

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1

2 **Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a**  
3 **incidência de fungos em mamão 'Golden'. Patrícia S. Oliveira<sup>1</sup>; Murillo F.**  
4 **Junior**<sup>2</sup>; Agnelli H. Oliveira<sup>2</sup>; Rodrigo S. Campos<sup>2</sup>; Otniel Freitas-Silva<sup>2</sup>

5 <sup>1</sup>UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Ciência e Tecnologia de  
6 Alimentos - BR 465, Km 7, 23890-000 - Seropédica – RJ. [paty.souz@bol.com.br](mailto:paty.souz@bol.com.br); <sup>2</sup>Embrapa  
7 Agroindústria de Alimentos - Av. das Américas, 29501, 23020-470, Rio de Janeiro – RJ.  
8 [murillo.freire@embrapa.br](mailto:murillo.freire@embrapa.br); [agnelli.holanda@embrapa.br](mailto:agnelli.holanda@embrapa.br); [rodrigo.silveira@embrapa.br](mailto:rodrigo.silveira@embrapa.br);  
9 [otniel.freitas@embrapa.br](mailto:otniel.freitas@embrapa.br)

## 10 **RESUMO**

11 O mamão é um fruto altamente perecível e após a colheita tornam-se mais susceptível  
12 ao ataque de fungos, necessitando de tratamentos para manutenção de sua qualidade. O  
13 intuito deste trabalho foi comparar o efeito de três doses de irradiação por feixe de  
14 elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. Frutos  
15 foram colhidos no 2º estágio de maturação e três doses de radiação por feixe de elétrons  
16 (1, 3 e 5 kGy) foram testadas. Frutos sem irradiação foram usados como controle.  
17 Foram analisadas a alteração da cor da casca dos frutos e a incidência de lesões de  
18 antracnose e podridão peduncular em cada tempo de análise (0, 4, 7, 11 e 14 dias). Nos  
19 primeiros sete dias os frutos foram mantidos armazenados a 12 °C, posteriormente, a 22  
20 °C. As três doses de irradiação por feixe de elétrons aplicadas promoveram a aceleração  
21 da degradação da pigmentação verde dos frutos, em relação aos frutos controle. Doses  
22 maiores podem ter inativado a clorofilase, visto que não houve alteração na cor da casca  
23 dos frutos após o sétimo dia, o que não foi observado na dose de 1 kGy, a qual teve  
24 comportamento semelhante ao tratamento controle. Pequenos pontos escuros surgiram  
25 nos frutos irradiados, os quais evoluíram para manchas do tipo queimadura, mais  
26 acentuadas na maior dose. Em relação às lesões de antracnose e podridão peduncular,  
27 elas foram detectadas nos frutos dos tratamentos controle e irradiado na dose de 1 kGy  
28 aos 14 dias de armazenamento e foram menos severas do que nos frutos irradiados a 3 e  
29 5 kGy, que aos 11 dias de armazenamento já mostravam severas lesões. Doses de  
30 irradiação por feixe de elétrons menores de 1 kGy devem ser testadas, pois podem ser  
31 eficazes na redução dos sintomas das doenças fungicas em mamão 'Golden'.

32

33 **PALAVRAS-CHAVE:** *Carica papaya* L.; *Doenças pós-colheita*, *Radiação*,  
34 *Fitopatógenos*, *Coloração*.

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

35

36 **ABSTRACT**

37 **Effect of irradiation by electron beam on the skin color and the**  
38 **incidence of fungi in papaya 'Golden'**

39 Papaya is an highly perishable fruit and after harvest and become more susceptible to  
40 fungal attack, requiring treatment for maintaining its quality. The purpose of this study  
41 was to compare the effect of three doses of irradiation by electron beam on the skin  
42 color and the incidence of fungi in papaya 'Golden'. Fruits were harvested in the 2<sup>nd</sup>  
43 stage of maturation, selected irradiated with three doses of radiation by electron beam  
44 (1, 3 and 5 kGy). Fruits without irradiation were used as controls. It was analyzed the  
45 change of the fruit skin color and the incidence of anthracnose and stem-end rot lesions  
46 during the storage time (0, 4, 7, 11 and 14 days). In the first seven days, fruits were  
47 stored at 12 °C, after that at 22 °C. The three electron beam radiation doses applied  
48 promoted the degradation of green pigment of fruits when compared to control fruits.  
49 Higher doses possibly inactivated the chlorophyllase, since there was no skin color  
50 changes of fruits after the seventh day, which was not observed at a dose of 1 kGy,  
51 which experienced similar behavior to the control treatment. Small black spots on the  
52 papaya skin appeared in irradiated fruits, which grow and were more pronounced at the  
53 5 kGy dose. Regarding the anthracnose and stem-end rot injuries, they were detected in  
54 the control treatments and in the irradiated at a dose of 1 kGy to 14 days of storage and  
55 were less severe than in irradiated fruits at 3 and 5 kGy with 11 days of storage already  
56 showed severe lesions. Irradiation doses smaller than 1 kGy should be tested since they  
57 can be effective in reducing symptoms of the fungal postharvest diseases in papaya  
58 'Golden'.

