



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

AValiação DO USO DE OZÔNIO SOBRE A CONSERVAÇÃO DO MAMÃO PAPAIA (*Carica papaya* L.) CULTIVAR SOLO VARIEDADE GOLDEN

Carolina Pereira Kechinski¹, Lígia Damasceno F. Marczak¹, Caciano Zapata Noreña², Renar João Bender³

¹Departamento 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, ligia@enq.ufrgs.br.

²Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS
Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS – BRASIL, E-MAIL: czapatan@ufrgs.br

³Departamento de Horticultura e Silvicultura, UFRGS
Av. Bento Gonçalves 7712, CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS – BRASIL, E-MAIL: rjbe@ufrgs.br

Palavras Chaves: mamão, papaya, ozônio, imazalil, cera, tratamento hidrotérmico, conservação, pós-colheita

Resumo:

*Devido à alta perecibilidade do mamão papaia (*Carica papaya* L.), estudos pós-colheita, com foco às boas práticas de estocagem e transporte, são importantes na cadeia de comercialização desse fruto. O uso de ozônio (O_3) tem sido recomendado como um tratamento alternativo aos compostos clorados tradicionais para o controle de podridões de diversos frutos além de ser considerado também um fungicida alternativo, visto que não deixa resíduos. Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo: estudar o efeito do (O_3) com o intuito de eliminar a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e as larvas da mosca-das-frutas no mamão papaia armazenado em câmaras ozonizadas em concentrações de 0 a 0,5 ppm; avaliar a sanitização superficial desse fruto através da imersão e aspersão em água ozonizada em concentrações de 0 a 6 ppm de O_3 durante 1 e 2 e 15 min; otimizar o tratamento hidrotérmico em temperaturas de 45 a 65 °C por períodos de 30 a 60 segundos e avaliar a utilização de cera. Os resultados mostraram que o uso de (O_3) em concentrações entre 0,2 e 0,5 ppm, em câmara ozonizada, resultaram em frutas com manchas na casca do fruto por possível oxidação de componentes da parede celular. Foi verificado ainda que a imersão em água ozonizada das frutas em concentrações de 1 a 5 ppm de O_3 não foram efetivas 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°C por 1 minuto. Verificou-se também que o uso isolado de cera de carnaúba a 25% apresentou crescimento fúngico por baixo da cera, idicando que o tratamento ideal deva ser composto de tratamento térmico, uso de ozônio e aplicação de cera.*

APOIO: CNPQ



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

1. Introdução

Mamão papaia é uma fruta tropical de alto valor agregado bastante consumida no Brasil e apenas uma pequena porção de sua produção (1.600.000 toneladas) é destinada para a exportação (35.000 toneladas) (Brapex, 2005) e, por possuir uma atividade de água elevada, é facilmente contaminado por fungos durante a armazenagem e distribuição; desta forma, estudos pós-colheita com foco em 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 na seleção durante a seleção (Santos & Godoy, 2006).

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). Em virtude disso, surgiu a necessidade de investigar a eficiência de métodos sanitizantes não tradicionais assim como estudar novas alternativas tecnológicas.

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. Outras doenças causadas por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. são a Pinta Preta e a Mancha Chocolate. Segundo Alvarez & Nishijima (1987), a Podridão Peduncular é causada por vários fungos em associação, entre os quais, por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., *Alternaria alternata* e *Fusarium solani sensu*. Segundo Silva et al. (2001), a podridão peduncular é uma doença causada por um complexo fúngico composto, principalmente, pelos seguintes agentes: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phoma caricae-papayae*, *Fusarium solani* e *Botryodiplodia theobromae*.

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). Ainda, 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



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

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 as tradicionais e que sejam menos nocivas à saúde humana.

