



**ATMOSFERA MODIFICADA E
REFRIGERAÇÃO NA CONSERVAÇÃO
PÓS-COLHEITA DE ATEMOIA cv. GEFNER**

MARYELLE CRISTINA SOUZA AGUIAR

2013

MARYELLE CRISTINA SOUZA AGUIAR

**ATMOSFERA MODIFICADA E
REFRIGERAÇÃO NA CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA DE ATEMOIA cv. GEFNER**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Frutos, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Orientadora
Prof^a . Dra. Gisele Polete Mizobutsi

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

A282a Aguiar, Maryelle Cristina Souza.
Atmosfera modificada e refrigeração na conservação
pós-colheita de atemoia cv. Gefner [manuscrito] /
Maryelle Cristina Souza Aguiar. – 2013.
45 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal no Semiárido,
Universidade Estadual de Montes Claros-
Janaúba, 2013.

Orientadora: Prof^a. DSc. Gisele Polete Mizobutsi.

1. *A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill. 2. Anonáceas. 3.
Refrigeração-frutas. I. Mizobutsi, Gisele Polete. II. Universidade

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

MARYELLE CRISTINA SOUZA AGUIAR

**ATMOSFERA MODIFICADA E EFRIGERAÇÃO
NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
ATEMOIA cv. GEFNER**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Frutos, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA em 30 de agosto de 2013.

Prof^a . Dra. Gisele Polete Mizobutsi
UNIMONTES
(Orientadora)

Prof. Dr. Edson Hiydu Mizobutsi
UNIMONTES
(Coorientador)

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota
UNIMONTES

Dra. Ariane Castricini
EPAMIG

**JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013**

A Deus onipotente;
A minha mãe, Dilza;
A minhas avós, Branca e Elisa;
Aos meus irmãos, Hígor e Gustavo;
Ao meu namorado, Vagner.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e abençoar em mais uma etapa da minha vida.

A minha família, pelo apoio e incentivo.

A Vagner, pelo companheirismo e auxílio.

Aos familiares e amigos, pela compreensão e torcida.

À UNIMONTES, pela oportunidade dada à minha formação profissional.

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

À orientadora, professora Gisele Polete Mizobutsi, e ao coorientador, professor Edson Hiydu Mizobutsi, pela confiança, ensinamentos transmitidos, e orientação durante a realização desta pesquisa.

A todos os professores e funcionários da UNIMONTES, pelos ensinamentos, disponibilidade e auxílio.

Ao Sr. Guilherme, proprietário da Fazenda Nova Esperança e fornecedor dos frutos.

À empresa Vegetal Pack, pessoa do Sr. José Luis, pela disponibilização das embalagens.

Aos professores Érika Endo, Márcia Costa, Ignácio Aspiazú, Adelica Xavier, Sidnei Tavares e José Ermelino, pelos ensinamentos durante a execução desta pesquisa.

Ao professor Wagner Ferreira da Mota e à pesquisadora Ariane Castricini, pela participação na banca examinadora.

Às amigas de laboratório e aos colegas do mestrado, pela convivência, auxílio, dedicação, incentivo e ensinamentos que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, em especial agradeço ao companheirismo e imprescindível ajuda na execução desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
RESUMO GERAL	iii
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO	1
REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A Cultura	3
2.2 Amadurecimento	5
2.3 Etileno	6
2.4 Colheita	7
2.5 Pós-Colheita	8
2.6 Refrigeração	9
2.7 Atmosfera Modificada	10
MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Avaliações	14
3.1.1 Dano pelo Frio	14
3.1.2 Perda de Massa Fresca	14
3.1.3 Firmeza	15
3.1.4 Sólidos Solúveis	15
3.1.5 pH	15
3.1.6 Acidez Titulável	15
3.1.7 Coloração	16
3.1.8 Amido e Açúcares Totais	17
3.1.8.1 Preparo das Amostras	17
3.1.8.2 Amido	18
3.1.8.3 Açúcares Totais	19
3.1.9 Açúcares Redutores	19
3.1.10 Açúcares Não Redutores	20
3.2 Estatística	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Dano pelo Frio	21
4.2 Perda de Massa Fresca	22
4.3 Firmeza	24
4.4 Sólidos Solúveis	26
4.5 pH	27
4.6 Acidez Titulável	29
4.7 Coloração	30
4.8 Amido, Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Açúcares Não Redutores.	34
CONCLUSÕES	38

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO A	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Atemoias sem embalagem (A) correspondem ao experimento 1, frutos embalados em EMB 1 (B) e em EMB 2 (C) correspondem ao experimento 2, sendo todos mantidos sob refrigeração em câmara fria (D) a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	13
FIGURA 2. Representação L^* , a^* , b^* Color Solid do sistema Hunterlab Universal Software e descrição do ângulo hue ($^{\circ}h$) e do índice de saturação cromática (C^*).	17
FIGURA 3. Atemoias sem embalagem armazenadas por zero dias (A), dois dias (B), quatro dias (C) e seis dias (D) sob refrigeração em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR	22
FIGURA 4. Perda de massa fresca de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	24
FIGURA 5. Firmeza de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	26
FIGURA 6. Sólidos solúveis de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	27
FIGURA 7. Valores médios do pH de atemoias armazenadas em embalagem EMB1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias. Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade	28
FIGURA 8. Acidez titulável de atemoias armazenadas em embalagem EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	30
FIGURA 9. Luminosidade de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	31
FIGURA 10. Cromaticidade de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	32
FIGURA 11. Ângulo Hue de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.....	33
FIGURA 12. Amido de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	35

FIGURA 13. Açúcares totais de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por um período total de 28 dias.....	35
FIGURA 14. Açúcares redutores de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	36
FIGURA 15. Açúcares não redutores de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.	37

RESUMO

AGUIAR, Maryelle Cristina Souza. **Atmosfera modificada e refrigeração na conservação pós-colheita de atemoia cv. Gefner**. 2013. 45 p. Dissertação (Mestrado em produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

A atemoia (*A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.) apresenta boa aceitação e valorização pelos consumidores, entretanto a comercialização é prejudicada devido ao rápido amadurecimento. Na atualidade, são incipientes as técnicas e tecnologias que visam à qualidade pós-colheita com maior extensão da vida de prateleira. O objetivo foi avaliar o efeito de atmosfera modificada utilizando-se duas embalagens, que diferem quanto à densidade, mantendo-se sob refrigeração por 28 dias frutos de atemoia cv. Gefner cultivados no norte de Minas Gerais. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e o experimento conduzido no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos, localizado na UNIMONTES Campus Janaúba-MG. A pesquisa foi desenvolvida em dois experimentos, sendo o experimento 1, a testemunha, frutos não embalados, realizado em delineamento inteiramente casualizado. Os frutos foram armazenados em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR durante 6 dias, e avaliados a cada 02 dias por estimativa visual de danos pelo frio (DF), através da escala: 0 = ausência de pintas e manchas na casca; 1 = pequenas pintas marrons; 2 = pequenas manchas marrons; 3 = manchas mais escuras e maiores. No experimento 2, frutos armazenados em atmosfera modificada passiva por meio da utilização de duas embalagens (EMB) que possuem espessura de 25 microns e diferem quanto à densidade, a EMB 1 tem $0,9987\text{g/cm}^3$ de densidade e a EMB 2 $1,094\text{g/cm}^3$. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os frutos mantidos sob refrigeração em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR durante 28 dias, e avaliados a cada 04 dias. As variáveis analisadas foram: perda de matéria fresca do fruto; firmeza; sólidos solúveis; pH; acidez titulável; coloração; amido; açúcares totais; açúcares redutores e açúcares não redutores. No Experimento 1, a partir do 2º dia de armazenamento, 100 % dos frutos apresentavam DF referente ao estágio 2 da escala, que evoluíram para o estágio 3 no 6º dia de armazenamento. O resultado justifica a necessidade da atmosfera modificada para armazenar a atemoia sob 15 °C por 28 dias. Verificou-se ao final dos 28 dias, no experimento 2, que as embalagens

¹ Comitê de Orientação: Prof^ª. Dr. Gisele Polete Mizobutsi - UNIMONTES (orientadora); Prof. Dr. Edson Hydu Mizobutsi (coorientador); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota; Dra. Ariane Castricini.

EMB 1 e EMB 2 apresentavam frutos de qualidade para a comercialização, mantendo características como valores médios de 22 °Brix, redução da acidez titulável, cor da casca verde-clara e com boa luminosidade. A EMB 1 apresentou melhor manutenção do peso, tendo 1,54 % de perda de massa fresca para 2,36 % da EMB 2. Houve maior solubilização de açúcares totais e açúcares não redutores na EMB 1 Assim, a EMB 1 é a mais indicada para frutos da atemoeira cultivados na região norte de Minas Gerais.

Palavras-chave: *A. squamosa L. x A. cherimola Mill.*; anonácea; embalagem.

