

DANIEELE FABÍOLA PEREIRA SILVA

CONTROLE DO AMADURECIMENTO DO MAMÃO ‘SUNRISE GOLDEN’ COM
PERMANGANATO DE POTÁSSIO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586e
2006

Silva, Danieele Fabíola Pereira, 1978-

Controle do amadurecimento do mamão 'Sunrise Golden' com permanganato de potássio / Danieele Fabíola Pereira Silva. – Viçosa : UFV, 2006.
xii, 66f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 57-60.

1. Mamão - Amadurecimento. 2. Mamão - Fisiologia.
3. Etileno - Absorção e adsorção. 4. Mamão - Qualidade.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 634.6516

DANIEELE FABÍOLA PEREIRA SILVA

CONTROLE DO AMADURECIMENTO DO MAMÃO 'SUNRISE GOLDEN' COM
PERMANGANATO DE POTÁSSIO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

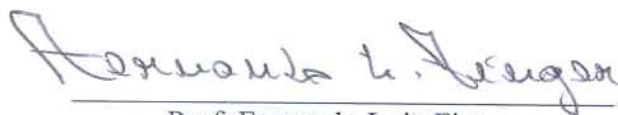
APROVADA: 24 de julho de 2006.



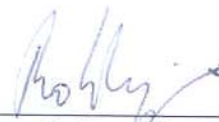
Prof. Dalmo Lopes de Siqueira
(Co-Orientador)



Prof. Paulo Roberto Cecon
(Co-Orientador)



Prof. Fernando Luiz Finger



Pesq. Roberto Fontes Araújo



Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Orientador)

Aos meus pais Dermeval e Inácia.

À minha irmã Iata Fabianna.

Ao meu noivo Marcelo Pimenta.

Dedico

Nem sempre o mais forte mais longe o
disco lança. Mas, sim, aquele que acredita.

Nuno Cobra

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, a Quem devo todas as inexplicáveis e maravilhosas “coincidências” que procederam em minha vida. Obrigada pela oportunidade de ter enriquecido meus conhecimentos em uma área tão nobre como a Fitotecnia.

Aos meus amáveis pais Dermeval e Inácia, pela renúncia e dedicação, motivos determinantes para que eu chegasse até aqui.

Ao Marcelo Pimenta, pelo amor, companheirismo, pela amizade, paciência e compreensão nos momentos de ausência e, principalmente, pelo incentivo e críticas que me ajudaram a crescer como pessoa. Obrigada pela tolerância e, especialmente, pelas conversas sempre cheias de bom humor no “happy-hour” após as provas e experimentos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela ajuda financeira.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela paciência, compreendendo minhas limitações, instigando-me a desenvolver o espírito crítico para deduzir minhas próprias conclusões e ensinando-me a importância de respeitar as opiniões diferentes das minhas. Obrigada pelos infundáveis ensinamentos, pelo exemplo de profissionalismo e pela dedicação. Obrigada pela oportunidade de integrar a equipe multidisciplinar de estudos em Fisiologia Pós-Colheita de frutas sob sua orientação. Obrigada, especialmente, pela disponibilidade de orientação.

Ao Professor Dalmo Lopes de Siqueira, pela extrema atenção como conselheiro, pelo incentivo, colaboração e sugestões durante o Curso.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pelo aconselhamento, pelas críticas e ensinamentos estatísticos indispensáveis à realização e aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Professor Fernando Luiz Finger e ao Pesquisador Roberto Fontes Araújo, pela disposição em participar da banca examinadora e pelas sugestões e correções que muito enriqueceram este trabalho.

Aos meus irmãos Wagner, Ivan, Emerson, Éder Danilo e em especial à minha irmãzinha do coração Iata Fabianna, por me motivar a prosseguir e por inúmeras vezes, mesmo distante, ter-me “carregado no colo”.

À família montesclarenses Vilma, Tia Né, Tia Déia, Rodrigo, Lúcio e Raphael, pela torcida e, especialmente, pelos agradáveis momentos de lazer em Montes Claros.

Aos meus sobrinhos e afilhados Anna Clara e Guilherme Matheus, pelos momentos de devaneio.

À Aline Rocha, pelo companheirismo e amizade desde o começo desta etapa e pela imprescindível ajuda nas disciplinas, experimentos e análises estatísticas.

À Empresa Ashock Frutas, em especial a Andréa Couto, pelo fornecimento dos frutos utilizados na realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Agrônomo Carlos Eduardo Magalhães dos Santos, pelo transporte dos frutos do primeiro experimento.

Ao laboratorista Robson Ribeiro, por fotografar os experimentos e pelos “enjoamentos”.

Aos meus amigos Engenheiros Agrônomos Eber Medeiros e Rogério Lellis, por terem-me aceitado como eu sou e me valorizado por isso.

Aos meus colegas da Fruticultura Américo, Bernardo, Carlos Eduardo, Cassiano, Dierley, Emanuel, Heloísa Linhales, Hérica, José Osmar, Rithiely, Rodrigo e Stanley, pelos bons momentos durante os experimentos no laboratório.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pelo acolhimento e pela disposição para o bom andamento dos trabalhos.

BIOGRAFIA

DANIEELE FABÍOLA PEREIRA SILVA, filha de José Dermeval Pereira e Inácia Alípio da Silva Pereira, nasceu na cidade de Montes Claros, Minas Gerais, em 27 de fevereiro de 1978.

Em agosto de 1997, ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), graduando-se em Engenharia Agrônômica em julho de 2002.

Em maio de 2002, foi contratada como Bolsista Pesquisadora pela Rohm and Haas Química Ltda. para desenvolver trabalhos com fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças na Universidade Federal de Viçosa até agosto de 2004.

Nesse mesmo mês e ano, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em 24 de julho de 2006.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	6
EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE KMnO_4 NA CONSERVAÇÃO DE MAMÃO ‘SUNRISE GOLDEN’ ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO ...	6
RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1. Análises	13
2.1.1. Produção de CO_2	13
2.1.2. Concentração de CO_2 no interior das embalagens	13
2.1.3 Índice de cor da casca	13
2.1.4. Perda de massa de matéria fresca	14
2.1.5. Consistência	14
2.1.6. Extravasamento de solutos	14
2.1.7. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1. Concentração de CO_2 no interior das embalagens	16

	Página
3.2. Produção de CO ₂	17
3.3. Índice de cor da casca	19
3.4. Perda de massa de matéria fresca.....	21
3.5. Consistência	23
3.6. Extravasamento de solutos.....	25
3.7. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)	27
4. CONCLUSÕES	30
CAPÍTULO 2.....	31
EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE KMnO ₄ NA CONSERVAÇÃO DE MAMÃO ‘SUNRISE GOLDEN’ ARMAZENADO À TEMPERATURA AMBIENTE	31
RESUMO	31
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1. Análises	37
2.1.1. Teor de Etanol	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1. Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	38
3.2. Produção de CO ₂	38
3.3. Índice de cor da casca	41
3.4. Perda de massa de matéria fresca.....	43
3.5. Consistência	45
3.6. Extravasamento de solutos.....	47
3.7. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)	49
3.8. Teor de etanol.....	51
4. CONCLUSÕES	53
CONCLUSÕES GERAIS	54
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE	60
APÊNDICE A	61

RESUMO

SILVA, Danieele Fabíola Pereira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2006.
Controle do amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ com permanganato de potássio. Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Co-Orientadores: Dalmo Lopes de Siqueira e Paulo Roberto Cecon.

O objetivo deste trabalho foi determinar a dose de permanganato de potássio (KMnO_4) associado à embalagem plástica, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado sob refrigeração e à temperatura ambiente. Os frutos foram embalados em filmes de polietileno de baixa densidade, nos quais foram incluídos sachês KMnO_4 . Foram conduzidos dois experimentos: experimento 1: armazenamento a $10,42 \pm 0,96$ °C e $90 \pm 5\%$ de UR e doses de KMnO_4 de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g/embalagem; e experimento 2: armazenamento a $20,05 \pm 0,50$ °C e $90 \pm 5\%$ de UR e doses de KMnO_4 de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; e 4,0 g/embalagem. No experimento 1, três com massa média de $289 \pm 18,49$ g cada foram mantidos nas embalagens durante 25 dias, enquanto no experimento 2 foram acondicionados três com massa média de $278 \pm 18,86$ g cada, durante 15 dias, nas temperaturas mencionadas anteriormente. Após esses períodos, os frutos foram retirados das embalagens. Já os do experimento 1 foram mantidos a $21,02 \pm 0,80$ °C e $90 \pm 5\%$ de UR, enquanto os do experimento 2 permaneceram no mesmo ambiente. Os experimentos foram montados em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as doses de KMnO_4 e, nas subparcelas, os dias de avaliação após a remoção das embalagens, sendo

0, 1, 2, 3, 5 e 6 dias no experimento 1 e 0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias no experimento 2, no delineamento inteiramente casualizado com três repetições e três frutos por unidade experimental. Para as análises de concentração de CO₂ no interior das embalagens foram montados experimentos à parte com as cinco doses de KMnO₄ e cinco repetições, sendo três frutos por unidade experimental. Após 25 dias de armazenamento a 10,42 ± 0,96 °C, os frutos sem KMnO₄ não apresentaram diferenças significativas quando comparados com os frutos tratados para as características índice de cor da casca, consistência da polpa e extravasamento de eletrólitos, indicando que a refrigeração associada ao filme plástico foi eficiente em inibir alterações nessas características. No entanto, após a retirada dos frutos das condições de armazenamento refrigerado e atmosfera modificada observou-se o efeito do KMnO₄ em retardar alterações na firmeza da polpa, na coloração da casca, no extravasamento de solutos e no teor de sólidos solúveis, em comparação com os frutos não-tratados com KMnO₄. Após 15 dias de armazenamento a 20,05 ± 0,50 °C, os frutos sem KMnO₄ apresentavam maior produção de CO₂, coloração da casca mais avançada, maior perda de eletrólitos celulares e menor firmeza quando comparados com frutos tratados com KMnO₄, indicando que os não-tratados tiveram amadurecimento antecipado. Após a retirada das embalagens, os frutos tratados com KMnO₄ permaneceram firmes durante dois dias, alcançando valores de firmeza semelhantes aos dos não-tratados somente no quinto dia de avaliação.

ABSTRACT

SILVA, Danieele Fabíola Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2006.
Potassium permanganate in ripening control of 'Sunrise Golden' papaya.
Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Committee Members: Dalmo Lopes de Siqueira and Paulo Roberto Cecon.

The objective of this work was to determine the most efficient potassium permanganate (KMnO_4) dose associated with plastic packaging in delaying processes related to ripening of 'Sunrise Golden' papaya stored under refrigeration and room temperature. Fruits were wrapped in low-density polyethylene bags with KMnO_4 sachets. Two experiments were conducted: Experiment 1: storage at 10.42 ± 0.96 C and $90 \pm 5\%$ RH, and KMnO_4 doses of 0; 0.5; 1; 1.5; and 2 g/bag; and Experiment 2: storage at 20.05 ± 0.50 C and $90 \pm 5\%$ RH and KMnO_4 doses of 0; 1; 2; 3; and 4 g/bag. In the Experiment 1, three fruits with average weight of 289 ± 18.49 g each were maintained in the bags for 25 days, while in the Experiment 2, three fruits with average weight of 278 ± 18.86 g each were kept for 15 days at the temperatures previously mentioned. After these periods, the fruits were removed from the bags. Fruits from Experiment 1 were kept at 21.02 ± 0.80 C and $90 \pm 5\%$ RH, while fruits from Experiment 2 were kept in the same environment. The experiments were arranged in split plots, with KMnO_4 doses in the plots, and in the subplots, the days of evaluation after the removal from packaging, with 0, 1, 2, 3, 5 and 6 days in experiment 1 and 0, 1, 2, 3, 4 and 5 days in experiment 2, in a randomized complete block design with three

repetitions and three fruits per experimental unit. For the analyses of CO₂ concentration within the bags, experiments with the five KMnO₄ doses and five repetitions, with three fruits per experimental unit, were set up in parallel. After 25 days of storage at 10.42 ± 0.96 C, the fruits without KMnO₄ were not significantly different from the treated fruits for the characteristics peel color index, consistency of pulp and electrolyte, indicating that refrigeration associated with plastic film was efficient in inhibiting alterations in these characteristics. However, after removing the fruits from conditions of refrigerated storage and modified atmosphere, it was observed the effect of KMnO₄ on delaying alterations in pulp firmness, peel color, solute leakage and soluble solids concentration compared to KMnO₄ non-treated fruits. After 15 days of storage at 20.05 ± 0.50 C, fruits without KMnO₄ had higher CO₂ production, more intense peel color, higher cell electrolyte leakage and lower firmness when compared to KMnO₄-treated fruits, indicating that non-treated fruits had premature ripening. After removing the packaging, the KMnO₄-treated fruits maintained firmness for two days, reaching values similar to the non-treated ones only on the fifth day of evaluation.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), produzindo, em 2004, 1.714.584 t de frutos, com área colhida de 45.000 ha (AGRIANUAL, 2005). Entretanto, é o terceiro em volume de exportação, com 28.541 t em 2004, depois de México, com 68.558 t, e Malásia, com 60.892 t (FAO, 2005). Entre os principais problemas que contribuem para essa pequena exportação está a utilização de técnicas pouco eficientes de pós-colheita, o que prejudica a manutenção da qualidade dos frutos. Mesmo diante dessa condição desfavorável há uma forte tendência de que o Brasil possa ampliar suas exportações, com a implantação do sistema de produção integrada.

O mamoeiro é cultivado em todos os Estados da Federação, com destaque para Bahia e Espírito Santo, que concentraram 45,7% e 39,6% da produção nacional em 2004, respectivamente (AGRIANUAL, 2005).

Espírito Santo é o principal exportador, com um volume de 24.509 t de mamão exportado em 2002 (FAO, 2005). A cultura encontrou na região norte desse Estado condições edafoclimáticas favoráveis, que, somadas ao emprego de boas tecnologias na sua exploração, permitiram a produção de frutas com alto padrão de qualidade e grande aceitação pelos mercados consumidores locais e internacionais (MARTINS; MALAVASI, 2003).

O mamão é um fruto com considerável potencial econômico para comércios interno e externo. Uma das limitações para a conservação pós-colheita é a alta perecibilidade, resultado do elevado conteúdo e da taxa respiratória de alta a muito alta, portanto, com elevada produção de calor e estrutura macia, facilmente danificável

(BALBINO, 2003). É um fruto climatérico, cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita do fruto fisiologicamente maduro, desencadeadas pela elevação da produção de etileno e pelo aumento na taxa respiratória. Dada essa alta perecibilidade, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento na vida útil, visando aos mercados interno e externo. Os principais fatores que depreciam a qualidade pós-colheita do mamão são o rápido amolecimento e a elevada incidência de podridões (JACOMINO et al., 2003).

Dentre os métodos empregados para retardar os processos de senescência e decomposição, destaca-se a refrigeração associada ou não à atmosfera modificada (AM), que pode retardar o amadurecimento e, dessa forma, oferecer frutos de acordo com a necessidade do mercado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A modificação da atmosfera com embalagens plásticas é utilizada como técnica suplementar à refrigeração, reduzindo as taxas de respiração e produção de etileno, retardando o amolecimento e o amadurecimento por meio de criação e manutenção de atmosfera com baixos níveis de O₂ e altos níveis de CO₂ dentro da embalagem (TOMPSON; LEE, 1971). Além disso, a AM minimiza a perda de água, o crescimento microbiano e retarda a deterioração enzimática (PAULL; CHEN, 1983).

Mamões ‘Sunrise Solo’ embalados com polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados à temperatura de 10 °C por um período de 21 dias perderam, aproximadamente, 45% da consistência da polpa em seis dias de armazenamento após a retirada dos frutos das embalagens, enquanto nos frutos-controle a perda da consistência foi de 98% no mesmo período, comparativamente aos frutos analisados no dia da colheita (SILVA, 1995).

Pinto et al. (2004), trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’ embalado com os filmes Xtend[®] 815-PP7 (28 µm de espessura), PEBD (30 µm de espessura) e frutos sem filme (controle) e armazenados a 10 °C e UR de 90 ± 5%, constataram que a perda de massa dos frutos-controle foi de 9,17% ao final do período de armazenamento (33 dias), levando ao enrugamento da casca e à deterioração da qualidade. Para frutos embalados com os filmes Xtend[®] e PEBD, a perda de massa no mesmo período (33 dias) foi de 6,24 e 0,31%, respectivamente.

A atmosfera modificada é uma tecnologia bastante versátil e aplicável para vários tipos de frutos e hortaliças, sendo relativamente simples e de baixo custo. Um dos problemas, porém, da aplicação desta técnica, é o acúmulo de etileno liberado pelos

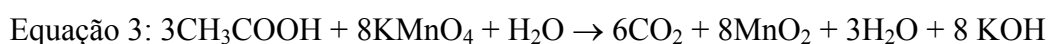
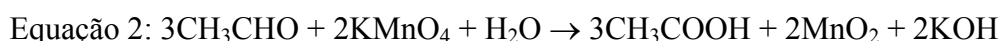
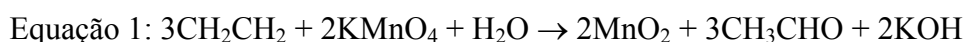
frutos dentro do envoltório fechado e o estímulo para o amadurecimento de todo o lote. Este problema pode ser solucionado pelo uso de sachês absorvedores de etileno na embalagem que contém a fruta, prolongando sua durabilidade pela remoção do etileno produzido endogenamente. Dentre as muitas técnicas para remoção do etileno do ambiente, destaca-se a de usar vermiculita impregnada com permanganato de potássio (KMnO_4) como absorvedor de etileno.

De acordo com Resende (2001), absorvedores de etileno como o KMnO_4 , em sachês ou impregnados em embalagens plásticas, ou ainda em filtros químicos, absorvem e oxidam o etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita. Para maior eficiência do processo é necessário contato íntimo entre os produtos, o que é conseguido impregnando-se suportes inorgânicos porosos, como vermiculita expandida ou alumina, com solução saturada de KMnO_4 .

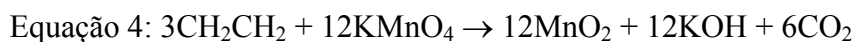
Wills et al. (1998) afirmaram que o KMnO_4 , por não ser volátil, pode ser separado fisicamente do produto armazenado, eliminando o risco de injúria química. Entretanto, as condições do ambiente precisam ser controladas, pois a alta umidade do ambiente de armazenamento reduz a eficiência do absorvedor de etileno, pois este reage com a água.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a oxidação do etileno com permanganato de potássio tem ampla aplicação no armazenamento e transporte de frutas, hortaliças e flores. A absorção de etileno com sachês de KMnO_4 é uma técnica que exige poucos investimentos, sendo aprimorada para pequenas e médias câmaras frigoríficas e para o transporte em caminhões e contêineres.

