a capacidade de amadurecer. O objetivo  
11 deste trabalho foi determinar os efeitos do etileno aplicado em conjunto com o 1-  
12 metilciclopropeno (1-MCP) na fisiologia e conservação pós-colheita de mamões  
13 'Golden'. Os frutos foram colhidos em plantios comerciais do sul da Bahia e tratados no  
14 estágio 1 de maturação. A coloração da casca (nota de cor) e a concentração endógena  
15 de etileno foram avaliadas diariamente. A firmeza da polpa foi avaliada a cada dois dias.  
16 Os frutos que receberam 1-MCP após a aplicação de etileno apresentaram maior  
17 retenção da firmeza da polpa e manutenção da coloração da casca do que o tratamento  
18 no qual o 1-MCP foi aplicado simultaneamente ao etileno. A retenção do  
19 amadurecimento só foi maior nos frutos tratado apenas com 1-MCP. Os frutos tratados  
20 com os dois reguladores apresentaram as maiores concentrações de etileno endógeno no  
21 fim do amadurecimento, talvez para completar o seu amadurecimento. A pré-exposição  
22 de frutos ao etileno aumenta a capacidade de reposta ao 1-metilciclopropeno (1-MCP)  
23 em mamão 'Golden'.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** *Carica papaya* L., *qualidade*, *climatério*, *hormônio vegetal*

25 **ABSTRACT**

26 **Quality and conservation of papaya 'Golden' submitted the combined**  
27 **application of ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP).**

28 Papaya is an important tropical fruit appreciated in many countries in natura, however it  
29 is highly perishable. The application of 1-MCP has been studied as a way to extend the  
30 shelf life of this fruit, but the answers are not conclusive and often the fruit does not  
31 recover the ability to mature. The aim of this study was to determine the effects of  
32 ethylene applied together with 1-methylcyclopropene (1-MCP) in the physiology and

33 post-harvest papayas conservation 'Golden'. The fruits analyzed were in stage 1 of  
34 maturation, collected in commercial plantations. Were evaluated skin color (color note)  
35 and endogenous ethylene concentration daily. Flesh firmness was assessed every two  
36 days. Fruits treated with 1-MCP 12 hours and immediately after the application of  
37 ethylene showed greater retention of firmness and maintenance of skin color than  
38 treatment in which the 1-MCP was applied simultaneously ethylene. The retaining  
39 ripening was not only higher in fruit treated with 1-MCP. The fruit treated with the two  
40 endogenous regulators had the highest concentration of ethylene in ripening may order  
41 to complete their maturation. Pre exposure of fruits to ethylene increases the capacity of  
42 response to 1-methylcyclopropene (1-MCP) in papaya 'Golden'.

43 **Keywords:** *Carica papaya L., quality, climacteric, vegetable hormone*

#### 44 **INTRODUÇÃO**

45 A cultura do mamoeiro tem grande importância para o agronegócio brasileiro,  
46 estando, entre as 10 frutas mais exportadas pelo país (INSTITUTO BRASILEIRO DE  
47 FRUTAS - IBRAF, 2014). A cultivar 'Golden' é bastante exportada e apreciada por  
48 mercados dos EUA e da Europa, contudo, a comercialização em maior escala impõe  
49 desafios, devido à alta perecibilidade da fruta (AGRIANUAL, 2012).

50 O etileno tem importante papel durante o amadurecimento de frutos climatérios,  
51 como o mamão, iniciando e coordenando diversos processos, tais como  
52 desenvolvimento de cor, amolecimento da polpa e formação de aroma (BALBOTIN et  
53 al., 2007). Essas mudanças são desejáveis do ponto de vista de qualidade para o  
54 consumo; entretanto, seu efeito pode ser considerado prejudicial, pois reduz o tempo de  
55 conservação do fruto.

56 O uso do inibidor da percepção de etileno, 1-MCP, atrasa o amadurecimento e a  
57 senescência de muitos produtos hortícolas (BLANKENSHIP; DOLE, 2003;  
58 WATKINS; NOCK, 2005; HUBER, 2008). Os benefícios do 1-MCP em frutos incluem  
59 a inibição da respiração e da produção de etileno, amolecimento tardio do fruto,  
60 mudanças na cor da casca, aumento da vida útil do fruto e a redução de algumas  
61 desordens fisiológicas pós-colheita induzidas pelo etileno (ABDI et al, 1998;  
62 MARTÍNEZ-ROMERO et al, 2003; BASSETTO et al, 2005; HERSHKOVITZ et al,  
63 2005; MANENOI; PAULL, 2007).

