

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

## **Controle do amadurecimento de banana 'Nanica' com 1-metilciclopropeno**

**Lorena P. M. Cordeiro<sup>1</sup>; Natalia D. Berno<sup>1</sup>; Paula P. M. Silva<sup>1</sup>; Felipe A. M. Terra<sup>2</sup>; Ricardo A. Kluge<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>USP/ESALQ – Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Departamento de Ciências Biológicas - Laboratório de Fisiologia e Bioquímica pós-colheita - Avenida Pádua Dias, 11, CEP 13418-900 – Piracicaba – SP – Brasil. lorena.cordeiro@usp.br, natalia.berno@usp.br, pporrelli@gmail.com, rkluge@usp.br.

<sup>2</sup>Rohm and Hass Química LTDA - Av. Das Nações Unidas, 14171 - Santo Amaro - CEP: 04794-000 - São Paulo - SP. fterra@agrofresh.com

### **RESUMO**

A banana, por ser um fruto climatérico e altamente sensível ao etileno, necessita de controle do seu amadurecimento. Uma alternativa é o uso de 1-metilciclopropeno (1-MCP). Esse experimento visou testar a eficácia do 1-MCP no aumento da vida útil da banana 'Nanica'. Assim, analisou-se o índice de cor da casca (ICC), análise visual de classificação de cor da casca e de manchas marrons na casca e porcentagem de desprendimento. Os frutos foram armazenados por 10 dias a  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR, havendo 6 tratamentos (controle,  $0,3 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,9 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $1,2 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  e  $1,5 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP), com análises a cada dois dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $6 \times 6$  (tratamentos x dias de análises). Não houve diferença entre os tratamentos para o ICC, entretanto, na análise visual de cor de casca e de manchas marrom, frutos tratados com doses maiores que  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  apresentaram-se mais verdes e com menos manchas. Para a porcentagem de desprendimento, as doses  $0,3 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  e  $0,9 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP foram os mais eficientes. Recomenda-se, portanto, a aplicação de doses maiores que  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP na conservação de bananas maduras.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Musa* spp.; 1-MCP; vida útil; pós-colheita

### **ABSTRACT**

#### **Control of ripening of 'Nanica' banana with 1-methylcyclopropene**

The banana for being a climacteric fruit and highly sensible to ethylene, becomes necessary to control its ripening. An alternative is the use of 1-methylcyclopropene (1-MCP). This experiment aimed to test the effective of this gas in the increase of the shelf life of 'Nanica' banana. Thus, was analysed the peel color index (PCI), visual analysis of color classification of the peel and brown spotting in the peel and the percentage of

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

37 finger drop. The fruit were stored for 10 days at  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH, having  
38 six treatments (control,  $0,3 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,9 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $1,2 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  and  $1,5 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  of 1-  
39 MCP), with analyses each two days. The experimental design was completely  
40 randomized, in factorial  $6 \times 6$  (treatments  $\times$  days of analyses). There was no difference  
41 in the treatments for the PCI, however, in the visual analysis of peel color and brown  
42 spotting, fruits treated with doses greater than  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  were more green and with less  
43 spotting. For the finger drop the dosis  $0,3 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$ ,  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  and  $0,9 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  of 1-MCP  
44 were the more efficient. Recommending, therefore, the application of larger doses than  
45  $0,6 \text{ }\eta\text{L L}^{-1}$  of 1-MCP in conservation of ripe bananas.

46 **Keywords:** *Musa spp.*; 1-MCP; shelf life; postharvest.

47

## 48 **INTRODUÇÃO**

49 A banana é um fruto climatérico e sofre maturação mesmo após a sua colheita,  
50 havendo um aumento na sua taxa de respiração, desencadeado pela produção de etileno.  
51 Para retardar a velocidade do amadurecimento deve-se atenuar a produção de etileno, o  
52 que leva ao aumento na vida útil do fruto, tornando possível o transporte para locais  
53 mais distantes do produtor.

