



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FORMAS DE ACONDICIONAMENTO
NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MAMÃO PAPAIA (*Carica papaya*
L.)**

Déborah Bezerra Valério

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Brasília - DF

Junho/2017

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV
Curso de Agronomia

Avaliação de diferentes formas de acondicionamento na qualidade pós-colheita de mamão papaia (*Carica papaya* L.).

Déborah Bezerra Valério

Matrícula: 12/0010208

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professora Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro
Universidade de Brasília - UnB
Orientadora

Professor Dr. João Batista Soares
Universidade de Brasília - UnB
Examinador

Professor Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar
Universidade de Brasília - UnB
Examinador

FICHA CATALOGRÁFICA

VALÉRIO, D.B.

Avaliação de diferentes formas de acondicionamento na qualidade pós-colheita de mamão papaia (*Carica papaya* L.)/ Déborah Bezerra Valério; orientação de Fabiana Carmanini Ribeiro – Brasília, 2017.

Monografia - Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Pós-colheita 2. Conservação 3. Mamão papaia

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VALÉRIO, D. B. **Avaliação de diferentes formas de acondicionamento na qualidade pós-colheita de mamão papaia (*Carica papaya* L.)**. 2017. 31p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome da Autora: Déborah Bezerra Valério

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Avaliação da influência de três formas de acondicionamento de mamão papaia (*Carica papaya* L.) sobre o tempo de maturação e qualidade pós-colheita.

Grau: 3º **Ano:** 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Déborah Bezerra Valério

CPF: 047.151.811-50/ Matrícula: 12/0010208

E-mail: dborah.v@gmail.com

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Cláudio, por sempre ter me mostrado, com palavras e com o próprio exemplo, a importância do estudo e do esforço para a vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo o apoio e suporte que me permitiram chegar até aqui.

Ao meu noivo, Rafael, por toda a paciência e incentivo para que eu queira sempre mais.

À minha orientadora, Fabiana, por toda a paciência, ensinamentos, ajuda e tempo que disponibilizou para mim.

Ao professor Gervásio, pelo seu tempo, conhecimento e ajuda com os cálculos estatísticos.

Ao professor Ernandes e ao Márcio, por toda a ajuda e ensinamentos no laboratório.

Ao Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas e ao Laboratório de Bromotologia e Tecnologia de Alimentos, ambos da FAV, pela disponibilidade.

Aos membros da banca examinadora, Ernandes e João Batista, por toda a contribuição e conhecimento compartilhado.

À Dra. Leonora, da Embrapa Hortaliças, por todos os ensinamentos e amizade que recebi durante o estágio. Devo muito a você, Leo.

Ao Dr. Ítalo, da Embrapa Hortaliças, por sempre estar tão disposto a me ajudar e tirar minhas dúvidas, e por toda a amizade.

Aos meus amigos de longa data, por sempre acreditarem em mim, mais que eu mesma.

Aos meus amigos da agronomia, por todo o companheirismo durante o curso.

Meu muito obrigada a todos!

VALÉRIO, D. B. **Avaliação de diferentes formas de acondicionamento na qualidade pós-colheita de mamão papaia (*Carica papaya* L.)**. 2017. 31p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2017.

RESUMO

O Brasil se destaca mundialmente na produção de frutas, porém as perdas pós-colheita são muito elevadas, o que justifica a busca por métodos de conservação e manutenção da qualidade, que resultem em aumento de vida útil do produto. A cadeia do frio, apesar da comprovada eficiência, mostra-se de difícil execução em todas as etapas da cadeia produtiva pós-colheita, em especial pelo alto custo. Diante dessa realidade, o uso de embalagem e cobertura protetora apresentam-se como métodos alternativos e complementares à cadeia do frio. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência de três formas de acondicionamento de mamão papaia (*Carica papaya* L.) sobre o tempo de maturação e características de qualidade pós-colheita. Os acondicionamentos foram: embalagem de polietileno de baixa densidade perfurada, revestimento com cobertura protetora à base de fécula de mandioca à concentração 3%, e ausência de embalagem ou revestimento (controle). Os frutos foram separados em 3 grupos, cada qual avaliado até atingirem os estádios de maturação determinados para cada grupo: estádios 1, 3 e 5. As características pós-colheita avaliadas foram perda de massa, tempo de maturação, aspecto visual, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável total e pH. Usou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 com 4 repetições. As médias de SST, ATT e pH foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A perda de massa foi avaliada por curva de regressão. O tempo de maturação e os aspectos visuais dos frutos foram descritos com base na literatura e observações diárias do material. Os resultados obtidos indicam que a embalagem plástica e a cobertura protetora promoveram alteração no metabolismo do mamão e aumentaram em 3 dias o tempo de armazenamento, em temperatura ambiente. A cobertura protetora indicou potencial na capacidade de conservação, necessitando ajustes de formulação. A embalagem plástica perfurada mostrou-se a forma de acondicionamento mais efetiva na conservação e manutenção da qualidade dos frutos.

Palavras chave: Mamão papaia. Pós-colheita. Conservação. Camada protetora. Embalagem plástica.

ABSTRACT

Brazil stands out worldwide in the production of fruits, but post-harvest losses are very high, which justifies the search for methods of preservation and maintenance of quality, which result in an increase in the useful life of the product. The cold chain, despite proven efficiency, is difficult to perform at all stages of the post-harvest chain, especially by the high cost. Faced with this reality, the use of packaging and protective coating are presented as alternative and complementary methods to the cold chain. The objective of this work was to evaluate the influence of three packaging forms of papaya (*Carica papaya* L.) on maturation time and post-harvest quality characteristics. The packages were: low perforated polyethylene packaging, 3% concentration of manioc starch-based protective coating, and absence of packaging or coating (control). The fruits were separated into three groups, each one evaluated until reaching the maturation stages determined for each group: stages 1, 3 and 5. The post-harvest characteristics evaluated were loss of mass, maturation time, visual appearance, total soluble solids, total titratable acidity and pH. The experimental design was completely randomized, in a 3x3 factorial scheme with 4 replicates. The averages of TSS, TTA and pH were compared by Tukey's test, at 5% probability. The mass loss was evaluated by regression curve. The maturation time and the visual aspects of the fruits were described based on the literature and daily observations of the material. The results indicate that the plastic packaging and the protective coating promoted a change in the metabolism of papaya and increased storage time by 3 days at room temperature. The protective coating indicated potential in the conservation capacity, necessitating formulation adjustments. The perforated plastic packaging proved to be the most effective packaging method for the preservation and maintenance of fruit quality.

Keywords: Papaya. Post-harvest. Conservation. Protective coating. Plastic packaging.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1.A cultura do mamão	3
3.1.1. Caracterização do mamoeiro	3
3.1.2. Importância econômica, nutricional e social	4
3.2.Pós-colheita	5
3.2.1. Fisiologia pós-colheita.....	5
3.2.2. Perdas pós-colheita.....	6
3.2.3. Qualidade pós-colheita	7
3.2.4. Camada protetora na conservação pós-colheita.....	8
3.2.5. Embalagem plástica na conservação pós-colheita.....	10
4. MATERIAL E MÉTODO	13
4.1.Caracterização do experimento	13
4.2.Determinação dos estádios de maturação	14
4.3.Perda de massa	14
4.4.Análises químicas (acidez titulável, pH e sólidos solúveis).....	15
4.5.Delineamento experimental e análises estatísticas	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1.Perda de massa e aspectos visuais	16
5.2.Sólidos solúveis totais	19
5.3.Acidez titulável total.....	21
5.4.pH	22
6. CONCLUSÕES	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, estando atrás apenas da China e da Índia (IBGE/PAM, 2015) e o segundo maior produtor de mamão (FAOSTAT, 2014). Apesar da alta produtividade do setor frutícola brasileiro, as perdas pós-colheita são elevadas. Em âmbito mundial, representam entre 40 e 50% da produção de frutas (FAO, 2014).

