



ACIDIFICAÇÃO DE FRUTOS DE MAMÃO EM SOLUÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE OS CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS DOS FRUTOS

Guilherme Augusto Rodrigues de Souza, Fernanda Rodrigues Nunes e Silva, Rizia Joyce Costa, Thayanne Rangel Ferreira, Jasmini Fonseca da Silva, Laísa Zanelato Correia, Kayo Cesar Corrêa Lima, Clarisa Sant'Ana, Sara Dousseau Arantes, Lúcio de Oliveira Arantes, Enilton Nascimento de Santana, Ana Paula Scalzer.

INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Linhares-ES, Brasil, guilherme.rodrigues@edu.uniube.br, fernandarns@hotmail.com, r.joycecosta@gmail.com, thayanne.rangel@hotmail.com, jsmifonseca@gmail.com, laisa1102@gmail.com, correakayocesar@outlook.com, clarisasantanna@gmail.com, saradousseau@gmail.com, lucio.arantes@incaper.es.gov.br, enilton@incaper.es.gov.br, ana.scalzer@incaper.es.gov.br.

Resumo - Por ser considerado como fruto climatérico, o mamão passa por severas mudanças em sua fase de maturação, quando colhido fisiologicamente maduro, em decorrência da atuação do etileno que é um hormônio de caráter gasoso envolvido neste processo. Em função das características físico-químicas e fisiológicas dos frutos de mamão, torna-se extremamente importante a observação do ponto de colheita dos frutos, uma vez que, isto influenciará o seu tempo de permanência em prateleira. Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar a influência da acidificação de frutos de mamão com o uso de ácido acético (ácido orgânico) em diferentes pH's sobre a qualidade físico-química dos mesmos em dois períodos de armazenamento. Para a perda de massa fresca, o uso do ácido acético não se mostrou eficiente. Aos 4 dias o ácido acético promoveu o aumento no teor de vitamina C, mas aos 8 dias não se observou diferença entre o tratamento com pH 3 e a testemunha, já o pH 4 manteve o teor expresso aos 4 dias. Aos 4 dias o pH dos frutos tratados com pH 3 e pH 4 foi mais básico e aos 8 dias foi mais ácido. O uso do ácido acético induziu o aumento do teor de sólidos solúveis nos frutos.

Palavras-chave: Armazenamento, maturação, brix, pH

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma - Agronomia

Introdução

Pertencente à família Caricaceae o mamoeiro comercialmente cultivado é representado pela espécie *Carica papaya* L., originária da Bacia Amazônica superior e caracterizada como uma planta herbácea e tipicamente tropical, cujas principais características são a grande densidade de plantas por hectare, seu rápido desenvolvimento, sua fácil propagação e sua alta produtividade durante todo o ano (OLIVEIRA et al., 2000). O Brasil, atualmente, caracteriza-se como um dos maiores produtores e exportadores de mamão em todo o mundo, uma vez que, apresenta cultivos distribuídos por quase toda a totalidade de seu território, entretanto, a Bahia e o Espírito Santo são, respectivamente, os estados detentores da maior área plantada de mamão, sendo responsáveis por cerca de 90% de toda a produção nacional. Além disso, esta é considerada a segunda fruta de maior consumo dentro do território nacional (BRASIL HORTIFRUTI, 2017).

Apesar de sua grande importância socioeconômica, o mamão é um fruto caracterizado por ter uma vida de prateleira relativamente curta quando comparado com outros frutos, sendo que completa seu processo de amadurecimento em poucos dias ou semanas, e devido a este fato é altamente sujeito a perdas quantitativas, qualitativas e nutricionais de pós-colheita seja pela ocorrência de injúrias mecânicas, pela atuação de patógenos ou até mesmo em decorrência de fatores abióticos (MARTINS; COSTA, 2003). Em função das características físico-químicas e fisiológicas dos frutos de mamão, torna-se extremamente importante a observação do ponto de colheita dos frutos, uma vez que, isto influenciará o seu tempo de permanência em prateleira.