A oxidação do etileno pelo KMnO_4 leva à formação, inicialmente, de acetaldeído (CH_3CHO), sendo este oxidado a ácido acético (CH_3COOH) que, havendo KMnO_4 suficiente, será convertido em água e gás carbônico de acordo com as equações abaixo (SORBENTSYSTEMS, 2006).



Combinando as equações 1 a 3, tem-se a equação 4:



Jiang et al. (1999) afirmaram que o período de armazenamento de bananas em temperatura ambiente pode ser semelhante ao do armazenamento refrigerado, desde que os frutos estejam embalados em filmes de PEBD com KMnO_4 .

Pfaffenbach et al. (2003), trabalhando com manga ‘Espada Vermelha’ com o uso de PEBD associado ao KMnO_4 (sachês de 4,7 g de KMnO_4 /kg de fruto), obtiveram resposta positiva no controle do aparecimento de manchas de deterioração na casca e na manutenção da qualidade dos frutos refrigerados a 12 °C por 14 dias, seguidos de quatro dias em temperatura ambiente ou refrigerados a 12 °C por 28 dias e consumo imediato.

Segundo Cenci et al. (1999), o uso do KMnO_4 (2 sachês de 10 g de KMnO_4 cada por caixa com 12 frutos) em mamões ‘Sunrise’, armazenados a 10 °C, durante 28 dias, reduziu a perda de consistência, durante o armazenamento, quando comparados ao controle. Corrêa et al. (2004), trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’, também concluíram que o KMnO_4 atua diretamente absorvendo e oxidando o etileno do meio e, indiretamente, reduzindo a síntese autocatalítica de etileno. Lin et al. (1993) e Jiang et al. (1997) constataram que embalagens de Polivinil Cloreto (PVC - 0,07 mm de espessura) com KMnO_4 são eficazes em prolongar a conservação pós-colheita de bananas, proporcionando um pré-climatérico mais longo. Semelhantemente, morangos embalados com filme de PVC contendo KMnO_4 , armazenados a 1 °C apresentaram decréscimo na taxa respiratória e aumento da vida de armazenamento de 20 para 30 dias, mantendo a relação açúcares/ácidos, teor de sólidos solúveis e firmezas aceitáveis para o consumo (HAO, 1993).

As práticas de pós-colheita, em uso corrente pelos produtores de mamão, não são, em sua maioria, suficientes para manter a qualidade dos frutos por longos períodos. Apesar de os produtores direcionarem esforços para a produção e a manutenção da qualidade dos frutos, as perdas qualitativas e quantitativas que ocorrem na fase pós-colheita e na comercialização são muito elevadas. Não tem sido possível armazenar mamões por longos períodos utilizando a tecnologia disponível, pois os frutos amadurecem espontaneamente, mesmo em câmara fria. Assim, o emprego racional do KMnO_4 , notável absorvedor de etileno, associado à atmosfera modificada, pode ser fator determinante para a conservação pós-colheita de mamão, visto que o KMnO_4 tem baixo custo, sendo acessível para pequenos produtores.

Pouco ainda se conhece sobre os efeitos e as doses do KMnO_4 mais adequadas para retardar o amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’. As condições experimentais utilizadas por vários autores são bastante variáveis no que se referem à espessura do filme de polietileno, doses do KMnO_4 e temperatura de armazenamento. No entanto, todos constataram que o filme de polietileno, juntamente com o absorvedor de etileno, promove aumento considerável na vida útil dos frutos, por aumentar a concentração de CO_2 na embalagem, reduzir a perda de água e a respiração do fruto e absorver o etileno, reduzindo seu efeito deletério e, conseqüentemente, diminuindo o metabolismo do fruto. Dessa forma, o KMnO_4 pode ser usado como alternativa à refrigeração, ou em associação com ela, visando ao prolongamento da vida útil dos frutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), nos países industrializados, onde a exigência de qualidade dos produtos hortícolas é superior, está amplamente difundido o uso de sachês de KMnO_4 nas embalagens de frutas e de algumas hortaliças, durante o transporte aéreo de produtos importados e exportados. Para que o Brasil ganhe espaço nesse mercado, com eficiência, fazem-se necessários o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de pós-colheita, que permitam aumentar o tempo de conservação e, ao mesmo tempo, garantir a manutenção da qualidade até o consumidor final. Portanto, refrigeração, atmosfera modificada e o uso de KMnO_4 podem ser tratamentos complementares e utilizados de forma associada, visando estender o período da conservação pós-colheita do mamão ‘Sunrise Golden’.

A hipótese de trabalho é que a presença de KMnO_4 no ambiente de armazenamento de mamão ‘Sunrise Golden’ associado a filmes de polietileno de baixa densidade estende à fase pré-climatérica do fruto, podendo prolongar a durabilidade, a fim de aumentar a disponibilidade para comércio interno, bem como facilitar a exportação, sem prejudicar o amadurecimento após a remoção dos frutos das embalagens.

O trabalho teve como objetivo determinar a dose de KMnO_4 , associada à embalagem plástica, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado sob refrigeração e à temperatura ambiente.

CAPÍTULO 1

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE KMnO_4 NA CONSERVAÇÃO DE MAMÃO ‘SUNRISE GOLDEN’ ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste experimento foi determinar a dose de KMnO_4 , associada à embalagem plástica, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado sob refrigeração. Frutos com até 15% da área superficial da casca amarela foram colhidos em pomar comercial em Linhares, Espírito Santo. Em seguida, foram lavados em água corrente e tratados com solução aquosa de cloro 1%, sendo, subseqüentemente, acondicionados em caixas de papelão ondulado, contendo 12 frutos por caixa, e transportados para o Laboratório de Análise de Frutas da Universidade Federal de Viçosa, chegando 20 horas após a colheita. No laboratório, efetuaram-se nova seleção e padronização dos frutos, sendo esses com massa unitária de $289,90 \pm 18,49$ g. Em seguida, os frutos foram imersos em solução de fungicida Prochloraz (49,5 mL/100 L de água) por cinco minutos e secados ao ar. A unidade experimental constituiu-se de três frutos, sendo estes acondicionados em filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD – 28 μm de espessura), contendo sachês de KMnO_4 nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g/embalagem. Após a retirada parcial do ar, o filme foi fechado hermeticamente. Os frutos foram armazenados a

10,42 ± 0,96 °C e 90 ± 5% de UR por 25 dias. Após esse período, os frutos foram retirados das embalagens e mantidos à temperatura média de 21,02 ± 0,8 °C e 90 ± 5% de UR até o completo amadurecimento. As avaliações ocorreram no início do armazenamento, no dia da retirada dos frutos das embalagens e, a partir daí, nos tempos 1, 2, 3, 5 e 6 dias após essa retirada. O experimento foi organizado no esquema de parcelas subdividas, em que as doses de KMnO₄ constituíram as parcelas e os dias de avaliação, as subparcelas, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e três frutos por unidade experimental. Os modelos de regressão linear foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão no nível de 5% de probabilidade, pelo teste 't', de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico, enquanto os não-lineares foram selecionados com base nos dois últimos critérios. Além disso, aplicou-se o teste de Dunnett para comparar as características dos frutos no dia do armazenamento com as no dia da retirada das embalagens. Para a variável concentração de CO₂ foi montado um experimento à parte, com cinco doses de KMnO₄ e cinco repetições, avaliado ao longo de 25 dias de armazenamento refrigerado, sendo a análise dos dados descritiva. A concentração de CO₂ estabilizou-se no quarto dia após o fechamento das embalagens, em todos os tratamentos. A partir do terceiro dia de armazenamento, a concentração de CO₂ nas embalagens sem KMnO₄ superou a dos demais tratamentos. Os frutos de todos os tratamentos atingiram o pico climatérico respiratório no terceiro dia após a retirada das embalagens, o que coincidiu com o índice de cor da casca 3,5. No entanto, os frutos não tratados com KMnO₄ apresentaram maior produção de CO₂ em relação aos frutos tratados. O aumento da dose de KMnO₄ resultou em menor perda de matéria fresca do fruto. A perda da consistência da polpa foi lenta até o 3^o dia de avaliação para frutos tratados com KMnO₄, os quais permaneceram mais firmes que os não-tratados até o quarto dia após a retirada das embalagens. Frutos não-tratados apresentaram maior perda da permeabilidade seletiva das membranas, medida pelo maior extravasamento de eletrólitos celulares, em relação aos frutos tratados. O tratamento com 2,0 g de KMnO₄/embalagem foi o que apresentou menor perda de eletrólitos, evidenciando-se o efeito do permanganato de potássio no metabolismo dos frutos. Houve incremento nos teores de sólidos solúveis nos frutos de todos os tratamentos, porém de forma mais acentuada nos frutos não-tratados. O KMnO₄ foi eficiente em manter os frutos verdes, durante os 25 dias de armazenamento, não interferindo no amadurecimento normal, após a retirada da embalagem.

1. INTRODUÇÃO

O mamão é um fruto com considerável potencial econômico para comércios interno e externo. Uma das limitações para a conservação pós-colheita é a sua alta perecibilidade, resultado do elevado conteúdo de água e da taxa respiratória de alta a muito alta, portanto com elevada produção de calor e estrutura macia facilmente danificável (BALBINO, 2003). Sendo um fruto tropical bastante perecível, com uma vida de armazenagem de poucos dias após a colheita, mesmo quando conservado sob refrigeração, há necessidade de se estudarem tratamentos pós-colheita alternativos que possam prolongar sua durabilidade.

Dentre os métodos empregados para retardar os processos de senescência e decomposição, destaca-se a refrigeração associada ou não à atmosfera modificada, que pode retardar a maturação e, dessa forma, oferecer frutos de acordo com a necessidade do mercado (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Mamões ‘Sunrise Solo’ embalados com PEBD e armazenados à temperatura de 10 °C por um período de 21 dias perderam, aproximadamente, 45% da consistência da polpa em seis dias de armazenamento, enquanto nos frutos-controle a perda da consistência foi de 98% no mesmo período, comparativamente aos frutos analisados no dia da colheita (SILVA, 1995). Mesmo com o uso de filmes plásticos, não tem sido possível armazenar mamões por longos períodos somente sob refrigeração, pois os frutos amadurecem mesmo sob baixa temperatura. A atmosfera modificada é uma tecnologia bastante versátil e aplicável para vários tipos de frutos e hortaliças, sendo relativamente simples e de baixo custo. Sua eficácia pode ser ampliada pela associação com absorvedores de etileno, como o permanganato de

potássio (KMnO₄). Segundo Cenci et al. (1999), o uso do KMnO₄ (2 sachês de 10 g de KMnO₄ cada, por caixa com 12 frutos) em mamão ‘Sunrise’, armazenados a 10 °C durante 28 dias, reduziu a perda de consistência durante o armazenamento quando comparado com o controle.

Morangos embalados com filme de PVC contendo KMnO₄, armazenados a 1 °C apresentaram decréscimo na taxa respiratória e aumento na vida de armazenamento de 20 para 30 dias, mantendo a relação açúcares/ácidos, teor de sólidos solúveis e firmezas aceitáveis para o consumo (HAO, 1993).

Este trabalho teve como objetivo determinar a dose de KMnO₄, associada à embalagem plástica de PEBD, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’, armazenado sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram obtidos de pomar comercial no Município de Linhares, região norte do Estado do Espírito Santo. A região se caracteriza por apresentar médias de temperaturas máximas de 30 a 32 °C, médias de temperaturas mínimas de 15 a 18 °C e a precipitação pluvial média de 1.183 mm por ano (BRAGA, 2004).

Mamões do cultivar ‘Sunrise Golden’ foram colhidos no estágio 1 de amadurecimento, ou seja, com até 15% da área superficial da casca amarela (Quadro 1), na tarde do dia 02 de janeiro de 2006. Após a colheita, os frutos foram transportados para a casa de embalagem, onde foram selecionados quanto ao tamanho e estágio de amadurecimento, eliminando-se aqueles com defeitos físicos e distúrbios fisiológicos. Em seguida, foram lavados em água corrente e tratados com solução aquosa de cloro 1%. Após, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão ondulado contendo 12 frutos cada, num total de 40 caixas, e transportados em veículo com ar-condicionado até o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV, onde chegaram no dia 03 de janeiro de 2006, às 12 h 30 (aproximadamente 20 h após a colheita).

No laboratório, efetuaram-se nova seleção e padronização, utilizando frutos com massa de $289,90 \pm 18,49$ g. Em seguida, os frutos foram imersos em solução de fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, da empresa Hoechst Schering AgrEvo UK Ltd. - Inglaterra), na dose de 49,5 g/100 L de água, por 5 min, e secados ao ar.

Quadro 1 – Escala visual para determinação da percentagem da área superficial de mamões com coloração amarela

Índice de cor da casca	Descrição
1	<i>Fruto verde maduro</i> : compreende frutos no início do amadurecimento, apresentando na casca as primeiras pintas ou listras amarelas, chegando até 15% da sua superfície com cor amarela envolvida por coloração verde.
2	<i>Fruto 1/4 maduro</i> : frutos com coloração da casca entre 15 e 25% de cor amarela envolvida pela cor verde.
3	<i>Fruto 1/2 maduro</i> : frutos com coloração da casca entre 25 e 50% de cor amarela envolvida pela cor verde.
4	<i>Fruto 3/4 maduro</i> : frutos com coloração da casca entre 50 e 75% amarela.
5	<i>Fruto maduro</i> : frutos apresentando mais de 75% da casca com coloração amarela, mas ainda apresentando pequena parte da sua superfície verde.

Fonte: Martins e Malavassi (2003).

A unidade experimental constituiu-se de três frutos, sendo estes acondicionados em embalagem hermética de polietileno de baixa densidade (35 cm altura x 25 cm de largura e 28 µm de espessura), da qual o ar foi retirado, parcialmente, com o auxílio de um aspirador de pó. No interior de cada embalagem foram incluídos sachês de vermiculita expandida impregnados com KMnO₄ em cinco doses diferentes (0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g/embalagem, sendo 0, 1, 2, 3 e 4 sachês por embalagem, respectivamente). Na confecção de cada sachê, utilizaram-se 2,5 g de vermiculita expandida, que foram impregnados com 2,5 mL de solução aquosa de KMnO₄ (2 g/10 mL de solução) e secados em estufa a 60 °C. A seguir, esse material foi acondicionado em sachês de tecido Entretela (Freuden Derg 9114 82 010), que foram armazenados em sacos de polietileno, em geladeira, até o momento de serem utilizados.

Após embalados, os frutos foram armazenados durante 25 dias em câmara fria, visto ser esse período suficiente para realizar transporte a longas distâncias, por exemplo a exportação por via marítima. Segundo Amaral-Júnior (2003), para o transporte de mamão por via marítima para o mercado europeu são necessários 18 dias.

A temperatura média da câmara foi de $10,42 \pm 0,96$ °C e umidade relativa do ar, de $90 \pm 5\%$.

Após esse período, os frutos foram retirados das embalagens e mantidos em câmara, à temperatura média de $21,02 \pm 0,8$ °C, até o completo amadurecimento. As amostragens foram feitas no início do armazenamento, no dia da retirada dos frutos das embalagens (25^o de armazenamento) e, a partir daí, nos tempos 1, 2, 3, 5 e 6 dias após a retirada das embalagens. As amostras foram utilizadas para análises dos frutos quanto à coloração da casca, perda de matéria fresca, produção de CO₂ e para análises da polpa quanto à consistência, extravasamento de solutos e teor de sólidos solúveis totais. Além dessas, foram realizadas análises da concentração de CO₂ no interior das embalagens.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas as cinco doses de KMnO₄ e, nas subparcelas, os seis dias de amostragens (após a retirada dos frutos das embalagens), sendo a unidade experimental constituída de três frutos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos, ajustados por meio de regressão linear, nas avaliações de perda de matéria fresca e teor de sólidos solúveis totais, foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão no nível de 5% de probabilidade pelo teste “t”, de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico; nos modelos ajustados com regressão não-linear, a escolha foi realizada com base nos dois últimos itens. Independentemente de a interação dose e dias ser ou não significativa, optou-se pelo seu desmembramento, dado o interesse em estudo. Também foi realizado o teste de Dunnett, no nível de 5% de probabilidade, para comparar a testemunha (início do armazenamento) com as cinco doses de KMnO₄ no dia da retirada dos frutos das embalagens (25^o dia de armazenamento).

Para as análises de concentração de CO₂ no interior das embalagens foi montado um experimento à parte com as cinco doses de KMnO₄ e cinco repetições, sendo três frutos por unidade experimental. Foram confeccionados septos de silicone, que foram colados sobre as embalagens para a retirada das amostras gasosas com o auxílio de seringa hipodérmica de 1 mL. As análises foram realizadas nos períodos de 4, 8, 12 e 24 h e, a partir daí, nos períodos de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 21, 24 e 25 dias. A análise estatística utilizada para essa característica foi descritiva.

2.1. Análises

2.1.1. Produção de CO₂

A produção de CO₂ pelos frutos foi determinada por cromatografia gasosa. Para isso, os frutos foram acondicionados em frascos plásticos herméticos com volume de 8.000 mL. Sessenta minutos após o fechamento dos frascos, alíquotas de 1,0 mL de sua atmosfera foram retiradas com uma seringa hipodérmica e injetadas em um cromatógrafo a gás GOW MAC Série 550, com detector de condutividade térmica, equipado com uma coluna de alumínio preenchida com Porapak Q.

As condições de trabalho foram: fluxo de 40 mL por minuto de gás hélio, que foi o gás de arraste; corrente elétrica de 150 mA; temperaturas da coluna, do detector e do injetor de 50, 70 e 80 °C, respectivamente, e temperatura ambiente de 20 a 23 °C.

A quantificação de CO₂ foi feita por meio de comparação dos picos produzidos pela amostra, no cromatograma, e os produzidos pela injeção de uma alíquota-padrão composta de 6,02 mol de CO₂ por mol de mistura CO₂ + N₂. Os resultados foram expressos em mg de CO₂/kg/h.

2.1.2. Concentração de CO₂ no interior das embalagens

A concentração de CO₂ no interior das embalagens de polietileno foi determinada conforme metodologia descrita anteriormente. Alíquotas de 1 mL da atmosfera interna das embalagens foram retiradas e injetadas no cromatógrafo a gás. As amostragens foram feitas, periodicamente, até a retirada dos frutos das embalagens, sendo os resultados expressos em percentagem.