O alto índice de perdas ocasiona uma série de impactos ambientais e socioeconômicos, reduzem a disponibilidade do alimento, afetam negativamente a geração de recursos para os produtores e aumentam os preços para os consumidores (BEZERRA, 2003).

Outro aspecto considerado pela FAO é a fome no mundo. A FAO estima que anualmente se perde ou se desperdiça entre um terço e um quarto da produção mundial de alimentos para consumo humano, o que corresponde a 1,3 bilhões de toneladas. Enquanto isso, 14 milhões de pessoas vivem em situação de fome apenas no Brasil (FAO, 2014).

A refrigeração é um método de conservação de comprovada eficiência, porém a dificuldade prática da refrigeração em todas as etapas da cadeia produtiva, até mesmo em países desenvolvidos, mostra a necessidade de métodos alternativos, funcionais e auxiliares à refrigeração (ASSIS; BRITTO, 2014).

Diante dessa realidade, a busca por alternativas para diminuir as perdas pós-colheita é de extrema importância, em especial para frutas e hortaliças, consideradas alimentos perecíveis, ou seja, que apresentam características físicas e fisiológicas que conferem a esses produtos reduzida vida de prateleira e, portanto, a elevada perecibilidade representa uma importante fonte de perda.

A utilização tanto de embalagens plásticas como de camada protetora ainda não são métodos amplamente difundidos e utilizados na conservação pós-colheita de mamão papaia, mas representam uma fonte de estudo para a sua eficiência e aplicação mercadológica. Algumas pesquisas sobre o tema são encontradas na literatura e mostram o potencial desses métodos para o mamão, sendo esse trabalho uma necessidade da continuidade de estudar sobre o tema.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é avaliar a influência de três formas de acondicionamento de mamão papaia (sem embalagem, com embalagem plástica e com camada protetora) sobre o tempo de amadurecimento e características de qualidade pós-colheita: perda de massa, aspectos visuais, sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável total; durante o armazenamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cultura do mamão

3.1.1. Caracterização do mamoeiro

O mamoeiro comercial (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricaceae, composta por 6 gêneros e 35 espécies. Acredita-se que o centro de origem do gênero *Carica* é o noroeste da América do Sul, na porção oriental dos Andes até a América Central e sul do México, ocorrendo diversidade genética máxima na Bacia Amazônica superior (DANTAS, 2013).

O mamoeiro é, portanto, uma cultura de clima tropical, cujo desenvolvimento é favorecido em temperaturas de 21° a 33°C, em regiões de elevada insolação, pluviosidade anual acima de 1200 mm bem distribuídos, e não tolera geadas, de modo que baixas temperaturas ocasionam prejuízo ao desenvolvimento das plantas e a ocorrência de frutos defeituosos. O solo deve ser profundo e bem drenado, de textura areno-argilosa, rico em matéria orgânica e saturação por bases igual a 80%. Solos mal drenados não são tolerados pela planta (IAC, 1998).

As variedades de mamão comercial são classificadas em dois grupos: Solo e Formosa. Os frutos do grupo Solo são caracterizados pelo peso médio de 350 a 600g e representam a maioria das cultivares consumidas no mundo. O grupo Formosa apresenta frutos com peso médio de 800 a 1100g. As principais cultivares do grupo Solo são: Sunrise Solo, Golden, Improved Sunrise Solo Line 72/12, Baixinho de Santa Amália, Taiwan, Kapoho Solo, Waimanalo e Higgins. No grupo Formosa, a principal cultivar é o Híbrido F1 Tainung nº1 (DANTAS, 2013).

A cultivar Sunrise Solo, objeto desse trabalho, foi desenvolvida na Estação Experimental do Havaí (EUA), e no Brasil é conhecida popularmente como mamão papaia, havaí ou amazônia. As características dessa cultivar são frutos ovalados quando provenientes de flor feminina e frutos piriformes quando provenientes de flores hermafroditas, casca lisa e firme, polpa vermelho-alaranjada de boa qualidade, cavidade interna estrelada e peso médio de 500g. A floração tem início aos 3 a 4 meses após o plantio, e a produção aos 8 a 10 meses, com produtividade média esperada de 45 t/ha/ano (SANCHES; DANTAS, 1999).

3.1.2. Importância econômica, nutricional e social

A fruticultura é um setor de grande destaque do agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás apenas da China e da Índia. A produção brasileira de frutas frescas em 2015 foi de 40,953 milhões de toneladas, em uma área de 2,581 milhões de hectares (IBGE/PAM, 2015).

O valor da produção das 20 principais frutíferas cultivadas no Brasil e de nozes e castanhas foi calculado em 26,5 bilhões de reais (IBGE/PAM, 2015). Cerca de 97% da produção de frutas frescas é destinada ao mercado interno, porém a exportação apresenta relevância para o país, gerando receita de 852 milhões de dólares (Agrostat/MAPA, 2016).

A cultura do mamoeiro vem sendo um mercado em expansão, em virtude da boa aceitação do produto pelo mercado consumidor e das possibilidades de aproveitamento, seja in natura, na fabricação de alimentos industrializados e doces, na extração de papaína e na produção de cosméticos (MENDONÇA et al, 2006).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão, atrás apenas da Índia (FAOSTAT, 2014), respondendo com 12,6% da produção mundial (GALEANO; MARTINS, 2015). A produção nacional em 2015 foi de 1,463 milhões de toneladas, em uma área de 30,285 mil hectares, e rendimento médio de 48,333 mil kg/ha (IBGE/PAM, 2015). O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de exportação de mamão papaia, atrás do México e da Guatemala (FAOSTAT, 2013).

O mamoeiro é cultivado em quase todos os estados brasileiros, porém a maior produção se dá nos estados da Bahia e Espírito Santo, que juntos somam 74% do total nacional (IBGE/PAM, 2015).

O mamão apresenta elevado valor nutricional, possui alto teor de açúcares e compostos bioativos, em destaque os carotenoides e a vitamina C, além de sabor e aroma agradáveis e de grande aceitação pelo mercado consumidor. Do látex das folhas e frutos, obtém-se a enzima papaína, utilizada nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos. Da planta pode-se ainda extrair a carpaína, que funciona como ativador cardíaco (IAC, 1998; DANTAS, 2013).

A importância social da cultura também deve ser considerada, uma vez que representa geração de empregos diretos e indiretos e fonte de renda. Como as lavouras efetuam continuamente os tratos culturais, colheita e comercialização, a necessidade de mão de obra é constante. Além disso, a renovação dos plantios, realizada a cada 2 ou 3 anos, contribui para a

redução do êxodo rural, uma vez que mantém o trabalhador atuante no campo (DANTAS, 2013).

3.2. Pós-colheita

3.2.1. Fisiologia pós-colheita

Após a colheita, o fruto ainda é considerado um material vivo, de forma que continua a respirar, transpirar e produzir fitormônios. Com a separação da planta mãe, ocorre alteração no balanço respiratório, o que acarreta uma nova condição de concentração de gases, mais alta de oxigênio e menor de gás carbônico. Como consequência, as células deixam de ser renovadas, a respiração se eleva e o metabolismo reduz, resultando no amadurecimento do fruto (ASSIS et al., 2009).