Por ser considerado como fruto climatérico, o mamão passa por severas mudanças em sua fase de maturação, quando colhido fisiologicamente maduro, em decorrência da atuação do etileno que é um hormônio de caráter gasoso envolvido neste processo. Nesta fase ocorre o pico de produção de etileno justamente pelo fato de a atividade respiratória do fruto atingir níveis máximos, desencadeando, desta forma, uma série de transformações nos frutos, na coloração da casca, na firmeza, na cor e sabor da polpa (SOUZA, 2014). Entretanto, a atividade respiratória e a produção de etileno estão intimamente ligadas à fatores externos como temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento dos frutos, sendo assim torna-se possível a redução da velocidade do processo de maturação a partir do controle destas variáveis através de processos como refrigeração e a modificação da atmosfera de armazenamento (MARTINS, COSTA, 2003).

Além da possibilidade de controle de temperatura e de umidade relativa do ambiente de armazenamento dos frutos do mamoeiro, muitos estudos e técnicas vem sido desenvolvidos através da utilização de substâncias químicas que retardem o metabolismo de maturação do fruto e/ou permitam o aumento de sua vida de prateleira por diminuir a incidência de patógenos de pós-colheita, além do uso adequado de sanificantes alimentícios. Dentre estes, são citados inibidores da síntese de etileno, hipoclorito de sódio, ácidos orgânicos, fungicidas e a quitosana, que atualmente tem sido o produto mais utilizado para conservação de frutos em prateleira (GALO et al., 2014; KECHINSKI, 2007). Entretanto, a utilização destes produtos requer e realização de estudos que certifiquem que os mesmos não comprometam a qualidade físico-química dos frutos e em decorrência disso influenciem a palatabilidade do consumidor e em última instância sua saúde. Observando-se estes fatores, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar a influência da acidificação de frutos de mamão com o uso de ácido acético (ácido orgânico) em diferentes pH's sobre a qualidade físico-química dos mesmos, haja vista a possibilidade de uso deste produto como sanificante alimentício (FREITAS SILVA; SOARES, 2001)

Metodologia

Este experimento foi realizado com 60 frutos de mamão do grupo Formosa cv. 'Golden THB', os quais foram colhidos na área de produção da empresa Caliman Agrícola S/A em seu estágio 1 de maturação, o que corresponde a frutos com cerca de 15% de sua casca amarela. Após colhidos, estes frutos foram transportados até o Laboratório de Fisiologia Vegetal e de Pós-Colheita do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), localizado na Fazenda Experimental do município de Linhares-ES.

Realizou-se no laboratório a separação dos frutos em três grupos, sendo que 20 destes frutos passaram por tratamento de imersão em ácido acético com pH ajustado para 3 por 15 minutos, outros 20 foram imergidos em solução de ácido acético a pH 4 também por 15 minutos e o restante dos frutos não passaram por nenhum tratamento, sendo considerados desta forma como testemunhas. Após a aplicação dos tratamentos os frutos foram mantidos em prateleira em temperatura média de 13°C e umidade relativa média de 80% por 8 dias, sendo que se procederam análises físico-químicas dos frutos aos 4 e 8 dias para cada tratamento. Portanto, o experimento constituiu-se de um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 (Tratamentos com ácido acético a pH 3, pH 4 e testemunha, e dois períodos de avaliação), com 10 repetições (frutos) por tratamento.