2.1.3. Índice de cor da casca

A evolução da coloração da casca foi determinada segundo a escala visual descrita por Martins e Malavassi (2003). Os valores crescentes de 1 a 5 foram atribuídos em função da percentagem de área superficial da casca amarela (Quadro 1).

2.1.4. Perda de massa de matéria fresca

Os frutos foram pesados em balança com precisão de 0,1 g no início do armazenamento, no dia da retirada das embalagens e, a partir daí, diariamente. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido em cada período de amostragem.

2.1.5. Consistência

Foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos sem que ocorresse fermento da polpa. A seguir, a polpa de cada fruto foi submetida a uma força até que o tecido não apresentasse mais resistência. A força foi aplicada por meio da ponteira (12 mm de diâmetro) de um penetrômetro digital SHIMPO modelo DFS 100 (Digital Force Gauge). Os resultados foram dados pela média da força aplicada aos três frutos da parcela, sendo uma penetração por fruto, e expressos em kPa.

2.1.6. Extravasamento de solutos

A análise foi feita de acordo com metodologia descrita por Serek et al. (1995), com modificações. Foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos sem que ocorresse fermento da polpa, e, em seguida, retirou-se um cilindro de polpa por fruto (1,14 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura), com o auxílio de um furador metálico de rolhas, totalizando três cilindros por amostra. Os cilindros foram lavados em água destilada e secados superficialmente, com papel absorvente. A seguir, passaram por um período de repouso de duas horas, em tubos de ensaio contendo 15 mL de água destilada, em condições ambientes. Terminado o tempo de repouso, foi medida a condutividade elétrica da água com um condutivímetro Schot, modelo CG 853. Posteriormente, os tubos de ensaio contendo os cilindros da polpa foram autoclavados (121 °C a 1,5 atm) por 30 min e a condutividade elétrica, medida novamente. Os resultados foram expressos como a razão entre a primeira e a segunda medição, multiplicada por 100.

2.1.7. Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para determinação do teor de sólidos solúveis totais foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos sem que ocorresse fermento da polpa, e, em seguida, retirou-se um cilindro de polpa por fruto (1,14 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura), com o auxílio de um furador metálico de rolhas. As amostras da polpa de cada fruto foram maceradas em cadinhos de porcelana e feitas três leituras por amostra. O teor de SST foi determinado com o auxílio de um refratômetro manual Atago modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 32 °Brix.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração de CO₂ no interior das embalagens

A concentração de CO₂ aumentou até o 4^o dia (Figura 1) para todos os tratamentos, sendo as embalagens sem KMnO₄ as que mais acumularam CO₂, atingindo cerca de 12%. No entanto, as embalagens com 1,5 g de KMnO₄ mantiveram-se com menor concentração de CO₂ na maior parte do período experimental.

Do 8^o ao 12^o dia de armazenamento, observou-se redução na concentração de CO₂ nas embalagens de todos os tratamentos, as quais permaneceram estáveis até o 24^o dia.

Oliveira-Júnior et al. (2004), trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’ em caixa de papelão contendo nove frutos com 2,5 g de KMnO₄/kg, sendo as caixas revestidas com filmes (PEBD – 30 µm de espessura) e armazenadas em temperatura ambiente por 12 dias, observaram que o tratamento sem KMnO₄ adquiriu o equilíbrio, em que a concentração de CO₂ ficou em torno de 9,7%. O tratamento com KMnO₄ apresentou tendência decrescente a partir do 2^o dia de armazenamento, chegando a 11,5% de CO₂, e no 12^o dia exibiu valores de 8,2% de CO₂.

Do 1^o ao 24^o dia de armazenamento, observou-se que, em frutos tratados com KMnO₄, a concentração de CO₂ ficou entre 5 e 10%, que de acordo com Gomez et al. (1999) é considerada ótima para o armazenamento de mamão em atmosfera modificada e temperatura entre 10-15 °C. No entanto, em frutos sem KMnO₄ a concentração de CO₂ no interior das embalagens foi superior a 10% a partir do 3^o dia de armazenamento,

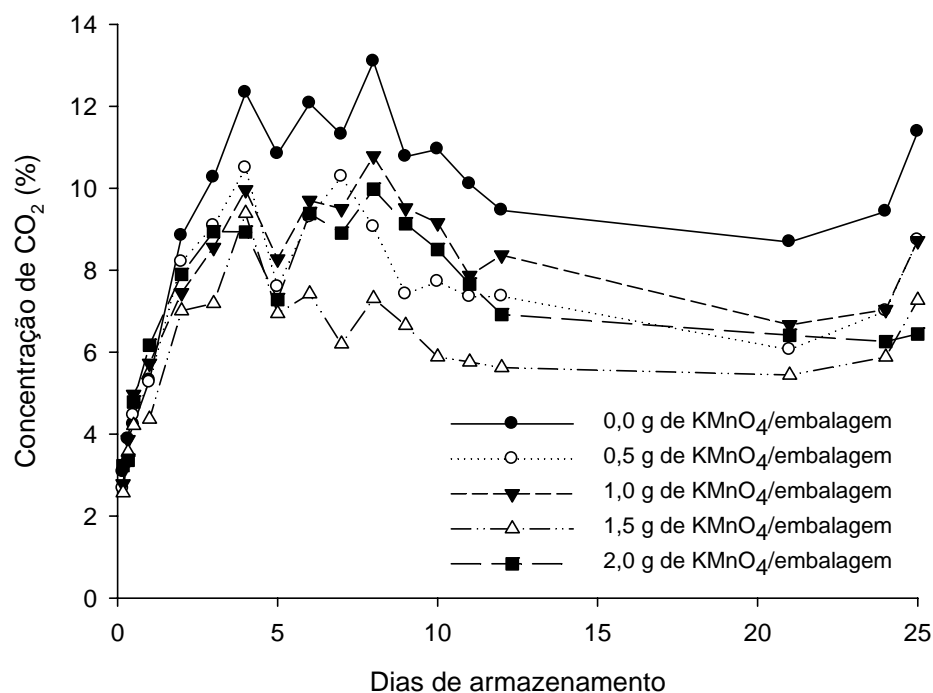


Figura 1 – Concentração de CO₂ no interior das embalagens de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, durante 25 dias de armazenamento à temperatura de 10,42 ± 0,96 °C.

o que pode causar desordens fisiológicas em mamão, como a mudança da rota da respiração aeróbica para a anaeróbica. Esse tipo de respiração produz modificações no sabor e aroma de frutos, bem como quebra de componentes estruturais dos tecidos, com conseqüente amaciamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.2. Produção de CO₂

A variável produção de CO₂ (Quadro 2) apresentou diferença estatística a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (dia do armazenamento) e os tratamentos 0,0 e 0,5 g de KMnO₄/embalagem, aos 25 dias (dia da retirada dos frutos das embalagens). O tratamento com 1,5 g de KMnO₄/ embalagem foi o que apresentou menor produção de CO₂. Isso indica que, na ausência ou na menor dose de KMnO₄, houve aceleração do metabolismo dos frutos durante o armazenamento, provavelmente reflexo do maior acúmulo de etileno nas embalagens.

O contrário ocorreu com as três maiores doses, evidenciando-se a eficiência do KMnO₄ em remover o etileno do ambiente.

Quadro 2 – Médias da produção de CO₂ de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Produção de CO ₂ (mg CO ₂ /kg/h)
Testemunha ¹	94,64
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	117,48*
0,5 g KMnO ₄ /embalagem	122,79*
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	108,09
1,5 g KMnO ₄ /embalagem	80,29
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	107,30

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $10,42 \pm 0,96$ °C.

Os frutos do tratamento sem KMnO₄ apresentaram produção de CO₂ mais elevada nos três primeiros dias após a retirada das embalagens em relação àquela exibida pelos frutos tratados (Figura 2).

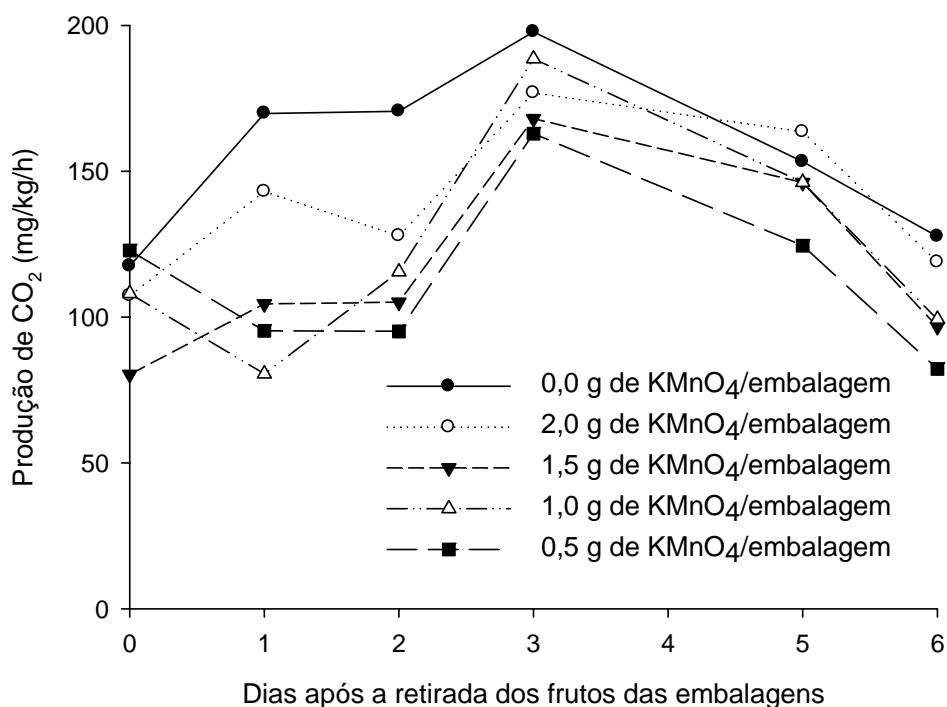


Figura 2 – Taxa respiratória (mg de CO₂/kg/h) de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a $21,02 \pm 0,80$ °C, em função do número de dias após a retirada das embalagens.

Nos frutos não-tratados com KMnO_4 , a ascensão climatérica da respiração iniciou-se após a remoção da embalagem, enquanto nos frutos tratados ela ocorreu entre o 2º e o 3º dia. Em todos os tratamentos, o pico climatérico aconteceu no 3º dia após a remoção das embalagens, sendo os frutos não-tratados os que apresentaram maior produção de CO_2 no pico climatérico. A maior produção de CO_2 em frutos sem KMnO_4 pode ser explicada pela alta concentração desse gás (Figura 1), à qual esses frutos ficaram expostos durante o armazenamento refrigerado, o que pode ter-lhes causado estresse fisiológico. De acordo com Rocha (2005), altas concentrações de CO_2 em banana inibem o amadurecimento da casca, que permanece verde-amarelada, enquanto a polpa se torna madura e mole. A partir do 3º dia, os frutos de todos os tratamentos entraram na fase pós-climatérica, embora ainda não tivessem atingido a plenitude da coloração amarela da casca.

3.3. Índice de cor da casca

O desenvolvimento da cor da casca, na fase pós-colheita, é uma das principais características que indicam o processo de amadurecimento do fruto. O desverdecimento é decorrente da quebra da estrutura da molécula de clorofila, envolvendo a enzima clorofilase (BALBINO, 1997). A elevação da atividade dessa enzima está geralmente associada com a produção de etileno durante o amadurecimento do fruto (JACOMINO et al., 2002). Dessa forma, o índice de cor da casca (Quadro 3) não apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (dia do início do armazenamento) e os demais tratamentos no dia da retirada dos frutos das embalagens, o que indica que esses mamões permaneceram verdes durante os 25 dias de armazenamento. Tal resultado é similar ao encontrado por Silva (1995), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise Solo Improved Line 72/12’, armazenado a 10 °C e embalado com filme de polietileno de baixa densidade e EVERFRESH, obteve frutos completamente verdes por 21 dias de armazenamento.

Após a remoção da embalagem, observou-se comportamento sigmoidal do índice de cor da casca, em função dos dias de avaliação, para cada dose de KMnO_4 (Figura 3).

Não houve diferença do índice de cor da casca entre os frutos tratados com as diferentes doses de KMnO_4 .

Quadro 3 – Médias do índice de cor da casca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Índice de Cor da Casca
Testemunha ¹	1,0
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,4 ^{ns}
0,5 g KMnO ₄ /embalagem	1,2 ^{ns}
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,2 ^{ns}
1,5 g KMnO ₄ /embalagem	1,0 ^{ns}
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,0 ^{ns}

Médias seguidas de “^{ns}” não diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a 10,42 ± 0,96 °C.

——— 0,0 g de KMnO₄/embalagem $\hat{Y} = 4,715 / (1+e^{-(D+0,703)/1,018})$ R²=0,8942
 0,5 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 5,065 / (1+e^{-(D+1,731)/1,495})$ R²=0,9380
 - - - - 1,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 4,934 / (1+e^{-(D+1,829)/1,309})$ R²=0,9439
 - · - · - 1,5 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 4,633 / (1+e^{-(D+1,608)/1,113})$ R²=0,9623
 - - - - 2,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 4,731 / (1+e^{-(D+1,741)/1,245})$ R²=0,9702

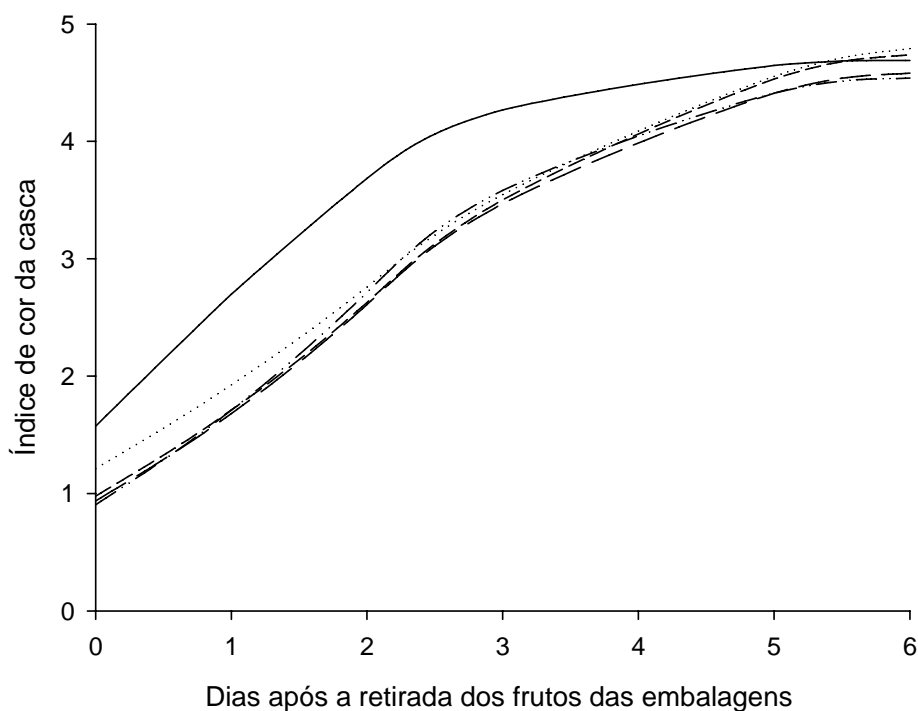


Figura 3 – Estimativa do índice de cor da casca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a 21,02 ± 0,80 °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Nos frutos não-tratados com KMnO_4 , o índice de cor de casca evoluiu mais rapidamente, enquanto nos outros tratamentos a evolução da cor da casca foi mais lenta, evidenciando-se o efeito do KMnO_4 mesmo após a retirada dos sachês e das embalagens. Nos frutos-controle, no terceiro dia de avaliação o índice de cor foi de 4,3, enquanto naqueles tratados com KMnO_4 no mesmo dia o índice de cor foi 3,5. Essas diferenças, em termos comerciais, são vantajosas, pois os frutos poderiam permanecer disponíveis por períodos maiores nas gôndolas dos supermercados, resultando em maior período de comercialização e consumo.

3.4. Perda de massa de matéria fresca

A perda de massa de matéria fresca durante o período pós-colheita de frutos é resultante, principalmente, da perda de água, visto que a perda de matéria seca provocada pela respiração (consumo de substrato respiratório) é muito pequena quando comparada com a perda de água (SILVA, 1995). Essa perda tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais, antecipando, em alguns casos, o amadurecimento e a senescência de frutos (FINGER; VIEIRA, 1997).

A variável perda de massa de matéria fresca apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha e os demais tratamentos no dia da retirada dos frutos das embalagens (Quadro 4), pois se considerou o início do armazenamento como perda de massa de matéria fresca zero ('0'). Entretanto, observa-se, nesse quadro, que a perda de massa de matéria fresca em todos os tratamentos foi pequena. De acordo com Rocha (2005), isso pode ser explicado pelo uso da baixa temperatura, que desacelera o metabolismo e, além disso, torna o filme plástico mais denso e menos permeável ao vapor de água; conseqüentemente, a umidade relativa torna-se mais elevada no interior da embalagem, reduzindo a transpiração.

Na Figura 4, pode-se observar que a perda de massa de matéria fresca cresceu, linearmente, com o aumento dos dias de avaliação (D), a cada dose de KMnO_4 .

A perda de massa de matéria fresca acumulada cresceu à medida que os frutos foram amadurecendo. Com isso, as membranas celulares foram perdendo sua permeabilidade, aumentando, portanto, a transpiração e respiração (Figura 2) e, conseqüentemente, havendo maior perda de massa de matéria fresca.

Quadro 4 – Médias da perda de massa de matéria fresca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Perda de Matéria Fresca (%)
Testemunha ¹	0,000
0,0 g KMnO_4 /embalagem	0,941*
0,5 g KMnO_4 /embalagem	1,046*
1,0 g KMnO_4 /embalagem	1,089*
1,5 g KMnO_4 /embalagem	1,176*
2,0 g KMnO_4 /embalagem	1,126*

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $10,42 \pm 0,96$ °C.