O mamão é classificado como fruto climatérico, ou seja, apresenta um pico climatérico caracterizado pelo aumento marcante da liberação de CO₂ devido ao aumento da intensidade respiratória, marcando a transição entre o crescimento e a senescência, resultante de uma série de alterações bioquímicas, em especial a produção autocatalítica de etileno. A taxa de respiração, maior em frutos climatéricos após a colheita em comparação aos frutos não climatéricos, indica a velocidade com que ocorrem mudanças na composição do material, de forma que a vida de armazenamento do produto vegetal é inversamente proporcional à taxa respiratória (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 1990).

Condições de armazenamento com alta concentração de CO₂ e baixa concentração de O₂ ocasionam grande redução na taxa de respiração de frutos climatéricos e na produção de etileno, uma vez que a ACC oxidase precisa de altas concentrações de oxigênio para sintetizar o etileno. Com a redução da respiração, considerada o principal processo da fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças, aumenta-se a capacidade de armazenamento, que depende também da transpiração, da ação do etileno e da temperatura. O aumento de temperatura causa elevação exponencial da taxa de respiração e, portanto, reduz exponencialmente a vida de prateleira (CALBO; MORETTI; HENZ, 2007).

O mamão, assim como as demais frutas e hortaliças, é também considerado um produto perecível. Os produtos chamados perecíveis apresentam características físicas e bioquímicas que os diferenciam dos produtos chamados duráveis. São elas: teor de água elevado, tamanho e peso maiores, alta taxa respiratória, textura facilmente danificada, vida de prateleira curta, variando de alguns dias a meses. A principal causa de perda desses produtos é endógena, mas

com importância considerável de causas exógenas. A atividade metabólica elevada após a colheita resulta na deterioração rápida do alimento, e, portanto, reduzida vida de prateleira (CHITARRA M.; CHITARRA, A., 1990; FREIRE JUNIOR, S/D).

3.2.2. Perdas pós-colheita

Chama-se perdas a indisponibilidade de alimentos para o consumo humano, devido a sua redução não intencional ocorrida por falhas em toda a cadeia produtiva e à falta de consumo em tempo hábil (FREIRE JUNIOR; SOARES, 2014).

As perdas podem ser diferenciadas em termos qualitativos, quantitativos e nutricionais. Perdas quantitativas são aquelas relativas à diminuição do peso do produto por perda de água ou perda de matéria seca, por manuseio ou acidentais. Perdas qualitativas correspondem às características de sabor e aroma, à deterioração e à aparência, em função de padrões de qualidade estabelecidos localmente. Por fim, perdas nutricionais se referem à redução no teor de nutrientes, devido a reações metabólicas ocorridas no alimento (BEZERRA, 2003).

São inúmeras as fontes de perdas durante toda a cadeia produtiva, de forma que vários fatores em simultâneo ou em sequência podem ocasionar a perda do produto. Uma fonte de perda importante para frutos perecíveis e climatéricos, como o mamão, advém da fisiologia normal do material vivo, consequência da taxa respiratória, transpiração, amadurecimento e senescência. O processo de respiração, apesar de não tão eficiente após a colheita, produz calor. A vida de prateleira, porém, é inversamente proporcional à taxa de evolução de produção de calor. A respiração está relacionada também à transpiração, principal causa da perda de peso, que pode afetar a aparência e aceitação do produto. Com relação ao amadurecimento e senescência, estes ocorrem em um curto período de tempo no caso de frutas e hortaliças, e ocasionam alterações nas características de cor, textura, sabor e aroma, também afetando a aceitabilidade pelo consumidor. Os processos metabólicos que levam ao amadurecimento e senescência estão relacionados, no caso das frutas climatéricas, ao aumento da taxa respiratória e da produção de etileno (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 1990).

O controle das atividades metabólicas é então uma forma de reduzir as perdas pós-colheita decorrentes da fisiologia do produto vegetal e aumentar a vida de prateleira, e consequentemente o tempo disponível para comercialização e consumo. A utilização de embalagem plástica e de camada protetora, tema do estudo, vem com essa proposta.

Fagundes e Yamanish (2002) verificaram em 10 supermercados e 9 varejões de Brasília-DF as principais causas de perdas na comercialização de mamão. A maioria dos varejões atribuiu a má qualidade do material adquirido, o transporte deficitário, o tempo de comercialização e as condições climáticas como os principais responsáveis pelas perdas em seus estabelecimentos. Os supermercados de pequeno, médio e grande porte citam a falta de armazenamento adequado, a má qualidade da fruta, as condições climáticas e o manuseio pelo consumidor. Nesse trabalho, os autores verificaram perdas acima de 20% em 11% dos varejões e de 15 a 20% em 33 e 25% dos supermercados de médio e grande porte, respectivamente.

Rangel et al (2003) concluem que uma redução nas perdas de mamão Solo poderia diminuir o preço para o consumidor final e dessa forma aumentar o consumo, uma vez que foi atestado a preferência do consumidor ao mamão Formosa em virtude de seu menor preço, apesar de características de sabor e tamanho serem considerados melhores no grupo Solo.

Em uma avaliação das perdas de mamão em municípios do sul da Bahia, maior produtor nacional da fruta, Araújo et al (2010) observaram 18,87% de perdas de mamão em toda a cadeia produtiva envolvida na rede de produtores, atacadistas e varejistas avaliados no trabalho, e, segundo os autores, as perdas se traduzem em um alto custo para a sociedade, com a redução da oferta do alimento e menor renda para os agentes da cadeia. Os autores calculam um custo social das perdas de 50 milhões de reais para a região.

As perdas no setor frutícola representam entre 40 e 50% da produção em âmbito mundial (FAO, 2014). A redução das perdas, que no Brasil chegam a contabilizar 30 a 40% da produção agrícola, apresenta grandes vantagens, como o aumento da disponibilidade de alimento sem ampliar a área de cultivo ou o uso de energia, água e capital; o não desperdício de energia para produzir um alimento que não será consumido; redução do lixo composto por embalagens e matéria orgânica em decomposição; redução nos preços dos produtos ofertados e melhor nutrição do consumidor (BEZERRA, 2003).

3.2.3. Qualidade pós-colheita

A qualidade de um produto alimentício é um termo de difícil definição, uma vez que varia com o tipo de produto e a sua finalidade. Atributos físicos, químicos e sensoriais, relacionados de maneira objetiva e subjetiva, devem ser considerados ao se analisar a qualidade de um alimento. Para o consumidor, características de aparência, o que inclui tamanho, forma

e cor; ausência de defeitos; textura; sabor; aroma e valor nutricional são os principais atributos de qualidade exigidos (BEZERRA, 2003).

Toda a cadeia produtiva, desde o cultivo até a comercialização no varejo afeta a qualidade do produto final que chega ao consumidor. Boas práticas em campo, na pré-colheita e colheita, e nas etapas de transporte, armazenamento, processamento e comercialização devem ser adotadas em sincronia para assegurar a qualidade do produto (CENCI, 2006).

Para fins de estudo, os principais parâmetros físicos de qualidade em mamão são peso, comprimento, forma, diâmetro, cor e firmeza; e os principais parâmetros químicos são sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e outros. Essas características são influenciadas por diversos fatores, tais como, cultivar, tratamentos culturais, condições edafoclimáticas, época de colheita e manuseio em toda a cadeia (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

O teor de sólidos solúveis, que expressa através do grau Brix a quantidade de açúcares e ácidos, é um fator relevante na avaliação da qualidade, uma vez que influencia diretamente no sabor do produto (SOUZA, 2014). Da mesma forma, a acidez e o pH são fatores de grande importância quando se considera o nível de aceitação de um produto, de forma que frutos com acidez excessiva são rejeitados pelo consumidor (BORGUINI, 2002).