Dentro deste contexto, os seguintes objetivos específicos foram alcançados:

- Estudar o efeito da água ozonizada na lavagem de frutos de mamão papaia nas concentrações entre 1 e 10ppm de O₃ (ozônio) e temperaturas entre 5 e 25°C.
- Avaliar o efeito da água ozonizada sobre o desenvolvimento microbiano de mamão, armazenados sob diferentes tratamentos, avaliados através de contagem total de microrganismos e contagem de bolores e leveduras.
- Estudar a mudança das propriedades físico-químicas (acidez, pH, vitamina C e sólidos solúveis) de amostras de mamão armazenados sob diferentes tratamentos de água ozonizada.
- Otimizar o processo de sanitização do mamão papaia mediante o uso de água ozonizada.
- Avaliar as condições de armazenagem de mamão papaia em câmaras mediante o uso contínuo da

injeção por atomização com soluções aquosas de ozônio em concentração entre 0,1 e 0,5 ppm e temperaturas entre 5 e 25°C.

- Avaliar a qualidade e estabilidade do produto durante o armazenamento na presença ou não de soluções aquosas de ozônio.
- Comparar os resultados obtidos com o uso de ozônio com outros tratamentos alternativos do pós-colheita.
- Otimizar as melhores condições de concentração e temperatura de aplicação de água ozonizada mais eficaz para os fungos normalmente encontrados no mamão com o intuito de prolongar a vida de prateleira do mamão papaia.

2 Materiais e Métodos

Os frutos do mamoeiro cultivar *solo*, variedade *golden*, foram colhidos 4 (quatro) dias antes da aplicação do experimento, no estádio de maturação 2 de acordo com a escala de maturação desenvolvida por Balbino (1997), em pomar comercial localizado na Bahia sem algum tratamento prévio. Foram transportados em caixas de madeira até o estado do Rio Grande do Sul percorrendo mais de 2,1 Km onde foram imediatamente tratados e armazenados a uma temperatura de 25±2°C. A caracterização da amostra inicial pode ser observada na Tabela 1.



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

Tabela 1: Caracterização inicial dos frutos de mamão

Comprimento (cm)	12,95 ± 0,79
Largura (cm)	8,32 ± 0,34
Peso (g)	387,16 ± 24,65
Cor – L*	68,52 ± 1,57
Cor – a*	2,76 ± 6,49
Cor – b*	57,12 ± 4,23
Textura (N)	4,52 ± 1,03
Acidez (mg de ácido cítrico/100g)	0,073 ± 0,001
°Brix	10,4 ± 0,1
Ratio (°Brix/Acidez)	142,5 ± 2,45
Vitamina C (mg de ácido l-ascórbico/100g)	87,02 ± 2,11

Foi inicialmente executado um experimento fatorial para identificar quais as variáveis mais relevantes, entre elas: 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 4ppm) e temperatura do tratamento hidrotérmico (45, 55 e 65°C) ambos no tempo fixo de 1 minuto. Os tratamentos foram codificados como segue:

- AC – Amostra Controle – sem tratamento
- O21 – Escovação dos frutos com água ozonizada a 2ppm durante 1 minuto

- O22 – Escovação dos frutos com água ozonizada a 2ppm durante 2 minutos
- O41 – Escovação dos frutos com água ozonizada a 4ppm durante 1 minuto
- O42 – Escovação dos frutos com água ozonizada a 4ppm durante 2 minutos
- M11 – Imersão em solução com 1% de imazalil (nome comercial Magnate 500CE) durante 1 minuto
- M12 – Imersão em solução com 1% de imazalil durante 2 minutos
- M21 – Imersão em solução com 2% de imazalil durante 1 minuto
- M22 – Imersão em solução com 2% de imazalil durante 2 minutos
- Ce – Tratamento com cera de carnaúba a 25%
- 45O2 – Escovação com água a temperatura de 45°C durante 1 minuto seguida de escovação com água ozonizada a 2ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.
- 55O2 – Escovação com água a temperatura de 55°C durante 1 minuto seguida de escovação com água ozonizada a 2ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.
- 65O2 – Escovação com água a temperatura de 65°C durante 1 minuto seguida de escovação com água ozonizada a 2ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.
- 45O4 – Escovação com água a temperatura de 45°C durante 1 minuto seguida de escovação com água ozonizada a 4ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.
- 55O4 – Escovação com água a temperatura de 55°C durante 1 minuto seguida de escovação com



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

água ozonizada a 4ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.

