

## AVALIAÇÃO DO USO DE OZÔNIO E DE OUTROS TRATAMENTOS ALTERNATIVOS PARA A CONSERVAÇÃO DO MAMÃO PAPAIA (*Carica papaya L.*)

C. P. Kechinski<sup>1</sup>, L. D. F. Marczak<sup>1</sup>, C. Z. Noreña<sup>2</sup>, P. V. R. Guimarães<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL  
E-MAIL: [carolina.kechinski@ufrgs.br](mailto:carolina.kechinski@ufrgs.br)

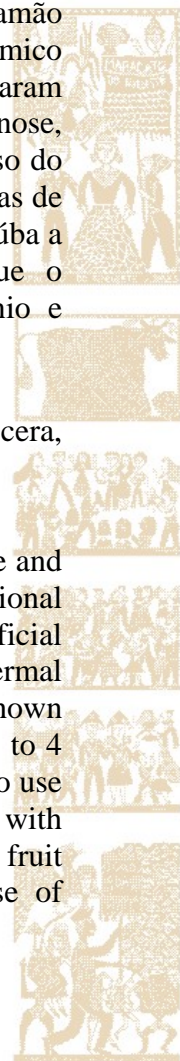
<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos,  
Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS – BRASIL

**RESUMO** – O mamão papaia (*Carica papaya L.*) é um produto muito perecível e o uso de Ozônio (O<sub>3</sub>) tem sido recomendado como um tratamento alternativo aos compostos clorados tradicionais, visto que não deixa resíduos. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da sanitização superficial do mamão papaia com água ozonizada (1 a 4 ppm de O<sub>3</sub>), otimizar o tratamento hidrotérmico (45 a 65 °C) e avaliar a utilização de cera de carnaúba. Os resultados mostraram que o uso de O<sub>3</sub> na água ozonizada não foi efetivo na eliminação da antracnose, razão pela qual foi necessário o uso do tratamento hidrotérmico prévio ao uso do O<sub>3</sub>, sendo que os melhores resultados obtidos foram nas temperaturas próximas de 55°C por 1 minuto. Verificou-se, também, que o uso isolado de cera de carnaúba a 25% apresentou crescimento fúngico por baixo da cera, indicando que o tratamento ideal deva ser composto de tratamento térmico, uso de ozônio e aplicação de cera.

**PALAVRAS-CHAVE:** mamão papaia, ozônio, tratamento com cera, tratamento hidrotérmico.

**ABSTRACT** – The papaya fruit (*Carica papaya L.*) is very perishable and the ozone (O<sub>3</sub>) has been recommended as an alternative treatment to traditional chlorine compounds. The objective of this study was to evaluate the superficial healthiness of papayas by ozone water (1 to 4 ppm), optimize the hydrothermal treatment (45 to 65°C) and evaluate the use of carnauba wax. The results shown that since the immersion of the fruits in ozoned water at concentrations of 1 to 4 ppm of O<sub>3</sub> were not effective in the removal of antracnose, it was necessary to use hydrothermal treatments before the use of O<sub>3</sub>. Best results were obtained with temperatures close to 55°C for 1 minute. The use of ozone did not affect the fruit cuticular surface, while the hydrothermal treatment, together with the use of carnauba wax provided the recovering of the natural fissures of the fruit.

**KEY-WORDS:** ozoned water; hydrothermal treatment; papaya



## 1. INTRODUÇÃO

Mamão papaia é uma fruta tropical, de alto valor agregado, bastante consumida no Brasil, sendo que apenas uma pequena porção de sua produção (1.600.000 toneladas) é destinada para a exportação (35.000 toneladas) (Brapex, 2005). Por possuir uma atividade de água elevada, é facilmente contaminado por fungos durante a armazenagem e distribuição; desta forma, estudos pós-colheita com foco nas boas práticas de pós-colheita são interessantes para o mercado. As perdas na fase do pós-colheita podem chegar a 40% do total produzido e são causadas, normalmente, por danos mecânicos, problemas fitossanitários e descarte durante a seleção.

Agentes sanitizantes derivados de cloro têm sido utilizados para a limpeza de superfícies e para a redução da população microbiana na higienização de frutas e verduras (Delaquis *et al.*, 2004). No entanto, esses agentes produzem compostos orgânicos clorados, como os trihalometanos, que possuem um alto potencial carcinogênico (Fawell, 2000).