ABSTRACT

Aguiar, Maryelle Cristina Souza. **Modified atmosphere and cooling in postharvest of atemoya cv. Gefner**. 2013. 45 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Atemoya (*A. squamosa* L. x *A. Cherimola* Mill.) is well accepted and appreciated by consumers; however its commercialization is hampered due to rapid ripening. Nowadays are incipient techniques and technologies that aim at postharvest quality with a longer shelf life. The objective was to evaluate the effect of using two modified atmosphere packaging, which differ in density, keeping under refrigeration for 28 days fruits of atemoya tree cv. Gefner grown in northern Minas Gerais. The fruits were harvested at physiological maturity stage and the experiment conducted at Laboratory of Postharvest Physiology of Fruits, located in the Campus UNIMONTES Janaúba - MG. The research was carried out in two experiments. The experiment 1, control, unpackaged fruits, conducted in a completely randomized design. The fruits were stored in cold chamber at 15 ± 1 °C and 85 ± 5 % RH for 6 days, and evaluated every 02 days by visual estimation of chilling injury (CI), using the scale: 0 = absence of spots and blemishes on the skin; 1 = small brown pints; 2 = small brown spots; 3 = darker and larger spots. Experiment 2, fruits stored in passive modified atmosphere by means of two packaging (EMB) having a thickness of 25 microns and differing in density, EMB 1 has 0.9987g/cm^3 density and EMB 2 has 1.094 g/cm^3 . The experimental design was completely at random, and the fruit were kept under refrigeration in a cold chamber at 15 ± 1 °C and 85 ± 5 % RH for 28 days, and evaluated every 04 days. The analyzed variables were: fresh weight loss of the fruit, firmness, soluble solids, pH, titratable acidity, color, starch, total sugars, reducing sugars and non-reducing sugars. In Experimento 1 from the 2nd day of storage, 100 % of the fruit showed CI related to stage 2 of the scale, which reached stage 3 on the 6th day of storage. The result justifies the need the modified atmosphere to store atemoya under 15 °C for 28 days. It was found at the end of 28 days, in the experiment 2, that EMB 1 and EMB 2 packs presented fruit with quality for marketing, keeping characteristics such as average values of 22° Brix, decreasing of titratable acidity, light green color of skin and in good lightness. The EMB 1 showed better weight maintenance, with

¹ **Guidance committee:** Prof. D.Sc. Gisele Polete Mizobutsi - UNIMONTES (advisor); Prof. D.Sc. Edson Hiydu Mizobutsi (co-advisor); Prof. D.Sc. Wagner Ferreira da Mota; D.Sc. Ariane Castricini

1.54 % loss of fresh weight while in the EMB 2 it was 2.36 %. There was a higher solubilization of total sugars and non-reducing sugars in EMB 1. Thus, EMB 1 is more indicated for the atemoya fruit grown in northern Minas Gerais.

Keywords: *A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.; anonacea; packaging.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as anonáceas cultivadas no projeto de irrigação do município Matias Cardoso, região Norte de Minas Gerais, a atemoia vem apresentando posição de destaque. Trata-se de um fruto climatérico que completa seu amadurecimento em poucos dias sob condições favoráveis. Os frutos dessa região apresentam qualidade atribuída pela aparência, textura, sabor e valor nutricional, possuindo boa aceitação e valorização no mercado.

O mercado da atemoia é prioritariamente o de frutas frescas das grandes cidades brasileiras, o que implica consideráveis distâncias para serem vencidas. Esse cenário, associado à natureza climatérica de sua fisiologia e, ao pouco conhecimento dos métodos de conservação dos frutos pelos produtores, faz com que elevadas perdas pós-colheita sejam observadas. Além de ocorrer a restrição da comercialização da produção de atemoia de Matias Cardoso, sendo hoje realizada no estado mineiro, principalmente nas regiões norte e central.

O potencial desse fruto para atingir, de maneira incisiva, os demais estados brasileiros e o mercado externo é inibido pela deficiência técnica e tecnológica na conservação pós-colheita que permita o transporte, mantendo a qualidade por um maior período de tempo. Há um número incipiente de estudos sobre a conservação pós-colheita das anonáceas e em relação às alterações físicas e químicas mediante tratamentos que visem esta conservação.

A mudança no perfil do consumidor fez com que ocorresse uma maior exigência por alimentos isentos de produtos químicos, sendo necessária a realização de pesquisas que minimizem as perdas e maximizem a qualidade dos frutos. Em contrapartida, os produtores almejam técnicas e tecnologias que prolongam a vida de prateleira, mas que ao mesmo tempo sejam práticas e de baixo custo, visando à competitividade de mercado.

O objetivo foi avaliar o efeito de atmosfera modificada passiva utilizando-se duas embalagens que diferem quanto à densidade, mantendo-se sob refrigeração por 28 dias frutos de atemoeira cv. Gefner cultivados no norte de Minas Gerais.

As respostas precisas do fruto da atemoeira, sob atmosfera modificada por embalagens plásticas de prático manuseio associada à baixa temperatura de armazenamento, proporcionarão prolongar o período de conservação, mantendo a qualidade do fruto; a redução das perdas pós-colheita; a ampliação da comercialização e o incremento no desenvolvimento da cultura na região Norte de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Cultura

A família Annonaceae constitui-se por 132 gêneros e 2300 espécies dos quais dois gêneros, *Rollinia* e *Annona*, são os mais importantes na fruticultura (KAVATI, 1992). Embora destes dois gêneros existam diversos híbridos de interesse, a atemoia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.) foi rapidamente difundida no mundo e se tornou bastante conhecida na Oceania e América do Sul (MARTINS *et al.*, 1987).

A origem da atemoia data de 1908, quando o primeiro cruzamento artificial foi realizado no “United States Department of Agriculture’s Subtropical Laboratory”, em Miami (MORTON, 1987), o que resultou em um fruto com bastante polpa, poucas sementes e de casca mais regular, que herdou o apreciado sabor da cherimoia (SIMÃO, 1998). A capacidade de adaptação da *Annona cherimola* em temperaturas mais baixas e da *Annona squamosa* em temperaturas mais elevadas gerou frutos adaptados à maior amplitude térmica (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000).

Somente a atemoia apresenta cultivares adaptadas ao clima subtropical, no Brasil, como Gefner, African Pride, Pink’s Mammoth, por exemplo (ALMEIDA, *et al.*, 2006). Dessa forma, as culturas de atemoia encontram-se localizadas no Brasil em pontos com diferentes características climáticas, isto é, englobam desde regiões tropicais, com temperaturas médias anuais entre 20 e 25 °C, a regiões subtropicais e tropicais de altitude, com temperaturas médias abaixo de 20 °C. Há referências de que as temperaturas ideais para a fase de desenvolvimento da atemoia são: mínima entre 13 e 20 °C e máxima entre 22 e

32 °C (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). Quando na planta, a atemoia enegrece se exposta à incidência direta dos raios solares ou a temperaturas inferiores a 10 °C (TOKUNAGA, 2000),

Durante um longo período houve certo desinteresse pelo fruto, porém, a partir de 1940, foram iniciados, em Israel, estudos visando padronizar sua propagação (MORTON, 1987). Pesquisas sobre atemoia datam da década de 1950 no estado de São Paulo e, nos anos 90, pomares comerciais começaram a produzir atemoia (ALMEIDA *et al.*, 2006).

No Brasil, o cultivo de modo tecnificado e em escala comercial cresceu significativamente como resultado dos bons preços obtidos pelo fruto nos mercados e da aceitação pelos consumidores (ARAÚJO e ALVES, 1999). Seu cultivo representa uma atividade econômica para muitos municípios da área de clima semiárido, contribuindo para fixação de trabalhadores rurais no campo, garantindo emprego e receita para esses municípios (BRAZ, 2004). Dados do IBGE do ano 2005 apontaram a região Nordeste como responsável por 93,23 % dos 6.625 hectares cultivados, sendo o Estado da Bahia o principal produtor nacional, seguido de Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe.

De acordo com o SIEM (Sistema de Informação e Estatística de Mercado) da CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), do total de pinha e atemoia comercializadas em 2007, 60 % do volume era de pinha. Entretanto, o comércio da pinha sofreu uma diminuição desde 2008, e em 2012 a atemoia foi a fruta mais representativa, apresentando 63 % do volume total de comercialização de pinha e atemoia. A origem principal desta fruta na CEAGESP é dos estados Minas Gerais e São Paulo, seguidos da Bahia (TAKATA *et al.*, 2013).

2.2 Amadurecimento

Os diferentes cultivares de atemoia possuem características próprias de peso, carpelos, polpa e sabor, o que faz com que cada fruto tenha um comportamento distinto no amadurecimento (BONAVENTURE, 1999; TOKUNAGA, 2000). O formato varia de acordo com o cultivar, podendo ser cordiforme, cônicos ou ovados, lisos ou com protuberâncias. Quando maduros, apresentam cor verde-amarelado, polpa branca, doce, ligeiramente ácida, sucosa, mais saborosa que a pinha, muitos carpelos sem sementes, peso entre 150 g e 500 g. Seu sabor é agradável, doce, ligeiramente acidulado e aromático (BONAVENTURE, 1999).