64 Contudo, a aplicação do 1-MCP pode acarretar certos problemas para algumas  
65 frutas, como peras, bananas e mamões, os quais podem apresentar o chamado  
66 comportamento “sempre verde”, ou ainda, haver mudança na coloração, sem que o fruto  
67 perca a firmeza. Algumas pesquisas sugerem que a aplicação conjunta desses  
68 reguladores pode resolver esse tipo de problema.

69 Alguns estudos também indicam que a capacidade de resposta ao 1-MCP é  
70 fortemente influenciada pela concentração endógena de etileno, que desse modo,  
71 poderia explicar as diferentes respostas ao 1-MCP em frutos climatéricos após o início  
72 do amadurecimento. Tratamentos que diminuem a concentração endógena de etileno,  
73 como a exposição a uma condição de hipoxia, aumentaram a sensibilidade ao 1-MCP  
74 em tomates, (ZHANG et al. 2010). Desta forma, é possível que tratamentos que  
75 aumentem a concentração endógena de etileno reduzam o efeito do 1-MCP.

76 Esses estudos sobre fatores que afetam a sensibilidade ao 1-MCP são necessários  
77 para a viabilização de tecnologias que permitam ampliar o período de conservação.  
78 Desta forma, o objetivo desse trabalho foi determinar os efeitos do tratamento de etileno  
79 com o 1-metilciclopropeno (1-MCP) na fisiologia e conservação pós-colheita de  
80 mamões 'Golden'.

## 81 **MATERIAL E MÉTODOS**

82 O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos  
83 Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura  
84 “Luiz de Queiroz” / USP, em Piracicaba-SP.

85 Os frutos utilizados foram provenientes de cultivos comerciais do município de  
86 Mucuri-BA, no estágio 1 de maturação, que corresponde a 15% de coloração amarela da  
87 epiderme e firmeza de polpa maior que 100 Newtons.

88 Os frutos selecionados foram submetidos a tratamentos com etileno e/ou 1-MCP  
89 aplicados simultaneamente ou em momentos distintos no mesmo dia em que chegaram  
90 em Piracicaba. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

91 A aplicação de etileno constou da colocação dos frutos em câmaras herméticas,  
92 com capacidade para 186L, à temperatura de  $25 \pm 1$  °C. Como fonte de etileno foi  
93 utilizado o gás Azetil® que contém 5% de etileno. Uma quantidade pré-determinada de  
94 SmartFresh® foi colocada em frasco com tampa, logo em seguida foram adicionados 3  
95 mL de água deionizada, com posterior agitação do frasco para completa dissociação do

96 produto. Esse frasco foi aberto no interior da câmara, a qual foi fechada imediatamente  
97 para evitar perda do gás. Após os tratamentos, os frutos foram armazenados a 22°C e  
98 85-90%UR até completo amadurecimento e analisados diariamente quanto à coloração  
99 da casca (nota de cor) e concentração endógena de etileno. A firmeza da polpa foi  
100 avaliada a cada dois dias.

101 A firmeza da polpa externa foi avaliada com penetrômetro digital (53200-Samar,  
102 Tr Turoni, Forli, Italia) com ponteira de 8mm de diâmetro. Foram realizadas 3 leituras  
103 por fruto em lados opostos da região de maior diâmetro.

104 A nota de cor da casca foi determinada através de notas aplicadas a cada fruto,  
105 de acordo com uma escala, onde 0= 0% da coloração da casca amarela, 1= até 15% da  
106 coloração da casca amarela, 2= até 25% da coloração da casca amarela, 3= até 50% da  
107 coloração da casca amarela, 4= de 50 a 75% da coloração da casca amarela e 5= de 75  
108 a 100% da coloração da casca amarela.

109 A concentração endógena de etileno foi determinada em cromatógrafo a gás,  
110 modelo Trace GC 2000, marca ThermoScience, através da retirada de 1mL de gás da  
111 cavidade interna do fruto. Os resultados da produção de etileno foram expressos em  $\mu\text{L}$   
112 de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ .

113 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, as  
114 médias submetidas à análise de variância e comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de  
115 significância.