Segundo Liberato & Tatagiba (2001), as principais doenças pós-colheita do mamão, Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) e a podridão peduncular, causada por diversos fungos, entre os quais *C. gloeosporioides* e *Phoma caricae-papayae*, causam importantes perdas em pós-colheita, constituindo fatores limitantes à exportação.

O Ozônio vem sendo utilizado para a sanitização de águas engarrafadas para o consumo humano com comprovada eficácia sobre bactérias, fungos, leveduras, vírus e protozoários (Restaino *et al.*, 1995). Kim *et al.* (1999) utilizaram água ozonizada para a redução da população microbiana e para aumentar a vida de prateleira de algumas frutas e vegetais minimamente processados. Atualmente, o aumento da atividade antioxidante de algumas enzimas, como a fenilalanina amônia liase (PAL), estão sendo

relacionadas com o processo de senescência de vegetais (An *et al.*, 2007). Portanto, o uso de água ozonizada tem se mostrado uma boa alternativa em substituição aos agentes sanitizantes tradicionais com boa eficiência a baixas concentrações e curto tempo de contato e sem a formação de produtos tóxicos (Beltrán *et al.*, 2005) pois é altamente reativo e não deixa resíduos.

Em estudos preliminares efetuados pelo grupo de pesquisa em Engenharia de Processos em Alimentos (ICTA, DEQUI/UFRGS) observou-se que o ozônio foi eficiente para combater a grande maioria das doenças pós-colheita que afetam o mamão. Porém a Mancha Chocolate, por ser um fungo do interior do fruto, somente é inativado perante um banho hidrotérmico.

Face ao exposto, este trabalho foi motivado pela necessidade de se conhecer melhor as propriedades tecnológicas da aplicação do ozônio em frutas e verduras, inicialmente no mamão papaia (*Carica papaya L.*) tipo *golden*, e avaliar a sua eficiência a fim de encontrar formas sanitizantes alternativas às tradicionais e que sejam menos nocivas à saúde humana.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos do mamoeiro cultivar solo, variedade *golden*, foram colhidos 4 (quatro) dias antes da aplicação do experimento em pomar comercial localizado no município de Nova Viçosa no estado da Bahia sem nenhum tratamento prévio. Foram transportados em caixas de madeira até o estado do Rio Grande do Sul percorrendo mais de 2,5 mil Km onde foram imediatamente tratados e armazenados a uma temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . A caracterização da amostra inicial forneceu os seguintes valores: comprimento  $12,95 \pm 0,79\text{cm}$ ; largura de  $8,32 \pm 0,34\text{cm}$  e massa  $387,16 \pm 24,65\text{g}$ .

Inicialmente executou-se um experimento fatorial para identificar quais as variáveis relevantes no processo: tempo de contato, concentração de ozônio dissolvido na água,

forma de contato (imersão ou aspersão), temperatura da água do banho hidrotérmico e concentração da câmara ozonizada. Posteriormente, realizou-se um delineamento experimental 2x3, inteiramente casualizado, em duplicata, com 10 frutos por tratamento. Os fatores foram avaliados em 2 e 3 níveis: concentração da água ozonizada (2 e 4 ppm) e temperatura do tratamento hidrotérmico (45, 55 e 65 °C), ambos no tempo fixo de 1 minuto.

Os frutos foram escovados em uma máquina classificadora com cerdas suaves compostas de 100% de crina de cavalo que auxiliam na remoção das sujidades provenientes do campo e aumentam o brilho dos frutos. Para a comparação entre o efeito do Ozônio e os fungicidas tradicionais utilizou-se o imazalil (nome comercial Magnate 500CE) em concentrações entre 1 e 2%. Para o tratamento, os frutos foram imersos em solução fungicida durante 1 min.

Os diferentes tratamentos foram avaliados através dos seguintes parâmetros: acidez, sólidos solúveis, índice de maturação, pH, perda de peso, vitamina C e análise de cor.

A acidez total titulável foi determinada em percentagem de ácido cítrico, pela titulação de alíquota de 10g de amostra em 75mL de água destilada com solução 0,1N de NaOH, em presença de fenolftaleína (AOAC, nº 942.15, 2002).

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados com o uso de refratômetro Carl Zeiss Mod.32-G e a leitura corrigida para 20°C (AOAC, nº 932.12, 2002).