- 6504 – Escovação com água a temperatura de 65°C durante 1 minuto seguida de escovação com água ozonizada a 4ppm durante 1 minuto e acabamento com cera de carnaúba a 25%.

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.

Para os diferentes tratamentos foram avaliados os seguintes parâmetros: acidez, sólidos solúveis, índice de maturação, pH, perda de peso, teor de vitamina C, análise de cor, teste de textura, análise visual externa, contagem de microrganismos mesófilos e contagem de fungos e leveduras. 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 a 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 serão feitas em quatro pontos distintos, na parte equatorial dos frutos. Os resultados serão 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 textura da polpa foi efetuada na região equatorial do fruto, em quatro pontos equidistantes das partes externa e interna do mesocarpo, caracterizando alterações no sentido radial do mesocarpo do fruto por meio de um penetrômetro digital Magness-Taylor com agulha de 8 mm, a medida foi expressa em força suficiente para uma deformação de 80%. A contagem total de microrganismos mesófilos será realizada através de plaqueamento por espalhamento, usando o meio de cultivo PCA (plate count agar), com incubação a 32°C por 48 horas. 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 Estatística 8.0.



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

3 Resultados

3.1 Câmara Ozonizada

Os experimentos preliminares mostraram que o uso de O_3 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 se adéqua ao pós-colheita do mamão. Ainda, 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 utilizou câmara ozonizada para a conservação de pêssegos e observou que o zônio não foi eficiente para o controle dos patógenos *Monilinia fructicola* e *Rhizopus spp.*

3.2 Uso de Fungicida

O tempo maior influenciou significativamente na perda de mais de 10% vitamina C dos frutos (Tabela 2) quando comparadas com amostras controle, sem tratamento, durante o mesmo período. Já a concentração do fungicida afetou significativamente, mas positivamente, na perda de vitamina em 9,6%. A equação 1 representa a predição de vitamina C (VitC) em função do tempo de contato em minutos (t) e a concentração de imazalil em ppm (i) com R^2 de 0,994 e no gráfico 1 pode-se observar a superfície de resposta.

Equação 1:

$$VitC = 11003 - 36,92 \times t - 0,0188 \times i + 0,0181 \times t \times i$$

Tabela2: Resultados obtidos para o uso de imazalil no tratamento de mamão papaia



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

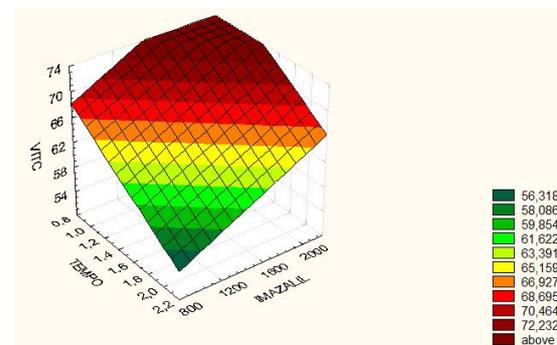


Gráfico 1: Superfície de resposta para o uso de fungicida

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 e os valores obtidos para o ratio, cor e textura mostraram que o uso fungicida não afeta significativamente no grau de maturação dos frutos, que pode ser confirmada pela análise visual da figura 1.