## 116 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

117

118 Os frutos que receberam apenas a aplicação de 1-MCP permaneceram com a  
119 firmeza da polpa alta (89N) até o fim do experimento, no oitavo dia de armazenamento,  
120 diferente dos frutos controle, que neste dia sua firmeza era de 3,4N. Os frutos tratados  
121 com etileno e 1-MCP apresentaram firmeza intermediária entre os demais tratamentos  
122 sendo que, aqueles que receberam 1-MCP 12 horas após o término da aplicação de  
123 etileno e os frutos sem esse intervalo entre as aplicações apresentaram os valores mais  
124 altos de firmeza no fim do experimento, 45,8 e 41,5N, respectivamente. Possivelmente  
125 essa pré exposição ao etileno favorece a capacidade de resposta ao 1-MCP, resultado  
126 que difere do observado nos frutos tratados simultaneamente com os dois reguladores.

127 Trevisan et (2013), ao estudar a aplicação simultânea de 1-MCP e etileno (10µL)  
128 não encontrou diferença entre esse tratamento e o controle em termos de firmeza do  
129 mamão. Zang et al (2009), observou que a firmeza de tomates tratados com 1-MCP 6  
130 horas após o término da exposição ao etileno não diferiu de frutos tratados apenas com  
131 1-MCP.

132 Os resultados da cor da casca seguiram a mesma tendência da firmeza da polpa.  
133 Até o quinto dia de avaliação foi possível observar diferenças entre os tratamentos. Os  
134 frutos tratados apenas com 1-MCP mantiveram por mais tempo as menores notas de  
135 cor, ou seja, frutos mais verdes, seguido pelos tratamentos que receberam 1-MCP 12  
136 horas e imediatamente após o término da aplicação do etileno. Os frutos tratados com  
137 etileno e 1-MCP simultaneamente não diferiram do controle, mostrando que a  
138 capacidade de resposta ao 1-MCP foi baixa na retenção da cor da casca do fruto.

139 Todos os tratamentos apresentaram baixa concentração endógena de etileno, até o  
140 terceiro dia de avaliação, com a menor concentração encontrada nos frutos tratados  
141 apenas com 1-MCP ( $1,026\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ ). A partir deste dia os tratamentos que  
142 receberam ambos os reguladores aumentaram de forma rápida e acentuada a  
143 concentração endógena de etileno. Nos frutos tratados simultaneamente, essa  
144 concentração variou de 2,604 no terceiro dia para  $13,917\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  no sexto dia de  
145 avaliação. Nos frutos que receberam 1-MCP 12 horas após o término da aplicação do  
146 etileno essa variação foi de 2,219 para  $18,986\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  neste mesmo período e não  
147 diferiu do tratamento sem esse intervalo de 12 horas, em que a variação foi de 1,303 a  
148  $18,406\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ . É importante destacar que, mesmo com valores elevados de  
149 concentração endógena de etileno esses tratamentos mantiveram a firmeza da polpa e a  
150 coloração da casca. É possível que essa elevação acentuada esteja relacionada à  
151 capacidade do fruto retomar ao seu amadurecimento após serem submetidos ao inibidor  
152 de etileno.

153 Nos demais tratamentos a concentração endógena de etileno aumentou de forma  
154 menos acentuada atingindo também os maiores valores no sexto dia de armazenamento.  
155 Trevisan et al. (2013) observaram que, no fim do amadurecimento, mamões tratados  
156 apenas com 1-MCP apresentaram maior produção de etileno do que frutos no qual o 1-  
157 MCP foi aplicado em associação com etileno exógeno.

Façanha, R.V, Jacomino, P. A. 2015. Qualidade e conservação do mamão 'Golden' tratado com etileno e 1-metilciclopropeno (1-MCP) In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

158 A pré-exposição de mamão 'Golden' ao etileno aumenta sua capacidade de reposta  
159 ao 1-metilciclopropeno (1-MCP).

## 160 REFERÊNCIAS

161 ABDI, N.; McGLASSON, W.B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y.  
162 Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene  
163 and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Richmond, v. 14, p.  
164 29-39,1998.

165  
166 AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. Mamão. São Paulo: FNP Consultoria  
167 e Comércio,p. 329-331, 2012.