Após o fruto alcançar seu desenvolvimento máximo, ocorre a maturidade fisiológica e, em sequência se inicia um processo gradual de transição do desenvolvimento para a maturação e senescência. A maturação envolve um metabolismo complexo e acelerado, logo no início da maturação ocorre a síntese de proteínas que são predominantemente enzimas e necessárias para este processo. O metabolismo é um conjunto de inúmeras reações bioquímicas de síntese e degradação sob controle genético-enzimático (AWAD, 1993), cuja energia liberada é utilizada em diversas atividades fisiológicas, incluindo a síntese proteica, de etileno, de compostos aromáticos, dentre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Resulta desse processo metabólico o aparecimento do sabor característico, decorrente da transformação do amido em açúcares solúveis, a diminuição da acidez e desaparecimento da adstringência; a cor típica por meio do desaparecimento da clorofila (AWAD,1993) e do desenvolvimento acentuado de pigmentos carotenoides e/ou flavonoides (CHITARRA e CHITARRA, 2005); o aroma característico, em resposta à síntese de compostos voláteis; e a perda de

consistência, por intermédio da solubilização da lamela média e da parede celular (AWAD, 1993). A perda de firmeza da polpa é uma variável considerada como um dos atributos de qualidade do fruto em amadurecimento (FONTES *et al.*, 2008).

2.3 Etileno

Os tecidos vegetais produzem etileno, um hidrocarboneto insaturado de dois carbonos (CHAVES *et al.*, 2002). O fitormônio etileno está associado a vários eventos fisiológicos e etapas de desenvolvimento das plantas (PEREIRA *et al.*, 2005). É a molécula orgânica mais simples e que apresenta importante atividade biológica em concentrações reduzidas (AWAD, 1993).

Os autores Taiz e Zeiger (2004) explicam que a biossíntese do etileno compreende a conversão da S-adenosil-metionina (SAM) em ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) sob a ação da ACC sintase, e a conversão do ACC em etileno, CO₂ e HCN (ácido cianídrico), pela ACC oxidase. O ACC, precursor imediato do etileno, pode ser malonilado, sob a ação da enzima N-malonil transferase (NMT), e ser então transportado para os vacúolos. Soberón *et al.* (2005) exemplificam o ciclo da biossíntese do etileno (ANEXO A).

O conhecimento da biossíntese de etileno estimula a realização de pesquisas, visando inibir o processo de maturação. Tais pesquisas possuem grande interesse econômico por permitirem um aumento do período de comercialização e conseqüentemente apreciáveis benefícios para produtor e consumidor (AWAD, 1993).

A inibição da formação e da atividade do etileno com o objetivo de adiar a maturação dos frutos pode ser obtida por: a) métodos físicos: baixas ou altas temperaturas; b) métodos químicos: alteração da concentração dos gases O₂ e

CO₂, inibidores da ACC sintase e da ACC oxidase e moléculas que competem com o etileno no sítio de ligação dos receptores; c) retirada do etileno durante o armazenamento: retirar o acúmulo de etileno da câmara (AWAD, 1993).

2.4 Colheita

A época de colheita dos frutos pode sofrer alterações em função das condições climáticas locais, podendo adiantar-se quando as temperaturas são mais elevadas, ou atrasar-se quando as temperaturas são mais baixas no decurso do desenvolvimento dos frutos. A distância do mercado consumidor também irá interferir na colheita. Para produtores mais distantes do local de consumo, ou para sistemas de comercialização mais complexos, os frutos devem ser colhidos com maior antecedência, o que pode comprometer sua qualidade final (MANICA, 2003).

Os frutos são colhidos no estágio de maturação fisiológica, quando completamente desenvolvidos e firmes. Dessa forma, os frutos amadurecerão completamente antes do seu consumo, sem lesões externas, com a casca de cor atrativa, com textura firme, contendo elevados teores de açúcares (BRAZ, 2004). A colheita deve ser manual (LEAL, 1990) e é recomendado a todas as anonáceas o uso de tesoura de poda, deixando entre 0,5 e 1 cm de pedúnculo. Esse procedimento evita perda de peso e abertura para patógenos, pois qualquer dano superficial na colheita mostrar-se-á rapidamente como uma descoloração escura na área afetada, e poderá servir de porta de entrada para infecções durante o armazenamento (BRAZ, 2004).

2.5 Pós-Colheita

Os frutos climatéricos apresentam, durante a maturação, rápido e significativo aumento da respiração (AWAD, 1993) e da síntese de etileno, caracterizando o pico climatérico, que permite que o fruto amadureça depois de colhido (CHITARRA e CHITARRA, 1990). A atemoia, assim como as demais anonáceas, é um fruto climatérico. Durante o seu amadurecimento, ao contrário do observado nos frutos de outras anonáceas, observa-se apenas um pico respiratório. No amadurecimento da atemoia o climatério respiratório precede o de etileno, embora a produção de etileno comece a aumentar antes do máximo respiratório (ALVES *et al.*, 1997).

Nas anonáceas, o aumento na atividade respiratória e as rápidas modificações na composição química dos frutos tornam o sabor e o aroma muito agradáveis (SÃO JOSÉ *et al.*, 1997). Contudo, sob condições de armazenamento prolongado, os teores de sólidos solúveis podem ser reduzidos a valores inferiores aos observados no momento da colheita (YAMASHITA *et al.*, 2002), podendo haver o consumo de carboidratos da reserva dos frutos, para manter a atividade respiratória (SILVA *et al.*, 2009a).

A perda de firmeza da polpa é um parâmetro considerado como um dos atributos de qualidade do fruto em amadurecimento (FONTES *et al.*, 2008). A perda de consistência ocorre por intermédio da solubilização da lamela média e da parede celular (AWAD, 1993), além disso, nas anonáceas, o rápido decréscimo da firmeza da polpa é acompanhado do aumento na atividade respiratória (SÃO JOSÉ *et al.*, 1997).

Em geral, a vida pós-colheita das anonáceas é limitada por deterioração fisiológica, causada pelo excessivo amadurecimento do fruto, que exhibe rápido amolecimento da polpa e escurecimento da casca (SILVA *et al.*, 2009a), apresenta separação dos carpelos, podendo ocorrer rachaduras no fruto

(ALMEIDA *et al.*, 2006) e desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões (SILVA *et al.*, 2009a).

Para prolongar a vida pós-colheita das anonáceas, faz-se necessário definir os procedimentos de colheita e pós-colheita (BRAZ, 2004), tais como, técnicas de colheita, manuseio e transporte; conservação sob refrigeração associada ou não a modificação e ao controle atmosférico; uso de retardantes de senescência; irradiação; agentes químicos e biológicos no controle e doenças pós-colheita; métodos que visem à diminuição de problemas de escurecimento causados por danos mecânicos ou injúria pelo frio; entre outras (SÃO JOSÉ *et al.*, 1997).

2.6 Refrigeração

Um dos métodos mais efetivos e práticos para o prolongamento da vida útil de frutos “in natura” é o armazenamento refrigerado (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Frutos mantidos sob refrigeração têm baixa produção de etileno (ZIMMER *et al.*, 1999) e tem o metabolismo, a respiração e o processo de amadurecimento, retardado. A velocidade e a intensidade com que essas alterações ocorrem são dependentes das características genotípicas, das condições edafoclimáticas de cultivo, das condições de colheita e de armazenamento (KADER *et al.*, 1989 *apud* ALMEIDA *et al.*, 2006).

A conservação de produtos vegetais pelo frio pode acarretar uma série de problemas fisiológicos que se tornam visíveis após prolongado armazenamento, ou após sua retirada do ambiente refrigerado. As desordens pelo frio, também conhecidas como “chilling”, são caracterizadas por distúrbios metabólicos que conduzem a diferentes sintomas, os quais reduzem a qualidade dos produtos e, conseqüentemente, sua comercialização. Ocorre particularmente em produtos

produzidos em clima quente ou que derivam de progenitores de clima tropical (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Assim como a maioria dos frutos de origem tropical, as anonáceas são sensíveis a baixas temperaturas, manifestando sintomas como escurecimento da casca e da polpa, bloqueio do amadurecimento (SÃO JOSÉ *et al.*, 1997) e a perda do aroma e do sabor (BROWN *et al.*, 1988; MORTON, 1987; BATEN, 1990), o que dificulta ou mesmo impossibilita o envio dos frutos aos centros consumidores mais distantes (ALMEIDA *et al.*, 2006).

É recomendado o armazenamento da atemoia ou pinha a 15 °C, com umidade relativa de 85-90 % e o amadurecimento normal ocorreria entre 15 e 20 °C e umidade relativa de 85-95 %. O armazenamento a 4 °C conserva a polpa em boas condições por 6 semanas, porém, a casca escurece (LEAL, 1990).

2.7 Atmosfera Modificada

A atmosfera modificada consiste em criar uma barreira ao redor dos frutos que restringe a troca de CO₂, O₂ e vapor de água com o ambiente externo, seu objetivo é reduzir a respiração e inibir a produção e a ação do etileno (BALDWIN *et al.*, 1999). Geralmente a modificação da atmosfera é feita com filmes de PVC, polietileno de baixa e alta densidade, cera, parafina, etc. (OLIVEIRA, 2004). Nesse ambiente, a respiração dos frutos reduz a concentração de O₂ e aumenta a de CO₂ até níveis que dependem do tipo de embalagem, variedade, peso, estágio de maturação e temperatura dos frutos e das características do material utilizado (estrutura, densidade e espessura) (BEN-YEHOSHUA, 1985).

A síntese de etileno pode ser reduzida quando diminuído o O₂, uma vez que sob condições anaeróbicas a conversão do ACC à etileno é inibida, promovendo um acúmulo de ACC no tecido, visto que a passagem de metionina

a ACC ocorre mesmo na ausência de O₂. Altas concentrações de CO₂ podem reduzir, ou promover ou não ter nenhum efeito na taxa de produção de etileno pelo fruto, dependendo do produto e da concentração a que este é exposto (GALLO, 2010).