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

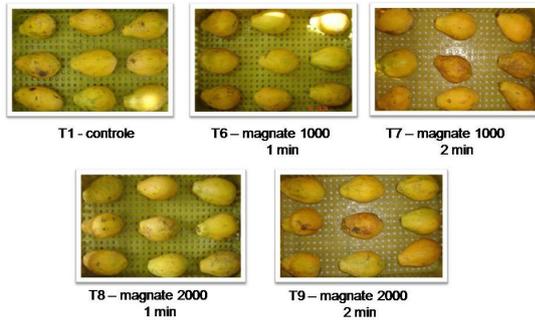


Figura 1: Frutos tratados com fungicida comparado com amostra controle

3.3 Uso de ozônio

O tempo de contato dos frutos em água ozonizada não influenciou significativamente na perda de vitamina C, porém ao elevarmos a concentração da água ozonizada de 2 para 4 ppm aumentamos a perda de 7% para 47% de vitamina C comparado com o controle.

A equação 2 representa a predição de vitamina C (VitC) em função da concentração de ozônio diluída na água (O₃) e no gráfico 2 pode-se observar a superfície de resposta.

Equação 2:

$$\text{VitC} = 99,06 - 17,085 \times \text{O}_3$$

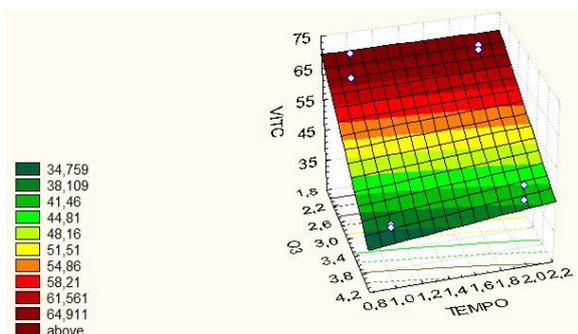


Gráfico 2: Superfície de resposta para o teor de vitamina C utilizando ozônio

Foi observado ainda que a imersão em água ozonizada das frutas em concentrações de 1 a 5 ppm de O₃ não foram efetivas na eliminação da antracnose, razão pela qual foi necessário o uso do tratamento hidrotérmico prévio ao uso do (O₃), sendo que os melhores resultados obtidos foram nas temperaturas próximas de 55°C por 1 minuto.

Tabela3: Resultados obtidos para o uso de ozônio no tratamento de mamão papaia

TRAT	VIT C	Croma	Perda de Peso	Textura	Ratio
AC	70,74 ± 1,59 ^a	68,88 ± 2,14 ^a	2,17% ± 0,63% ^a	4,08 ± 2,15 ^a	104 ± 0,6 ^a
O21	65,27 ± 4,52 ^a	68,17 ± 5,05 ^a	3,93% ± 1,72% ^a	3,87 ± 1,59 ^a	87 ± 12,4 ^a
O22	65,64 ± 0,88 ^a	60,29 ± 2,94 ^a	3,92% ± 0,90% ^a	3,51 ± 1,43 ^a	110 ± 23,5 ^a
O41	35,42 ± 0,56 ^b	55,12 ± 2,96 ^a	3,39% ± 1,67% ^a	3,29 ± 1,84 ^a	107 ± 7,1 ^a
O42	40,12 ± 2,89 ^b	66,12 ± 4,17 ^a	4,55% ± 0,87% ^a	4,72 ± 1,92 ^a	96 ± 5,3 ^a

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

Weber et AL, 1998, observaram o potencial antioxidante da vitamina c frente a sua exposição ao ozônio com concentrações de 1, 5 e 10ppm durante 2h. em 1998, MUSTAFA já havia sinalizado a toxigenicidade do ozônio frente a Vitamina C. Os resultados obtidos sinalizaram uma perda de mais de 40% ao se usar concentrações maiores de ozônio. Enquanto que os valores obtidos para o ratio, croma e textura mostraram que o uso de água ozonizada não afeta significativamente no grau de maturação dos frutos, que pode ser confirmada pela análise visual da figura 2.