59

60 **Keywords:** *Carica papaya* L.; *Postharvest diseases*, *Radiation*, *Plant pathogens*,  
61 *Coloring*.

62

63 Frutas são alimentos altamente perecíveis e após a colheita tornam-se mais  
64 susceptíveis ao ataque de fungos, necessitando de tratamentos para manutenção de sua  
65 qualidade. Os fungos são importantes causadores de perdas na pós-colheita (COSTA et  
66 al., 2011).

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

67 Nery-Silva et al. (2007) destacam as doenças na fase pós-colheita como  
68 principal fator limitante ao aumento da produção e exportação de mamões. Antracnose  
69 e podridão peduncular são as principais doenças nesta fase do mamão (CIA et al., 2007;  
70 DANTAS et al., 2003).

71 A irradiação por feixe de elétrons aplicada em frutas tem mostrado sucesso na  
72 preservação da qualidade (MORENO et al., 2007a; PIMENTEL & WALDER, 2004) e  
73 potencial fungicida (HAN et al., 2004; SANCHEZ-BEL et al., 2005), mostrando ser um  
74 procedimento adequado para o uso em frutas.

75 O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito de diferentes tratamentos sobre a  
76 cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'.

77

## 78 **MATERIAL E MÉTODOS**

79 Mamões 'Golden' colhidos no 2º estágio de maturação foram adquiridos no  
80 Ceasa-RJ, após a sua seleção e padronização.

81 Os frutos foram irradiados na Acelétron Irradiação Industrial, empresa  
82 localizada na cidade do Rio de Janeiro - RJ. Três doses de radiação por feixe de elétrons  
83 (1, 3 e 5 kGy) foram testadas, e frutos sem irradiação foram usados como controle. Os  
84 frutos foram irradiados embalados, em caixas de papelão com capacidade de 10,5 kg,  
85 conforme comercializados.

86 Após a irradiação, os frutos foram conduzidos a Planta Piloto de Pós-colheita da  
87 Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, local onde os frutos foram  
88 armazenados e realizadas as análises.

89 Após os tratamentos, os frutos foram armazenados por um período de 14 dias,  
90 sendo que os 7 primeiros dias, os frutos foram mantidos a 12 °C e no tempo restante a  
91 22 °C, simulando condições de transporte e comercialização dos frutos, conforme  
92 metodologia adaptada de Fonseca (2002).

93 Aos dias 0, 4, 7, 11 e 14 foram realizadas as análises. O experimento foi  
94 conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três repetições por  
95 tratamento, sendo cada repetição representada por uma parcela composta por 2 frutos,  
96 totalizando seis frutos por tratamento.

97 A cor da casca e a incidência de fungos foram avaliadas visualmente em cada  
98 dia de análise. A cor da casca foi analisada baseada numa escala visual adaptada de

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

99 Medina (1989) com 6 notas: **1**-Frutos com casca verde; **2**-Frutos com estria levemente  
100 amarela; **3**-Frutos com estrias amarelas; **4**-Frutos com região equatorial amarelo-  
101 esverdeada; **5**-Frutos amarelos com pontos verdes; **6**-Frutos amarelos.