As variáveis avaliadas neste experimento foram: Perda de Massa Fresca, Firmeza da Casca, Acidez Titulável, Teor de Vitamina C, pH e o Teor de Sólidos Solúveis do suco, as quais foram analisadas baseando-se nas metodologias empregadas Pregnotato e Pregnotato (1985). A perda de massa fresca foi determinada a partir do cálculo da diferença entre peso dos frutos no dia de montagem do experimento e o peso aferido no dia das respectivas análises, os quais foram obtidos pelo uso de balança semianalítica modelo Quitinix3102 – 10BR, com precisão de 0,01 g. Para determinação da firmeza da casca foi utilizado o dinamômetro digital modelo IP-90DI, com ponteira cilíndrica de 2 mm de diâmetro e penetração de 7 mm na polpa, através do qual foram realizadas 4 medições paralelas na região equatorial de cada fruto, sendo estas expressas em N. A Acidez Titulável Total (ATT) foi determinada utilizando-se amostras de 5 gramas de suco de cada fruto diluídas em 50 ml de água destilada com 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1%, as quais passaram por agitação e foram tituladas com solução padrão de NaOH a 0,1 M. O teor de Vitamina C das amostras foi obtido a partir da titulação do suco com o indicador 2,6 - diclorofenolindofenol, conforme AOAC (2002). O pH do suco foi determinado com a uso de potenciômetro digital, calibrado com



soluções tampão de pH 4,0, 7,0 e 9,0. E por fim, o Teor de Sólidos Solúveis Totais (TSS) foi determinado a partir da utilização do Refratômetro digital Schmidt Haensch ATR-BR, o qual foi dado em °Brix.

Todas as variáveis foram, portanto, submetidas a análise estatística através da análise de variância pelo teste F a 5% de significância, e quando estas mostraram-se significativas foi realizado o teste de Tukey a 5% e seus devidos desdobramentos para comparação das médias obtidas, as quais foram possíveis a partir da utilização do programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados

Como é possível observar no Quadro de Resumo da Análise de Variância (Tabela 1), a interação entre os fatores avaliados neste experimento mostrou-se significativa a 5% de probabilidade para as variáveis perda de massa fresca, teor de Vitamina C e pH do suco, ou seja, estas variáveis apresentaram diferença estatística entre suas médias tanto em função do uso ou não uso do tratamento com ácido acético quanto para os dias em que os frutos foram mantidos em armazenamento. Os desdobramentos e o comportamento das médias podem ser observados por meio do teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 2).

Já as variáveis Brix e firmeza da casca não sofreram a influência da interação entre os fatores como pode ser visto na tabela 1, entretanto, apresentaram diferença em função dos fatores isolados, sendo o tratamento e os dias de armazenamento, respectivamente, para as variáveis citadas. Os comportamentos das médias para estas variáveis podem ser vistos nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 1 – Quadro de Resumo da Análise de Variância (ANOVA).

FV	GL	QM					
		Perda de massa	°Brix	ATT	Vitamina C	pH	Firmeza
Tratamento	2	183,62 *	5,37 *	0,0004 ^{ns}	9876,52 ^{ns}	0,001 ^{ns}	18,00 ^{ns}
Dias	1	2703,33 *	1,98 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	84736,33 *	0,13 *	394,63 *
Tratamento*Dias	2	51,32 *	0,64 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	26998,17 *	0,11 *	16,68 ^{ns}
Erro	54	10,05	0,58	0,0003	2297,65	0,01	5,93
Total	59						
CV%		19,23	7,29	38,31	32,19	1,82	35,34

Fonte: O autor. ^{ns}: não significativo pelo teste F a 5%; * : significativo a 5 % pelo teste F.

Como visto na Tabela 2, as médias da perda de massa sofreram influência tanto em função do tratamento quanto em função dos dias de armazenamento, sendo que as maiores médias registradas para os tratamentos foram aquelas em que os frutos passaram por imersão em solução de ácido acético em pH 3 e pH 4 aos 4 e 8 dias, o que mostra que para a variável em análise o uso desta solução não é recomendável. Levando-se em consideração os dias de armazenamento pode-se observar que todos os tratamentos apresentaram diferença entre si, sendo este comportamento esperado, uma vez que, quanto maior o período de armazenamento maior tende a ser a perda de massa fresca.