Martins e Costa (2003, p. 396) afirmam que “o estágio de desenvolvimento do fruto no momento da colheita afeta o seu padrão de qualidade pós-colheita e a sua conservação”. Segundo Pereira (2009), a mudança de coloração da casca do mamão é uma forma prática para se determinar o ponto de colheita adequado, uma vez que o fruto ainda imaturo retirado da planta mãe terá suas características organolépticas prejudicadas.

Em um estudo acerca do perfil do consumidor de mamão do Distrito Federal, Rangel et al (2003) verificaram que os principais aspectos na escolha dos frutos são a integridade física, firmeza e coloração da casca. Os autores ressaltam a importância de se manter a qualidade do produto ofertado, sendo a qualidade e o preço os principais critérios considerados pelo consumidor na escolha do estabelecimento para a compra das frutas.

3.2.4. Camada protetora na conservação pós-colheita

A utilização de camada protetora é uma tecnologia emergente, considerada uma alternativa viável para o aumento da vida de prateleira de frutas e hortaliças, processadas ou

não. A dificuldade prática da refrigeração em todas as etapas da cadeia produtiva, pelo alto custo e infraestrutura que exige, apesar da comprovada eficiência na conservação pós-colheita, é uma situação que mostra a necessidade de métodos alternativos. No entanto, as coberturas protetoras não devem ser encaradas como uma substituição do emprego de embalagens e do frio, mas sim um método funcional e auxiliar na conservação pós-colheita (ASSIS; BRITTO, 2014).

Com a separação da planta mãe, a respiração do fruto se eleva e o balanço metabólico se altera, resultando no amadurecimento do fruto. A camada protetora atua no preenchimento parcial de estômatos e lenticelas, de forma a reduzir trocas gasosas e de umidade. Com a redução da concentração de oxigênio, ocorre redução da taxa respiratória e menor produção do etileno, uma vez que é necessário o oxigênio para a produção do referido fitormônio, o qual está relacionado ao processo de amadurecimento. Dessa forma, a diminuição da atividade respiratória permite o prolongamento da vida de prateleira do fruto (FERREIRA, 2008; ASSIS et al., 2009). A permeabilidade a gases, porém, deve ser moderada em revestimentos para frutas e hortaliças, de modo a reduzir a respiração, mas não a inibir, uma vez que a anaerobiose acarreta processos fermentativos (AZEREDO, 2003).

A alteração da cor da casca de frutos verdes é um indicador do amadurecimento e ocorre em virtude da degradação da clorofila por quebra oxigenolítica (STREIT et al., 2005). Dessa forma, a barreira que as coberturas protetoras oferecem à entrada de oxigênio também contribui para a retardação das alterações de cor da casca.

Quanto aos materiais empregados na formulação de camadas protetoras, as principais classes são os polissacarídeos, lipídeos e proteínas, combinados ou não, e a escolha do material ocorre em função das características do fruto que será revestido e do objetivo esperado com o revestimento. São ainda classificados em hidrofílicos e hidrofóbicos. Os polissacarídeos, como amido, quitosana, goma xantana, goma guar, pectina, são considerados hidrofílicos. Proteínas apolares, óleos, ácidos graxos de cadeia alifática, parafinas são exemplos de materiais hidrofóbicos (ASSIS; BRITTO, 2014).

Os revestimentos à base de proteína possuem propriedades mecânicas superiores aos demais. Os polissacarídeos são bons formadores de filme e oferecem boa barreira às trocas gasosas, mas não à umidade, uma vez que são hidrofílicos. Os lipídeos, por serem hidrofóbicos, apresentam boa barreira à umidade, porém possuem problemas com estabilidade oxidativa.

Com isso, combinações desses materiais têm sido estudadas a fim de melhorar as propriedades dos revestimentos (AZEREDO, 2003).

As formulações são compostas basicamente de macromoléculas formadoras de filme, solvente e um plastificante, como glicerol e sorbitol. Os plastificantes conferem flexibilidade à camada de polissacarídeos, de forma a torna-la mais resistente (RIGO, 2006).

As coberturas protetoras devem apresentar algumas características macroscópicas a fim de manter a sua qualidade e aceitação do produto pelo consumidor, a saber: devem ser invisíveis, não devem ser percebidas sensorialmente, por alteração de sabor e aroma, possuir aderência de forma a não serem removidas por manuseio, devem ser homogêneas e contínuas por toda a superfície da casca (RIGO, 2006; JORGE, P., 2010; ASSIS; BRITTO, 2014).

Diversos trabalhos nos últimos anos têm obtido bons resultados ou potenciais na utilização de cobertura protetora na conservação pós-colheita de frutas. Galo et al (2014) obteve aumento de 4 dias na conservação de mamão Sunrise Solo, pela aplicação de camada composta por quitosana na concentração 1%, com manutenção da qualidade, pelos atributos de firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e teor de ácido ascórbico; Lermen, Coelho e Assad Filho (2012) utilizaram revestimento composto de amido modificado hidrofóbico 5% em laranja, alcançando 34 dias a mais em durabilidade; Lima (2015) estendeu a vida pós-colheita de mamão Golden em 23 dias pelo uso de revestimento formulado com 10% de concentrado proteico de soro de leite, 0,4% de óleo essencial de erva doce, 1% de cloreto de cálcio e 5% de glicerol, associado à refrigeração; Scanavaca Júnior, Fonseca e Pereira (2007) observaram a redução da perda de água, a melhora do aspecto visual e a longevidade acrescida em 5 dias em manga com recobrimento de película de fécula de mandioca na concentração 3%, com relação à testemunha.

3.2.5. Embalagem plástica na conservação pós-colheita

Os plásticos, ou seja, materiais à base de polímeros moldados pela ação de calor ou pressão, de modo geral são materiais leves, inquebráveis, de relativa resistência mecânica e térmica, barreira e inércia relativas, recicláveis, e permitem a combinação com outros materiais (JORGE, N., 2013).

O termoplástico mais utilizado como material de embalagem é o polietileno (PE), obtido pela polimerização de olefinas e apresentam diferentes densidades em função de sua estrutura

molecular linear ou ramificada. Os polietilenos de baixa densidade (PEBD) possuem as características de alta flexibilidade, transparência, baixa permeabilidade ao vapor d'água e elevada ao oxigênio, em comparação aos demais PE. Os polietilenos de alta densidade (PEAD) apresentam menor flexibilidade, menor transparência, e menor permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio. Outro termoplástico muito utilizado para embalagens é o filme de policloreto de vinila (PVC), cujas propriedades são a barreira média à umidade, baixa a gases e elevada a gorduras, mas com alterações em função do grau de plastificação, são também transparentes e brilhantes, e apresentam problemas de migração de aditivos para os alimentos quando superaquecidos, pela liberação de ácido clorídrico e voláteis tóxicos (JORGE, N., 2013).

Embalagens plásticas podem ser usadas para a promover alteração na concentração de gases no interior da embalagem pela respiração natural do próprio fruto, pela redução da concentração de O₂ e no aumento da concentração de CO₂. A embalagem deve ser tal que possibilite uma diminuição na taxa respiratória sem ocasionar anaerobiose ou excesso de retenção de CO₂, o que pode acarretar aumento na susceptibilidade a doenças, distúrbios fisiológicos e “flavor” desagradável (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 1990).