102 A incidência de lesões fúngicas típicas de antracnose foi baseada na escala de  
103 notas (4 notas) sugerida por Pimentel et al. (2007): **0**- mamão sem lesão fúngica; **1**-  
104 mamão com lesões de diâmetro inferior a 1,0 cm; **2**- mamão com lesões de diâmetro  
105 entre 1,0 e 2,0 cm; **3**- mamão com lesão de diâmetro maior que 2,0 cm. Enquanto que  
106 para lesões de podridão peduncular foi estabelecido um índice de contaminação  
107 expresso em %, em função do número de frutos com podridão peduncular em relação ao  
108 total de frutos de cada tratamento, variando de 0 – 5: 0- 0% de frutos contaminados; 1-  
109 15% de frutos contaminados; 2- 30% de frutos contaminados; 3- 50% de frutos  
110 contaminados; 4- 80% de frutos contaminados; 5- 100% de frutos contaminados.

111

## 112 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

113 Quando os mamões foram mantidos a 12 °C, durante os 7 primeiros dias de  
114 armazenamento, a irradiação por feixe de elétrons acelerou a mudança de cor da casca  
115 dos frutos em comparação com a casca dos frutos controle (não irradiados), e entre as  
116 doses testadas não houve diferença (Figura 1). Após o sétimo dia de armazenamento,  
117 houve mudança acelerada na coloração da casca dos frutos controle de verde com  
118 estrias levemente amarelas para casca amarela com pequenos pontos verdes. Nesta fase,  
119 frutos tratados na dose de 1 kGy tiveram comportamento semelhante ao tratamento  
120 controle até o final do período de armazenamento.

121 Foi observado a indução da degradação da pigmentação verde da casca dos  
122 frutos em função das doses utilizadas de irradiação por feixe de elétrons. Nas maiores  
123 doses 3 kGy e 5 kGy provavelmente houve inibição da clorofilase, enzima responsável  
124 pela degradação da clorofila, pigmento responsável pela coloração verde dos frutos,  
125 pois após o sétimo dia de armazenamento não foi observada alteração na cor da casca  
126 dos frutos nestes tratamentos, o que não foi observado na dose de 1 kGy. Resultado  
127 diferente foi encontrado em mangas irradiadas por feixe de elétrons até a dosagem de 3  
128 kGy, em que efeito negativo não foi observado sobre a qualidade sensorial e química  
129 das frutas (MORENO et al., 2007b).

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

130 Além de indução da degradação da clorofila, a irradiação por feixe de elétrons  
131 causou injúria na casca dos frutos, inicialmente com sintomas na forma de pequenos  
132 pontos escuros que evoluíram para manchas do tipo queimadura ao longo do período de  
133 armazenamento, sendo mais acentuadas na maior dose testada (5 kGy). Na dose de 1  
134 kGy não houve evolução dos pequenos pontos escuros.

135 Em relação a incidência de fungos, até o décimo primeiro dia de armazenamento  
136 não foi observado lesões fúngicas nos frutos nos tratamentos controle e irradiados na  
137 dose de 1 kGy, sendo que nas doses de 3 kGy e 5 kGy lesões típicas de antracnose (>  
138 1,5 cm) foram observadas nos frutos neste período. Aos 14 dias de armazenamento foi  
139 observado lesões de antracnose em todos os tratamentos, mas lesões menores (< 1,0 cm)  
140 foram observadas nos tratamentos controle e irradiação na dose de 1 kGy. Lesões  
141 maiores de 2,0 cm desenvolveram nos frutos tratados nas doses de 3 kGy e 5k Gy.  
142 Resultado diferente foi encontrado em amêndoas irradiadas por feixe de elétrons na  
143 dose de 3 kGy, dosagem eficiente para o controle do fungo *Aspergillus* sp., sem  
144 interferência sobre as características sensoriais das amêndoas (SANCHEZ-BEL et al.,  
145 2005).

146 Lesões típicas de podridão peduncular só foram observadas no último dia de  
147 análise, aos 14 dias, em todos os tratamentos, no entanto maior incidência ocorreram  
148 nos frutos tratados com a dose de 5 kGy e também foi observado lesões bem mais  
149 avançadas do que nos demais tratamentos (Figura 3). Efeito fungicida pela irradiação  
150 por feixe de elétrons na dose de 1 kGy foi observado em alfaces minimamente  
151 processados (HAN et al., 2004).

152 Vários estudos têm comprovado o efeito benéfico da irradiação por feixe de  
153 elétrons na pós-colheita de frutas, no entanto, no caso do mamão doses menores do que  
154 1 kGy devem ser testadas em busca de resultados mais satisfatórios. Apesar de ter,  
155 provavelmente, acelerado a degradação de clorofila, frutos tratados com 1 kGy tiveram  
156 comportamento semelhante aos frutos do tratamento controle, em relação à menor  
157 incidência de lesões fúngicas típicas de antracnose e podridão peduncular, o que indica  
158 que doses de irradiação por feixe de elétrons menores de 1 kGy podem ser eficazes na  
159 conservação pós-colheita do mamão 'Golden'.