O “ratio” (índice de maturação) foi calculado dividindo-se o valor de sólidos solúveis (°Brix) pelo valor da acidez total titulável.

Para medida do pH foi utilizado um potenciômetro Coleman Mod.39 a 20°C.

A Perda de Peso foi realizada com uma média de 3 mamões em cada tratamento referente a perda de massa fresca, em relação à massa inicial.

O teor de vitamina C (ácido l-ascórbico) foi determinado através do método fotocolorimétrico da reação com o corante 2,6-diclorofenol indofenol (A.O.A.C no 43.056, 2000).

A coloração da casca dos frutos foi determinada através do colorímetro de Hunter modelo Labsacan XE. As medidas foram feitas em quatro pontos distintos, na parte equatorial dos frutos. Os resultados estão expressos na proporção dos parâmetros de Hunter (L), que indica o escurecimento da casca, parâmetro de Hunter (a), que indica a perda da cor verde e parâmetro de Hunter (b), que mostra a evolução da cor amarela.

A Tabela 1 mostra como as amostras foram codificadas. Os frutos submetidos a tratamento térmico sob diferentes temperaturas ficaram em contato durante o tempo fixo de 1 minuto. Os frutos que não sofreram tratamento algum foram denominados amostra controle (AC). Os frutos que foram apenas pulverizados com cera foram denominados “CE”.

Tabela 1: Codificação dos Tratamentos

Código	Escovação (E) / Imersão (I)	Concentração de Ozônio (ppm)	Tempo de contato com O <sub>3</sub> (min)	Concentração de Imazali 1 (%)	Temperatura Tratamento Térmico (°C)
AC	0	0	0	0	0
O21	E	2	1	0	0
O22	E	2	2	0	0
O41	E	4	1	0	0
O42	E	4	2	0	0
M11	I	0	1	1	0
M12	I	0	2	1	0
M21	I	0	1	2	0
M22	I	0	2	2	0
45O2	E	2	1	0	45
55O2	E	2	1	0	55
65O2	E	2	1	0	65
45O4	E	4	1	0	45
55O4	E	4	1	0	55
65O4	E	4	1	0	65

Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA. Nos modelos

significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro utilizando o programa Statística 8.0.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Câmara Ozonizada

Os experimentos preliminares mostraram que o uso de O<sub>3</sub> em concentrações entre 0,4 e 0,6 ppm, em câmara ozonizada, resultaram em frutas com manchas na casca do fruto por possível oxidação de componentes da parede celular indicando que o tratamento em câmaras ozonizadas não é adequado à pós-colheita do mamão. Além disto, não houve diferença significativa entre os tempos de contato de 1 e 2 minutos com a água ozonizada. Os frutos tratados em câmara ozonizada a 0,3 ppm não foram efetivos para conter o crescimento fúngico; resultados similares a este foram obtidos por Abreu, 2006 que utilizou câmara ozonizada para a conservação de pêssegos e observou que o ozônio não foi eficiente para o controle dos patógenos *Monilinia fructicola* e *Rhizopus spp.*

#### 3.2 Uso de Fungicida

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com o uso do fungicida imazalil. A análise desta tabela mostra que o tempo maior de contato do fungicida com os frutos influenciou significativamente na perda de mais de 10% vitamina C, para a concentração de 2%, dos frutos quando comparadas com amostras controle, sem tratamento, durante o mesmo período. Já a concentração do fungicida para um tempo maior de contato afetou significativa e positivamente na perda de vitamina em 9,6%. Na Tabela 2 observa-se que o tratamento que apresentou maior perda de Vitamina C foi o de 1000 ppm de magnate durante 2 minutos. Os demais tratamentos com fungicida mostraram ser bons retentores de Vitamina C, apresentando teores significativamente maiores que o controle.

A Figura 1 mostra a predição de vitamina C (VitC) em função do tempo de contato em minutos (t) e da concentração de imazalil em ppm (i). A curva obtida apresentou um coeficiente de regressão de 0,994.