Frutas e hortaliças apresentam alta atividade de água e, portanto, o equilíbrio se dá em ambientes de alta umidade relativa. O material da embalagem deve apresentar permeabilidade ao vapor d'água de tal forma que não acarrete a desidratação superficial e murchamento do vegetal, mas também o excesso de umidade pode favorecer o ataque microbiano e a consequente deterioração do produto (SOARES; GERALDINE, 2007).

Uma forma de reduzir efetivamente a transpiração, e consequentemente a perda de água, é o desenvolvimento de camadas espessas de ar estagnado, o que se obtém por meio do uso de embalagens. A camada de ar estagnado funciona como uma barreira à movimentação turbulenta de massas de ar, fazendo com que a transpiração, e também a perda de CO₂, ocorra então principalmente por difusão de vapor d'água (LUENGO; CALBO, 2009).

A utilização de embalagens, ao reduzir a taxa respiratória, a produção de etileno e a perda de umidade, retarda o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila, o escurecimento enzimático e, portanto, a perda de qualidade e promove o aumento da vida de prateleira do produto (SOUTO et al, 2004).

Diversos trabalhos têm mostrado a potencialidade do uso de embalagens na conservação pós-colheita. Pinto et al (2006) avaliaram o efeito de filmes plásticos Xtend e PEBD sobre a

conservação de mamão ‘Golden’, e observaram que a atmosfera modificada obtida pelos filmes plásticos alterou a atividade metabólica do mamão, reduzindo o amolecimento e enrugamento da casca pela menor perda de água, em especial pelo uso de PEBD, em associação com a refrigeração por 32 dias de armazenamento. Sousa et al (2002) utilizaram filmes de PVC, PEBD e PEAD para armazenamento de mangas ‘Tommy’, sob refrigeração, e obtiveram redução na perda de matéria fresca, manutenção dos teores de sólidos solúveis totais e acidez titulável total. Os filmes de PE proporcionaram, ainda, menores perdas de firmeza, alcançando 42 dias de vida útil. Os filmes de PVC e PEBD retiveram a coloração da casca até o final da estocagem.

Apesar dos benefícios potenciais do uso de embalagens plásticas para conservação de frutas e hortaliças, considerando o contexto de elevados índices de perdas de alimentos na cadeia produtiva, sendo um dos fatores a reduzida vida de prateleira dos produtos perecíveis, que não acompanham o tempo de armazenamento, transporte, comercialização e consumo, deve-se considerar também a geração de lixo proveniente do uso de embalagens. No Brasil, cerca de 70% do lixo seco é composto por embalagens (MMA, 2015). Não só a conservação pós-colheita e redução das perdas é um desafio, mas também a problemática da geração de lixo.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas e as análises químicas no Laboratório de Bromotologia e Tecnologia de Alimentos, ambos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília - UnB. A matéria-prima foi adquirida na Ceasa-DF: mamões papaia no estágio de maturação 1, segundo a classificação de Silva e Soares (2001). Logo após a aquisição do material, foi realizada a sanitização por meio de solução de hipoclorito de sódio na concentração de 20% por 10 minutos. A temperatura no laboratório esteve a 25°C, em média, durante o experimento.

Os mamões papaia foram separados em 3 grupos: mamões sem embalagem (controle), mamões acondicionados em embalagem plástica, e mamões com camada protetora. Os três grupos eram formados por unidades experimentais organizadas em 4 repetições, em que cada conjunto de 4 repetições era amostrado ao alcançar o estágio de maturação 1, 3 ou 5, conforme foi pré-definido para cada conjunto.

No primeiro dia de condução do experimento, após realizada a sanitização, sucedeu-se o preparo da camada protetora e aplicação nos mamões relativos a esse grupo. O preparo se deu da seguinte forma: 3% de amido, na forma de fécula de mandioca, em relação ao total de 1 litro de água destilada, com adição de 10% de glicerol em relação à massa de amido. A solução foi submetida à temperatura de 78°C durante 5 minutos, sob agitação constante. Após esfriar até cerca de 40°C, cada mamão foi imerso na calda durante 1 minuto. A secagem da camada protetora sobre o mamão se deu em temperatura ambiente, por 24 horas.

As concentrações de amido e glicerol, bem como a temperatura de cozimento da calda, foram obtidas por referência em formulações da Embrapa Agroindústria de Alimentos, mas com testes e adaptações para o material e condição específica do experimento.

Para concluir a montagem do experimento, mamões do grupo relativos à embalagem foram alocados em sacos de polietileno de baixa densidade contendo furos circulares para não favorecer o desenvolvimento de fungos no interior da embalagem.



Figura 1 – Mamões papaia em 3 grupos de acondicionamento: sem embalagem (SE), com embalagem plástica (CE) e com camada protetora (CP).

4.2. Determinação dos estádios de maturação

O critério para determinação do estágio de maturação do mamão foi visual, relativo à coloração da casca. Portanto, diariamente o material era observado quanto à coloração e classificado.

A classificação foi de acordo com Silva e Soares (2001), em que a escala de estádios de maturação vai até o nível 5. O estágio ou grau 0 é definido como fruto crescido e desenvolvido, estando a casca 100% verde. O estágio 1 corresponde ao fruto de casca majoritariamente verde, primeiros sinais amarelos cobrindo até 15% da casca. O estágio 2, por sua vez, corresponde ao fruto $\frac{1}{4}$ maduro, com até 25% da casca amarela. O estágio 3 se refere ao fruto $\frac{1}{2}$ maduro, com 26 a 50% da superfície da casca amarela. O estágio 4 é definido como sendo o fruto com 51 a 75% da casca amarela. E por fim o estágio 5 corresponde ao fruto maduro, com 76 a 100% da superfície da casca amarela.

Os aspectos visuais de cada tratamento em cada estágio de maturação serão discutidos neste trabalho, como forma de avaliação do material.

4.3. Perda de massa

Cada unidade experimental foi individualmente pesada em balança analítica de precisão de 0,01g a cada dois dias e também nos dias em que ocorreu a amostragem, ou seja, corte do material e separação da polpa para armazenamento em freezer.

Para se obter os valores de perda de massa usou-se a expressão:

$$\text{Perda de massa} = \frac{\text{Massa no dia 0} - \text{Massa a cada intervalo de tempo}}{\text{Massa no dia 0}} \times 100$$

Em que o “dia 0” corresponde ao primeiro dia de condução do experimento.

4.4. Análises químicas (acidez titulável, pH e sólidos solúveis)

O material amostrado foi congelado em freezer e no momento da realização das análises as amostras foram homogeneizadas por meio de amassamento manual da polpa. O teor de sólidos solúveis foi determinado pela leitura direta em refratômetro manual e seu valor expresso em graus brix.

Para a determinação do pH e da acidez titulável total, foi realizada duplicata de cada amostra, em solução contendo 10 gramas da amostra em 100 mL de água destilada. O pH foi medido pelo uso de potenciômetro digital Digimed, modelo DM 21. A acidez titulável total foi determinada pelo método titulométrico com solução padrão de NaOH 0,1N, até a solução atingir pH 8,2 a 8,4, com auxílio do potenciômetro na verificação dos valores de pH durante a titulação. Os valores foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, em conformidade com as técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.5. Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x3 (frutos acondicionados em embalagens plástica, sem embalagem, com cobertura protetora x estádios de maturação G1, G3 e G5) com 4 repetições.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com probabilidade de 5%. A variável perda de massa foi analisada por curva de regressão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Perda de massa e aspectos visuais

As figuras 2 e 3 mostram a perda de massa ao longo do período de armazenamento. Observa-se o aumento linear da perda de massa e a interação significativa entre o tempo e as formas de acondicionamento, para ambos os estádios de maturação avaliados. No gráfico, entende-se SE como os frutos sem embalagem, CE como os frutos com embalagem plástica, CP como os frutos com cobertura protetora, G3 como o grau ou estágio de maturação 3 e G5 como o grau ou estágio de maturação 5.