54 O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um composto gasoso que inibe a ação do  
55 etileno ao se ligar nos seus receptores ao nível celular, retardando, dessa forma, os  
56 processos de amadurecimento desencadeado pelo etileno (SISLER e SEREK, 1997)

57 Estudos prévios comprovaram a eficácia do uso do 1-MCP em inibir a ação do  
58 etileno em outras variedades de bananas, como a 'Prata-Anã' em estágio imaturo  
59 (LIMA *et al.*, 2005); a 'Williams' em estágio pré-climatérico e no início do estágio  
60 climatérico (GOLDING *et al.*, 1998) e a 'Maçã' (PINHEIRO *et al.*, 2007). Jiang, Joyce  
61 e Macnish (1999) comprovaram a eficiência do 1-MCP associado ao uso de embalagens  
62 de polietileno.

63 O objetivo desse trabalho foi analisar a eficiência do 1-MCP no controle do  
64 amadurecimento de bananas 'Nanica', a fim de aumentar a sua vida útil.

65

## 66 **MATERIAL E MÉTODOS**

67 Utilizou-se bananas 'Nanica' provenientes de Miracatu, SP, classificadas em  
68 lote homogêneo quanto a cor de casca (nota 1, Figura 1) e ausência de danos mecânicos.

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

69 Como o experimento visava o controle do amadurecimento em bananas que se  
70 encontravam no estágio 3 (Figura 1), estas foram submetidas à aplicação exógena de  
71 200  $\eta\text{L L}^{-1}$  de etileno em caixas herméticas, por 24 horas a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR.  
72 Após a aplicação de etileno, as bananas foram armazenadas por 48 horas a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  e  
73  $90 \pm 5\%$  UR para que chegassem à coloração desejada.

74 Depois desse período, as pencas foram divididas em seis grupos, para a  
75 aplicação de 1-MCP (marca comercial SmartFresh<sup>TM</sup> – i.a. 33g  $\text{kg}^{-1}$ ). As concentrações  
76 de 1-MCP foram: 0  $\eta\text{L L}^{-1}$  (controle), 0,3  $\eta\text{L L}^{-1}$ , 0,6  $\eta\text{L L}^{-1}$ , 0,9  $\eta\text{L L}^{-1}$ , 1,2  $\eta\text{L L}^{-1}$  e 1,5  
77  $\eta\text{L L}^{-1}$ . Para a aplicação de 1-MCP, pencas de bananas maduras foram colocadas em  
78 caixas herméticas com capacidade para 186 L e, em seguida, adicionou-se 1-MCP. A  
79 aplicação foi realizada por um período de 12 horas a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR.

80 Após os tratamentos, os frutos foram armazenados por 10 dias a  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm$   
81  $5\%$  UR. As análises foram realizadas antes da aplicação do 1-MCP (dia 0) e aos 2, 4, 6,  
82 8 e 10 dias de armazenamento. O delineamento experimental foi inteiramente  
83 casualizado, em esquema fatorial 6 x 6 (tratamentos x dias de análises), com quatro  
84 repetições de duas pencas de 5 a 8 frutos. As análises realizadas foram: índice de cor da  
85 casca (ICC), análise visual de classificação de cor da casca e de manchas marrons na  
86 casca e porcentagem de despencamento.

87 O Índice de cor da casca (ICC) foi analisado segundo Jimenez-Cuesta *et*  
88 *al.*(1981), qual varia de -20 a +20, sendo que quando negativo a coloração será verde e  
89 quando positivo a coloração será vermelha. O zero representa a coloração amarela.  
90 Foram realizadas quatro leituras por banana, sendo duas na parte superior e duas na  
91 parte inferior, em lados opostos.

92 A análise visual de classificação de cor da casca foi realizada através da  
93 atribuição de notas para os frutos, estabelecendo sete níveis, de acordo com a Figura 1.  
94 A quantidade de frutos em cada nível foi transformada em porcentagem.