Para a média do teor de Vitamina C na amostra (Tabela 2), observa-se que aos 4 dias os frutos que passaram pelo tratamento em ambas as soluções se mostraram maiores que a testemunha, entretanto aos 8 dias de armazenamento os frutos tratados a pH 4 manifestaram médias menores do que a testemunha e o pH 3 que foram iguais entre si. Observa-se também que tanto para a testemunha quanto para o pH 3 o teor de Vitamina C aumentou em função do período de armazenamento, comportamento que não foi verificado para o tratamento com pH 4, percebe-se que apesar deste tratamento favorecer o aumento de vitamina C aos 4 dias, ela manteve-se estável até os 8 dias, o que demonstra que este tratamento não é recomendável para este tempo de prateleira. O tratamento com pH 3 é recomendado para os 4 dias de prateleira, mas se mostra significativo aos 8 dias.

Considerando-se o pH do suco extraído dos frutos (Tabela 2), observa-se que aos 4 dias os tratamentos com solução de pH 3 e pH 4 fizeram com que o pH aumentasse, sendo as médias iguais entre si, mas maiores que a testemunha. Já aos 8 dias a testemunha apresentou média de pH maior



que aquelas tratadas com ácido acético. Para a testemunha, observa-se também que o pH aumentou de 4 para 8 dias, o que não foi observado nos tratamentos com solução de ácido acético, o que possivelmente ocorreu porque estes tratamentos induziram a acidificação da polpa.

Tabela 2 – Médias das variáveis influenciadas pela interação

Tratamentos	Perda de Massa (g)	
	Armazenamento (Dias)	
	4	8
Testemunha	7,43 aA	18,6 aB
pH3	12,60 bA	24,62 bB
pH4	9,28 abA	26,37 bB
Vitamina C		
Testemunha	74,67 aA	223,11 aB
pH3	133,33 bA	208,89 aB
pH4	125,93 abA	127,41 bA
pH		
Testemunha	5,52 aA	5,79 aB
pH3	5,66 bA	5,66 bA
pH4	5,64 bA	5,65 bA

Fonte: O autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 observa-se que a firmeza da casca diminuiu em função do período de armazenamento dos frutos independentemente do tratamento realizado. Entretanto este é um comportamento esperado, uma vez que, quanto maior o período de armazenamento maior será também a perda de resistência da casca e, portanto, menor será a sua firmeza.

Tabela 3 – Médias da Firmeza da Casca em função dos dias de armazenamento.

Dias de Arm.	Firmeza (N)
4	9,45 a
8	4,33 b

Fonte: O autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o TSS das amostras, observou-se na Tabela 4 que o uso das soluções de ácido acético em diferentes pH's fizeram com as médias aumentasse independentemente do período de armazenamento dos frutos, o que mostra que este tratamento faz com que o teor de sólidos solúveis aumente consideravelmente.

Tabela 4 – Médias do Teor de Sólidos Solúveis em função do Tratamento dos frutos.

Tratamentos	TSS (°Brix)
Testemunha	9,89 a
pH3	10,7 b
pH4	10,87 b

Fonte: O autor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Discussão

Apesar a possibilidade de uso do ácido acético na conservação de frutas e verduras, ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos envolvendo o uso deste produto. Entretanto, em um estudo desenvolvido por Ricardo-Rodrigues et al. (2017), avaliando o efeito da utilização de solução de quitosana e de ácido acético na conservação de uvas de mesa sobre a qualidade físico-química destes frutos, observaram que a utilização dos tratamentos com quitosana e ácido acético mostraram-se pouco eficientes na perda de massa fresca dos frutos, tendo em vista que frutos que não foram tratados com estas soluções apresentaram uma perda de massa menor. De acordo com os autores, esse efeito, contraditório ao esperado, pode ter ocorrido em função de os tratamentos não apresentarem espessura suficiente para formação de uma barreira eficaz contra a perda de água nos frutos. Resultados semelhantes foram obtidos no presente trabalho, uma vez que, observa-se que a perda de massa fresca nos frutos de mamão se mostrou maior nos casos em que foi tratado com soluções de ácido acético tanto aos 4 quanto aos 8 dias de armazenamento.