As poliolefinas (polietileno de alta, média e baixa densidade) estão dentre os materiais de embalagem que se destacam em permitir uma permeabilidade não somente de gases (CO₂ e O₂), mas também de vapor d'água, mantendo uma taxa superior a 95 % de umidade no interior da embalagem, possibilitando a manutenção do equilíbrio com redução da respiração e transpiração do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Trabalhando com embalagens em atemoia cv. PR3, Yamashita *et al.* (2002) verificaram que a embalagem em filme de polietileno de baixa densidade com 24,5 µm de espessura, em temperatura de 15 °C, resultou em ambiente tóxico e no não amadurecimento dos frutos. Os autores associam a toxidez com as altas taxas de respiração dos frutos em comparação à baixa permeabilidade do filme ao oxigênio e dióxido de carbono. Ao contrário, os frutos embalados com o copolímero Cryovac® PD-955, com espessura de 15 µm conservaram-se por 17 dias a 15 °C e amadureceram posteriormente a 25 °C; já os frutos não embalados e mantidos a 15 °C apresentaram vida de prateleira de 13 dias. Os autores acima obtiveram um incremento de 30 % na vida de prateleira ao associar o Cryovac® PD-955 à refrigeração.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de atemoeira, oriundos de pomar comercial localizado no município de Matias Cardoso-MG, foram colhidos manualmente na manhã de 15 de março de 2013, em estágio de maturação fisiológico (afastamento dos carpelos e coloração verde ligeiramente amarelada), embalados individualmente e acondicionados em embalagens plásticas forradas com papel picado, evitando-se danos físicos. Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos da UNIMONTES, em Janaúba-MG, onde passaram por seleção quanto a homogeneidade e ausência de defeitos aparentes. Após serem lavados com detergente neutro e enxaguados em água corrente, ficaram imersos em solução fúngica por 5 minutos, logo após, foram colocados para secar ao ar. A pesquisa foi desenvolvida em dois experimentos:

Experimento 1: Corresponde à testemunha, frutos sem embalagem. Os frutos foram dispostos em bandeja de poliestireno expandido. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em um fatorial 1x4. Os fatores testados foram 1 temperatura (15 ± 1 °C) e 4 períodos de avaliação (dias 0; 2; 4 e 6), com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental. Os frutos foram mantidos sob refrigeração em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 06 dias (Figura 1). O tempo de exposição de 6 dias foi utilizado com base em pré-experimento realizado para determinar período máximo quando ocorre os sintomas de dano pelo frio.

Experimento 2: Os frutos foram embalados (4 frutos por embalagem) manualmente, a retirada de excesso de ar da embalagem e o amarração da boca da embalagem também foram feitos manualmente. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em um fatorial 2x8. Os fatores testados

foram 2 embalagens correspondentes à atmosfera modificada (EMB 1 e a EMB 2) e 8 períodos de avaliação (dias 0; 4; 8; 12; 16; 20; 24 e 28), com quatro repetições e quatro frutos por unidade experimental. Os frutos foram mantidos sob refrigeração em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por um período total de 28 dias (Figura 1).

Como atmosfera modificada passiva, foram testadas duas embalagens que promovem o controle automático de gases em seu interior por sua permeabilidade ao O_2 , CO_2 e vapor d'água. As embalagens produzidas em tecnologia “zeolit” (poliolefinas – nano partículas de zeolitas) possuem espessura de 25 microns e diferem quanto à densidade, a EMB 1 apresenta densidade $0,9987g/cm^3$ e a EMB 2 densidade $1,094 g/cm^3$.



FIGURA 1. Atemoias sem embalagem (A) correspondem ao experimento 1; frutos embalados em EMB 1 (B) e em EMB 2 (C) correspondem ao experimento 2, sendo todos mantidos sob refrigeração em câmara fria (D) a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

3.1 Avaliações

3.1.1 Dano pelo frio

Estimativa visual de dano pelo frio (DF) foi realizada no experimento 1 através da escala: 0 = ausência de pintas e manchas na casca; 1 = pequenas pintas marrons; 2 = pequenas manchas marrons; 3 = manchas mais escuras e maiores. O julgamento foi realizado por um avaliador semitreinado em ambiente sob luzes fluorescentes. O resultado expresso em porcentagem.

3.1.2 Perda de Massa Fresca

Os frutos de quatro repetições de cada tratamento e em cada época de avaliação foram pesados individualmente em balança eletrônica com precisão de 0,1 g. A diferença de massa entre as avaliações foi acumulada durante a evolução do experimento e o resultado da perda de matéria fresca em relação à massa inicial do fruto, expressos em porcentagem. A porcentagem de massa foi obtida a partir da equação:

$$PM(\%) = \left[\frac{P_i - P_j}{P_i} \right] \times 100$$

Onde:

PM = Perda de Massa (%);

P_i = Peso Inicial do Fruto (g);

P_j = Peso do Fruto no Período Subsequente ao P_i (g);

3.1.3 Firmeza

A firmeza foi medida na região central dos frutos, com texturômetro digital Brookfield CT3 Texture, ponteira TA44 (4 mm de diâmetro) penetrando-se 15 mm em uma velocidade de 1,50mm/s com força inicial de 25 g. As mensurações foram realizadas na região central do diâmetro do fruto e o resultado expresso em N.

3.1.4 Sólidos Solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada após extrair suco da polpa da região central de cada fruto da repetição e homogeneizar utilizando-se um aparelho mix (Philips Walita 40Watt). Para leitura, empregou-se um refratômetro de bancada da marca ATAGO, modelo N1, com leitura na faixa de 0 a 95 °Brix e o resultado expresso em °Brix.

3.1.5 pH

Primeiramente foram preparadas as amostras, pesando-se 10 g de polpa homogeneizada (dos frutos da repetição) e diluindo em 90 mL de água destilada, resultando em um suco. A determinação do pH foi feita diretamente no suco por meio um peagômetro da marca DIGIMED, modelo DM20.

3.1.6 Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada segundo técnica recomendada pela AOAC (2005), utilizando-se 10 g de polpa (do conjunto de frutos da repetição) diluída em 90 mL de água. Seguido da titulação, sob agitação, com NaOH 0,1N,

usando fenolftaleína 1 % como indicador. O resultado expresso em gramas de ácido cítrico por 100 g de amostra.

3.1.7 Coloração

A análise de cor foi realizada por meio de colorímetro Color Flex 45/0(2200), stdzMode:45/0 com leitura direta de reflectância das coordenadas L* (luminosidade), a*(indica a variação de cor do verde (-) até o vermelho (+)), b* (indica a variação de cor do azul (-) até o amarelo (+)), do sistema Hunterlab Universal Software (Figura 2).

As mensurações foram realizadas na região central do diâmetro do fruto.

Os valores numéricos de a* e b* foram convertidos em ângulo Hue (°h) e índice de saturação Chroma (C*), conforme as equações:

$$^{\circ}h = \text{actg} (a^*/b^*) (-1) + 92 \quad (\text{para } a^* \text{ negativo})$$

$$^{\circ}h = 90 - (\text{actg} (a^*/b^*)) \quad (\text{para } a^* \text{ positivo})$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

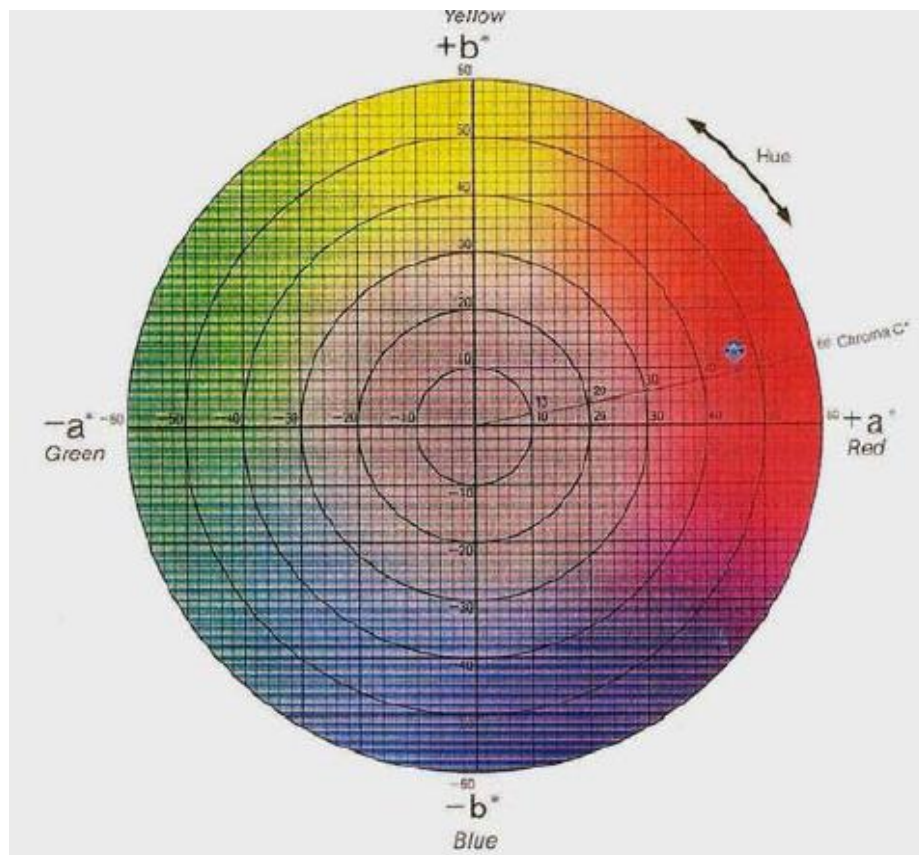


FIGURA 2. Representação L^* , a^* , b^* Color Solid do sistema Hunterlab Universal Software e descrição do ângulo hue ($^{\circ}h$) e do índice de saturação Chroma (C^*).