95 A avaliação visual de manchas marrons na casca foi realizada através da  
96 atribuição de notas para os frutos, estabelecendo 4 níveis: 0-25% da casca manchada,  
97 26-50% da casca manchada, 51-75% da casca manchada, 76-100% da casca  
98 manchada. A quantidade de frutos em cada nível foi transformada em porcentagem.

99 Para a porcentagem de despencamento as pencas eram seguradas pela  
100 “almofada” (estrutura morfológica de fusão dos pedúnculos das bananas) na posição

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

101 horizontal durante 10 segundos. As bananas que se desprezaram da penca foram  
102 contabilizadas e o resultado transformado em porcentagem.

103 Os resultados obtidos da análise de ICC foram submetidos à análise de variância  
104 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), através do software  
105 estatístico SAS, versão 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Os resultados das demais  
106 análises foram submetidos à diferença mínima significativa ( $p \leq 0,05$ ) (Shamaila, Powrie  
107 e Skura, 1992).

108

## 109 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

110 Não houve diferença entre os tratamentos para o ICC. Ao longo dos dias de  
111 armazenamento houve evolução na cor da casca das bananas, independente do  
112 tratamento aplicado, indicando amarelecimento dos frutos (Tabela 1). Entretanto, foi  
113 possível observar nos dados da análise visual de cor da casca que, apesar da evolução na  
114 cor de frutos tratados com 1-MCP, houve maior intensidade no amarelecimento nos  
115 frutos do controle (Figura 2). Os melhores tratamentos foram os que receberam 0,9 e 1,5  
116  $\eta\text{L L}^{-1}$ , uma vez que não apresentaram frutos com nota 7. Os resultados demonstram a  
117 rápida evolução na cor que frutos sem tratamento estão submetidos e indica a eficiência  
118 do tratamento com 1-MCP na manutenção da cor amarela de bananas. Resultados  
119 semelhantes foram encontrados em outros trabalhos (Lima et al., 2005).

120 Em relação às manchas marrons na casca, os frutos do controle apresentaram  
121 mais de 25% da casca manchada a partir do 6º dia, aumentando com o decorrer dos dias  
122 (Figura 3). Frutos tratados com 1-MCP apresentaram manchas significativas a partir do  
123 8º dia de armazenamento, sendo que no 10º dia, os tratamentos com 0,6 e 1,2  $\eta\text{L L}^{-1}$   
124 apresentaram frutos menos manchados. Chu, Gruen e Fernando (2010) também  
125 observaram redução do aparecimento de manchas marrons na casca de bananas tratadas  
126 com 1-MCP. As análises visuais podem ser comprovadas na Figura 4, que mostra a  
127 evolução da aparência global das bananas.

128 A análise de despencamento revelou diferença entre frutos não tratados e  
129 tratados com 1-MCP. Bananas do controle apresentaram algum despencamento já no 4º  
130 dia de armazenamento, chegando a 20% de queda dos frutos no 6º dia (Figura 5). No 8º  
131 dia, a queda dos frutos controle foi superior a 40%, atingindo 100% no último dia de  
132 análise. Frutos tratados apresentaram queda de bananas no 6º e no 10º dia de

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

133 armazenamento; bananas tratadas com  $1,2 \text{ } \eta\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP não apresentaram queda  
134 dos frutos. A aplicação de 1-MCP foi efetiva na diminuição do despencamento de frutos  
135 maduros, independente da dose empregada. Sabe-se que um dos efeitos do etileno é  
136 formar a camada de abscisão em pecíolos de folhas senescentes e pedúnculo de frutos  
137 em fase final de maturação. Assim, uma forma de retardar estes processos é evitar a  
138 ação do etileno, o que é possível com a aplicação do 1-MCP, conforme verificado neste  
139 trabalho.