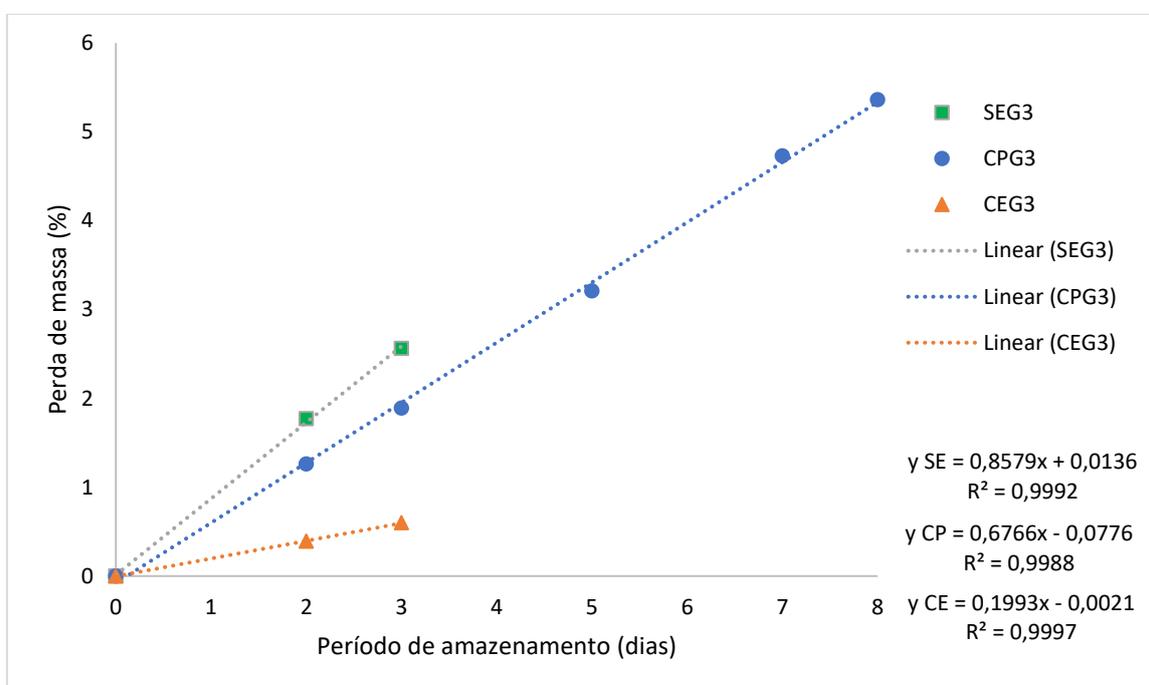


Figura 2 – Perda de massa (%) em relação ao tempo de armazenamento até o estágio de maturação 3.

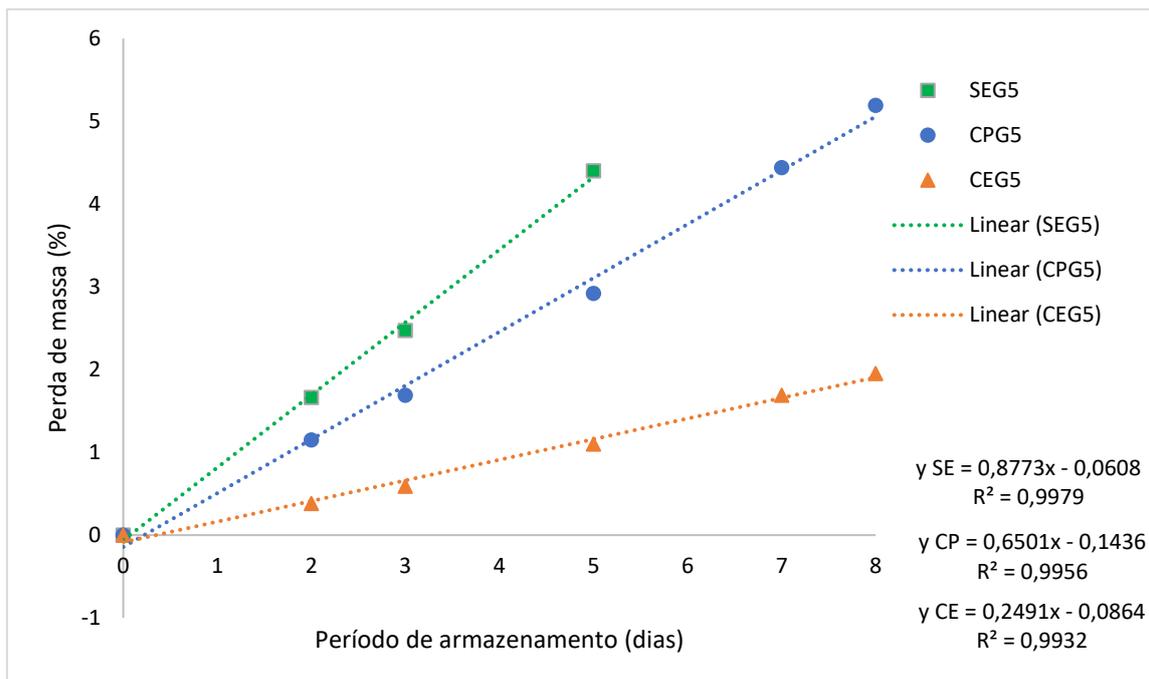


Figura 3 – Perda de massa (%) em relação ao tempo de armazenamento até o estágio de maturação 5.

Os mamões sem qualquer revestimento (SE) e os acondicionados em embalagem plástica (CE) atingiram o estágio de maturação 3 passados três dias de armazenamento, e o estágio 5 passados cinco e oito dias, respectivamente. Já os mamões revestidos com camada protetora (CP) não apresentaram alteração significativa de cor da casca até o fim do período de armazenamento para serem classificados em estágio de maturação 3 ou 5, apesar de o aspecto da polpa indicar amadurecimento. Mesmo com a retenção de cor da casca, os frutos CP apresentaram aspecto de murchamento acentuado e início de deterioração aos oito dias, e, portanto, esse foi considerado o dia final de armazenamento.

Em ambos os estádios de maturação considerados, a tendência de perda de massa foi semelhante, ou seja, maiores perdas foram observadas nos frutos SE, que amadureceram mais rapidamente. A perda de massa nos frutos CP foi intermediária ao considerar o mesmo período de armazenamento que os demais frutos, mas o amadurecimento ocorreu mais lentamente e, dessa forma, a perda de massa continuou crescente com o passar do tempo. Por fim, os frutos CE apresentaram os menores valores de perda de massa e uma redução na velocidade de amadurecimento em relação aos frutos SE no estágio 5.

Dessa forma, ao atingirem o estágio de maturação 3, os frutos SE apresentaram perda de massa de 2,53% e os frutos CE, 0,6%, aos 3 dias de armazenamento. Os frutos CP, no mesmo

período, apresentaram perda de 1,89%, porém ao final do tempo de armazenamento, ou seja, aos 8 dias, chegaram a 5,36%. Continuamente, ao atingirem o estágio de maturação 5, os frutos SE apresentaram perda de massa de 4,4%, aos 5 dias, e os frutos CE, 1,95%, aos 8 dias. Os frutos CP, no dia 5 apresentaram perda de 2,92% e no dia 8, perda de 5,19%.