————— 0,0 g de KMnO_4 /embalagem $\hat{Y} = 0,4769^{**}D$ $r^2 = 0,9982$
 0,5 g de KMnO_4 / embalagem $\hat{Y} = 0,4095^{**}D$ $r^2 = 0,9957$
 - - - - - 1,0 g de KMnO_4 / embalagem $\hat{Y} = 0,4237^{**}D$ $r^2 = 0,9987$
 - · - · - · 1,5 g de KMnO_4 / embalagem $\hat{Y} = 0,3957^{**}D$ $r^2 = 0,9995$
 - - - - - 2,0 g de KMnO_4 / embalagem $\hat{Y} = 0,3813^{**}D$ $r^2 = 0,9995$

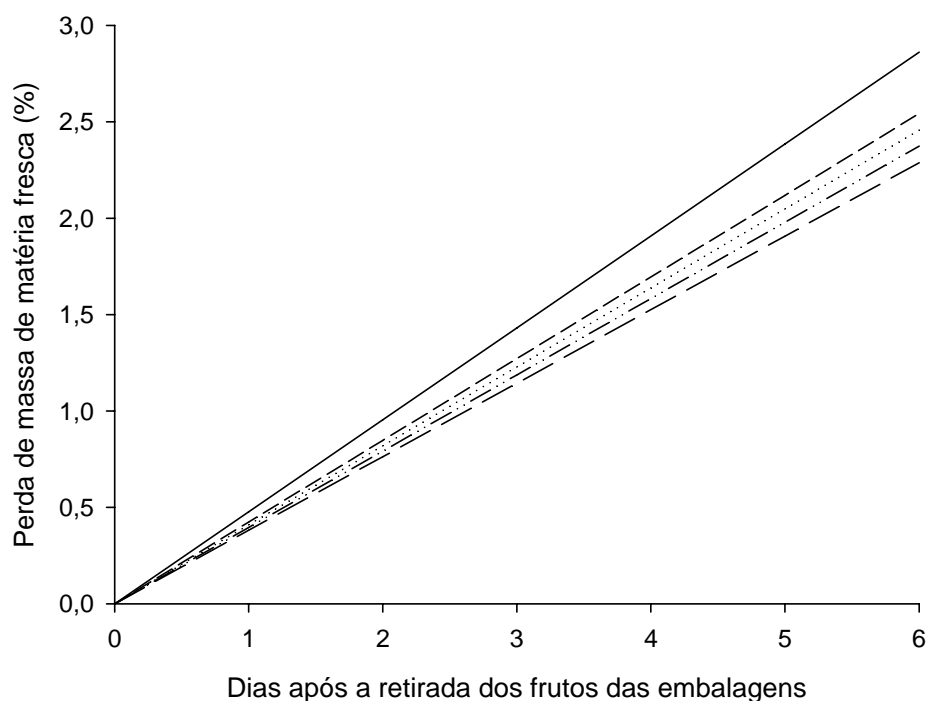


Figura 4 – Estimativa da perda de massa de matéria fresca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 e mantido a $21,02 \pm 0,80$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens (* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t).

Os tratamentos com 0,0 e 1,0 g de KMnO_4 /embalagem apresentaram maior perda de massa de matéria fresca durante todos os dias de avaliação, o que corresponde a 2,86 e 2,54%, respectivamente, no 6º dia após a retirada dos frutos das embalagens.

Cenci et al. (1999), trabalhando com mamão ‘Sunrise’, em caixa de papelão, sem filme plástico, contendo 12 frutos com dois sachês de 10 g cada de KMnO_4 , concluíram que o uso do absorvedor de etileno reduziu a perda de massa, em média, de 22,5% em relação aos frutos sem KMnO_4 . Além disso, ao longo do período de armazenamento a perda de massa dos frutos não-tratados com KMnO_4 variou de 14,7% a 33,8% aos 31 dias de armazenamento (27 dias a 10 °C + 4 dias a 20 °C).

3.5. Consistência

A mudança mais marcante no mamão associada ao amadurecimento é o processo de amolecimento, ou seja, a diminuição da consistência da casca e da polpa da fruta. Os principais responsáveis pelo amolecimento são as mudanças nos componentes pécnicos, caracterizados por um rápido decréscimo na protopectina e aumento na pectina solúvel em água (JACOMINO et al., 2002).

A variável consistência da polpa não apresentou diferença estatística a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha e os demais tratamentos, no dia da retirada dos frutos das embalagens (Quadro 5). O fato de os frutos sem KMnO_4 não diferirem da testemunha mostra que, para consistência da polpa, a refrigeração sozinha foi eficiente em inibir o amaciamento. Resultados diferentes foram encontrados por Cenci et al. (1999), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise’ com sachês de 10 g de KMnO_4 associado a 10 °C relataram que mamões expostos ao absorvedor de etileno apresentaram menor perda de consistência durante 31 dias de armazenamento, quando comparado com frutos não-tratados.

Os frutos tratados com 0,0 g de KMnO_4 /embalagem apresentaram polpa mais amolecida no 1º dia após a abertura das embalagens, com posterior queda na consistência (Figura 5).

Nos tratamentos com 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g de KMnO_4 /embalagem, a consistência manteve-se elevada até o 2º dia, depois caiu rapidamente até o 5º dia. Não foram observadas grandes diferenças entre as doses de KMnO_4 .

Quadro 5 – Médias da consistência da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Consistência (kPa)
Testemunha ¹	2540,49
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	2205,48 ^{ns}
0,5 g KMnO ₄ /embalagem	2443,42 ^{ns}
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	2553,26 ^{ns}
1,5 g KMnO ₄ /embalagem	2440,67 ^{ns}
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	2561,22 ^{ns}

Médias seguidas de “^{ns}” não diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $10,42 \pm 0,96$ °C.

——— 0,0 g de KMnO₄/embalagem $\hat{Y} = 2205 / (1 + e^{-(D + 0,651) / -2,109})$ $R^2=0,7273$
 0,5 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2646 / (1 + e^{-(D + 4,015) / -1,434})$ $R^2=0,9769$
 - - - - - 1,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2617 / (1 + e^{-(D + 3,329) / -0,949})$ $R^2=0,9769$
 - - - - - 1,5 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2593 / (1 + e^{-(D + 3,110) / -1,000})$ $R^2=0,9484$
 — — — 2,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2762 / (1 + e^{-(D + 3,150) / -1,121})$ $R^2=0,9044$

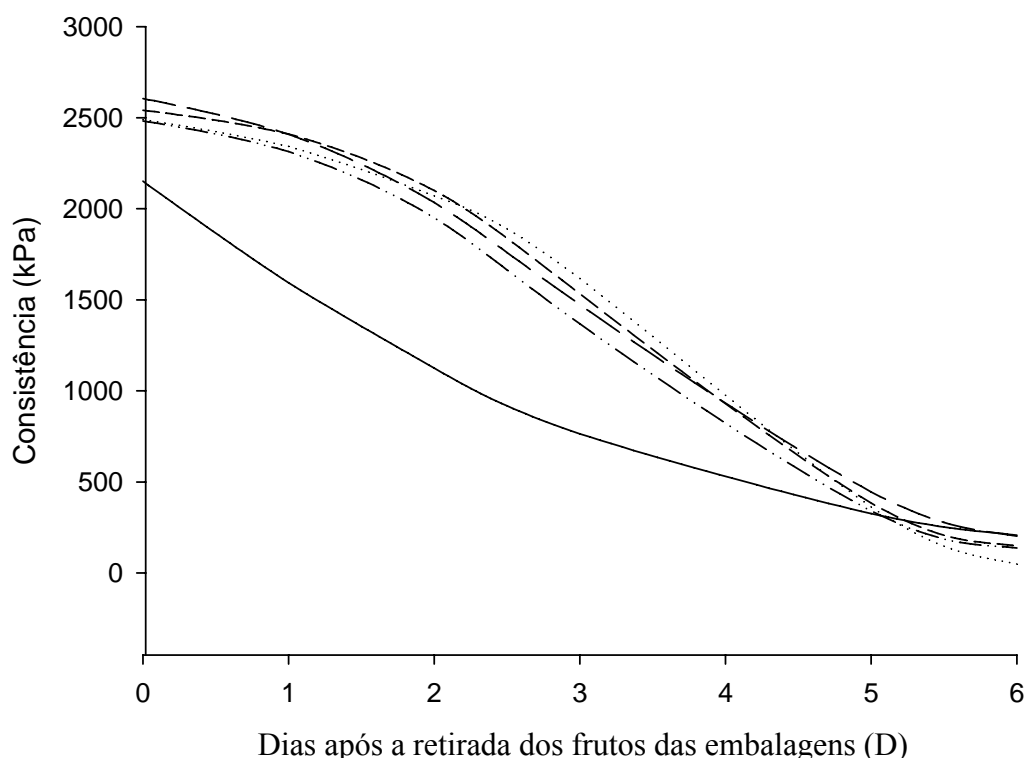


Figura 5 – Estimativa da consistência da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a $21,02 \pm 0,80$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

A redução mais acentuada da consistência a partir do 2^o dia coincidiu com o início da ascensão climatérica da respiração (Figura 2). Esses resultados estão de acordo com os de Paull e Chen (1983), que, estudando a relação entre a perda de consistência, respiração, produção de etileno e a mudança na cor da casca do mamão ‘Sunrise Solo’, encontraram forte relação entre elas e o pico climatérico do fruto.

Frutos sem KMnO₄ apresentaram, no terceiro dia de avaliação, consistência de 545,13 kPa, enquanto os tratados, no mesmo período, tiveram a consistência em média de 1.536,68 kPa, indicando o efeito do KMnO₄ mesmo após a retirada dos frutos das embalagens. Esses resultados foram confirmados por Oliveira–Júnior et al. (2004), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado com 9 g de KMnO₄ a 10 °C, por 30 dias, observaram maior consistência da polpa dos frutos tratados com KMnO₄, apresentando redução nos seis primeiros dias e mantendo-se, em seguida, constante até o término do armazenamento refrigerado.

3.6. Extravasamento de solutos

As mudanças ocorridas na funcionalidade das membranas são o resultado do decréscimo da fluidez dos lipídeos, modificações estruturais e do declínio das proteínas da membrana durante a senescência (BRAGA, 2004).

Assim como a consistência da polpa, a variável extravasamento de solutos não apresentou diferença estatística entre a testemunha (início do armazenamento) e os demais tratamentos, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Quadro 6), indicando manutenção da integridade das membranas celulares nos 25 dias de armazenamento sob refrigeração.

Ao contrário do observado nos dados de consistência da polpa (Figura 5), o extravasamento de solutos nos frutos não-tratados com KMnO₄ ficou estável até o 5^o dia, quando aumentou abruptamente, atingindo cerca de 60% no sexto dia. Nos frutos tratados, o extravasamento foi estável até o 3^o dia, com valor médio de 17%, e a partir daí elevou-se progressivamente até atingir valores entre 40 e 50%, no 6^o dia (Figura 6).

O extravasamento de solutos teve comportamento sigmoidal, em função dos dias de avaliação (D), em cada dose de KMnO₄, sendo o tratamento com 2,0 g de KMnO₄/embalagem o que apresentou menor perda de permeabilidade seletiva das membranas.

Quadro 6 – Médias do extravasamento de solutos (perda de eletrólitos) da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Extravasamento de Solutos (%)
Testemunha ¹	9,389
0,0 g KMnO_4 /embalagem	14,929 ^{ns}
0,5 g KMnO_4 /embalagem	12,432 ^{ns}
1,0 g KMnO_4 /embalagem	11,207 ^{ns}
1,5 g KMnO_4 /embalagem	9,604 ^{ns}
2,0 g KMnO_4 /embalagem	11,749 ^{ns}

Médias seguidas de “^{ns}” não diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $10,42 \pm 0,96$ °C.

—————	0,0 g de KMnO_4 /embalagem	$\hat{Y} = 24,25 + 0,00063$	$e^{1,818 D}$	$R^2=0,6510$
.....	0,5 g de KMnO_4 / embalagem	$\hat{Y} = 16,73 + 0,03308$	$e^{1,185 D}$	$R^2=0,8634$
-----	1,0 g de KMnO_4 / embalagem	$\hat{Y} = 12,12 + 1,02400$	$e^{0,588 D}$	$R^2=0,8119$
- - - - -	1,5 g de KMnO_4 / embalagem	$\hat{Y} = 14,42 + 0,47810$	$e^{0,721 D}$	$R^2=0,8588$
- - - - -	2,0 g de KMnO_4 / embalagem	$\hat{Y} = 13,85 + 0,59950$	$e^{0,630 D}$	$R^2=0,7389$

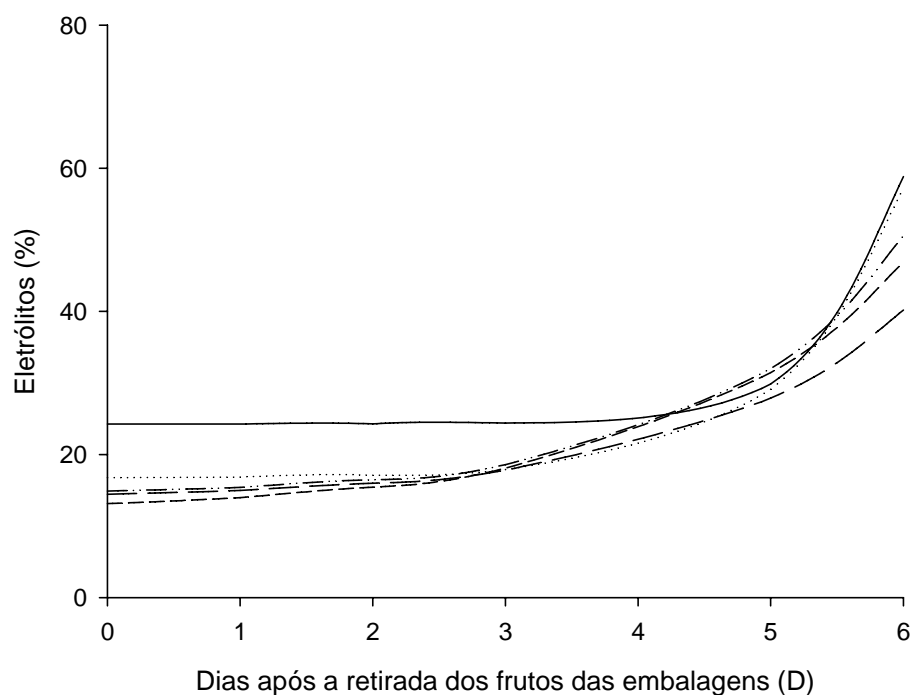


Figura 6 – Estimativa do extravasamento de solutos de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 e mantido a $21,02 \pm 0,80$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Pode-se, também, relacionar a perda de permeabilidade seletiva das membranas com o desenvolvimento da cor e com a perda da consistência da polpa. Observou-se, então, que os tratamentos que reduziram a perda da permeabilidade seletiva das membranas também foram, ao mesmo tempo, eficientes em reduzir o desenvolvimento da cor e a perda da consistência da polpa. Os resultados apontaram para um efeito do KMnO_4 em retardar a senescência dos frutos.

Esses resultados confirmaram os obtidos por Rocha (2005), que, ao estudar os efeitos do uso do KMnO_4 na conservação pós-colheita de banana 'Prata', observou que a perda de eletrólitos coincide com a ascensão climatérica, indicando que, depois de ocorrido o pico climatérico, a perda da permeabilidade seletiva das membranas é acelerada, estando, portanto, ligada ao amadurecimento e senescência de frutos.

3.7. Teor de sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa das frutas. Corresponde a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os tratamentos com 1,5 e 2,0 g de KMnO_4 /embalagem tiveram o teor de sólidos solúveis totais estatisticamente igual ao da testemunha, após 25 dias de armazenamento, enquanto os frutos tratados com 0,0; 0,5; e 1,0 g de KMnO_4 /embalagem apresentaram-se estatisticamente diferentes da testemunha (início do armazenamento), a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett (Quadro 7). Portanto, os frutos dos tratamentos 0,0; 0,5; e 1,0 g de KMnO_4 /embalagem tiveram amadurecimento antecipado, já que para as características índice de cor da casca, extravasamento de solutos e consistência da polpa não houve diferença com relação à testemunha (início do armazenamento).

De acordo com Balbino (1997), o mamão apresenta a característica de acumular baixos teores de amido (menos do que 1%) durante o seu amadurecimento, em comparação com frutos como a banana, que pode apresentar, normalmente, acima de 20% de amido durante o seu desenvolvimento (SALOMÃO, 1995).

O teor de sólidos solúveis totais apresentou comportamentos linear e crescente, em função dos dias de avaliação, para cada dose de KMnO_4 (Figura 7). Foi observado teor de sólidos solúveis mais elevado nos frutos sem KMnO_4 , indicando amadurecimento acelerado, enquanto nos frutos tratados o efeito do KMnO_4 resultou em evolução mais lenta dos teores de sólidos solúveis totais.

Quadro 7 – Médias do teor de sólidos solúveis totais da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 25 dias de armazenamento

Tratamentos	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
Testemunha ¹	9,4
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	10,8*
0,5 g KMnO ₄ /embalagem	10,7*
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	10,7*
1,5 g KMnO ₄ /embalagem	10,4 ^s
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	9,9

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a 10,42 ± 0,96 °C.