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

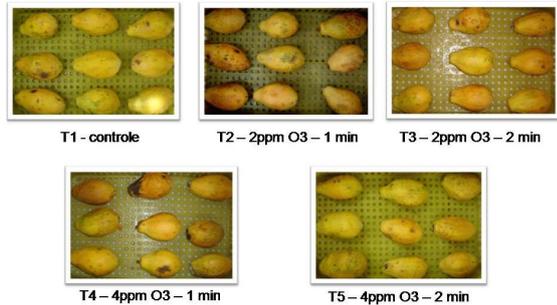


Figura 2: Frutos tratados com ozônio comparado com a amostra controle

3.4 Uso de cera

O uso isolado de cera de carnaúba a 25% apresentou crescimento fúngico por baixo da cera, como se pode observar na figura 3, indicando que o tratamento ideal deva ser composto de tratamento térmico, uso de ozônio e aplicação de cera.



Figura 3: Frutos tratados com cera comparados com a amostra controle

De acordo com a Tabela 4, podemos 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.

Tabela4: Resultados obtidos para o uso de cera no tratamento de mamão papaia

TRAT	VIT C	Croma	Perda de Peso	Textura	Ratio
AC	70,74 ± 1,59 ^a	68,88 ± 2,14 ^a	2,17% ± 0,63% ^a	4,08 ± 2,15 ^a	104 ± 0,6 ^a
Ce	69,78 ± 1,43 ^a	50,98 ± 17,08 ^a	2,70% ± 0,36% ^a	3,72 ± 1,71 ^a	77 ± 6,0 ^b

*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

De acordo com a análise visual da figura 4 pode-se observar que o tratamento hidrotérmico a 45°C não foi efetivo para conter o crescimento fungico enquanto que os tratamentos a temperaturas de 65°C aceleraram o processo de maturação dos frutos.

O tratamento hidrotérmico associado ao uso de ozônio reduziu significativamente a perda de vitamina c se comprarmos apenas com o tratamento com ozônio como pode-se observar na tabela 5.

Tabela5: Resultados obtidos para o uso de tratamento hidrotérmico, ozônio e cera nos frutos de mamão papaia

TRAT	VIT C	Croma	Perda de Peso	Textura	Ratio
AC	70,74 ± 1,59 ^a	68,88 ± 2,14 ^a	2,17% ± 0,63% ^a	4,08 ± 2,15 ^a	104 ± 0,6 ^a
45O2	67,08 ± 2,18 ^{bc}	57,16 ± 2,84 ^b	3,16% ± 0,68% ^b	4,60 ± 2,93 ^a	127 ± 5,3 ^{bc}
55O2	58,43 ± 0,99 ^{bc}	59,73 ± 2,82 ^b	2,99% ± 0,56% ^b	4,94 ± 1,85 ^a	115 ± 8,5 ^{bc}
65O2	59,48 ± 3,14 ^{bc}	57,97 ± 2,86 ^b	3,99% ± 0,49% ^b	3,92 ± 1,90 ^a	152 ± 13,9 ^{bc,d}
45O4	111,38 ± 0,62 ^d	53,90 ± 3,92 ^b	5,33% ± 1,67% ^b	5,58 ± 2,34 ^a	113 ± 3,1 ^{bc}
55O4	102,23 ± 1,09 ^d	57,47 ± 3,65 ^b	4,38% ± 0,14% ^b	4,51 ± 2,80 ^a	101 ± 9,6 ^{bc}
65O4	85,28 ± 1,20 ^d	66,68 ± 3,82 ^b	3,97% ± 0,68% ^b	4,88 ± 1,99 ^a	96 ± 3,4 ^{cd}