Tabela 2: Resultados obtidos para o uso de imazalil no tratamento de mamão papaia

TRAT	VIT C		TRAT	Ratio	
AC	70,74 ±	1,59 a	AC	103,8 ±	0,6 a
M11	83,61 ±	0,21 c	M11	94,6 ±	9,8 a
M12	61,91 ±	1,12 b	M12	81,7 ±	3,7 a
M21	82,87 ±	0,66 c	M21	95,4 ±	9,9 a
M22	82,06 ±	1,50 c	M22	57,5 ±	11,1 a
TRAT	Perda de Peso		TRAT	Cor (H°)	
AC	2,17% ±	0,63% a	AC	66,7 ±	2,9 b
M11	3,12% ±	0,30% a	M11	66,4 ±	0,7 b
M12	2,56% ±	0,64% a	M12	83,4 ±	4,2 c
M21	3,08% ±	0,77% a	M21	58,3 ±	3,1 a
M22	1,67% ±	0,14% a	M22	81,0 ±	4,4 c

\* Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos analisados pelo teste Tukey HSD.

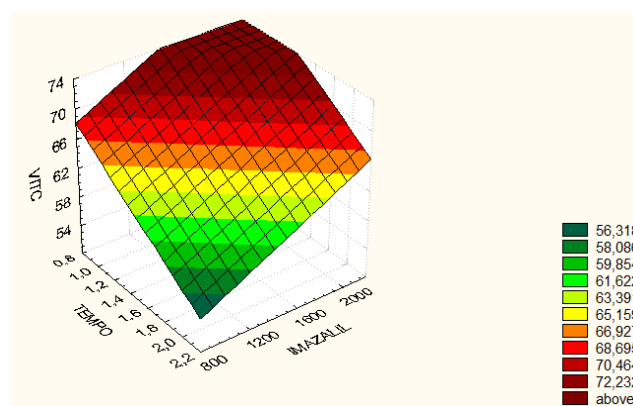


Figura 1: Superfície de resposta para a perda de vitamina C com o uso de fungicida

Tavares & Souza, 2005 já haviam comprovado a eficiência do imazalil em baixas concentrações frente a outros fungicidas comerciais e os resultados obtidos comprovaram que o seu uso conteve a proliferação fúngica. Os valores obtidos para o ratio e cora mostraram que o uso fungicida não afeta significativamente no grau de maturação dos frutos, o que pode ser confirmada pela análise da Figura 2, que mostra uma fotografia dos frutos, após dez dias, para a amostra controle e para os tratamentos com fungicida utilizados.

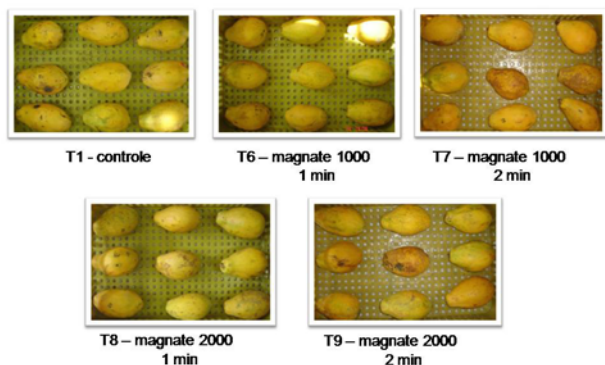


Figura 2: Fotografia dos frutos tratados com fungicida comparado com amostra controle.

### 3.3 Uso de ozônio

A Tabela 3 mostra os resultados para o uso de ozônio em água com concentrações de 2 e 4 ppm. Observa-se que o tempo de contato dos frutos em água ozonizada não influenciou significativamente na perda de vitamina C; porém, ao se elevar concentração da água ozonizada de 2 para 4 ppm obteve-se uma aumento de perda de vitamina C de 7 para 47% quando comparado com o controle.

Tabela 3: Resultados obtidos para o uso de ozônio no tratamento de mamão papaia

TRAT	VIT C		TRAT	Ratio	
AC	70,74 ± 1,59	a	AC	103,8 ± 0,6	a
O21	65,27 ± 4,52	a	O21	87,1 ± 12,4	a
O22	65,64 ± 0,88	a	O22	110,3 ± 23,5	a
O41	35,42 ± 0,56	b	O41	107,3 ± 7,1	a
O42	40,12 ± 2,89	b	O42	95,7 ± 5,3	a
TRAT	Perda de Peso		TRAT	Cor (H°)	
AC	2,17% ± 0,63%	a	AC	66,7 ± 2,9	a
O21	3,93% ± 1,72%	a	O21	64,8 ± 5,3	a
O22	3,92% ± 0,90%	a	O22	78,3 ± 3,1	a
O41	3,39% ± 1,67%	a	O41	78,6 ± 4,1	a
O42	4,55% ± 0,87%	a	O42	66,5 ± 3,2	a

\*Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos analisados pelo teste Tukey HSD.