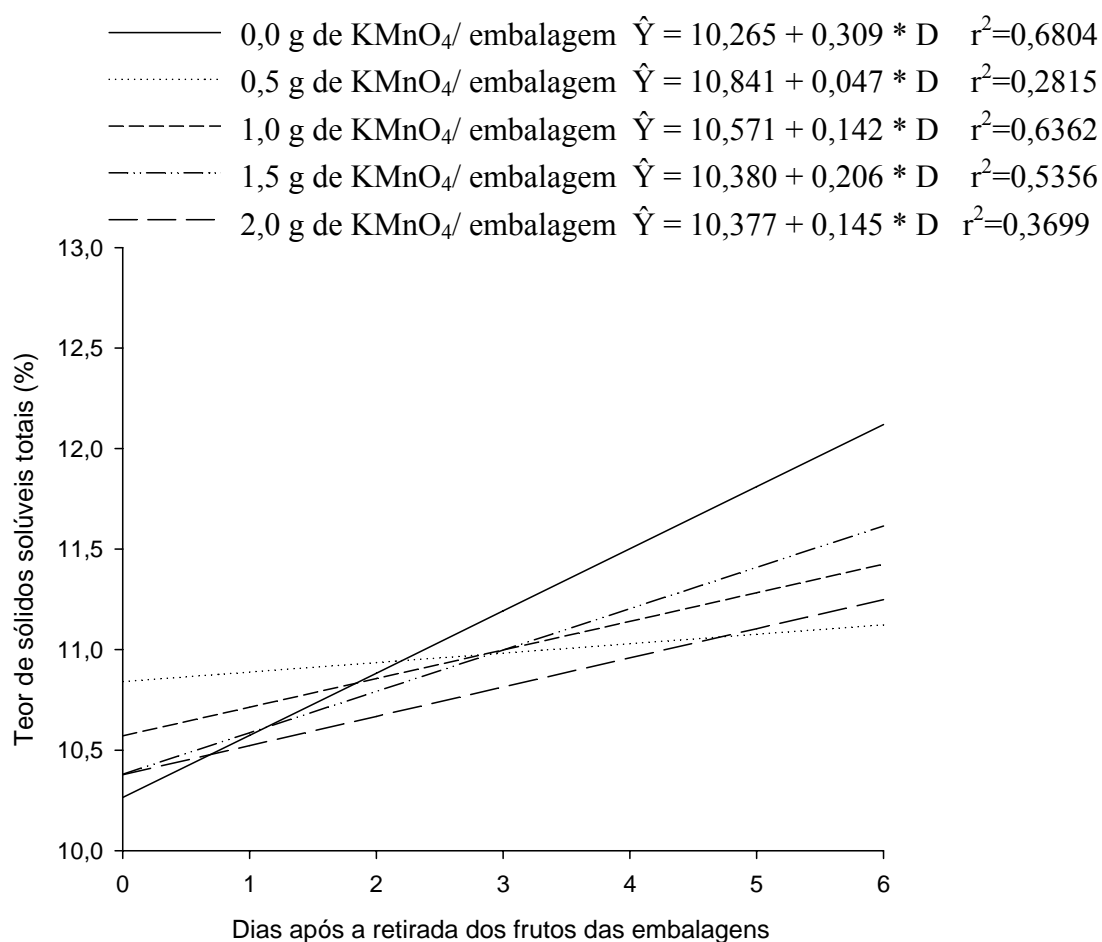


Figura 7 – Estimativa do teor de sólidos solúveis totais de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a 21,02 ± 0,80 °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Pôde-se observar incremento no teor de sólidos solúveis totais em todos os tratamentos, o que confirma os dados obtidos por Assis e Steineker (2003), avaliando a qualidade de mamão ‘Sunrise Golden’ transportado sob atmosfera controlada, em contêiner, a 10 °C e UR 95 ± 4%. Esses autores observaram que frutos nos graus de amadurecimento da casca 1, 2 e 3, no momento do embarque, apresentavam teor de sólidos solúveis de 13,5 °Brix. Esse valor se manteve até o momento do desembarque, porém aumentou nos frutos cujo grau de amadurecimento da casca era de 2 e 3 até atingir o máximo de 15,5 °Brix, aos 10 dias, em temperatura ambiente. Os frutos colhidos no grau de amadurecimento da casca 1 tiveram menor taxa de aumento no teor de sólidos solúveis totais, chegando ao final do experimento com valores máximos de 14,5 °Brix.

Côrrea et al. (2005) determinaram a difusibilidade térmica na polpa do mamão ‘Sunrise Golden’ colhido no estágio 1 de amadurecimento da casca. Fazendo avaliações diárias durante cinco dias, esses autores observaram que o teor de sólidos solúveis no tempo zero era de 10,13 °Brix. E aos cinco dias de armazenamento a temperatura ambiente chegou a 12,93 °Brix, o que corresponde a um incremento de aproximadamente 22% no teor de sólidos solúveis totais.

4. CONCLUSÕES

A refrigeração, associada ao filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), conservou e manteve a qualidade dos frutos, durante o armazenamento, por 25 dias.

O uso de PEBD com absorvedor de etileno mostrou-se alternativa viável e de baixo custo para os produtores, como forma de retardar o amadurecimento. Os frutos sem KMnO_4 , após a retirada das embalagens, tiveram amadurecimento antecipado em relação àqueles com KMnO_4 , evidenciando-se a sua efetividade em retardar o amadurecimento.

Os frutos de todos os tratamentos tiveram amadurecimento normal após a retirada das embalagens e exposição à temperatura ambiente, sendo que a dose de 0,5 g de KMnO_4 /embalagem foi suficiente para a conservação do mamão por 25 dias, o que pode permitir a sua exportação por via marítima.

CAPÍTULO 2

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE KMnO_4 NA CONSERVAÇÃO DE MAMÃO ‘SUNRISE GOLDEN’ ARMAZENADO À TEMPERATURA AMBIENTE

RESUMO

O objetivo deste experimento foi determinar a dose de KMnO_4 , associada à embalagem plástica, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado à temperatura ambiente. Frutos com até 15% da área superficial da casca amarela foram colhidos em pomar comercial em Linhares, Espírito Santo. Em seguida, foram lavados em água corrente e tratados com solução aquosa de cloro 1%, sendo, subsequentemente, acondicionados em caixas de papelão ondulado contendo 12 frutos cada e transportados para o Laboratório de Análise de Frutas da Universidade Federal de Viçosa, aonde chegaram 36 horas após a colheita.

No laboratório, efetuaram-se nova seleção e padronização dos frutos, tendo estes massa unitária de $278,76 \pm 18,86$ g. Em seguida, os frutos foram imersos em solução de fungicida Prochloraz (49,5 mL/100 L de água) por cinco minutos e secados ao ar. A unidade experimental constituiu-se de três frutos, sendo estes acondicionados em filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD – 28 μm de espessura), contendo sachês de KMnO_4 nas doses de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; e 4,0 g/embalagem. Após a retirada parcial do

ar, o filme foi fechado hermeticamente. Os frutos foram armazenados a $20,05 \pm 0,5$ °C e $90 \pm 5\%$ de UR, por 15 dias. Após esse período, os frutos foram retirados das embalagens e mantidos nas mesmas condições ambientes até o completo amadurecimento. As avaliações ocorreram no início do armazenamento, no dia da retirada dos frutos das embalagens, e, a partir daí, diariamente 1, 2, 3, 4 e 5 dias após essa retirada das embalagens. O experimento foi organizado no esquema de parcelas subdivididas, em que as doses de KMnO_4 constituíram as parcelas e os dias de avaliação, as subparcelas, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e três frutos por unidade experimental. A análise dos dados foi feita por meio das análises de variância e regressão, e, independentemente de a interação ser ou não significativa, optou-se pelo seu desdobramento devido ao interesse em estudo. Os modelos de regressão linear foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão no nível de 5% de probabilidade, pelo teste 't', de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico, enquanto os não-lineares foram selecionados com base nos dois últimos critérios. Aplicou-se o teste de Dunnett para comparar as características dos frutos no início do armazenamento com as do dia da retirada das embalagens.

Com relação à variável concentração de CO_2 , foi montado um experimento à parte, com cinco doses de KMnO_4 e cinco repetições, avaliado ao longo de 15 dias de armazenamento, sendo a análise dos dados descritiva.

Os frutos do tratamento sem KMnO_4 tiveram amadurecimento antecipado, atingindo o pico climatérico entre o primeiro e o segundo dia após a retirada dos frutos das embalagens. No entanto, em frutos tratados com KMnO_4 o pico climatérico só ocorreu no terceiro dia após a retirada dos frutos das embalagens, o que evidenciou o efeito do KMnO_4 . Frutos não-tratados apresentaram maior produção de CO_2 em relação aos tratados. A estabilização da concentração de CO_2 no interior das embalagens se deu a partir das 12 horas de armazenamento, em todos os tratamentos, porém o tratamento sem KMnO_4 apresentou maior concentração de CO_2 no interior das embalagens em relação aos frutos tratados. Frutos não-tratados com KMnO_4 tiveram maior perda de matéria fresca e maior permeabilidade seletiva das membranas em relação aos que receberam tratamento, o que evidencia o efeito do permanganato de potássio sobre o metabolismo dos frutos após a remoção das embalagens.

Frutos tratados com KMnO_4 permaneceram firmes durante dois dias após a retirada das embalagens, alcançando valores de firmeza semelhantes aos dos frutos não-tratados somente no quinto dia de avaliação. Por sua vez, nos frutos armazenados sem KMnO_4 , após a retirada das embalagens a firmeza era de apenas 22% da registrada no momento da montagem do experimento. Houve incremento nos teores de sólidos solúveis nos frutos de todos os tratamentos, porém de forma mais acentuada nos frutos não-tratados.

1. INTRODUÇÃO

O mamão é um fruto com considerável potencial econômico para comércios interno e externo. Uma das limitações para a conservação pós-colheita é a sua alta perecibilidade, que se caracteriza pelo elevado conteúdo de água e pela taxa respiratória de alta a muito alta, portanto com elevada produção de calor e com estrutura macia facilmente danificável (BALBINO, 2003). Sendo um fruto climatérico, as transformações resultantes do seu amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita do fruto fisiologicamente maduro, desencadeadas pela produção de etileno e pelo aumento na taxa respiratória. Dada essa alta perecibilidade, o controle do amadurecimento é fundamental para o aumento da vida útil após a colheita, visando aos mercados interno e externo.

A atmosfera modificada é uma tecnologia bastante versátil e aplicável a vários tipos de frutos e hortaliças, sendo relativamente simples e de baixo custo. Sua eficácia pode ser ampliada pela associação com absorvedores de etileno, como o permanganato de potássio (KMnO_4). De acordo com Resende (2001), absorvedores de etileno como o KMnO_4 , em sachês ou impregnados em embalagens plásticas ou, ainda, em filtros químicos, absorvem e oxidam o etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita.

O uso de PEBD, associado ao absorvedor de etileno (sachê contendo 9 g de KMnO_4), em mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado por 12 dias a 25 °C, evitou a perda de água excessiva, propiciando melhor consistência da polpa e, conseqüentemente, reduzindo os prejuízos no peso e na aparência (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2004).

Silva et al. (2004), estudando a emissão de etileno de mamão ‘Sunrise Golden’ durante armazenamento a 25 °C por oito dias, na presença e ausência de KMnO_4 (controle), concluíram que o tratamento-controle resultou em picos climatéricos mais pronunciados, com taxas mais altas de emissão de etileno, enquanto a presença do KMnO_4 atenuou a emissão de etileno. No sexto dia de armazenamento, a presença do absorvedor foi responsável pela redução de 90% na emissão de etileno. Em média, a taxa de emissão deste foi cerca de 50% mais baixa devido à presença do KMnO_4 , em relação aos frutos-controle.

Semelhantemente, Corrêa et al. (2004), trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’, também concluíram que o KMnO_4 atua, diretamente, absorvendo e oxidando o etileno do meio e, indiretamente, reduzindo a síntese autocatalítica.

O objetivo deste experimento foi determinar a dose de KMnO_4 , associada à embalagem plástica, mais eficiente em retardar os processos relacionados ao amadurecimento do mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado à temperatura ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram obtidos de pomar comercial no Município de Linhares, região norte do Estado do Espírito Santo. A região caracteriza-se por apresentar médias de temperaturas máximas de 30 a 32 °C, médias de temperaturas mínimas de 15 a 18 °C e a precipitação pluvial média de 1.183 mm por ano (BRAGA, 2004).

Mamões do cultivar ‘Sunrise Golden’ foram colhidos, em média, no estágio 1 de amadurecimento, ou seja, com até 15% da área superficial da casca amarela (Quadro 1, capítulo 1), na tarde do dia 03 de maio de 2006. Após a colheita, os frutos foram transportados para a casa de embalagem, onde foram selecionados quanto ao tamanho e estágio de amadurecimento, eliminando-se aqueles com defeitos físicos e distúrbios fisiológicos. Em seguida, foram lavados em água corrente e tratados com solução de cloro 1%. Subseqüentemente, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão ondulado contendo 12 frutos cada, num total de 40 caixas, e transportados para o Laboratório de Análise de Frutas do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa, MG, onde chegou no dia 05 de maio de 2006, às 4 h 20 (aproximadamente, 36 h após a colheita).

No laboratório, efetuaram-se nova seleção e padronização, utilizando frutos com massa de $278,76 \pm 18,86$ g. Em seguida, os frutos foram imersos em solução de fungicida Prochloraz (Sportak 450 CE, da empresa Hoechst Schering AgrEvo UK Ltd. - Inglaterra), na dose de 49,5 g/100 L de água por 5 min e secados ao ar.

A unidade experimental constituiu-se de três frutos, sendo estes acondicionados em embalagem hermética de polietileno de baixa densidade (35 cm altura x 25 cm

largura e 28 µm de espessura), da qual o ar foi parcialmente retirado com o auxílio de um aspirador de pó. No interior de cada embalagem foram incluídos sachês de vermiculita expandida impregnados com KMnO_4 em cinco doses diferentes (0; 1,0; 2,0; 3,0; e 4,0 g de KMnO_4 /embalagem, sendo 0, 1, 2, 3 e 4 sachês por embalagem, respectivamente). Foram preparados sachês com 1,0 g de KMnO_4 cada. Na confecção de cada sachê, utilizaram-se 2,5 g de vermiculita expandida, que foram impregnados com 2,5 mL de solução aquosa de KMnO_4 (4 g/10 mL de solução) e secados em estufa a 60 °C. A seguir, esse material foi acondicionado em sachês de tecido Entretela (Freuden Derg 9114 82 010), que foram armazenados em sacos de polietileno, em geladeira, até o momento de serem utilizados.

Após embalados, os frutos foram armazenados durante 15 dias em câmara fria, à temperatura média de $20,05 \pm 0,50$ °C e umidade relativa do ar de $90 \pm 5\%$.

Após esse período, os frutos foram retirados das embalagens e mantidos nas mesmas condições ambientes até o completo amadurecimento. As amostragens foram feitas no início do armazenamento, no dia da retirada dos frutos das embalagens (15º dia de armazenamento) e, a partir daí, diariamente, 1, 2, 3, 4 e 5 dias após a retirada das embalagens. As amostras foram utilizadas para análises dos frutos quanto à coloração da casca, perda de matéria fresca, produção de CO_2 e para análises da polpa quanto à consistência, extravasamento de solutos, e teor de sólidos solúveis totais. No início do armazenamento, no 15º dia e no 5º dia após a retirada dos frutos das embalagens, foram coletadas amostras de polpa para análise do teor de etanol. Além dessas, foram realizadas análises da concentração de CO_2 no interior das embalagens.

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas as cinco doses de KMnO_4 e, nas subparcelas, os seis dias de amostragens (após a retirada dos frutos das embalagens), sendo a unidade experimental constituída de três frutos. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram analisados por meio das análises de variância e regressão. Os modelos ajustados por meio de regressão linear, nas avaliações de perda de matéria fresca, índice de cor da casca e teor de sólidos solúveis totais, foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão no nível de 5% de probabilidade, pelo teste “t”, de Student, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico; nos modelos ajustados com regressão não-linear, a escolha foi realizada com base nos dois últimos itens. Independentemente de a interação dose e dias ser ou não significativa, optou-se pelo seu desmembramento, dado o interesse em estudo. O teste

de Dunnett, no nível de 5% de probabilidade, foi utilizado para comparar a testemunha (início do armazenamento) com as cinco doses de KMnO_4 no dia da retirada dos frutos das embalagens (15^o dia de armazenamento).

Para as análises de concentração de CO_2 no interior das embalagens, foi montado um experimento à parte com as cinco doses de KMnO_4 e cinco repetições, sendo três frutos por unidade experimental. Foram confeccionados septos de silicone, que foram colados sobre as embalagens para a retirada das amostras gasosas com o auxílio de seringa hipodérmica de 1 mL. As análises foram realizadas nos períodos de 4, 8, 12 e 24 h e a partir daí, nos períodos de 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 15 dias. A análise estatística utilizada para essa análise e a do teor de etanol na polpa foram descritivas.

2.1. Análises

As metodologias para análise de índice de cor da casca, perda de matéria fresca, produção de CO_2 , concentração de CO_2 no interior das embalagens, consistência, extravasamento de solutos e teor de sólidos solúveis totais foram semelhantes às descritas no capítulo 1.

2.1.1. Teor de etanol

Foram retiradas amostras compostas da polpa da região mediana dos frutos, com peso de 1,0 g. As amostras foram maceradas em cadinho de porcelana com 3 mL de água destilada e centrifugadas a 3.300 g por 20 min, recolhendo-se o sobrenadante. Volumes de 2 μL dessa solução foram injetados em cromatógrafo a gás, com o auxílio de uma seringa.

O teor de etanol foi determinado por cromatografia a gás, utilizando-se cromatógrafo a gás CG modelo 37-D com detector de ionização de chama equipado com uma coluna de aço inoxidável, empacotada com porapak Q. O gás de arraste foi o N_2 , com fluxo de 30 mL/minuto. As temperaturas da coluna, do detector e do injetor foram de 132, 132 e 134 °C, respectivamente.

A concentração de etanol na polpa foi determinada comparando-se as alturas dos picos das amostras com as alturas dos picos de uma amostra-padrão de etanol.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração de CO₂ no interior das embalagens

A concentração de CO₂ no interior das embalagens aumentou rapidamente nas primeiras oito horas de acondicionamento e daí até o 2^o dia, para frutos com KMnO₄ e até o 3^o dia de armazenamento para os não-tratados, elevou-se de forma mais gradual. Nos frutos sem KMnO₄, a concentração estabilizou-se do 3^o ao 15^o dia em torno de 17% de CO₂, enquanto nos tratados caiu do 2^o ao 6^o dia e estabilizou-se entre o 6^o e o 15^o dia de armazenamento, com concentração entre 8 e 10% de CO₂. Em geral, maiores doses de KMnO₄ resultaram em menores concentrações de CO₂ no interior das embalagens (Figura 1).

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira-Júnior et al. (2004), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado a 25 ± 2 °C e embalados com filme de polietileno de baixa densidade (30 µm de espessura) mais sachê absorvedor de etileno (2,5 g de KMnO₄/kg de fruto), observaram que no 2^o dia de armazenamento a dinâmica da microatmosfera adquiriu equilíbrio para frutos sem KMnO₄, em que a concentração de CO₂ ficou em torno de 9,7%. Para frutos tratados com KMnO₄, não se estabeleceu equilíbrio de CO₂, apresentando tendência decrescente após o segundo dia de armazenamento. De acordo com esses autores, isso se deve à redução da concentração do etileno autocatalítico no interior das embalagens, o qual acelera o metabolismo do fruto e, conseqüentemente, o seu amadurecimento. Uma vez removido o etileno das embalagens, há a desaceleração do metabolismo do fruto como um todo e a conseqüente redução na concentração de CO₂.