168  
169 BALBONTIN, C.; GAETE-EASTMAN, C.; VERGARA, M.; HERRERA, R.;  
170 MOYALEON, M.A. Treatment with 1-MCP and the role of ethylene in aroma  
171 development of mountain papaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Talca, v.  
172 43, p. 67- 77, 2007.

173  
174 BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; KLUGE, R.A. Delay of  
175 ripening of 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and**  
176 **Technology**, v. 35, p. 303-308, 2005.

177  
178 BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest**  
179 **Biology and Technology**, v. 28, p. 1–25, 2003.

180  
181 HERSHKOVITZ, V.; SAGUY, S.I.; PESIS, E. Postharvest application of 1-MCP to  
182 improve the quality of various avocado cultivars. **Postharvest Biology and**  
183 **Technology**, Amsterdam, v.37, n.3, p.252-264, 2005.

184  
185 HUBER, D.J. Suppression of ethylene responses through application of 1  
186 methylcyclopropene: a powerful tool for elucidating ripening and senescence  
187 mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables. **Hortscience**. v.43,  
188 2008.

189 INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas, frutas frescas, comparativo**  
190 **das exportações brasileiras de frutas frescas 2009-2010**. Disponível em:  
191 <[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras20](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2009-2010.pdf)  
192 [09- 2010.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2009-2010.pdf)>. Acesso em: 25 fe.2015.

193  
194 MANENOI, A.; PAULL, R. Papaya fruit softening, endoxylanase gene expression,  
195 protein and activity. **Physiologia Plantarum**, v. 131, p. 470-480, 2007 and activity.  
196 **Physiologia Plantarum**, v. 131, p. 470-480, 2007

197  
198 MARTINEZ-ROMERO, D.; DUPILLE, E.; GUILLEN, F.; VALVERDE, J.M.;  
199 SERRANO, M.; VALERO, D. 1-Methylcyclopropene increases storability and shelf life  
200 in climacteric and nonclimacteric plums. **Journal of Agricultural and Food**  
201 **Chemistry**,v. 51,p. 4680-4686, 2003.

202  
203 TREVISAN,M. J.;JACOMINO. A. P.; CUNHA JUNIOR,L.C.; ALVES, R.F Aplicação  
204 de 1-metilciclopropeno associado ao etileno para minimizar seus efeitos na inibição do

Façanha, R.V, Jacomino, P. A. 2015. Qualidade e conservação do mamão 'Golden' tratado com etileno e 1-metilciclopropeno (1-MCP) In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

205 amadurecimento do mamão 'Golden'. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 2,  
206 p.384-390, Junho 2013.

207

208 WATKINS, C.B., NOCK, J.F. Effects of delays between harvest and 1-  
209 methylcyclopropene treatment, and temperature during treatment, on ripening of air-  
210 stored and controlled-atmosphere-stored apples. **Hortscience**, v. 40, p. 2096–2101,  
211 2005.

212

213 ZHANG, Z.; HUBER, D.J.; HURR, B.M.; RAO, J. Delay of tomato fruit ripening in  
214 response to 1-methylcyclopropene is influenced by internal ethylene levels.  
215 **Postharvest Biology and Technology**, Gainesville, v. 54, p. 1-8, 2009.

216

217 ZHANG, Z., HUBER, D.J., JINPING, R. Short-term hypoxic hypobarica transiently  
218 decreases internal ethylene levels and increases sensitivity of tomato fruit to subsequent  
219 1-methylcyclopropene treatments. **Postharvest Biol. Technol.** v.56,p.131–137, 2010.

220

221 **Tabela 1.** Tratamentos com etileno e 1-MCP em mamões 'Golden'. Treatment with  
222 ethylene and 1 -MCP in papayas 'Golden '

	Concentração etileno e tempo exposição	Concentração 1- MCP e tempo exposição	Sequência de aplicação
T1	---	---	---
T2	10 $\mu\text{LL}^{-1}$ 12 h	100 $\text{nLL}^{-1}$ 12 h	1-MCP + etileno
T3	10 $\mu\text{LL}^{-1}$ 12 h	100 $\text{nLL}^{-1}$ 12 h	Etileno + 1-MCP
T4	10 $\mu\text{LL}^{-1}$ 12 h	100 $\text{nLL}^{-1}$ 12 h	simultâneo
T5	10 $\mu\text{LL}^{-1}$ 12 h	---	---
T6	---	100 $\text{nLL}^{-1}$ 12 h	---

223

224

225

226

227