160

161

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

162

## 163 **AGRADECIMENTOS**

164 Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de estudo, à Embrapa Agroindústria  
165 de Alimentos pela possibilidade de execução desta pesquisa e à Acelétron Irradiação  
166 Industrial pelo financiamento dos frutos e realização da irradiação por feixe de elétrons.

167

## 168 **REFERÊNCIAS**

169 CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; BENATO, E. A.; CAMILI, E. C.; SANTOS, C. A.  
170 Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya  
171 anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 366-  
172 373, 2007.

173

174 COSTA, L. C.; RIBEIRO, W. S.; ALMEIDA, E. I. B.; CARNEIRO, G. G.; BARBOSA,  
175 J. A. Procedência, qualidade e perdas pós-colheita de mamão 'Havá' no mercado  
176 atacadista da Empresa de Campina Grande-PB. **Agropecuária Técnica**, v. 32, n. 1, p.  
177 21-34, 2011.

178

179 DANTAS, S. A. F.; OLIVEIRA, S. M. A.; MICHEREFF, S. J.; NASCIMENTO, L. C.;  
180 GURGEL, L. M. S.; PESSOA, W. R. L. S. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e  
181 laranjas comercializados na Central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia**  
182 **Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 5, p. 528-533, 2003.

183

184 FONSECA, M. J. DE O. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.):**  
185 **análise das cultivares Sunrise Solo e Golden, sob controle de temperatura e da**  
186 **atmosfera**. 2002. 177f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e  
187 Tecnologias Agropecuárias. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos  
188 Goytacazes, 2002.

189

190 HAN, J.; GOMES-FEITOSA, C. L.; CASTELL-PEREZ, E.; MOREIRA, R. G.;  
191 SILVA, P. F. Quality of packaged romaine lettuce hearts exposed to low-dose electron  
192 beam irradiation. **LWT-Food Science and Technology**, v. 37, n. 7, p. 705-715, 2004.

193

194 MEDINA, J. C. **Cultura: mamão**. Campinas: ITAL 1989. 117p. (ITAL. Série Frutas  
195 Tropicais, 7).

196

197 MORENO, M. A.; CASTELL-PEREZ, M. E.; GOMES, C.; SILVA, P. F.; MOREIRA,  
198 R. G. Quality of electron beam irradiation of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) at  
199 medium dose levels (1.0-3.2 kGy). **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, n. 7, p.  
200 1123-1132, 2007a.

201

202 MORENO, M. A.; CASTELL-PEREZ, M. E.; GOMES, C.; SILVA, P. F.; KIM, J.;  
203 MOREIRA, R. G. Optimizing electron beam irradiation of "Tommy Atkins" mangoes  
204 (*Mangifera indica* L.). **Journal of Food Process Engineering**, v. 30, n. 4, p. 436-457,  
205 2007b.

206

Oliveira, P.S., Junior, M.F., Oliveira, A.H., Campos, R.S., Freitas-Silva, O. 2015. Efeitos da irradiação por feixe de elétrons sobre a cor da casca e a incidência de fungos em mamão 'Golden'. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