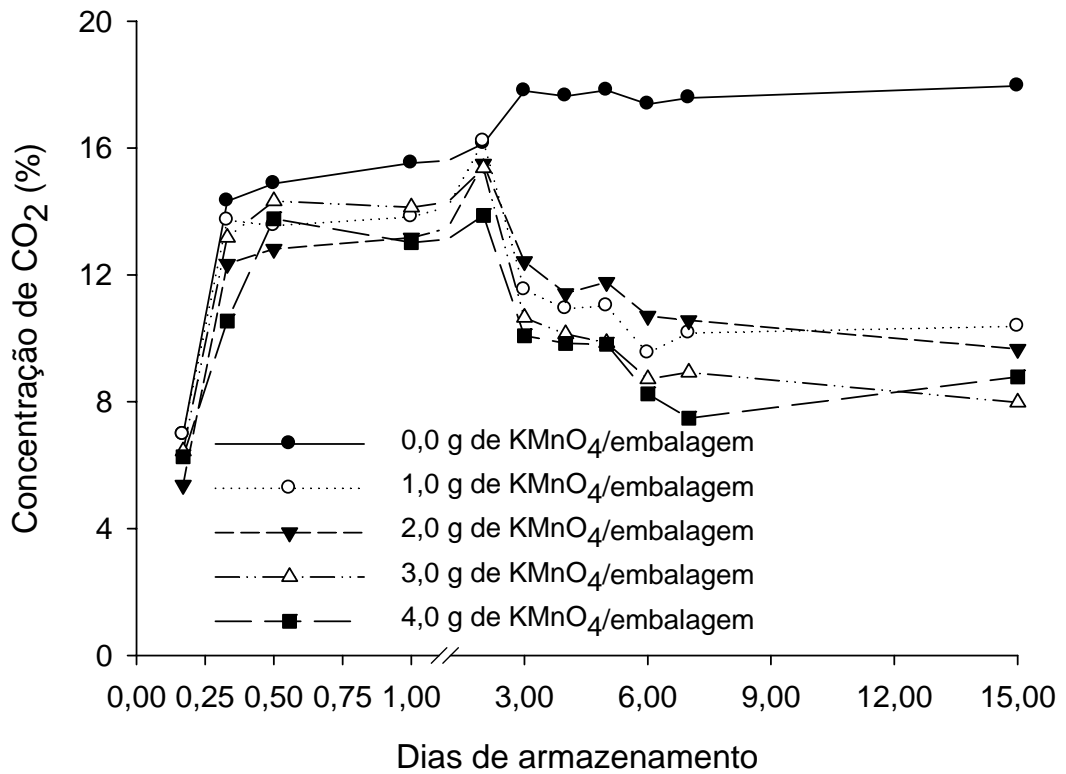


Figura 1 – Concentração de CO₂ no interior das embalagens de mamão ‘Sunrise Golden’, durante 15 dias de armazenamento à temperatura de 20,05 ± 0,50 °C.

Apesar de altas concentrações de CO₂ reduzirem a taxa de produção de etileno e tornarem os frutos menos sensíveis à sua ação, concentrações prejudiciais de etileno podem acumular-se em condições de atmosfera modificada para frutos sem KMnO₄, o que pode explicar a alta concentração de CO₂ no interior das embalagens para esses frutos. Para os tratamentos com KMnO₄, as baixas concentrações de CO₂ podem ser explicadas devido ao uso desse absorvedor de etileno.

3.2. Produção de CO₂

A produção de CO₂ apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (início do armazenamento) e o tratamento sem KMnO₄, no dia da retirada dos frutos das embalagens, enquanto nos demais tratamentos não houve diferença estatística, indicando que os frutos tratados com KMnO₄ permaneceram na fase pré-climatérica após 15 dias de armazenamento (Quadro 1).

Quadro 1 – Médias da taxa respiratória de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Taxa Respiratória (mg CO_2 /kg/h)
Testemunha ¹	92,78
0,0 g KMnO_4 /embalagem	111,16*
1,0 g KMnO_4 /embalagem	94,96
2,0 g KMnO_4 /embalagem	96,94
3,0 g KMnO_4 /embalagem	94,50
4,0 g KMnO_4 /embalagem	92,02

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $20,05 \pm 0,50$ °C.

Após a retirada dos frutos das embalagens, aqueles do tratamento sem KMnO_4 apresentaram maior produção de CO_2 em relação aos com esse permanganato (Figura 2).

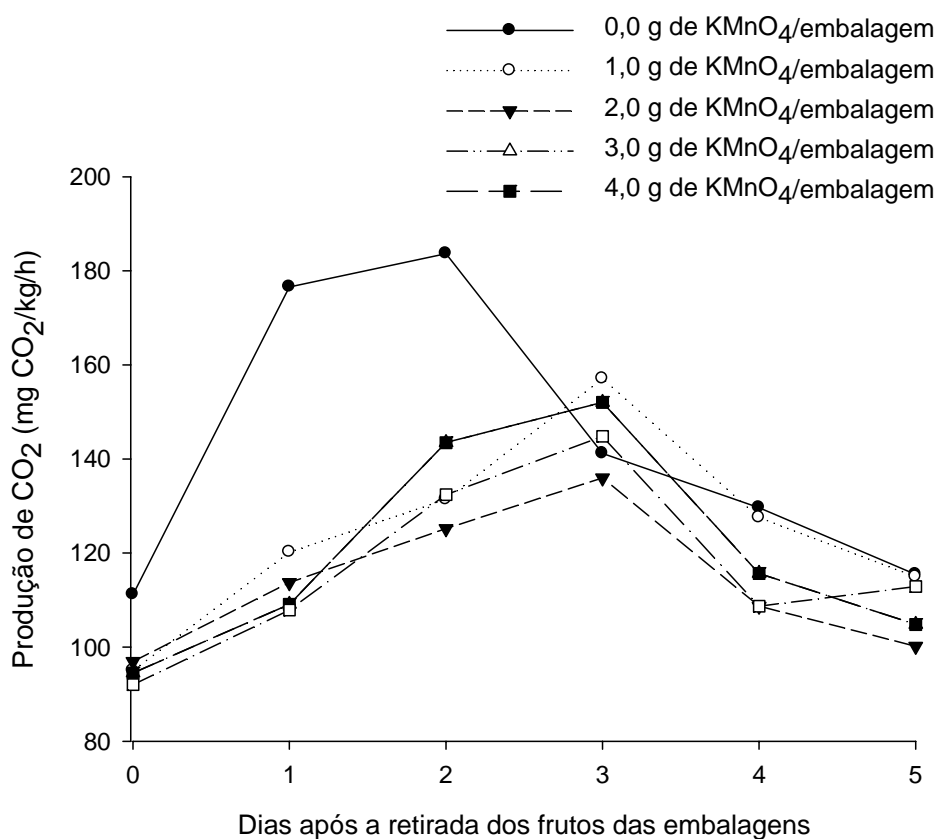


Figura 2 – Taxa respiratória (mg de CO_2 /kg/h) de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 e mantido a $20,05 \pm 0,50$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Os frutos sem KMnO₄ atingiram o pico climatérico entre o primeiro e o segundo dia após a retirada das embalagens, enquanto frutos tratados com KMnO₄ só chegaram ao pico climatérico no 3^o dia após a retirada das embalagens. Além disso, a taxa respiratória dos frutos sem KMnO₄ foi de 170 mg CO₂/kg/h no pico climatérico, enquanto nos frutos com esse composto ela variou de 130 a 150 mg CO₂/kg/h, evidenciando-se o efeito do KMnO₄ sobre o metabolismo dos frutos.

3.3. Índice de cor da casca

O índice de cor da casca apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (início do armazenamento) e o tratamento sem KMnO₄ no dia da retirada dos frutos das embalagens, enquanto entre a testemunha e os demais tratamentos não houve diferença estatística, indicando que nos frutos tratados com KMnO₄ a cor da casca permaneceu inalterada, após os 15 dias de armazenamento (Quadro 2). Esse resultado confirma os de Oliveira–Júnior et al. (2004), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise Golden’ armazenado a 25 ± 2 °C e embalado com filme de polietileno de baixa densidade (30 µm de espessura) mais sachê absorvedor de etileno (2,5 g de KMnO₄/kg de fruto), obtiveram frutos completamente verdes por 12 dias.

Quadro 2 – Médias do índice de cor da casca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Índice de Cor da Casca
Testemunha ¹	1,7
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	2,7 *
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	2,0
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,8
3,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,9
4,0 g KMnO ₄ /embalagem	1,7

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a 20,05 ± 0,50 °C.

Nos dias subsequentes à remoção das embalagens e do absorvedor de etileno, essa variável apresentou comportamento linear, em função dos dias de avaliação de cada dose de KMnO_4 (Figura 3).

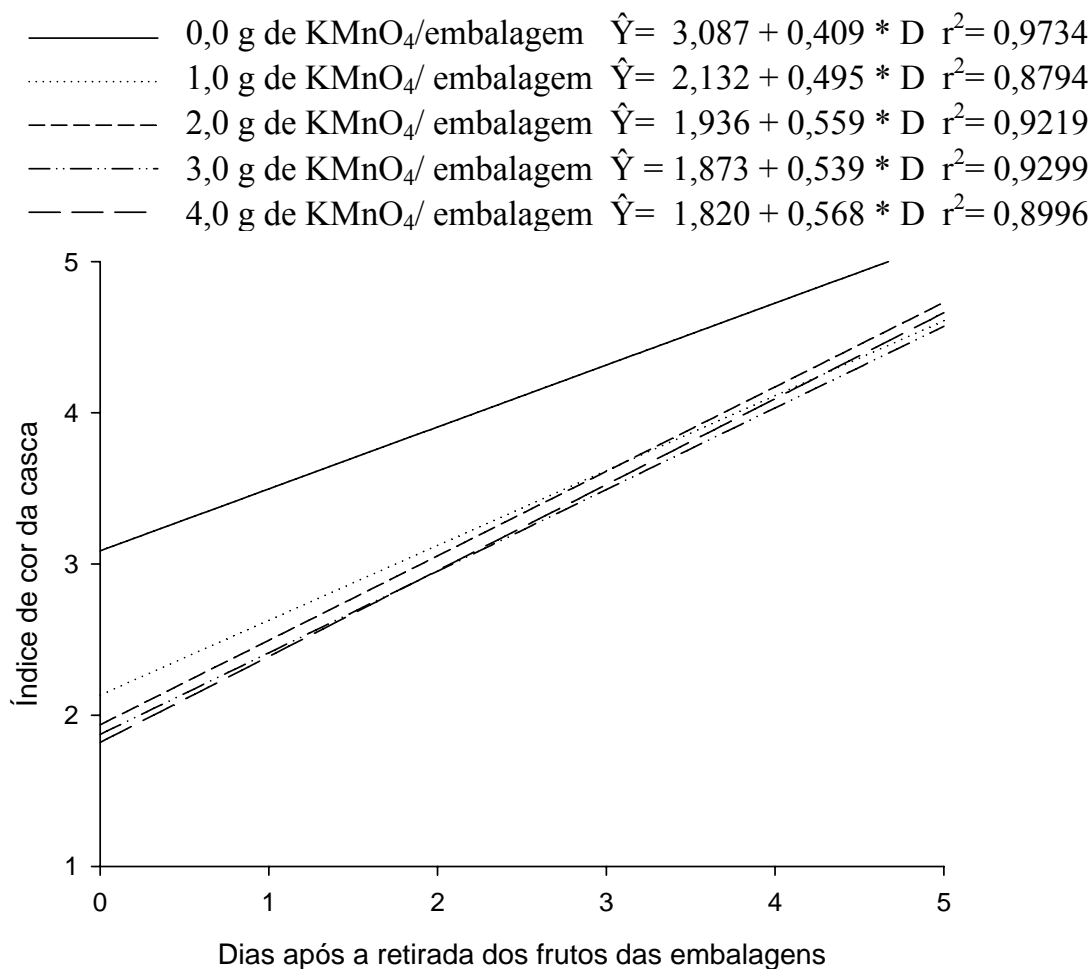


Figura 3 – Estimativa do índice de cor da casca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 e mantido a $20,05 \pm 0,50$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Em frutos não-tratados com KMnO_4 , observou-se que, no dia da retirada da embalagem, eles já apresentavam índice de cor da casca, em média, 3,09, enquanto os frutos tratados com KMnO_4 ainda estavam com índice de cor da casca 1,9, em média. Isso evidencia o efeito do KMnO_4 em manter a coloração verde dos frutos mesmo após a retirada das embalagens e da remoção dos sachês.

Verificou-se que o KMnO_4 foi eficiente em retardar o desenvolvimento do índice de cor da casca, em comparação com os frutos não-tratados (Figura 3). Isso porque frutos sem KMnO_4 no terceiro dia de avaliação apresentavam-se com índice de cor da casca 3,6, enquanto em frutos tratados no mesmo período o índice de cor da casca era de 4,5.

Esses resultados são confirmados por Cenci et al. (1999), que, trabalhando com mamão ‘Sunrise’ embalado em filme de polietileno mais sachês de KMnO_4 (2 sachês, com 10 g cada, em caixa contendo 12 frutos), armazenado por 14 dias a 10 °C mais três dias a 20 °C, observaram redução no desenvolvimento da cor amarela, uma vez que em todas as avaliações os frutos apresentavam menor índice de cor amarela quando comparados com os sem KMnO_4 .

3.4. Perda de massa de matéria fresca

A variável perda de massa de matéria fresca apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (início do armazenamento) e os tratamentos 0,0; 2,0; 3,0; e 4,0 g de KMnO_4 /embalagem, no dia da retirada dos frutos das embalagens (Quadro 3), pois se considerou o dia do armazenamento como perda de massa de matéria fresca zero (‘0’). Apesar da diferença significativa, a perda de massa de matéria fresca foi, em geral, menor que 0,5% após 15 dias de armazenamento em embalagem plástica, o que não é suficiente para depreciar visualmente os frutos.

Quadro 3 – Médias da perda de massa de matéria fresca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Perda de Massa de Matéria Fresca (%)
Testemunha ¹	0,000
0,0 g KMnO_4 /embalagem	0,3529*
1,0 g KMnO_4 /embalagem	0,2729
2,0 g KMnO_4 /embalagem	0,3981*
3,0 g KMnO_4 /embalagem	0,4779*
4,0 g KMnO_4 /embalagem	0,5589*

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $20,05 \pm 0,50$ °C.

Após a retirada das embalagens, a variável perda de massa de matéria fresca apresentou comportamento linear, em função dos dias de avaliação (D), para cada dose de KMnO_4 (Figura 4). Observou-se que a perda de massa de matéria fresca no tratamento sem KMnO_4 foi superior à dos tratamentos com KMnO_4 . Enquanto nos frutos sem KMnO_4 , no 5º dia após a retirada da embalagem a perda de matéria fresca foi em torno de 5,48%, nos frutos tratados com KMnO_4 a perda média foi de apenas 3,67% de matéria fresca.

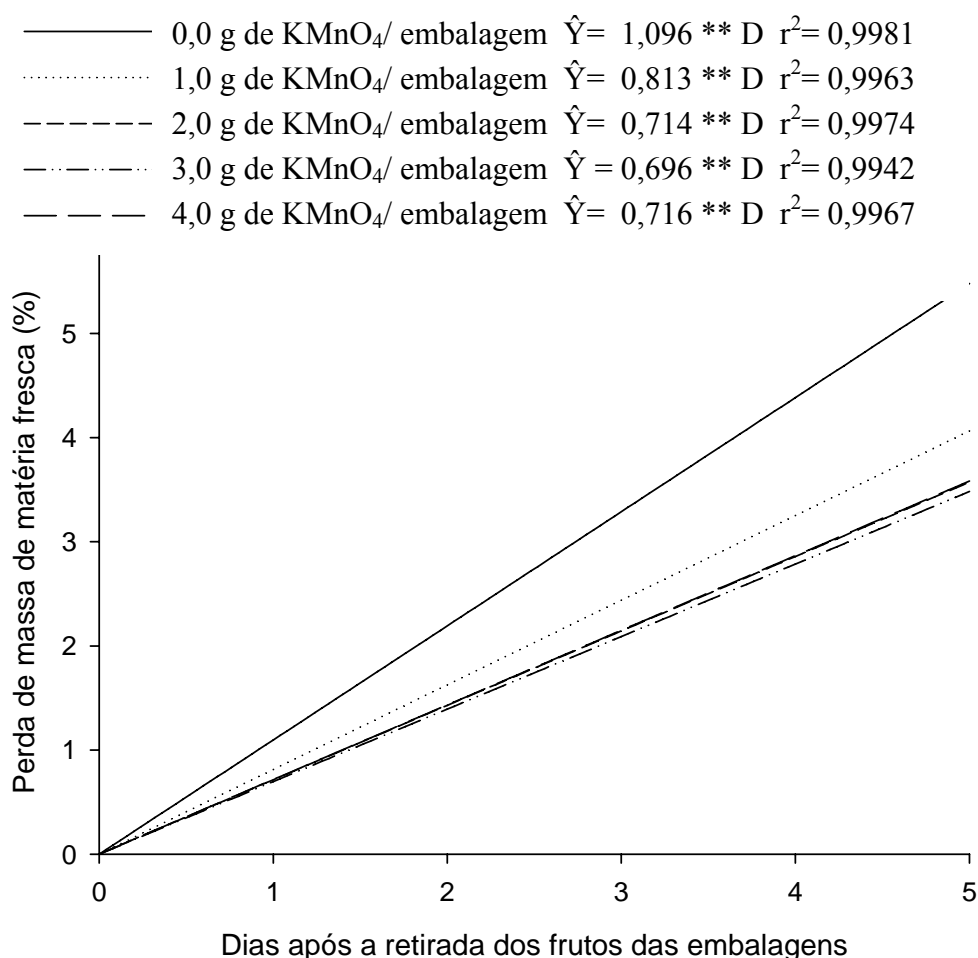


Figura 4 – Estimativa da perda de matéria fresca de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 e mantido a $20,05 \pm 0,50$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens (* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t).

Frutos com KMnO_4 apresentaram, no final do período de armazenamento, melhor aspecto externo em relação aos frutos não-tratados. De acordo com Cenci et al. (2002) e Assis (2005), perdas de massa superiores a 5% para mamão exposto em gôndolas de supermercados já são suficientes para a depreciação. Esses autores ressaltaram que, muitas vezes, essa perda é negligenciada na cadeia de comercialização.

De acordo com relatos de Finger e Vieira (1997), a perda de água reduz o período pré-climatérico de banana e maçã, antecipando o surto respiratório e a produção de etileno autocatalítico, que caracterizam a ascensão climatérica e o amadurecimento.

Castro (1984), trabalhando com abacates ‘Wagner’ embalados com PEBD (25 μm de espessura) e tratados com sachês de 7 g de KMnO_4 , observou perda de matéria fresca de 1,69% durante 15 dias de armazenamento a 27 ± 2 °C, enquanto em frutos na mesma embalagem, sem KMnO_4 durante o mesmo período, a perda de matéria fresca foi de 2,45%.