A Figura 3 mostra a predição de vitamina C (VitC) em função da concentração de ozônio diluída na água ( $O_3$ ).

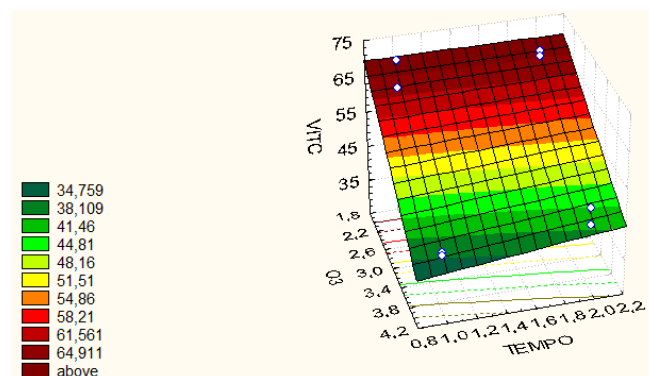


Figura 3: Superfície de resposta para o teor de vitamina C utilizando ozônio.

Foi observado, ainda, que a imersão em água ozonizada das frutas em concentrações de 1 a 5 ppm de  $O_3$  não foi efetiva na eliminação da antracnose, razão pela qual foi necessário o uso do tratamento hidrotérmico prévio ao uso do ( $O_3$ ), sendo que os melhores resultados obtidos foram nas temperaturas próximas de  $55^\circ C$  por 1 minuto.

Weber *et al.*, 1998, observaram o potencial antioxidante da vitamina C frente a sua exposição ao ozônio com concentrações de 1, 5 e 10 ppm durante 2 h. Mustafa, 1998 já havia sinalizado a toxicogenicidade do ozônio frente à Vitamina C. Os resultados obtidos sinalizaram uma perda de mais de 40% ao se usar concentrações maiores de ozônio. Os valores obtidos para o ratio e cor mostraram que o uso de água ozonizada não afeta significativamente no grau de maturação dos frutos, o que pode ser confirmada pela análise da Figura 4 que apresenta a fotografia dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos com água ozonizada.

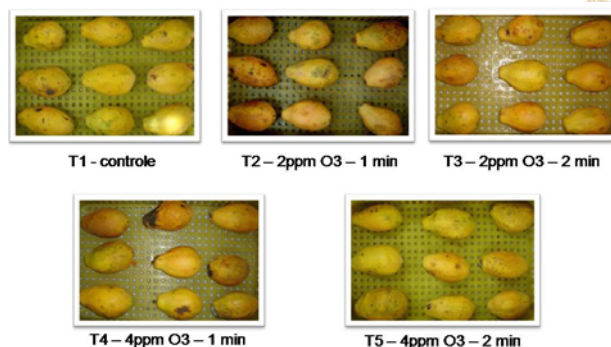


Figura 4: Fotografia dos frutos tratados com ozônio comparado com a amostra controle.

### 3.4 Uso de cera

A Figura 5 mostra uma fotografia dos frutos com o tratamento isolado de cera de carnaúba a 25% e a amostra controle. Observa-se que os frutos tratados com cera apresentaram crescimento fúngico por baixo da cera, indicando que o tratamento ideal deveria ser composto de tratamento térmico, uso de ozônio e aplicação de cera.



Figura 5: Frutos tratados com cera, comparados com a amostra controle.

A Tabela 4 apresenta os resultados para o tratamento com cera; é possível observar que a cera não afeta na perda de vitamina C, mas apresenta um ratio significativamente inferior, indicando que o uso da cera é um bom retardador do amadurecimento.

Tabela 4: Resultados obtidos para o uso de cera no tratamento de mamão papaia

TRAT	VIT C		TRAT	Ratio	
AC	70,74 ±	1,59 a	AC	103,8 ±	0,6 a
Ce	69,78 ±	1,13 a	Ce	76,8 ±	6,0 b
TRAT	Perda de Peso		TRAT	Cor (H°)	
AC	2,17% ±	0,63% a	AC	66,7 ±	2,9 a
Ce	2,70% ±	0,36% a	Ce	73,0 ±	10,4 a

\*Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos analisados pelo teste Tukey HSD.