3.1.8 Amido e Açúcares Totais

3.1.8.1 Preparo das Amostras

Foram triturados 100 g da polpa de atemoia juntamente com 100 mL de água destilada, de onde se retiraram 10 g da massa obtida e se transferiu para um béquer contendo 50 mL de álcool etílico 95 % a 50 °C. A mistura foi deixada em repouso durante 12 horas. Após esse período, foi filtrada em papel-filtro e este

lavado com 60 mL de álcool etílico a 75 %. O conteúdo filtrado foi submetido à análise de açúcar total, e o resíduo retirado no papel-filtro foi utilizado para análise de amido (NELSON, 1994).

3.1.8.2 Amido

O resíduo no papel-filtro foi transferido para um vidro de 250 mL e a ele adicionados 80 mL de água destilada e 3 gotas de NAOH 10 %, sendo autoclavados na temperatura de 120 °C por uma hora; posteriormente foram acrescentados 2,5 mL de HCl concentrado e novamente autoclavado na mesma temperatura por 30 minutos. Após o resfriamento, foi neutralizado o extrato a pH 7 utilizando-se NAOH 50 %, 10 %, 5 %, 1 % e ácido acético 50 %. Em seguida, o extrato foi transferido para balão de 100 mL e completado o volume com água destilada; novamente filtrado em papel-filtro e desproteínizado conforme exposto abaixo.

Em um tubo de ensaio acrescentaram-se:

- 2 mL do extrato neutralizado e filtrado,
- 10 mL de água destilada,
- 1,2 mL de hidróxido de bário 0,3 N,
- 1,2 mL de sulfato de zinco 5 %,

Em seguida, foram feitas leituras no espectrofotômetro modelo UV – 1650P (Visible spectrophotometer Shimadzu), foram adicionados em tubo de ensaio 2 mL do extrato diluído conforme estágio de maturação da atemoia e acrescentou-se 1 mL do reativo cúprico, sendo agitados no vortex e levado ao banho-maria fervente durante 20 minutos; a seguir, resfriado em água gelada, acrescentaram-se 1 mL do reativo arseno-molibdico, 6 mL de água destilada e novamente agitados no vortex. A leitura foi realizada no espectrofotômetro a

510 nm segundo o método descrito por Nelson (1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.8.3 Açúcares Totais

O conteúdo filtrado foi submetido à análise de açúcar total por meio do método de Antrona. Para isso, foi evaporado todo o álcool contido no filtrado em banho-maria a 55 °C. O resíduo obtido foi diluído em água destilada em um balão volumétrico com capacidade para 100 mL, posteriormente foi filtrado.

Logo em seguida, fez-se a diluição do filtrado, conforme o estágio de maturação da atemoia e, a amostra submetida à leitura em espectrofotômetro a 620 nm. Para o preparo da leitura, foram adicionados em um tubo de ensaio 1 mL do extrato diluído e 2 mL do reativo de Antrona (esse procedimento foi feito com os tubos de ensaio imersos em água gelada); a mistura foi agitada com o auxílio de vortex e levada ao banho-maria fervente durante 8 minutos; a seguir resfriada em água gelada (DISCHE, 1962). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.9 Açúcares Redutores

Foram batidos no liquidificador 100 g da polpa de atemoia e 100 mL de água destilada. Dessa polpa foram retirados 10 g e colocados em um béquer com 5 mL de NaOH 0,5N e agitados com bastão de vidro, sendo acrescentado 0,2 mL de ácido acético glacial concentrado e agitados novamente. Em seguida, neutralizados a pH 7,0 por meio de ácido acético diluído e NaOH 0,5 N. Logo após, foram transferidos para balão volumétrico de 100 mL e completado o volume com água destilada, sendo depois agitado em vortex e filtrado em papel-filtro. Desse extrato foram retirados 2 mL e acrescentados 10 mL de água destilada em tubo de ensaio. Em cada tubo foram adicionados 1,2 mL de

hidróxido de bário e 1,2 mL de sulfato de zinco, agitados em vortex, ficando em repouso por 10 minutos e, logo após, filtrados para ser feita a análise.

Em seguida, o extrato foi diluído em água destilada, de modo que a solução apresentasse o volume final de 2 mL. Acrescentou-se 1 mL do reativo cúprico, sendo agitado no vortex e levado ao banho-maria fervente durante 20 minutos; a seguir, resfriado em água gelada e acrescentados 1 mL do reativo arseno-molibdico, 6 mL de água destilada e novamente agitados no vortex. A leitura foi realizada no espectrofotômetro a 510 nm, conforme o método descrito por Nelson (1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.1.10 Açúcares Não Redutores

Os açúcares não redutores foram obtidos pela diferença dos açúcares totais e açúcares redutores, conforme equação abaixo, sendo os valores expressos em porcentagem.

$$\% \text{ Açúcares Não-Redutores} = ((\text{Açúcares Totais} - \text{Açúcares Redutores}) \times 0,95)$$

3.2 Estatística

Os resultados do experimento 2 foram submetidos à análise de variância, e as médias dos fatores quantitativos, quando significativas, ajustadas nas equações de regressão. E as médias dos fatores qualitativos comparadas, utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, em efeito isolado, e utilizando-se a DMS (diferença mínima significativa) no nível de 5 %, em interações. Os dados foram analisados com auxílio do programa SAEG V 9.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das embalagens para as variáveis perda de massa fresca, pH, acidez titulável, açúcar total e açúcares não redutores. Para período de armazenamento houve efeito significativo em todas as variáveis. A interação embalagens * período de armazenamento foi significativa para as variáveis perda de massa fresca, acidez titulável, luminosidade, cromaticidade, açúcar total e açúcares não redutores.

4.1 Dano pelo Frio

Foi observado o DF em 100 % dos frutos do experimento 1 a partir do segundo dia de armazenamento, ocorrendo a gravidade dos sintomas à medida que o tempo de exposição aumentava. No dia 2 os frutos apresentavam-se no estágio 1, com as pintas observadas na região entre os carpelos. Após 4 dias, todos os frutos apresentavam-se no estágio 2 do DF. Progressivamente foi ocorrendo a intensificação dos sintomas e, no 6º dia, os frutos já estavam no estágio 3, apresentando manchas escuras nas extremidades dos carpelos, manchas grandes com delineamento de mapas e formação de depressões na superfície (Figura 3).

O dano pelo frio representa a disfunção fisiológica, o ‘chilling’, que ocorreu em função do tempo de exposição dos frutos sob baixa temperatura e ausência de embalagem. Esse resultado justifica a necessidade da atmosfera modificada para armazenar a atemoia sob 15 °C por 28 dias.

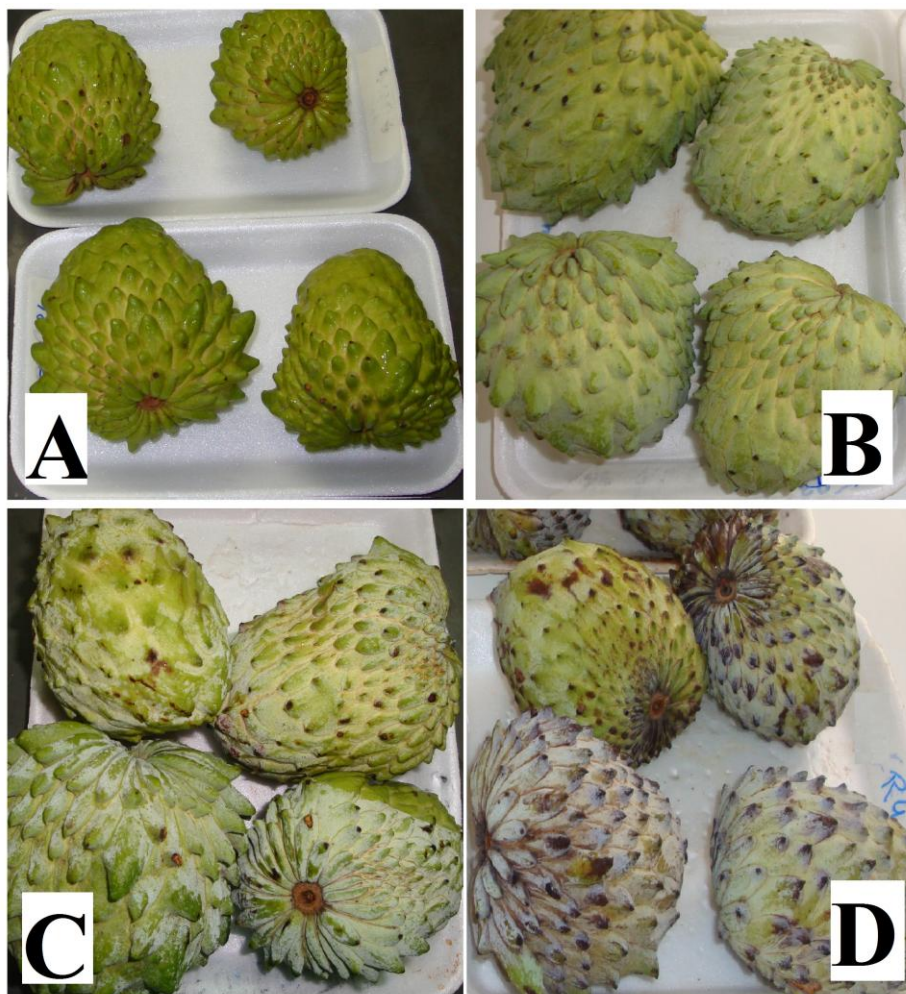


FIGURA 3. Atemoias sem embalagem armazenadas por zero dias (A), dois dias (B), quatro dias (C) e seis dias (D) sob refrigeração em câmara fria a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR.