140 O 1-MCP mostrou ser eficiente na manutenção da qualidade de banana 'Nanica',  
141 sendo que todas as concentrações resultaram em frutos melhores que o controle.  
142 Entretanto, recomenda-se a aplicação de concentrações acima de  $0,6 \text{ } \eta\text{L L}^{-1}$  para a  
143 conservação de bananas 'Nanica' maduras, uma vez que esses frutos apresentaram os  
144 melhores aspectos visuais, como frutos visualmente mais verdes e com menores  
145 porcentagens de manchas marrom. Dessa forma, conclui-se que o 1-MCP apresenta  
146 potencial de aplicação em escala comercial para manutenção da qualidade de bananas  
147 'Nanica' maduras, como uma alternativa para prolongar a vida útil desse fruto  
148 considerado bastante perecível.

149

## 150 REFERÊNCIAS

- 151 BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology**  
152 **and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.
- 153 CHU, T. D.; GRUEN, I.; FERNANDO, L. Effect of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) on Banana  
154 Ripening. In: KANLAYANARAT, S.; MCGLASSON, W. B., *et al* (Ed.). **Southeast Asia**  
155 **Symposium on Quality and Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce**. Leuven 1: IntSoc  
156 Horticultural Science, v.875, 2010. p.57-64. (ActaHorticulturae).
- 157 COMPANY, D. F. F. **Banana Color Guide**: Dole Food Company, Inc. 2004.
- 158 GOLDING, D S. et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent  
159 ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam,  
160 v. 14, n. 0, p. 87-98, 1998.
- 161 JIANG, Y.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-  
162 methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and**  
163 **Technology**, Amsterdam, v. 16, n. 0, p. 187-193, 1999.

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

164 JIMÉNEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTÍNEZ-JÁVEGA, J. Determination of a  
165 color index for citrus fruit degreening. Proceedings of the International Society of Citriculture,  
166 1981.p.750-753.

167 LIMA, L. C. et al. Control of the ripening of banana 'Prata Ana' stored under refrigeration and  
168 passive modified atmosphere with use of 1-methylcyclopropene. **CienciaeAgrotecnologia**,  
169 Lavras, v. 29, n. 2, p. 476-480, 2005.

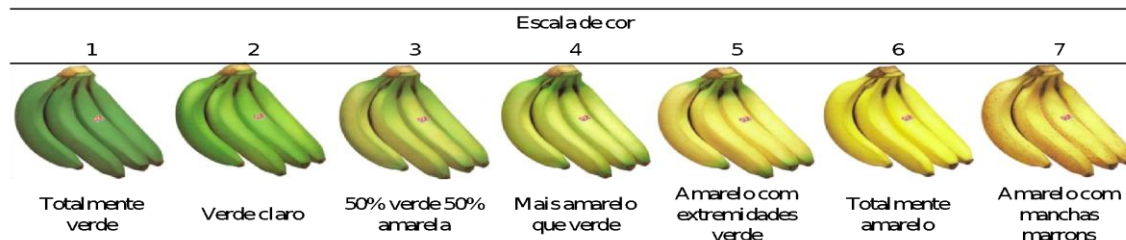
170 PINHEIRO, Ana Carla Marques et al. Amadurecimento de bananas 'Maçã' submetidas ao 1-  
171 metilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p.001-  
172 004, abr. 2007.

173 SHAMAILA, M.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Sensory evaluation of strawberry fruit stored  
174 under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. **Journal of**  
175 **Food Science**, Chicago, v. 57, n. 5, p. 1168-1172, 1992.

176 SILVA, S. D. O. et al. Melhoramento genético de bananeira para resistência a doenças. In:  
177 ROMÃO, R. L. e RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais no Estado da Bahia**.  
178 Feira de Santana: UEFS, 2005. cap. 3, p.49-67.