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

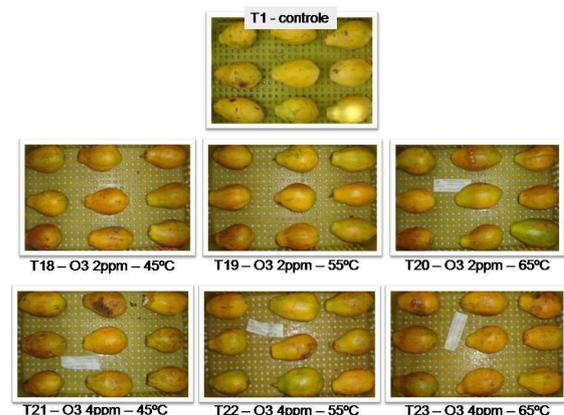


Figura 4: Uso de ozônio, tratamento hidrotérmico e cera



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

O tempo de contato dos frutos em água ozonizada não influenciou significativamente na perda de vitamina C, porém ao elevarmos a concentração da água ozonizada de 2 para 4 ppm aumentamos a perda de 7% para 47% de vitamina C comparado com o controle.

A equação 3 representa a predição de vitamina C (VitC) em função da concentração de ozônio diluída na água (O3) com R^2 de 0,949 e no gráfico 3 pode-se observar a superfície de resposta.

Equação 3:

$$VitC = 83,96 - 18,985 \times O_3$$

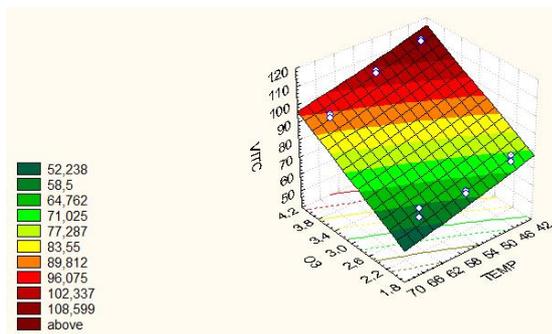


Gráfico 3: Superfície de resposta para o teor de vitamina C utilizando ozônio, tratamento hidrotérmico e cera.

4 Conclusões

O uso de câmara ozonizada a concentrações superiores a 0,4 ppm prejudicam a casca do mamão. Também não foi 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 2000ppm.

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 4ppm influencia significativamente na degradação da vitamina c. O uso de ozônio em concentrações de 2 e 4 ppm não apresenta influencia 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 Bibliografia

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.

ALVAREZ, A.M.; NISHIJIMA, W.T. Postharvest diseases of papaya. *Plant Disease*, St Paul, v.71, n.8, p.681-686, 1987.

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



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

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, 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, 37-46, 2005.

BRON, ILANA URBANO Amadurecimento do mamão 'Golden': ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado. Tese de Doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 66p. 2006.

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, 81-91, 2004.

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

GODOY, R. C. B.; SANTOS, A. P. Processo Agroindustrial: produção de passas de mamão. Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, CT 116, nov 2006.

KETTERINGHAM, L.; GAUSSERES, R.; JAMES S. J.; JAMES, C. Application of aqueous ozone for treating pre-cut green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Engineering*, 76, 104-111, 2006.

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

MUSTAFA, M. G. Biochemical basis of ozone toxicity. *Free Radical Biology and Medicine*, Volume 9, Issue 3, 1990, Pages 245-265.

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, 3471-3475, 1995.

RODRIGUES, A. C. C.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic



VI-Oktober Fórum – PPGEQ

22, 23 e 24 de outubro de 2007

dehydration processing. *Journal of Food Engineering*, 59, 129-135, 2003.

SILVA, F.A.N.; MACHADO, J.D.A.C.; LIMA, L.C. de O.; RESENDE, M.L.V. de; LIMA, L.C.O.; RESENDE, M.L.V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.3, p.519-524, 2001.

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.

TERAO, DANIEL, OLIVEIRA, SÔNIA M.A. DE, VIANA, F. MARTO P. ET AL. Integração de fungicidas à refrigeração no controle de podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. *Fitopatologia Brasileira*, jan./fev. 2006, vol.31, no.1, p.89-93.

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, 1998, Page S100.