4.2 Perda de Massa Fresca

Pode-se observar na Figura 4 a evolução da perda de massa fresca durante todo o período de armazenamento. Houve diferenças na porcentagem de

perda de massa fresca entre as embalagens, das quais a mínima significativa ocorreu no décimo segundo dia de armazenamento. Nessa variável, a EMB 1 apresentou resultado desejável superior à EMB 2 por impedir uma maior perda de peso e murchamento do fruto.

O fato de a EMB1 apresentar menor densidade pode ter favorecido a menor troca de vapor d'água entre o interior da embalagem e o ambiente externo, favorecendo uma menor taxa de transpiração do fruto por manter um ambiente da atmosfera modificada com elevado percentual de umidade.

Os frutos armazenados na EMB 1 e EMB 2 apresentaram respectivamente 1,54 % e 2,36 % de perdas ao final do experimento. A atmosfera modificada, em especial a EMB 1, demonstrou ser eficiente e esse estudo obteve resultados similares a outras pesquisas.

Para a mesma cultivar, Silva *et al.* (2009a) observaram uma perda de 7,8 % em frutos sem embalagem e 2,5 % em embalados individualmente com filme PVC (policloreto de vinila) durante um período de 15 dias armazenados a 15 °C. E ao serem armazenados a 27 °C e 85 %UR, atemoias cv. Gefner tiveram perda de 17,11 % de massa fresca em 9 dias e já apresentavam-se impróprias ao consumo (MOSCA, 2002). Frutos de pinha armazenados a 12 °C por 18 dias, sem embalagem, apresentaram perda de 18 % e os embalados com PVC a perda foi de 6 % (MIZOBUTSI *et al.*, 2012). Esses estudos demonstram a ação da atmosfera modificada na preservação da massa fresca.

A perda de massa fresca em frutos é de fácil percepção e prejudica não somente a aparência como também a textura, sendo indesejável por reduzir a vida de prateleira, desvalorizar o produto, bem como causar perda do retorno financeiro para frutos vendidos a quilo.

Os resultados do presente estudo são explicados por Chitarra e Chitarra (2005), visto que a baixa temperatura desacelera o metabolismo do fruto e a

umidade relativa torna-se mais elevada no interior da embalagem, reduzindo a transpiração.

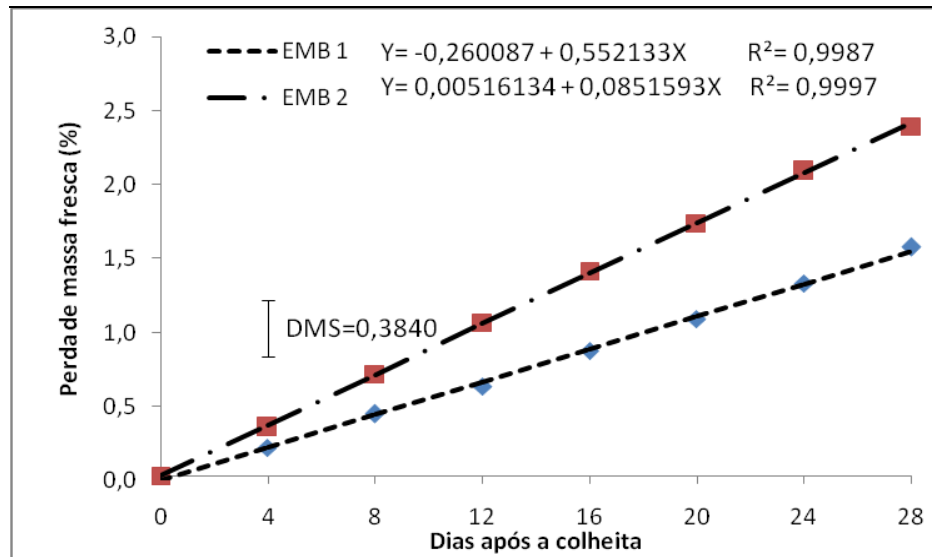


FIGURA 4. Perda de massa fresca de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

4.3 Firmeza

Destacou-se o decréscimo da firmeza da casca do fruto, ao longo do período de avaliação, em ambas as embalagens (Figura 5). Inicialmente os frutos apresentaram valores acima de 60 N e finalizaram com valores em torno de 15 N.

Trabalhando com atemoias cv. African Pride, armazenadas por 15 dias a $14,5$ °C, Lima *et al.* (2010a) obtiveram diferença de 35 N entre frutos tratados com 400nl.L^{-1} de 1-MCP e frutos não tratados, apresentando os não tratados valores inferiores a 10 N.

Enzimas são proteínas importantes ao metabolismo celular, responsáveis por diversas e ininterruptas reações catalisadoras, bem como pela aceleração das reações químicas celulares (SANTANA *et al.*, 2008). As enzimas pectinolíticas possuem maior importância no amaciamento e amadurecimento de frutos. Dentre elas, destaca-se a pectinametilesterase (PME) por promover a desmetoxilação dos polímeros de pectina, favorecendo a atuação da poligalacturonase (PG). A PG promove quebra dos polímeros pécnicos em unidades de ácidos galacturônicos que irão compor a pectina solúvel (SILVA *et al.*, 2009b).

Atemoias cv Thompson armazenadas a 22-25 °C e 60±10 %UR apresentaram pico de atividade da PME no 6º dia de armazenamento, decaindo gradativamente até os estágios finais do amadurecimento (TORRES, 2008).

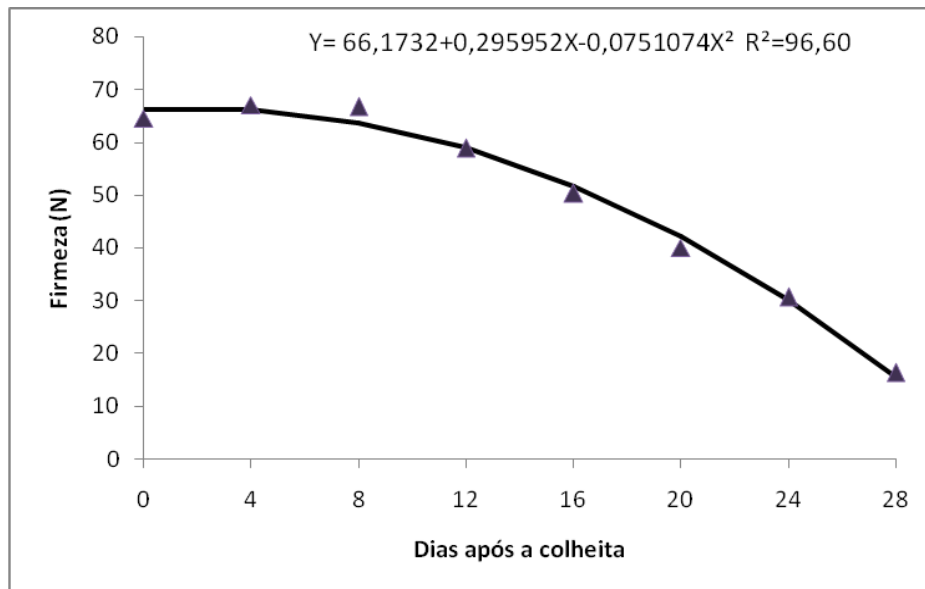


FIGURA 5. Firmeza de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

4.4 Sólidos Solúveis

Ocorreu aumento linear progressivo nos teores de sólidos solúveis (SS) em todo o período experimental, não havendo diferença significativa entre as embalagens (Figura 6). Houve incremento nos teores de SS aos 16 dias e aos 28 dias de armazenamento, os frutos atingiram valores médios de 20° a 22° Brix para os frutos da EMB 2 e EMB 1, respectivamente.

Esse trabalho obteve, aos 28 dias, frutos com teores de SS dentro do intervalo estudado por Nietsche (2002), pois segundo a pesquisadora, na região do Norte de Minas Gerais, a atemoia apresenta quantidade de açúcares superior a 20° Brix, atingindo média de até 26° Brix. O teor de sólidos solúveis nos frutos de anonáceas é elevado, por ser constituído principalmente de açúcares solúveis (ALVES *et al.*, 1997).