179 SISLER, E.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent  
180 developments. **Physiologia Plantarum**, v. 100, n. 3, p. 577-582, 1997.

181



182

183

184

185

186

**Figura 1:** Escala de cor utilizada para comercialização de bananas. Adaptado de Dole Fresh Fruit Company (2004) (Color scale used for marketing of bananas. Adapted from Dole Fresh Fruit Company, 2004).

187

188

189

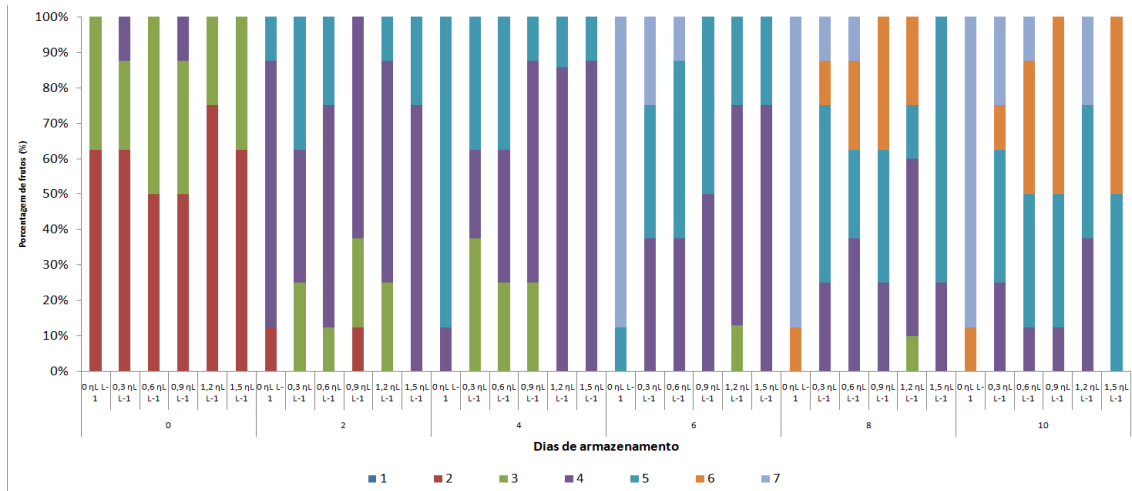
**Tabela 1.** Índice de cor da casca de bananas maduras 'Nanica' tratadas com 1-MCP e armazenadas a 22°C ± 1°C e 90 ± 5% UR por 10 dias (Peel color index of 'Nanica' ripe banana treated with 1-MCP and stored at 22°C ± 1°C and 90 ± 5% RH for 10 days).

Concentração de 1-MCP (ppb)	Dias de armazenamento						Média
	0	2	4	6	8	10	
0	-7,15	-3,10	-1,52	-0,63	-0,15	1,48	<b>-1,85 A</b>
300	-6,72	-2,95	-1,74	-0,92	-0,26	1,47	<b>-1,85 A</b>
600	-6,78	-2,93	-1,69	-0,81	-0,33	1,39	<b>-1,86 A</b>
900	-6,85	-3,96	-2,07	-1,20	-0,50	1,31	<b>-1,87 A</b>
1200	-6,95	-3,46	-2,40	-1,37	-0,71	1,19	<b>-2,21 A</b>
1500	-6,71	-3,14	-1,98	-0,51	-0,24	1,35	<b>-2,28 A</b>
<b>Média</b>	<b>-6,86 e</b>	<b>-3,26 d</b>	<b>-1,90 c</b>	<b>-0,91 b</b>	<b>-0,37 b</b>	<b>1,37 a</b>	
<b>C.V.</b>	30,18%						