A perda de massa se deve principalmente à perda de água, em função da transpiração dos frutos, o que ocasiona perdas quantitativas e qualitativas, uma vez que afeta a aparência, pelo murchamento e enrugamento, as qualidades de textura e nutricionais (VALE et al., 2006). A perda de massa é, porém, esperada durante o armazenamento, uma vez que a transpiração e a degradação das reservas do fruto fazem parte da fisiologia normal pós-colheita. Para manutenção da qualidade, o objetivo é reduzir ou retardar essa perda.

A melhor manutenção do peso e aparência dos frutos embalados se deu pelo aumento da umidade relativa do ar no interior da embalagem, uma vez que a saturação da atmosfera ao redor da fruta resulta na diminuição do déficit de pressão de vapor da fruta em relação ao ambiente (SOUSA, 2002). Ao atingirem os estágios de maturação 3 e 5, ou seja, aos 3 e 8 dias, as frutas embaladas apresentaram aspecto visual agradável, não apresentaram murchamento, e estavam firmes ao toque.

Oliveira Junior et al (2006) concluíram que o ponto de consumo para mamões ‘Golden’ não embalados está entre três e seis dias, considerando suas características físicas, químicas e sensoriais. Já com a utilização de PEBD, prolongou-se o período de armazenamento para nove dias, resultado semelhante ao encontrado nesse trabalho, considerando que até o estágio de maturação 5 o mamão encontra-se adequado para o consumo.

A aplicação de cobertura protetora conferiu maior brilho à casca das frutas, porém a concentração de 3% de fécula de mandioca reteve a coloração da casca, que não apresentou mais que 25% da superfície amarela e, portanto, dificultou a identificação visual do processo de amadurecimento. A alteração da cor da casca se dá por degradação oxigenolítica da clorofila (STREIT et al., 2005), e, portanto, a barreira que a cobertura promoveu ao oxigênio possivelmente foi a causa da ausência significativa de alteração de cor.

Ocorreu, ainda, início de deterioração ao final do período de armazenamento, que se deu pelo amolecimento da polpa e murchamento, em decorrência da elevada perda de massa, podridão peduncular em alguns frutos e indicadores de processos fermentativos, como o surgimento de odores desagradáveis e exsudação aquosa, em razão da possível limitação

excessiva que a cobertura causou às trocas gasosas (Figura 4). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Batista et al (2007) com a utilização de cobertura à base de fécula de mandioca 3% em melão amarelo. Esses autores observaram também um desprendimento da camada protetora devido à baixa deformabilidade conferida pelo amido. Neste trabalho, porém, desprendimentos de película não foram observados em virtude da utilização de um plastificante na sua formulação.



Figura 4 – À esquerda, aspecto externo de mamão com cobertura protetora, aos 8 dias de armazenamento: murchamento e coloração da casca predominantemente verde. À direita, aspecto interno de mamão com cobertura protetora, aos 8 dias de armazenamento: podridão peduncular e amolecimento da polpa.

5.2. Sólidos Solúveis Totais

Tabela 1. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) de mamão papaia para cada forma de acondicionamento nos três estádios de maturação avaliados¹

Tratamentos	Estádio 1	Estádio 3	Estádio 5
SE	11,05 aA	11,00 aA	10,73 aA
CE	11,75 bAB	11,80 bA	9,68 aA
CP	12,65 aB	11,70 aA	12, 93 aB

CV (%) = 7,14

Média geral = 11,48

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores encontrados expressam a manutenção dos teores de sólidos solúveis para os frutos SE e CP no decorrer do amadurecimento, não havendo diferença estatística entre os estádios 1, 3 e 5 para esses frutos. Para os frutos SE, o período de armazenamento, considerado até alcançar o estágio 5, foi curto, de apenas 5 dias e, portanto, esse tempo possivelmente não foi o suficiente para causar alterações significativas de teores de sólidos solúveis, nas condições do experimento.

Para os frutos CP, a manutenção dos teores de sólidos solúveis se deve à menor taxa respiratória desses frutos, pela barreira oferecida pela cobertura protetora às trocas gasosas. Com redução na respiração, há menor ocorrência de hidrólises dos carboidratos de reserva (DIAS et al., 2011).

Os frutos CE, diferentemente dos demais, apresentaram redução no teor de sólidos solúveis ao alcançarem o estágio 5 de maturação. A redução no teor de sólidos solúveis se deve à atividade respiratória pós-colheita, que leva ao consumo das reservas (ANTUNES; DUARTE FILHO; SOUZA, C., 2003). A diferença de resultado em relação aos frutos SE possivelmente ocorreu devido ao maior tempo de armazenamento que os frutos CE levaram para alcançar o estágio 5 (oito dias). Com relação aos frutos CP, apesar de o tempo de armazenamento ter sido o mesmo, as embalagens plásticas não conferiram a mesma limitação à troca de gases aos frutos CE, uma vez que, segundo N. Jorge (2013), os polietilenos de baixa densidade possuem elevada permeabilidade ao oxigênio.

Para o estágio de maturação 5, o teor de sólidos solúveis dos frutos CP diferiu estatisticamente dos demais, apresentando valores médios maiores, possivelmente em virtude da maior perda de massa, em especial a perda de água, desses frutos (5,19% aos 8 dias), que resulta na maior concentração de açúcares e ácidos orgânicos (ANTUNES; DUARTE FILHO; SOUZA, C., 2003). Vale ressaltar também que no estágio 1, ou seja, no primeiro dia de armazenamento, os frutos CP já apresentavam maior teor de sólidos solúveis em relação aos frutos SE, o que não teve relação com a forma de acondicionamento, por se tratar do primeiro dia de experimento.

5.3. Acidez titulável total

Tabela 2. Valores médios de acidez titulável total (% ácido cítrico) de mamão papaia para cada forma de acondicionamento nos três estádios de maturação avaliados¹

Tratamentos	Estádio 1	Estádio 3	Estádio 5
SE	0,073 abA	0,087 bB	0,066 aA
CE	0,071 aA	0,091 bB	0,075 abA
CP	0,060 aA	0,068 abA	0,082 bA

CV (%) = 14,30
Média geral = 0,075

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O aumento de acidez titulável se deve à síntese de ácidos orgânicos, pelo processo de degradação da parede celular durante o armazenamento (FERNANDES et al., 2010). A liberação de ácidos galacturônicos, pela ação de enzimas, aumenta com o amadurecimento do fruto (SOLON et al., 2005).

Os frutos CP apresentaram aumento de acidez titulável ao final do armazenamento, período em que mostraram indícios de processos fermentativos, e, portanto, degradativos. Além disso, a elevada perda de massa pode contribuir para a maior concentração de ácidos orgânicos, pela redução do teor de água.

Já a redução da concentração de ácidos orgânicos após a colheita é explicada em virtude da utilização desses compostos como substrato para o processo de respiração celular e como fonte de carbono para a síntese de novos compostos (DIAS et al., 2011). Essa redução foi observada ao final do armazenamento nos frutos SE, possivelmente em razão da elevada taxa respiratória desses frutos.

Oliveira Jr., Coelho e Coelho (2006) observaram incremento de acidez, seguida por um período de manutenção e por fim um decréscimo, aos 12 dias, em frutos de mamão embalados com filme de PEBD. Resultado semelhante foi obtido nesse trabalho, onde ocorreu aumento da concentração de ácidos orgânicos, seguido de uma manutenção da acidez, estatisticamente, para os frutos CE. Essa manutenção se deve à menor taxa respiratória de frutos embalados, em relação à testemunha, de forma a reduzir o consumo dos ácidos orgânicos.