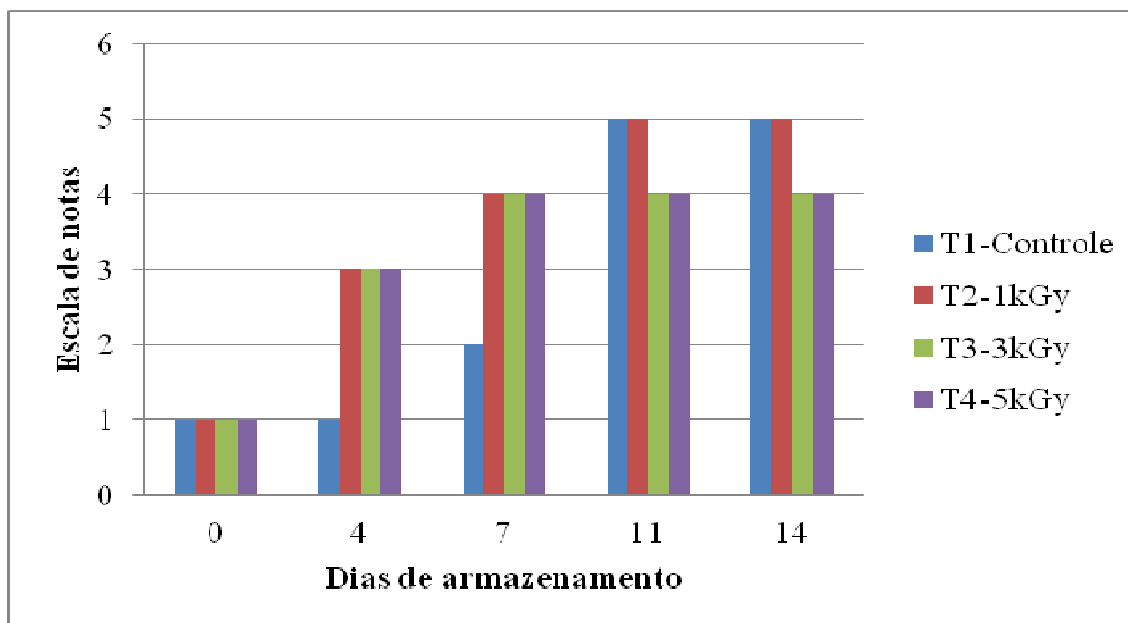
207 NERY-SILVA, F. A.; MACHADO, J. C.; RESENDE, M. L. V.; LIMA, L. C. O.  
208 Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão.  
209 **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1374-1379, 2007.

210  
211 PIMENTEL, R. M. A.; MARCONDES, Y. E. M.; WALDER, J. M. M. Qualidade do  
212 mamão cv. Solo submetido ao choque térmico e tratamento quarentenário por radiação  
213 gama. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 483-487, 2007.

214  
215 PIMENTEL, R. M. A.; WALDER, J. M. M. Gamma radiation in papaya harvested at  
216 three stages of maturation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.2, p.146-150, 2004.

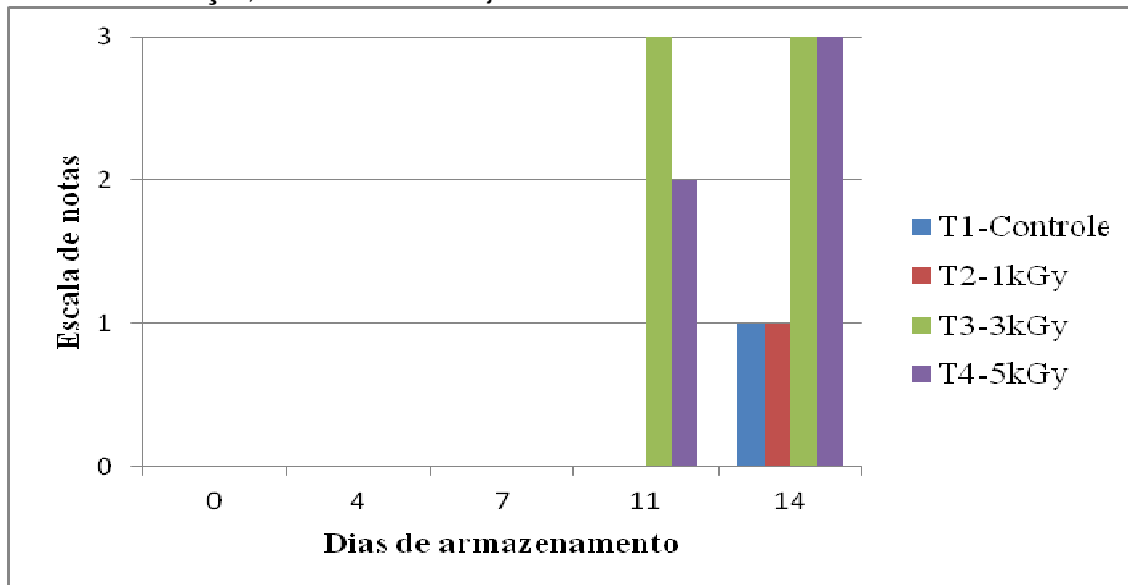
217  
218 SÁNCHEZ-BEL, P.; MARTÍNEZ-MADRID, M. C.; EGEA, I.; ROMOJARO, F. Oil  
219 quality and sensory evaluation of almond (*Prunus amygdalus*) stored after electron  
220 beam processing. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 7, p. 2567-  
221 2573, 2005.