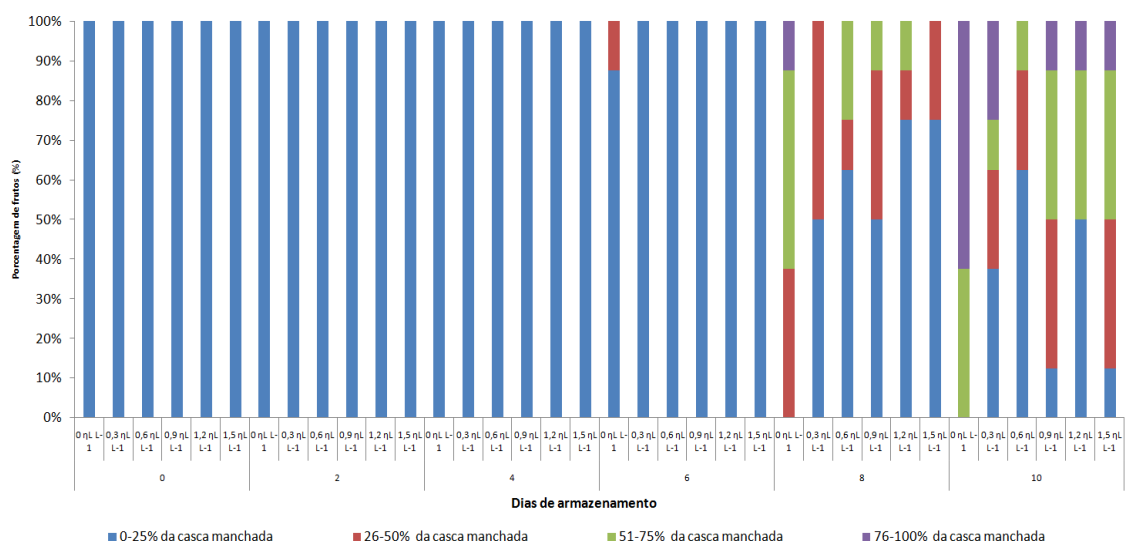
190

Cordeiro, L.P.M., Berno, N.D., Silva, P.P.M., Terra, F.A., Kluge, R.A. 2015. Controle do amadurecimento de bananas da variedade 'Nanica' com 1-metilciclopropeno. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

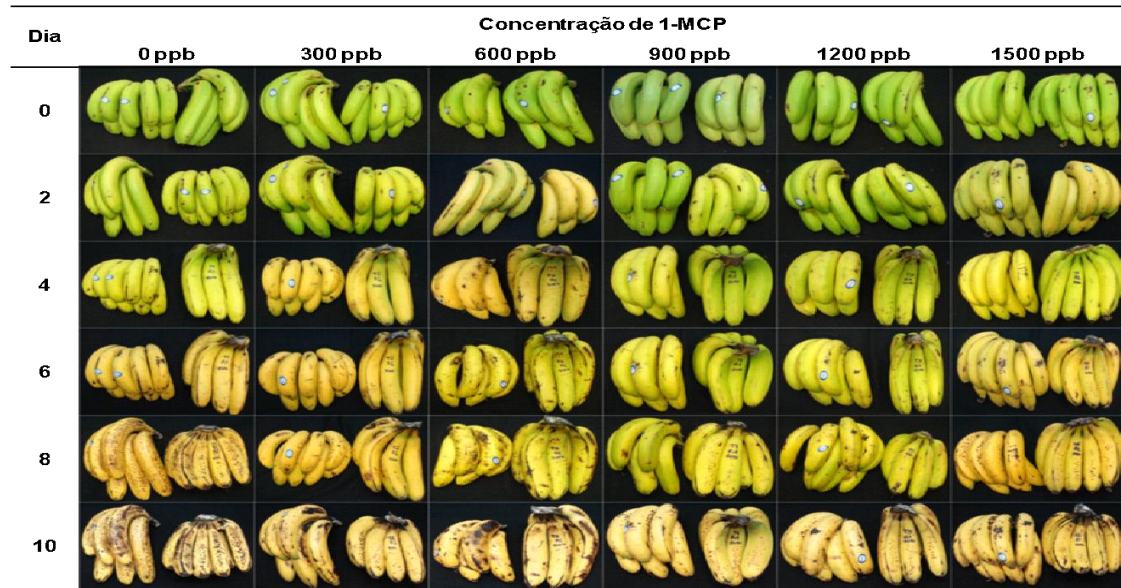
191 Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si  
 192 ( $P \leq 0,05$ ) (Averages followed for the same capital letter on the column and small on the line do not differ  
 193 ( $P \leq 0,05$ )).  
 194