3.5. Consistência

No dia da retirada dos frutos das embalagens, o tratamento sem KMnO_4 diferiu estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, daqueles da testemunha (início do armazenamento), enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha (Quadro 4). Esses resultados indicaram que o KMnO_4 foi efetivo em manter os frutos firmes durante os 15 dias de acondicionamento. Esses resultados confirmam os de Castro (1984), que observou que abacate ‘Wagner’ em caixas envoltas por polietileno (110 μm de espessura), associado a KMnO_4 e armazenado a 27 ± 2 °C, apresentava firmeza de polpa constante durante 14 dias de armazenamento, enquanto os frutos sem KMnO_4 começavam a perder firmeza a partir do 7^o dia de armazenagem.

Após a retirada dos frutos das embalagens, essa variável apresentou comportamento sigmoidal, em função dos dias de avaliação, para cada dose de KMnO_4 (Figura 5).

Os frutos dos tratamentos sem KMnO_4 apresentaram consistência próxima a 540 kPa no dia da retirada dos frutos das embalagens, a qual se reduziu para 156 kPa no 5^o dia de avaliação. O amolecimento dos frutos ainda nas embalagens pode ter ocorrido por causa das elevadas concentrações de CO_2 nestas (Figura 1).

Quadro 4 – Médias da consistência da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Consistência (kPa)
Testemunha ¹	2378,38
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	537,49*
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	2177,08
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	2356,97
3,0 g KMnO ₄ /embalagem	2220,80
4,0 g KMnO ₄ /embalagem	2360,61

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a 20,05 ± 0,50 °C.

——— 0,0 g de KMnO₄/embalagem $\hat{Y} = 536,488 - 439,904 * D / (0,783 + D)$ $R^2 = 0,6375$
 1,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2214,429 / (1 + e^{-(D+3,042)/-0,614})$ $R^2 = 0,9017$
 - - - - 2,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2227,007 / (1 + e^{-(D+3,070)/-0,816})$ $R^2 = 0,8197$
 - · - · - 3,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2141,676 / (1 + e^{-(D+3,249)/-0,569})$ $R^2 = 0,8925$
 - - - - 4,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 2439,599 / (1 + e^{-(D+3,184)/-0,598})$ $R^2 = 0,9374$

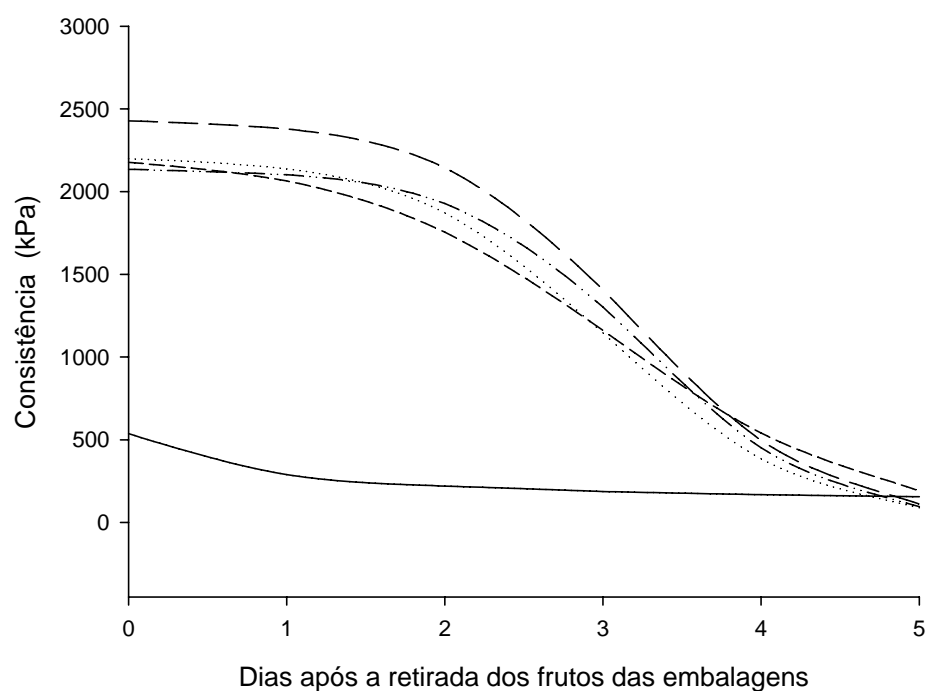


Figura 5 – Estimativa da consistência da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a 20,05 ± 0,50 °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

Os frutos tratados com KMnO_4 tiveram comportamento semelhante entre si, mantendo-se firmes até o 2º dia e amaciando rapidamente, daí até o 4º dia, num processo que coincidiu cronologicamente com a ascensão e pico climatérico (Figura 2). Esses frutos se mantiveram mais firmes em relação aos frutos sem KMnO_4 , em razão, provavelmente, do efeito sinérgico entre a embalagem e absorvedor de etileno, o que reduziu a atividade das enzimas que hidrolisam a parede celular. No terceiro dia de avaliação, frutos sem KMnO_4 apresentavam consistência de 187,61 kPa, enquanto frutos tratados com KMnO_4 no mesmo período a consistência foi em média de 1.253,69 kPa. Apenas no 5º dia, a consistência dos frutos com KMnO_4 atingiu os valores observados nos não-tratados, no dia da remoção das embalagens.

Para o tratamento sem KMnO_4 , no dia da retirada da embalagem foram descartados 47% dos frutos, pois estes estavam total ou parcialmente deteriorados (podridão-mole) e com mau cheiro. Isso pode ser explicado pelo fato de esse tratamento ter apresentado valores médios de 17% de CO_2 no interior das embalagens (Figura 1), o que pode ter causado desordens fisiológicas. Para os frutos tratados com KMnO_4 foram descartados 3,7%, 7,4%, 1,9% e 7,4% das doses de 1,0; 2,0; 3,0; e 4,0 g/embalagem, respectivamente, evidenciando-se a efetividade do sistema de remoção do etileno, que reduziu significativamente a taxa de amaciamento dos tecidos, bem como retardou a deterioração.

O amaciamento da polpa é um dos principais atributos da qualidade pós-colheita do mamão, uma vez que determina se o fruto está no ponto ótimo para consumo. Na maioria das vezes, o consumidor compra o mamão após manuseio, escolhendo os frutos mais firmes. Dessa forma, o efeito do KMnO_4 , após a retirada dos frutos das embalagens, torna-se um importante fator, pois os frutos ficarão disponíveis por mais tempo nas gôndolas dos supermercados.

3.6. Extravasamento de solutos

Frutos tratados com KMnO_4 mantiveram a permeabilidade seletiva das membranas celulares estatisticamente semelhantes à dos frutos-testemunha (início do armazenamento) após 15 dias de armazenamento, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett (Quadro 5). Isso indica que, na temperatura de armazenamento de $20,05 \pm 0,5$ °C, a atmosfera modificada pelo PEBD, juntamente com o KMnO_4 , foi suficiente para retardar o amadurecimento por 15 dias.

Quadro 5 – Médias do extravasamento de solutos (perda de eletrólitos) da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Extravasamento de Solutos (%)
Testemunha ¹	8,549
0,0 g KMnO_4 /embalagem	23,855 *
1,0 g KMnO_4 /embalagem	15,714
2,0 g KMnO_4 /embalagem	14,998
3,0 g KMnO_4 /embalagem	13,829
4,0 g KMnO_4 /embalagem	11,566

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a $20,05 \pm 0,50$ °C.

O extravasamento de solutos apresentado pelos frutos nos dias subseqüentes à retirada das embalagens teve equações ajustadas do tipo hiperbólico, em função dos dias de avaliação (D), para cada dose de KMnO_4 (Figura 6).

A perda de eletrólitos nos frutos armazenados sem KMnO_4 foi mais elevada ao longo dos dias de avaliação, quando comparada com frutos tratados com KMnO_4 . Pode-se observar que, para frutos tratados com KMnO_4 no 5^o dia após a retirada da embalagem, o vazamento de eletrólitos celulares ficou em torno de 33%, enquanto nos frutos não-tratados com KMnO_4 o vazamento de eletrólitos celulares no mesmo período foi de 48% (Figura 6). Altos valores de vazamento de eletrólitos celulares para frutos sem KMnO_4 podem ser devidos ao fato de terem entrado na fase pós-climatérica a partir do 2^o dia após a retirada das embalagens e, portanto, as membranas celulares já haviam perdido sua permeabilidade seletiva.

A aceleração da perda de eletrólitos pelos frutos tratados com KMnO_4 coincidiu com a fase pós-climatérica, com a perda acentuada de firmeza e com a acentuação da cor amarela da casca. Esses resultados confirmaram os de Rocha (2005), que, trabalhando com banana ‘Prata’ com diferentes doses de KMnO_4 associado a filme de polietileno de baixa densidade, observou que frutos tratados com KMnO_4 tiveram menor vazamento de eletrólitos celulares em relação aos frutos sem KMnO_4 .

- 0,0 g de KMnO₄/embalagem $\hat{Y} = 1 / (0,043 - 0,004 * D)$ $R^2 = 0,6265$
- 1,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 1 / (0,066 - 0,008 * D)$ $R^2 = 0,8129$
- 2,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 1 / (0,074 - 0,009 * D)$ $R^2 = 0,8274$
- - - - - 3,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 1 / (0,079 - 0,009 * D)$ $R^2 = 0,7549$
- - - - - 4,0 g de KMnO₄/ embalagem $\hat{Y} = 1 / (0,086 - 0,011 * D)$ $R^2 = 0,9087$

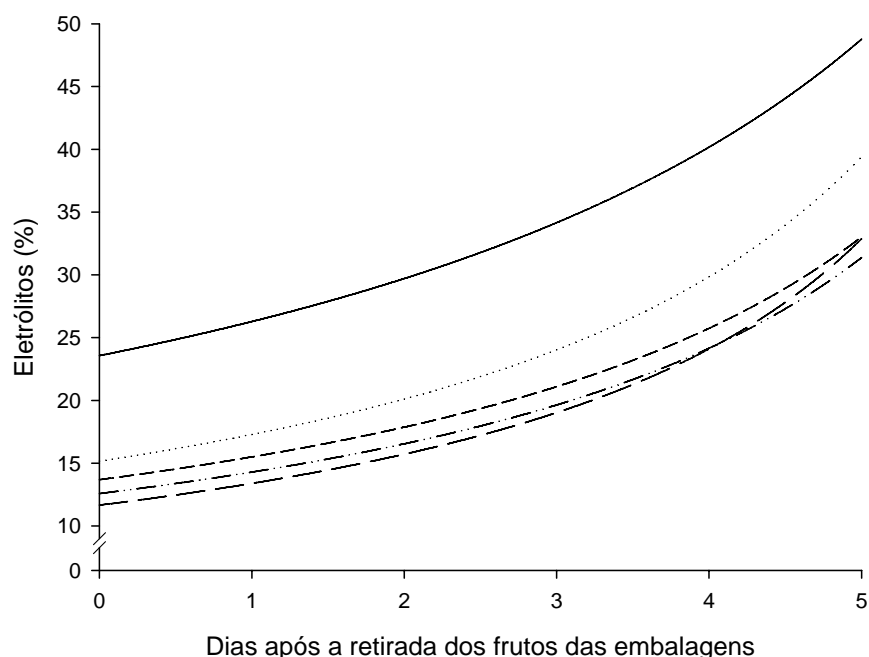


Figura 6 – Estimativa do extravasamento de solutos da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a $20,05 \pm 0,50$ °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

3.7. Teor de sólidos solúveis totais

A variável teor de sólidos solúveis totais apresentou diferença estatística no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, entre a testemunha (início do armazenamento) e os demais tratamentos, no dia da retirada dos frutos das embalagens (D) (Quadro 6).

A variável teor de sólidos solúveis totais apresentou comportamento linear, em função dos dias de avaliação, para cada dose de KMnO₄ (Figura 7).

Frutos sem KMnO₄, no 5º dia de avaliação, apresentavam, em média, 13,5 °Brix, enquanto frutos tratados com KMnO₄ no mesmo período apresentavam em média 12,5 °Brix, mostrando o efeito do KMnO₄ em retardar o amadurecimento dos frutos.

Quadro 6 – Médias do teor de sólidos solúveis totais da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄, após 15 dias de armazenamento

Tratamentos	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
Testemunha ¹	9,7
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	12,4*
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	11,8*
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	11,7*
3,0 g KMnO ₄ /embalagem	11,5*
4,0 g KMnO ₄ /embalagem	11,3*

Médias seguidas de “*” diferem estatisticamente da testemunha (início do armazenamento), pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¹Médias apresentadas pelos frutos no início do armazenamento, a 20,05 ± 0,50 °C.

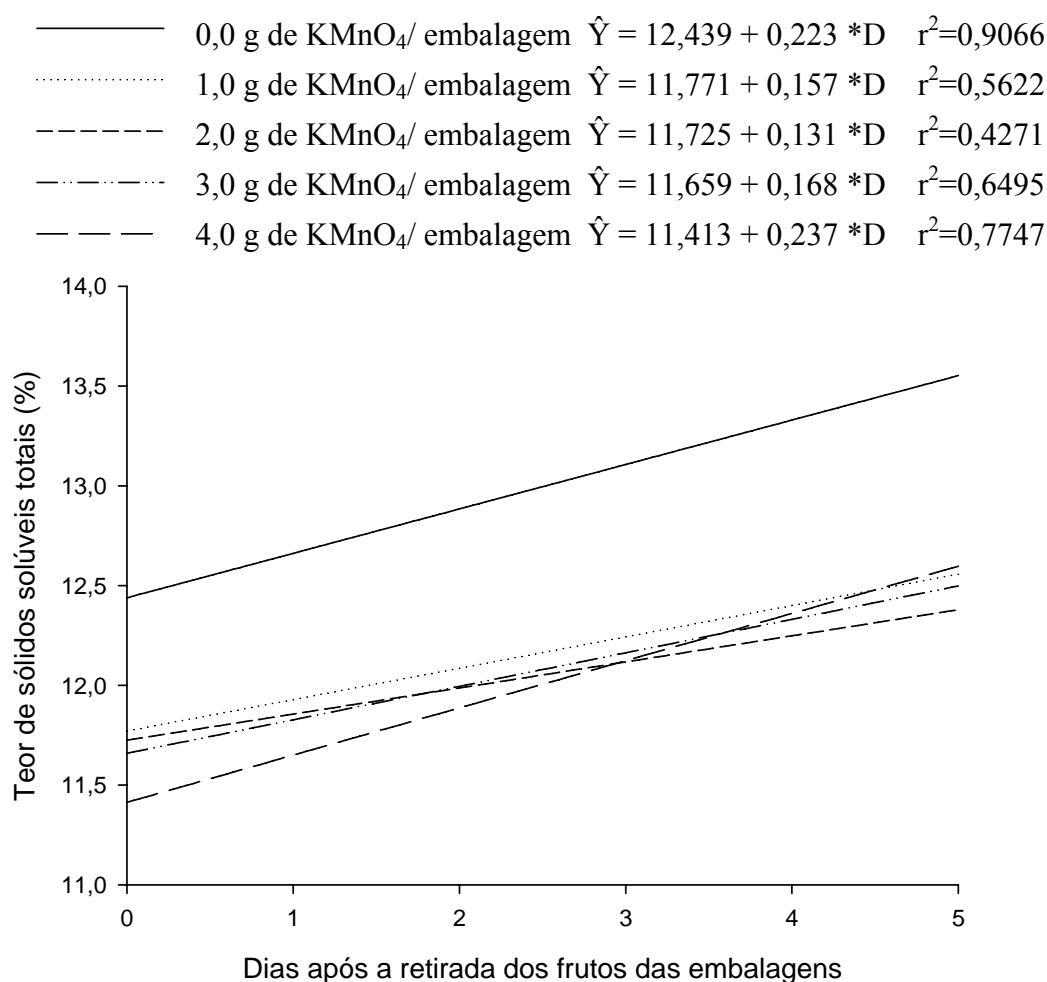


Figura 7 – Estimativa do teor de sólidos solúveis totais de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e mantido a 20,05 ± 0,50, °C, em função do número de dias após a retirada dos frutos das embalagens.

O aumento no teor de sólidos solúveis totais na polpa do mamão também foi observado por outros autores. Souza et al. (2005), trabalhando com frutos de mamão da variedade ‘Sunrise Golden’, observaram aumento de 9,1 ° Brix no dia da colheita para 12,5 °Brix aos seis dias de armazenamento à temperatura ambiente, o que corresponde a um acréscimo de 27,2% no teor de sólidos solúveis.

3.8. Teor de etanol

De acordo com relatos de Chitarra e Chitarra (2005), a emissão de voláteis pode ser utilizada como sinais de estresses dos tecidos pelo frio ou pelo calor. O aumento na concentração de compostos voláteis, como acetaldeído, etanol, acetato de etila e hexanol, é um indicativo de fermentação do produto durante o armazenamento. Dessa forma, de acordo com o Quadro 7, pode-se observar que frutos sem KMnO₄, tanto aos 15 dias quanto aos 20, tiveram maiores concentrações de etanol em relação aos frutos tratados com KMnO₄.

Quadro 7 – Médias do teor de etanol (µL/g de matéria fresca) da polpa de mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO₄ e armazenado a 20,05 ± 0,50 °C

Tratamentos	Dias de Análise ¹		
	0	15	20
0,0 g KMnO ₄ /embalagem	0,1063	0,2474	0,1456
1,0 g KMnO ₄ /embalagem	0,1063	0,0918	0,0869
2,0 g KMnO ₄ /embalagem	0,1063	0,1161	0,0755
3,0 g KMnO ₄ /embalagem	0,1063	0,1588	0,1056
4,0 g KMnO ₄ /embalagem	0,1063	0,1442	0,0822

¹Os dias 0, 15 e 20 referem-se ao início do armazenamento, ao dia da retirada das embalagens e ao 5º dia após a retirada das embalagens, respectivamente.

Embora o teor de etanol tenha-se reduzido de 0,2474 µL/g para 0,1456 µL/g, indicando degradação parcial, isso não foi suficiente para impedir danos nos frutos não-tratados com KMnO₄, conforme discutido no item 3.5. Portanto, tanto no 15º dia de avaliação quanto no 20º, os valores do teor de etanol para frutos tratados com KMnO₄

ficaram bem próximos aos do dia 0, indicando que para esses frutos não ocorreu respiração anaeróbica.