Também de acordo com Ricardo-Rodrigues et al. (2017), analisando a influência destes tratamentos sobre a firmeza da epiderme dos frutos de uva, observou-se que o tratamento com quitosana mostrou-se eficiente na manutenção da firmeza do fruto por certo período de tempo, em contrapartida o ácido acético não se mostrou eficiente, pois apresentou firmeza menor do que aquelas não tratadas por esta solução. Como visto, neste trabalho, o uso do tratamento não se mostrou significativo em função do uso de soluções de ácido acético para a firmeza da casca.

Considerando as demais variáveis químicas analisadas neste trabalho, não foram encontrados trabalhos que correlacionem o efeito da utilização de ácido acético sobre as mesmas, nem mesmo em frutos com fisiologia de maturação diferente de mamão, o que evidencia a necessidade de realização de trabalhos que caracterizem o uso deste produto sobre as características físico-químicas dos frutos, tendo em vista a sua utilização como agente sanitificante e de conservação em frutos como mostram trabalhos desenvolvidos por Camili et al. (2010), Ponzo (2009), Souza e Leão (2012) e Nascimento (2010).

Conclusão

Para a perda de massa fresca, o uso do ácido acético não se mostrou eficiente.

Aos 4 dias de armazenamento o ácido acético promoveu o aumento no teor de vitamina C, mas aos 8 dias não se observou diferença entre o tratamento com pH 3 e a testemunha, entretanto, o pH 4 manteve o teor expresso aos 4 dias.

Aos 4 dias de armazenamento, os frutos tratados com ácido acético demonstraram pH mais básico que a testemunha, mas aos 8 dias eles se mostraram mais ácidos.

O uso do ácido acético induziu o aumento do teor de sólidos solúveis nos frutos.

Referências

AOAC. Official Method of Analysis. 16th Edition, **Association of Official Analytical**, Washington DC. 2002.

BRASIL HORTIFRUT. **Anuário 2017-2018**. Edição especial. Ano 16, nº 174. Dez/2017-Jan/2018 – ISSN 1981-1837.

CAMILI, E. C. et al. Vaporização de ácido acético para o controle pós-colheita de Botrytis cinerea em uva 'Itália'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 436-443, 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS SILVA, O.; SOARES, A. G. Recomendações para prevenção de perdas pós-colheita do mamão. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**. Documentos, 2001.



GALO, J. Q. B. et al. Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise solo' com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 305-312, 2014.

KECHINSKI, C. P. Avaliação do uso de ozônio e de outros tratamentos alternativos para a conservação do mamão papaia (*Carica papaya* L.). **Tese de Doutorado**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2007.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F.S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, p. 497, 2003.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N. Tratamentos químicos na sanitização de morango (*Fragaria vesca* L.). **Braz J Food Technol**, v. 13, n. 1, p. 11-7, 2010.

OLIVEIRA, A.A.R. et al. **Mamão Produção: Aspectos Técnicos**. Embrapa Mandioca Fruticultura. Cruz das Almas, BA. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, 2000.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 3, 1985.

PONZO, F. S. Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas 'Kumagai'. 2009. **Tese de Doutorado**. MSc thesis, Instituto Agronomico de Campinas.

RICARDO-RODRIGUES, S. et al. Efeito do quitosano e ácido acético na conservação de uva de mesa. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 246-253, 2017.

SOUZA, A. F. et al. Fisiologia do amadurecimento de mamões de variedades comercializadas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 318-328, 2014.

SOUZA, A.F. LEÃO, M. F. Análises dos métodos mais eficientes na inibição do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p.117. 2009.