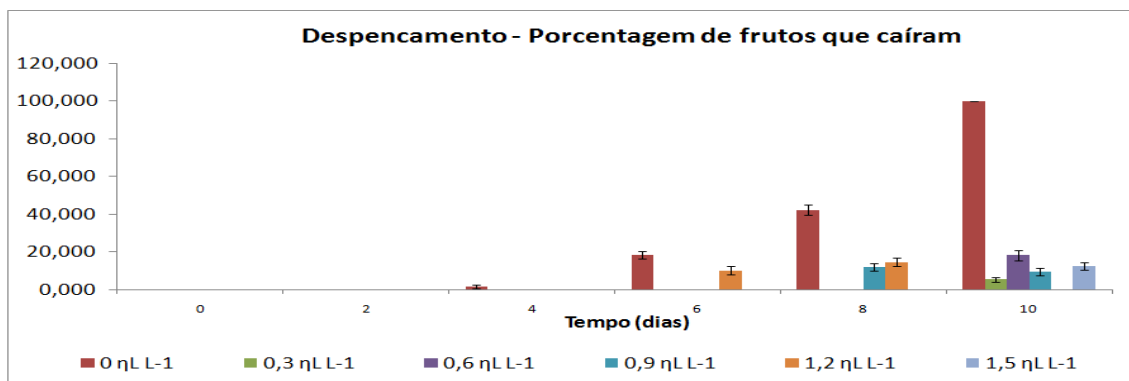
195 **Figura 2.** Classificação de cor da casca de bananas 'Nanica' maduras tratadas com 1-MCP e armazenadas  
 196 a  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR por 10 dias. Escala de cor: 1 = Totalmente verde; 2 = Verde claro; 3 = 50%  
 197 verde, 50% amarelo; 4 = Mais amarelo que verde; 5 = Amarelo com extremidades verdes; 6 = Totalmente  
 198 amarelo; 7 = Amarelo com manchas marrons (Color Classification peel 'Nanica' ripe bananas treated  
 199 with 1- MCP and stored at  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH for 10 days. Color scale : 1 = Totally Green ; 2  
 200 = Light Green ; 3 = 50% green, 50% yellow ; 4 = More yellow than green ; 5 = Yellow with green ends ;  
 201 6 = Totally yellow ; 7 = yellow with brown spots).  
 202  
 203



204 **Figura 3.** Manchas marrons na casca de bananas 'Nanica' maduras tratadas com 1-MCP e armazenadas a  
 205  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR por 10 dias (Brown spotting on the peel of ripe bananas treated with 1-MCP  
 206 and stored at  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH for 10 days).  
 207  
 208



**Figura 4.** Evolução da aparência global de bananas 'Nanica' maduras tratadas com 1-MCP e armazenadas a  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR por 10 dias (Developments in the overall appearance of 'Nanica' ripe bananas treated with 1-MCP and stored at  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH for 10 days).



**Figura 5.** Porcentagem de despencamento (%) de bananas 'Nanica' maduras tratadas com 1-MCP e armazenadas a  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 5\%$  UR por 10 dias (Percentage of finger drop (%) of 'Nanica' ripe bananas treated with 1-MCP and stored at  $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90 \pm 5\%$  RH for 10 days).

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Rohm andHass Química LTDA por ceder a amostra de 1-MCP utilizada nesse experimento.