A maior concentração de CO₂ (Figura 1) em frutos sem KMnO₄ pode ter causado anaerobiose, uma vez que apresentaram aroma desagradável em relação aos frutos tratados com KMnO₄. Segundo Burdon et al. (1996), o acúmulo de etanol pode estimular biossíntese de etileno, desencadeando a maturação e posteriores danos aos frutos.

4. CONCLUSÕES

Durante o período de 15 dias de armazenamento, os frutos sem KMnO_4 tiveram o seu amadurecimento antecipado em relação aos frutos com permanganato de potássio, que foi eficiente em manter os frutos verdes durante esse período.

A dose de 1,0 g de KMnO_4 /embalagem foi suficiente para conservar e manter as características originais do mamão ‘Sunrise Golden’ durante os 15 dias em que ficou acondicionado em embalagem plástica, não interferindo no amadurecimento normal dos frutos após serem desembalados.

CONCLUSÕES GERAIS

Após 25 dias de armazenamento a $10,42 \pm 0,96$ °C, os frutos sem KMnO_4 para as características índice de cor da casca, consistência da polpa e extravasamento de solutos não apresentaram diferenças significativas quando comparados com os frutos tratados, indicando que a refrigeração, associada ao filme plástico, foi eficiente em inibir o amadurecimento e manter as características originais dos frutos.

Após a retirada dos frutos das condições de armazenamento refrigerado e atmosfera modificada, observou-se, no entanto, o efeito do KMnO_4 em manter a firmeza da polpa, a coloração da casca, o extravasamento de solutos e o teor de sólidos solúveis, em comparação com frutos não-tratados.

Para frutos tratados com KMnO_4 , observou-se amadurecimento normal após a retirada dos frutos da embalagem e a exposição à temperatura ambiente, estando os frutos próprios para o consumo entre os dias 5 e 6. A dose de 0,5 g de KMnO_4 /embalagem foi suficiente para a conservação do mamão nas condições experimentais utilizadas.

Após 15 dias de armazenamento a $20,05 \pm 0,5$ °C, os frutos sem KMnO_4 apresentaram maior produção de CO_2 , coloração da casca mais avançada, maior perda de eletrólitos celulares e menor firmeza, em comparação com frutos tratados com KMnO_4 , indicando que os frutos não-tratados tiveram amadurecimento antecipado.

Frutos tratados com KMnO_4 permaneceram firmes durante dois dias após a retirada das embalagens, alcançando valores de firmeza semelhantes aos dos frutos não-tratados somente no quinto dia de avaliação, evidenciando-se o efeito do KMnO_4 em

manter a firmeza dos frutos, sendo a dose de 1,0 g de KMnO_4 /embalagem a mais indicada nessas condições.

Os resultados obtidos com os frutos armazenados sob refrigeração associada à atmosfera modificada evidenciaram que a baixa temperatura, por si só, contribuiu para reduzir o metabolismo e retardar o amadurecimento e senescência do mamão 'Sunrise Golden'. No entanto, em frutos armazenados à temperatura ambiente associada à atmosfera modificada, durante 15 dias e sem KMnO_4 , observou-se que 47% dos frutos se encontravam podres e com cheiro desagradável no dia da retirada das embalagens e da remoção dos sachês.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL: **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2003. 526 p.

AMARAL-JÚNIOR, R. P. do. Demandas das exigências do mercado internacional de mamão quanto à logística e qualidade. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 57-65.

ASSIS, J. S.; STEINEKER, M. Qualidade do mamão solo cv. Golden transportado sob atmosfera controlada em contêiner Rolf. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 659-662.

ASSIS, J. S. Transporte marítimo de papaya – viabilidade dos contêineres. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: Incaper, 2005. p. 93-100.

BALBINO, J. M. de S. **Efeito da hidrotermia, refrigeração e ethephon na qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 104 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BALBINO, J. M. de S. Colheita, pós-colheita e fisiologia do amadurecimento do mamão. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. Cap. 13, p. 403-440.

BRAGA, L. R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo Solo submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BURDON, J.; DORI, S.; MARINANSKY, R.; PESIS, E. Acetaldehyde inhibition of ethylene in mango fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 8, p. 153-161, 1996.

CASTRO, J. D de. Efeito do permanganato de potássio, óxido de cálcio e do envoltório de polietileno na conservação de abacate. **Boletim Ital**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 511-526, 1984.

CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; SOUZA, M.L.; MOURA, M. L. Efecto de la aplicación de absorvedor de etileno KMnO_4 en las características de calidad y conservación de la papaya cv. 'Sunrise Solo'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 1, n. 2, p. 150-155, 1999.

CENCI, S. A.; FONSECA, M. J. de Oliveira; FREITAS-SILVA, O. Procedimentos pós-colheita. In: FOLEGATTI, M. I. da SILVA; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 5, p. 24-38 (Frutas do Brasil, 21).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Rev. e Ampl. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785 p.

CORRÊA, S. F.; FILHO, M.B.; SILVA, M. G.; AROUCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, J. G.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; VARGAS, H. Monitoramento da taxa de emissão de etileno em mamão (*Carica papaya* L.) na presença de permanganato de potássio (KMnO_4). In: OLIVEIRA, J. G. (Ed.). REUNIÃO DE PESQUISA DO FRUTIMAMÃO NO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE, II, 2004, Campos dos Goytacazes. **Resumos...** Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004. p. 263-269.

CORRÊA, S. F.; SOUZA, M. S.; PEREIRA, T.; ALVES, G. V. L.; OLIVEIRA, J. G.; SILVA, M. G.; VARGAS, H. Determinação da difusibilidade térmica na polpa do mamão *Carica papaya* L., genótipo 'Golden'. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: Incaper, 2005. p. 561-563.

FAO. Produção, importação e exportação: citação de base de dados. Disponível em: <<http://apps.fao.org/>>. Acesso em: 21 jul. 2005.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 29 p. (Cadernos didáticos, 19).

GOMEZ, M. L. P. A.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Metabolismo de carboidratos durante o amadurecimento do mamão (*Carica papaya* L. cv. Solo): influência da radiação gama. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 19, n. 2, p. 12-15, 1999.

HAO, L. Study on storing strawberry at a temperature near the freezing point of water. **Journal of Fruit Science**, v. 10, n. 1, p. 21-24, 1993.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

JACOMINO, A.P.; BRON, I. V.; KLUGE, R.A. Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 279-289.

JIANG, Y. M.; CHEN, F.; LIU, S. X.; LI, Y. Y. B. Effect of pre and post-harvest treatments on the keeping quality of banana. **Journal of Fruit Science**, v. 14, n. 2, p. 115-116, 1997.

JIANG, Y. M.; JOYCE, D. C.; MACNISH, A. J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, v.16, p. 187-193, 1999.

LIN, R. L.; ZHANG, Q. C. Preliminary report on study of treating banana with freshness-preserving agent KMnO₄. **Agricultural Science and Technology**, n. 3, p. 15-16, 1993.

MARTINS, D. dos SANTOS; MALAVASSI, A. Systems approach na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra moscas-das-frutas. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado, produção integrada, fruteiras tropicais doenças e pragas**. Viçosa, MG, 2003. Cap.1, p.7-36.

MARTINS, D. dos SANTOS; MALAVASSI, A. Aplicação do systems approach para a exportação de frutas: mamão brasileiro para os Estados Unidos. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. Cap. 11, p. 347-385.

OLIVEIRA-JÚNIOR, L. F. G.; COELHO, M. E.; COELHO, F.C.; OLIVEIRA, J. M. Conservação de mamão (*Carica papaya* L.) sob refrigeração. In: OLIVEIRA, J. G. (Ed.). REUNIÃO DE PESQUISA DO FRUTIMAMÃO NO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE, II, 2004, Campos dos Goytacazes. **Resumos...** Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004. p. 291-300.

OLIVEIRA-JÚNIOR, L. F. G.; COELHO, M. E.; BERBET, P. A.; COELHO, F.C.; Armazenamento de mamão 'Golden', em condições de atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 137-142, 2004.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Post-harvesting variation in cell wall degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. **Plant Physiology**, v. 72, p. 382-385, 1983.

PAULL, R. E.; NISHIJIMA, W.; REYES, M.; CAVALETTO, C. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 165-179, 1997.

PFÄFFENBACH, L. B.; CASTRO, J.V. de; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.

PINTO, L. K. A.; MARTINS, M. L.; RESENDE, E. D.; ALMEIDA, R. F.; VITORAZI, L. Avaliação da perda de massa e do índice de maturação de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cv. 'Golden' estocados sob condições de atmosfera modificada. In: OLIVEIRA, J. G. (Ed.). REUNIÃO DE PESQUISA DO FRUTIMAMÃO NO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE, II, 2004, Campos dos Goytacazes. **Resumos...** Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004. p. 339-347.

RESENDE, J. M.; BOAS, E. V. de B. V.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 1, p. 159-168, 2001.

ROCHA, A. **Uso de permanganato de potássio na conservação pós-colheita de banana 'Prata'**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SALOMÃO, L. C. C. **Efeitos do envoltório plástico no desenvolvimento e na maturação pós-colheita de frutos de banana (*Musa AAB*) 'Mysore'**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 104 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. **Physiologia Plantarum**, v. 94, p. 229-232, 1995.

SILVA, E. O. **Efeito da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, M. G.; AROUCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, J. G.; CORRÊA, S.F.; FILHO, M. B.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; VARGAS, H. Influência da emissão de etileno na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). In: OLIVEIRA, J. G. (Ed.). REUNIÃO DE PESQUISA DO FRUTIMAMÃO NO NORTE E NOROESTE FLUMINENSE, II, 2004, Campos dos Goytacazes. **Resumos...** Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2004. p. 255-261.

SORBENTSYSTEMS. **The problem** – Ethylene gas. Disponível em: <<http://www.sorbentsystems.com/epaxtech.html>>. Acesso em: 20 maio 2006.

SOUZA, M. S.; GIOVANINNI, K. F. R.; FILHO, A. F.; OLIVEIRA, J. G. Alterações na qualidade de frutos de mamão (*Carica papaya* L. cvs. Tainung 01 e Golden) submetidos a diferentes épocas de colheita no norte do Espírito Santo. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: Incaper, 2005. p. 93-100.

TOMPSON, A. K.; LEE, G. R. Factors affecting the storage behavior of papaya fruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 46, p. 511-516, 1971.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals**. 4. ed. Wallingford: CABI, 1998. 262 p.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância das variáveis perda de massa de matéria fresca (PMF), extravasamento de solutos (ES), consistência (CONS), teor de sólidos solúveis totais (SST), índice de cor da casca (IC) e respiração (RESP), em mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 25 dias de armazenamento à temperatura de $10,42 \pm 0,96$ °C

FV	GL	Quadrado Médio					
		PMF	ES	CONS	SST	IC	RESP
TRAT	4	0,706879 ^{ns}	237,5204**	857378,02 **	0,279086 ^{ns}	1,2728**	5661,19**
RES (a)	10	1,213109	50,0789	75878,75	0,458568	0,1013	234,89
DIAS	5	73,923021**	2894,4881**	13462800,01**	2,570005**	31,2682**	11976,83**
DIAS*TRAT	20	0,679900 ^{ns}	33,9409 ^{ns}	109532,56 ^{ns}	0,571857 ^{ns}	0,1706 ^{ns}	803,06 ^{ns}
RES (b)	50	1,324337	45,4443	130267,53	0,366479	0,0775	279,69
CV (%) Parcela		29,89	27,91	19,57	6,17	10,16	11,80
CV (%) Subparcela		13,97	26,58	25,64	5,52	8,89	12,88

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A – Resumo da análise de variância da concentração de CO_2 dentro das embalagens de polietileno de baixa densidade, contendo mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 25 dias de armazenamento à temperatura de $10,42 \pm 0,96$ °C

FV	GL	Quadrado Médio
TRAT	4	118,4809 ^{ns}
RES (a)	20	50,7241
DIAS	17	114,8425**
DIAS*TRAT	68	3,4794**
RES (b)	340	1,7122
CV (%) Parcela		95,16
CV (%) Subparcela		17,48

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 3A – Resumo da análise de variância das variáveis perda de massa de matéria fresca (PMF), extravasamento de solutos (ES), consistência (CONS), teor de sólidos solúveis totais (SST), índice de cor da casca (IC) e respiração (RESP), em mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento à temperatura de $21,02 \pm 0,80$ °C

FV	GL	Quadrado Médio					
		PMF	ES	CONS	SST	IC	RESP
TRAT	4	3,18879**	762,312*	4580381 **	3,1105**	2,4864**	2439,86*
RES (a)	10	0,51027	30,009	66295,50	0,0957	0,0358	428,60
DIAS	5	31,63293**	1099,970**	8021102**	1,7911**	14,1852**	5351,67**
DIAS*TRAT	20	0,30519**	9,861 ^{n.s}	407329,3**	0,0522 ^{n.s}	0,1327 ^{n.s}	513,60**
RES (b)	50	0,05309	23,248	83987,58	0,0827	0,0932	62,93
CV (%) Parcela		34,72	22,57	22,36	2,52	5,48	16,78
CV (%) Subparcela		11,20	19,87	25,17	2,35	8,84	6,43

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 4A – Resumo da análise de variância da concentração de CO_2 dentro das embalagens de polietileno de baixa densidade, contendo mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento à temperatura de $21,02 \pm 0,80$ °C

FV	GL	Quadrado Médio
TRAT	4	271,08**
RES (a)	20	8,02
DIAS	10	136,48**
DIAS*TRAT	40	13,60**
RES (b)	200	1,39
CV (%) Parcela		23,63
CV (%) Subparcela		9,84

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 5A – Resumo da análise de variância das variáveis perda de massa de matéria fresca (PMF), extravasamento de solutos (ES), consistência (CONS), teor de sólidos solúveis totais (SST), índice de cor da casca (IC) e respiração (RESP), em mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 25 dias de armazenamento à temperatura de $10,42 \pm 0,96$ °C

FV	GL	Quadrado Médio					
		PMF	ES	CONS	SST	IC	RESP
TRAT	5	0,597498*	12,4841 ^{ns}	54486,84 ^{ns}	0,944853*	0,0988 ^{ns}	722,94*
RES	12	0,010087	7,3471	22329,76	0,181914	0,0370	141,47
CV (%)		11,21	23,46	6,08	4,14	16,76	11,31

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6A – Resumo da análise de variância das variáveis perda de massa de matéria fresca (PMF), extravasamento de solutos (ES), consistência (CONS), teor de sólidos solúveis totais (SST), índice de cor da casca (IC) e respiração (RESP), em mamão ‘Sunrise Golden’ tratado com diferentes doses de KMnO_4 , após 15 dias de armazenamento à temperatura de $21,02 \pm 0,80$ °C

FV	GL	Quadrado Médio					
		PMF	ES	CONS	SST	IC	RESP
TRAT	5	0,424631*	138,505*	501301,3 ^{ns}	10,8160*	0,3160 ^{ns}	66,01 ^{ns}
RES	12	0,019457	23,5824	525791,0	0,3123	0,1469	50,76
CV (%)		40,62	32,92	36,16	4,90	19,53	7,34

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 7A – Médias e desvio-padrão da concentração de CO₂ (%) apresentadas pelos frutos em 25 dias de armazenamento a 10,42 ± 0,96 °C, nas diferentes doses de KMnO₄

Concentração de KMnO ₄ (g/embalagem)	Dias de Armazenamento																	
	0,16	0,33	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21	24	25
0,0	3,1	3,9	4,2	5,3	8,8	10,3	12,3	10,8	12,1	11,3	13,1	10,8	10,9	10,1	9,5	8,7	9,4	11,4
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,4	1,0	0,7	0,8	0,9	2,2	1,9	1,6	1,9	1,9	2,2	1,6	1,0	1,2	0,8	0,7	1,2	1,2
0,5	2,7	3,3	4,5	5,3	8,2	9,1	10,5	7,6	9,3	10,3	9,1	7,4	7,7	7,3	7,4	6,1	7,0	8,7
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,5	0,6	0,8	0,8	1,8	3,4	2,6	2,3	2,7	3,0	4,3	3,8	3,9	3,0	2,7	2,6	2,4	2,9
1,0	2,8		5,0	5,7	7,4	8,6	10,0	8,3	9,7	9,5	10,8	9,5	9,2	7,9	8,4	6,7	7,0	8,7
	±	3,9 ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,8	1,0	0,6	1,4	0,9	1,6	1,2	0,7	1,1	1,4	1,5	1,4	1,7	0,7	0,9	1,2	1,6	2,1
1,5	2,6		4,2	4,4	7,0	7,2	9,4	6,9	7,4	6,2	7,3	6,7	5,9	5,3	5,6	5,4	5,9	7,3
	±	3,6 ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,9	0,6	1,2	1,2	1,8	3,0	3,5	4,2	3,5	1,4	3,8	3,8	3,0	3,7	1,5	2,5	2,5	3,1
2,0	3,2		4,8	6,2	7,9	8,9	8,9	7,3	9,4	8,9	10,0	9,1	8,5	7,7	6,9	6,2	6,3	6,4
	±	3,4 ±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,9	0,8	1,1	1,0	1,9	1,5	1,4	1,4	0,4	2,1	2,4	2,6	2,6	2,8	1,4	2,5	2,3	2,9

Quadro 8A – Médias e desvio-padrão da concentração de CO₂ (%) apresentadas pelos frutos em 15 dias de armazenamento a 21,02 ± 0,80 °C, nas diferentes doses de KMnO₄

Concentração de KMnO ₄ (g/embalagem)	Dias de Armazenamento										
	0,16	0,33	0,5	1	2	3	4	5	6	7	15
0,0	7,0	14,3	14,9	15,5	16,1	17,8	17,6	17,8	17,4	17,6	18,0
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	1,3	0,5	1,9	2,5	2,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,4	0,8
1,0	7,0	13,7	13,5	13,8	14,0	11,5	10,9	11,0	9,5	10,2	10,4
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,9	0,8	1,6	1,3	2,3	1,1	1,4	1,7	1,4	1,3	1,0
2,0	5,4	12,3	12,8	13,2	15,5	12,4	11,4	11,8	10,7	10,6	9,7
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	0,5	1,3	1,6	1,4	1,9	1,8	1,4	0,7	1,1	0,7	0,7
3,0	6,4	13,2	14,3	14,1	15,4	10,7	10,1	9,9	8,7	8,9	8,0
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	2,0	1,8	1,2	2,2	0,6	1,0	0,8	0,9	1,3	0,9	1,4
4,0	6,3	10,5	13,8	13,0	13,9	10,1	9,8	9,8	8,3	7,5	8,8
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	1,2	1,2	1,5	1,3	2,3	1,0	0,9	0,5	1,3	0,7	0,9