### 3.5 Uso de ozônio, tratamento hidrotérmico e cera

A Tabela 5 mostra a comparação entre os diferentes tratamentos hidrotérmicos associados ao uso de ozônio e cera. Conforme pode ser observado, o tratamento hidrotérmico associado ao uso de ozônio a 4 ppm apresentou significativamente cerca de 40% mais perda de

vitamina C do que o mesmo tratamento a 2 ppm de ozônio quando comparados com o controle.

Tabela 5: Resultados obtidos para o uso de tratamento hidrotérmico, ozônio e cera nos frutos de mamão papaia

TRAT	VIT C		TRAT	Ratio	
AC	70,74 ±	1,59 a	AC	103,8 ±	0,6 a
45O2	67,08 ±	2,18 a,c	45O2	127,2 ±	5,3 a,c
55O2	58,43 ±	0,99 b,c	55O2	114,7 ±	8,5 a,c
65O2	59,48 ±	3,14 b,c	65O2	151,8 ±	13,9 b,c,d
45O4	111,38 ±	0,62 d	45O4	112,7 ±	3,1 a,b
55O4	102,23 ±	1,09 d	55O4	100,7 ±	9,6 2,c
65O4	85,28 ±	1,20 e	65O4	96,2 ±	3,4 d,c,e
TRAT	Perda de Peso		TRAT	Cor (H°)	
AC	2,17% ±	0,63% a	AC	66,7 ±	2,9 a
45O2	3,16% ±	0,68% a	45O2	81,6 ±	2,7 a
55O2	2,99% ±	0,56% a	55O2	79,5 ±	2,0 a
65O2	3,99% ±	0,49% a	65O2	76,9 ±	2,3 a
45O4	5,33% ±	1,67% a	45O4	77,1 ±	5,3 a
55O4	4,38% ±	0,14% a	55O4	80,9 ±	3,7 a
65O4	3,97% ±	0,68% a	65O4	66,4 ±	2,4 a

\*Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos analisados pelo teste Tukey HSD.

A Figura 6 mostra a predição de vitamina C (VitC) em função da concentração de ozônio diluída na água ( $O_3$ ) e da Temperatura (TEMP) do tratamento térmico. A predição de vitamina C (VitC) em função da concentração de ozônio diluída na água ( $O_3$ ) forneceu uma equação com um coeficiente  $R^2$  de 0,949. A análise desta figura indica que o tratamento hidrotérmico a 45°C não foi efetivo para conter o crescimento fúngico. Na Figura 7, que mostra uma fotografia dos frutos tratados com ozônio, tratamento térmico e cera, pode-se observar que os tratamentos a temperaturas de 65°C aceleraram o processo de maturação dos frutos.

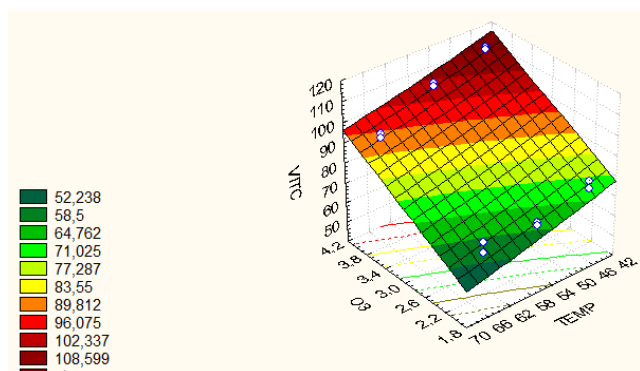


Figura 6: Superfície de resposta para o teor de vitamina C utilizando ozônio, tratamento hidrotérmico e cera.