Trabalhando com atemoia cv. Gefner sem embalagem e armazenada a 15 °C, Silva *et al.* (2009a) obtiveram teores de 10° a 31,2°Brix no 15° dia, entretanto apresentaram perda de massa fresca duas vezes maior à do presente experimento. Os autores associaram o alto teor de SS com o elevado percentual da perda de massa fresca.

Mesmo tendo como resultado os frutos da EMB 2 uma perda de massa fresca 35 % maior à perda dos frutos da EMB 1, os teores de SS da EMB 1 foram superiores nos dois últimos dias de avaliação, embora não tenha havido efeito significativo. Portanto, uma maior perda de massa fresca não favoreceu a uma maior concentração de SS na EMB 2.

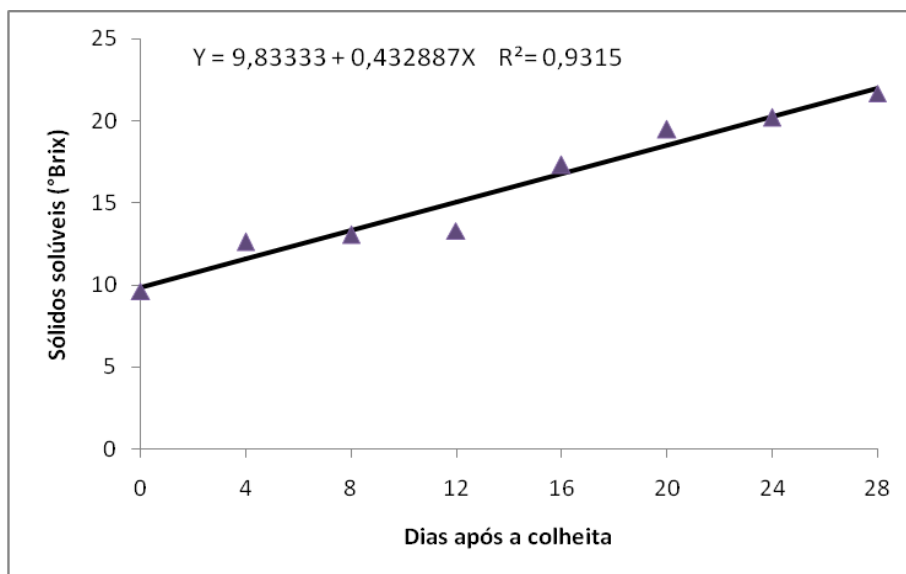


FIGURA 6. Sólidos solúveis de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

4.5 pH

Ao longo do período de avaliação ocorreu declínio nos valores de pH para os frutos das 2 embalagens. Os frutos da EMB 1 e da EMB 2 apresentaram respectivamente valores médios 5,63 e 5,54, e uma diferença mínima significativa 0,0625 nos dias 0, 12, 20 e 24 do período de armazenamento (Figura 7).

Os valores médios iniciais e finais foram de 5,97 para 5,64 nos frutos da EMB 1 e de 5,73 para 5,59 nos frutos da EMB 2. Alguns estudos apontam para uma tendência clara entre a redução do pH e avanço da maturação das anonáceas (SILVA *et al.*, 2002a; Melo *et al.*, 2002).

Houve uniformidade em se tratando da oscilação do valor inicial ao final dos frutos, os embalados em EMB 1 revelaram 0,33 de diferença, e os da EMB

2 apresentaram 0,14, que estão em acordo com trabalhos de outros pesquisadores.

Silva *et al.* (2009a) relataram oscilações de 1,47 nos valores do pH de frutos da cv. Gefner não embalados, tendo como valor médio 4,53. E uma uniformidade para os frutos embalados. Os frutos embalados individualmente com filme PVC apresentaram valor médio de 5,05 e, durante o experimento, houve redução de 0,52. Já os frutos embalados em bandeja de poliestireno expandido envolvida com filme PVC tiveram uma redução de 0,44 e valor médio de 5,36.

Em estudo com cherimoia, Melo *et al.* (2002) descreveram oscilação de 1,5 em frutos não embalados, tendo o valor do pH 4,56 após 4 semanas de armazenamento. Os frutos embalados em filme plástico com zeolite tiveram oscilação de 0,31 e apresentaram valor médio de 5.75 no 28º dia.

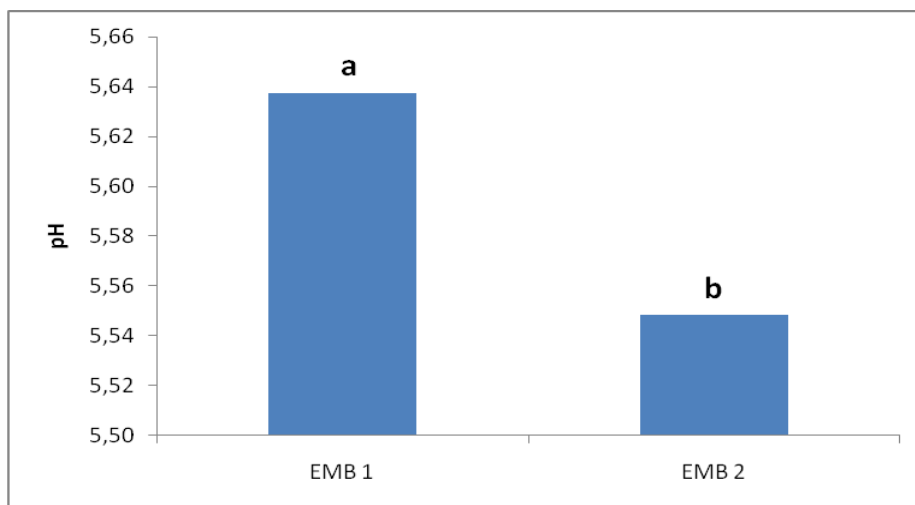


FIGURA 7. Valores médios do pH de atemoias armazenadas em embalagem EMB1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias. Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

4.6 Acidez Titulável

Com o passar do período experimental houve aumento progressivo, porém discreto na acidez titulável (AT). Não houve diferença significativa entre as embalagens e, embora tenha havido efeito significativo na interação embalagens/período de armazenamento, nenhum modelo se ajustou à regressão da EMB 1. Os frutos armazenados em EMB 1 externaram valores médios inicial e final de 0,14 g e 0,19 g de ácido cítrico.100L⁻¹ de suco, respectivamente. E os armazenados em EMB 2 o valor médio aumentou de 0,13 g para 0,2 g de ácido cítrico.100L⁻¹ de suco (Figura 8).

Em estudos sobre o armazenamento refrigerado de atemoia cv PR3 (YAMASHITA *et al.*, 2002), cv. African Pride (LIMA *et al.*, 2010a), e cv. Gefner (SILVA *et al.*, 2009a) foram identificados o aumento na acidez ao longo do tempo, sendo uma característica peculiar da espécie.

Ao trabalharem com embalagem e refrigeração em frutos da pinheira, Mizobutsi *et al.* (2012) verificaram uma redução da AT, que pode estar associada a um maior consumo de ácidos orgânicos, o ácido cítrico (ALVES *et al.*, 2000), em decorrência do processo respiratório (MIZOBUTSI *et al.*, 2012).

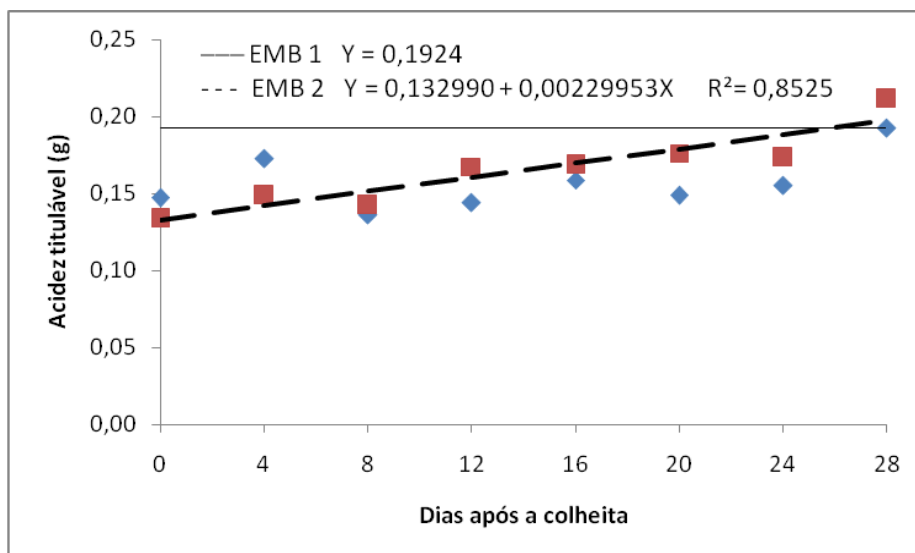


FIGURA 8. Acidez titulável de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e em EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

4.7 Coloração

Para a coloração da casca da atemoia não houve efeito significativo entre as embalagens testadas quanto à Luminosidade (L^*), Cromaticidade (C^*) e Ângulo Hue ($^{\circ}h$), mas nas três variáveis foi observado decréscimo nos valores ao final do armazenamento. Houve efeito significativo na interação embalagens/período de armazenamento, para as variáveis L^* e C^* . Todavia, para L^* nenhum modelo se ajustou à regressão da EMB 1.