Com relação a cada estágio de maturação, não houve diferenças estatísticas para cada forma de acondicionamento, a exceção do estágio 3, onde observou-se menor acidez titulável nos frutos CP. Isso se deve possivelmente aos diferentes tempos de armazenamento entre os tratamentos, sendo que os frutos CP já se encontravam no oitavo dia, e os frutos CE e SE apenas no terceiro dia. No estágio 5, essa diferença de tempo de armazenamento foi menor e os frutos, então, não diferiram estatisticamente.

5.4. pH

Tabela 3. Valores médios de pH de mamão papaia para cada forma de acondicionamento nos três estágios de maturação avaliados¹

Tratamentos	Estádio 1	Estádio 3	Estádio 5
SE	5,31 bA	5,05 aA	5,33 bA
CE	5,33 bA	5,06 aA	5,28 abA
CP	5,43 bA	5,40 bB	5,11 aA

CV (%) = 2,46

Média geral = 5,25

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Fagundes e Yamanish (2001), a faixa de pH de mamão ‘Solo’ considerado adequado para consumo ao natural é de 4,5 a 6,0. Portanto, apesar das variações de pH ocorridas durante o armazenamento, os frutos nesse trabalho apresentaram-se dentro desse intervalo.

A variação dos valores médios de pH acompanhou as variações de acidez titulável, de forma que o aumento de acidez se relaciona com a redução do pH, e o contrário também se aplica. Os frutos SE apresentaram redução de pH, seguida por aumento, no estágio 5. Os frutos CE apresentaram redução de pH no início do armazenamento, e o mantiveram na transição do estágio 3 ao estágio 5. Os frutos CP apresentaram queda de pH ao alcançarem o estágio 5 de maturação.

6. CONCLUSÕES

Os frutos controle foram armazenados por 5 dias. Os frutos embalados alcançaram 8 dias de armazenamento e apresentaram menor perda de massa. Os frutos revestidos com camada protetora também alcançaram 8 dias de armazenamento, maior perda de massa nos estádios 3 e 5, e com início de deterioração aos 8 dias.

Os frutos embalados apresentaram resultados superiores àqueles de frutos controle, com relação ao tempo de conservação, aspectos visuais e firmeza ao toque.

Os resultados demonstram o potencial da cobertura protetora na conservação, de forma que são necessários ajustes na formulação para se evitar a retenção excessiva da cor da casca e os processos degradativos observados aos 8 dias. Porém, a cobertura protetora foi a forma de acondicionamento que melhor retardou o amadurecimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. de. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 413-419, mar. 2003.

ARAÚJO, A. C. de et al. A cultura do mamão em municípios selecionados do extremo sul da Bahia: análise do índice tecnológico da comercialização e do custo social das perdas. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 699-713, out./dez. 2010.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de; FORATO, L. A. **O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 23 p.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

AZEREDO, H. M. C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.21, n.2, p.267-278, 2003.

BATISTA, P. F. et al. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 572-576, out./dez. 2007.

BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de frutos**. 1. ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26 p.

BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e opinião do consumidor**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ - USP, Piracicaba, 2002.

CALBO, A. G.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. **Respiração de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 10 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 46).

CARVALHO, C. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NETO, F. do N. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, cap. 3.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. de (Ed.). **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

DIAS, T. C. et al. Conservação pós-colheita de mamão Formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. 2, p. 666-670, jun. 2011.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Desenvolvimentos de coberturas comestíveis de amido para aplicação em revestimentos de frutas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/2337/desenvolvimento-de-coberturas-comestiveis-de-amido-para-aplicacao-em-revestimento-de-frutas>>. Acesso em: 2 fev. 2017.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo ‘Solo’ comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 23, n. 3, p. 541-545, dez. 2001.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Estudo da comercialização do mamão em Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 91-95, abr. 2002.

FERREIRA, M. D. (Ed.) **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos – SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 144 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em: 20 maio 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **FAOSTAT - Statistics Division**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 20 maio 2017.

FERNANDES, P. L. de O. et al. Qualidade de mamão ‘Formosa’ produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v. 41, n. 4, p. 599-604, out./dez, 2010.

FREIRE JUNIOR, M. **Hortaliças**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5gmye02wyiv80z4s473ccvyhou.html>. Acesso em: 23 maio 2017.

FREIRE JUNIOR, M.; SOARES, A. G. **Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando a redução de suas perdas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2014. 5 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado Técnico, 205).

GALEANO, E. V.; MARTINS, D. S. Evolução da produção e comércio mundial de mamão. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 6. 2015, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2015.

GALO, J. de Q. B. et al. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 36, n. 2, p. 305-312, jun. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, 1º Ed. digital, 1002 p., 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Boletim 200**. 1998. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Mamão>. Acesso em: 22 maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. Disponível no Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em: 10 maio 2017.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2013. 194 p.

JORGE, P. C. S. **Avaliação de maçã ‘Royal Gala’ revestida com filme de quitosana durante o período de pós-colheita**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

LERMEN, F. H.; COELHO, T. M.; ASSAD FILHO, N. Conservação da laranja na aplicação de amido modificado hidrofóbico. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v. 7, n. 4, p. 39-44, out./dez. 2012.

LIMA, J. S. S. **Desenvolvimento de revestimento à base de concentrado proteico de soro de leite e óleo essencial de erva doce e sua eficiência na vida pós-colheita de mamão "Golden"**. 2015. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2015.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. (Ed.) **Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009.

MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da (Ed.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497 p.

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A.; GURGEL, R. L. S.; FERREIRA, E. A.; ORBES, M. Y.; TOSTA, M. S. Crescimento de mudas de mamoeiro ‘Formosa’ em substratos com utilização de composto orgânico superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 861-868, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro – Agrostat**. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 10 maio 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Acordo para descarte de embalagens está em fase final**. fev. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/02/acordo-para-descarte-de-embalagens-esta-em-fase-final>>. Acesso em: 29 maio 2017.

OLIVEIRA JR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós-colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 10, n. 3, p. 660–664, 2006.

PEREIRA, F. do A.; CARNEIRO, M. F.; ANDRADE, L. M. de (Coord.). **A cultura do mamão**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

PINTO, L. K. A. et al. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 744-748, out./dez. 2006.

RANGEL, S. B. et al. Perfil do mercado varejista e consumidor de mamão dos grupos ‘Solo’ e ‘Formosa’ do Distrito Federal – DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 85-88, abr. 2003.

RIGO, L. N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2006.

SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coord.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999.

SCANAVACA Jr., L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M. E. C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga ‘surpresa’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 67-71, 2007.

SILVA, O. F.; SOARES, A. G. **Recomendações para prevenção de perdas pós-colheita do mamão**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001. 20 p.

SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Embalagens. In: MORETTI, C. L. (Ed.) **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. cap.6.

SOLON, K. N. et al. Conservação pós-colheita do mamão formosa produzido no Vale do Assú sob atmosfera modificada. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 18, n. 2, p. 105-111, abr./jun., 2005.

SOUSA, J. P. de et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 3, p. 665-668, dez. 2002.

SOUTO, R. F. et al. Conservação pós-colheita de abacaxi ‘Pérola’ colhido no estádio de maturação “pintado” associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 26, n. 1, p. 24-28, abr. 2004.

SOUZA, R.S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (Brassica oleracea var. Capitata L.) durante o armazenamento**. 2014. 34 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

VALE, A. A. S. et al. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 778-786, 2006.