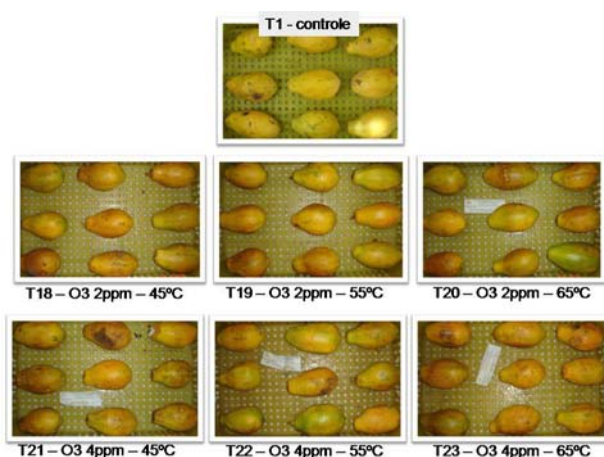


Figura 7: Fotografia dos frutos com uso de ozônio, tratamento hidrotérmico e cera.

#### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um estudo sobre o uso de tratamentos alternativos para a conservação do mamão papaia. O resultados mostraram que o uso de ozônio associado ao tratamento térmico e à cera pode ser utilizado como um tratamento alternativo ao imazalil. Cabe salientar que os resultados obtidos têm a sua validade delimitada pelos intervalos testados e pelas metodologias experimentais empregadas.

O uso de câmara ozonizada a concentrações superiores a 0,4 ppm prejudicam a casca do mamão, não tendo sido efetivo para o controle do *C. gloeosporioides*.

O uso do fungicida imazalil foi eficaz para o controle fúngico e não afetou no grau de

maturação dos frutos sendo que o melhor tratamento para otimizar a perda de Vitamina C foi durante 1 min com 2000 ppm.

O tempo de contato dos frutos entre 1 e 2 minutos com a água ozonizada não influencia nem no grau de maturação e nem na perda de vitamina C. A concentração de ozônio em valores próximos a 4 ppm influencia significativamente na degradação da vitamina C. O uso de ozônio em concentrações de 2 e 4 ppm não apresenta influência sobre o grau de maturação.

O uso isolado de cera não se constitui em um eficiente tratamento para os frutos de mamão. O uso de cera de carnaúba a 25% retarda o índice de maturação dos frutos.

O uso de ozônio aliado ao tratamento hidrotérmico e posterior aplicação de cera foi efetivo contra o crescimento fúngico.

#### 5. REFERÊNCIA

ABREU, FABIANA MARCHI de. Quantificação de danos e controle pós-colheita de podridão parda (*Monilinia fructicola*) e podridão mole (*Rhizopus spp.*) em pêssego. *Dissertação de Mestrado em Agronomia*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 49p. 2006.

Association of Official Analytical Chemists – AOAC. *Official Methods of Analysis*, 17, 1002p., 2002.

AN, J.; ZHANG, M.; LU, Q. Changes in some quality indexes in fresh-cut green asparagus pretreated with aqueous ozone and subsequent modified atmosphere packaging. *Journal of Food Engineering*, 78, p. 340-344, 2007.

BALBINO, J.M.S. Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya L.*) *Tese de Doutorado em Fisiologia Vegetal*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 104p, 1997.

BELTRÁN, D.; SELMA, M. V.; TUDELA, J. A.; GIL, M. I. Effect of different sanitizers on



microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 37, p. 37-46, 2005.

DELAQUIS, P.J., FUKUMOTO, L.R., TOIVONEN, P.M.A., CLIFF, M.A. Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 31, p. 81-91, 2004.

FAWELL, J. Risk assessment case study—chloroform and related substances. *Food Chemical Toxicology*. 38, p. S91-S95, 2000.

KIM, J.G., YOUSEF, A.E., CHISM, G.W. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. *Journal of Food Safety*. 19, p. 17-34, 1999.

MUSTAFA, M. G. Biochemical basis of ozone toxicity. *Free Radical Biology and Medicine*, Volume 9, Issue 3, p. 245-265, 1990.  
LIBERATO, J.R.; TATAGIBA, J.S. Avaliação de fungicidas in vitro e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular e frutos de mamão. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal, v.27, n.4, p.409-414, 2001.

RESTAINO, L., FRAMPTON, E.W., HEMPHILL, J.B., PALNIKAR, P. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, p. 3471-3475, 1995.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. S. Efeito de fungicidas no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya L.*). *Ciência Agrotecnológica*. Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, jan/fev, 2005.

WEBER, S. U.; THIELE, J. J. and PACKER, L. Ozone depletes vitamin C, urate and glutathione in murine stratum corneum. *Free Radical Biology and Medicine*, Volume 25, Supplement 1, p. S100, 1998.