222  
223  
224



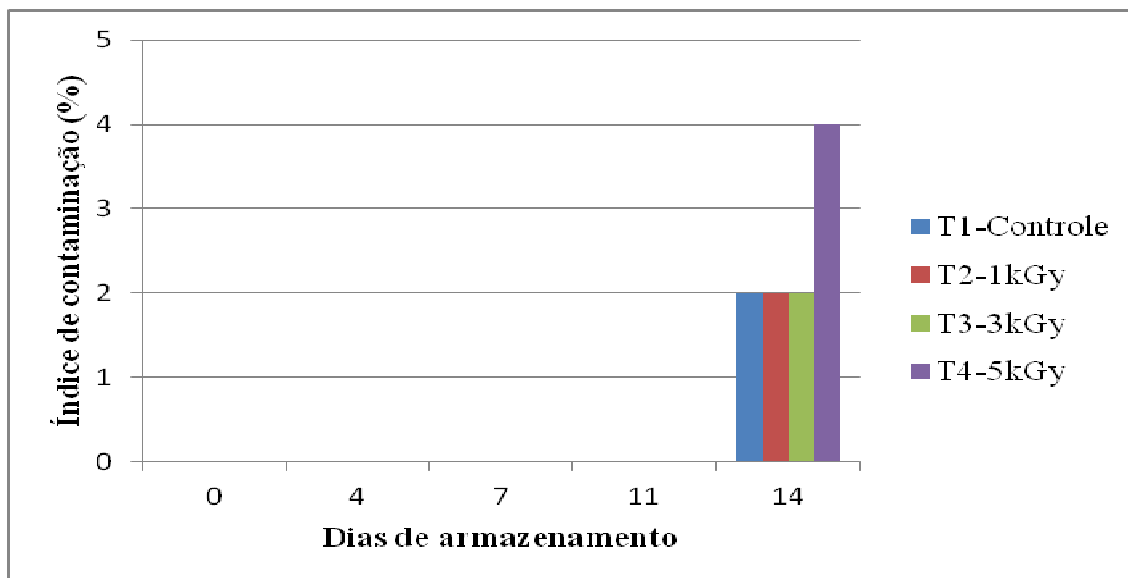
225 **Figura 1:** Cor da casca de mamão 'Golden' segundo escala de notas: 1-Frutos com  
226 casca verde; 2-Frutos com estria levemente amarela; 3-Frutos com estrias amarelas; 4-  
227 Frutos com região equatorial amarelo-esverdeada; 5-Frutos amarelos com pontos  
228 verdes; 6-Frutos amarelos (Papaya peel color 'Golden' second rating scale: 1-fruit with  
229 green skin; 2-Fruits with slightly yellow streak; 3-fruit with yellow stripes; 4-fruit with  
230 yellow-green equatorial region; 5-yellow fruit with green dots; 6-Yellow Fruits)

231  
232  
233



234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241

**Figura 2:** Incidência de fungos em mamão 'Golden' baseada em escala de notas: **0-** Mamão sem lesão; **1-** Mamão com lesões de diâmetro inferior a 1,0 cm; **2-** Mamão com lesões de diâmetro entre 1,0 e 2,0 cm; **3-** Mamão com lesão de diâmetro maior que 2,0 cm (Fungi incidence in 'Golden' papaya-based rating scale: 0-Papaya without injury; 1-Papaya with diameter of lesions less than 1.0 cm; 2-Papaya lesions with diameter between 1.0 and 2.0 cm; 3-Papaya with lesion diameter greater than 2.0 cm).



242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249

**Figura 3:** Índice de contaminação de podridão peduncular em mamão 'Golden' de 0- 5: **0-** 0% de frutos contaminados; **1-** 15% de frutos contaminados; **2-** 30% de frutos contaminados; **3-** 50% de frutos contaminados; **4-** 80% de frutos contaminados; **5-** 100% de frutos contaminados (Stem-end rot infection rate in papaya 'Golden' of 0- 5: 0- 0% of contaminated fruits; 1- 15% of infected fruits; 2- 30% of infected fruits; 3- 50% infected fruits; 4- 80% of infected fruits; 5- 100% infected fruits).