Os valores da L^* reduziram ao longo do período experimental. Os frutos da EMB 1 apresentaram média inicial de $58,83^{\circ}$ e final de $55,11^{\circ}$ (Figura 9). Os frutos da EMB 2 apresentaram média inicial de $57,82^{\circ}$ e final de $57,06^{\circ}$, com várias oscilações durante as avaliações.

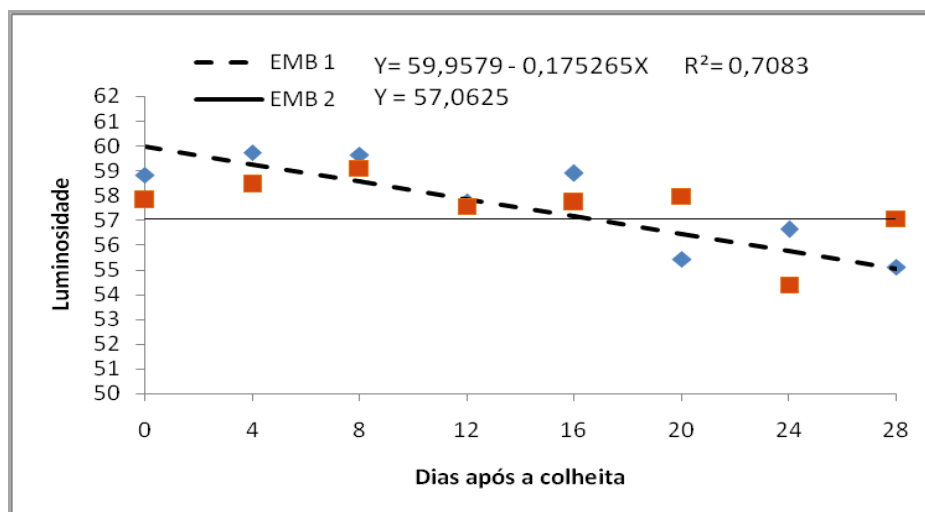


FIGURA 9. Luminosidade de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e em EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

Notou-se uma ligeira redução da intensidade da cor por meio dos valores C^* que passaram de $39,15^\circ$ a $20,34^\circ$ e de $38,92^\circ$ a $19,64^\circ$ do 1º ao 28º dia para os frutos em EMB 1 e em EMB 2 respectivamente (Figura 10). O valor de C^* expressa a intensidade da cor, a saturação em termos de pigmentos. Nesse estudo os resultados da discreta redução demonstram que os frutos apresentaram intensidade de cor ao final dos 28 dias.

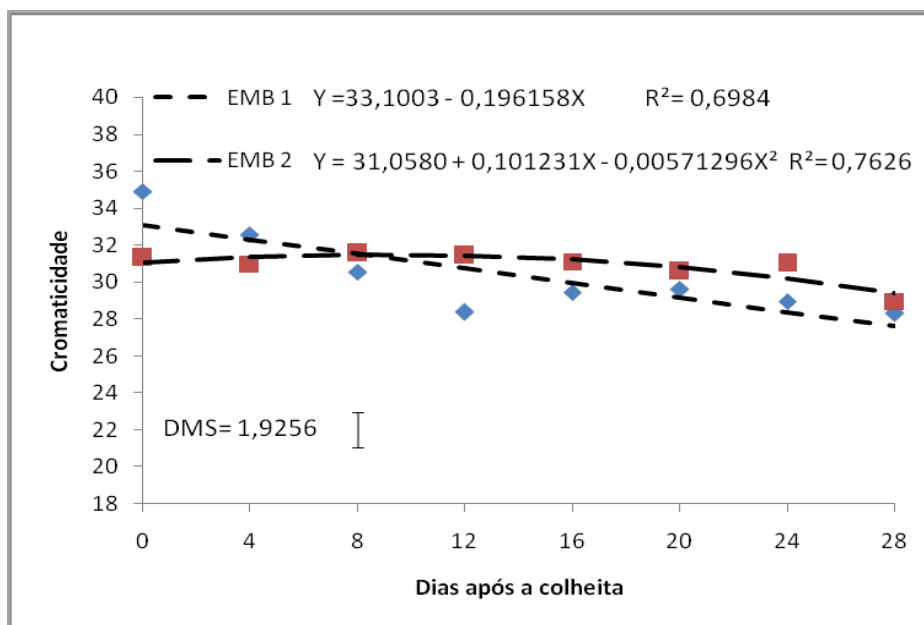


FIGURA 10. Cromaticidade de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

Os valores do ângulo hue (°h) dos frutos armazenados na EMB 1 e na EMB 2 reduziram de $99,94^\circ$ a $95,70^\circ$ e de $100,96^\circ$ a $97,63^\circ$, respectivamente, do 1° ao 28° dia de avaliação (Figura 11). O °h é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul). Os resultados do presente estudo demonstram que houve redução na intensidade da cor verde da casca do fruto.

No 17° dia de armazenamento a $14,5$ °C sem embalagem, atemoias da cv. African Pride já revelavam manchas de senescência na casca (LIMA *et al.*, 2010a), frutos de pinha sem embalar e armazenados a 12 °C e 25 °C, respectivamente permaneceram por 12 e 06 dias com coloração verde-clara (MIZOBUTSI *et al.*, 2012).

A casca e a polpa dos frutos também mudam de cor e aspecto com o amadurecimento. Em geral, há uma tendência de escurecimento da casca no final dessa etapa, que se inicia com o climatério respiratório (WORRELL *et al.*, 1994). A aparência do fruto é prejudicada pelo escurecimento, visto que é um requisito essencial de qualidade no momento de aquisição pelo consumidor (LIMA *et al.*, 2010b), sendo a sua preservação natural de fundamental importância (LUIZ *et al.*, 2007).

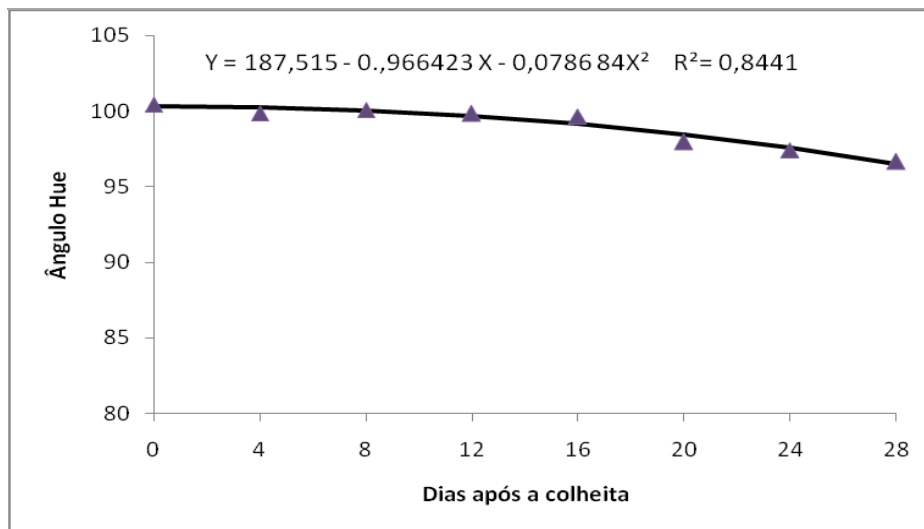


FIGURA 11. Ângulo Hue de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

Os resultados obtidos indicam que as embalagens testadas impediram a desordem fisiológica causada pela baixa temperatura (o ‘*chilling*’) que tem como característica manchas escuras na casca do fruto. E não somente retardou o amadurecimento como possibilitou o amadurecimento do frutos ao 28º dia tanto aqueles embalados na EMB 1 quanto na EMB 2.

4.8 Amido, Açúcares Totais, Açúcares Redutores e Açúcares Não Redutores

Ocorreu degradação progressiva nos teores de amido em ambas as embalagens do 1° ao 28° dias, sem diferirem estatisticamente (Figura 12), sendo que os valores dos frutos da EMB 1 nos dias 0, 16 e 28 foram 18,15 % , 12,57 % e 5,02 %, respectivamente e, nas mesmas datas, os valores dos frutos da EMB 2 foram 22,9 %, 9,53 % e 4,41 %, respectivamente. Simultaneamente, verificou-se o aumento dos níveis de açúcares totais com diferença mínima significativa (DMS) entre os valores das embalagens ocorridos no 12° dia de armazenamento (Figura 13).

O incremento dos teores de açúcares totais ocorreu paralelamente ao aumento dos sólidos solúveis e da acidez titulável e da redução do pH e do amido, cujos dados demonstram o amadurecimento dos frutos.

Resulta do processo metabólico do amadurecimento o aparecimento do sabor característico do fruto, decorrente da transformação do amido em açúcares solúveis, a diminuição da acidez e desaparecimento da adstringência (AWAD, 1993).

Frutos de pinheira, embalados com policloreto de vinila (PVC), armazenados a 12 °C por 18 dias, tiveram aumento dos teores de açúcares solúveis de forma gradativa em resposta à degradação do amido que ocorreu de forma lenta, no decorrer do tempo, atingindo valores mínimos no último dia de armazenamento (MIZOBUTSI *et al.*, 2012).

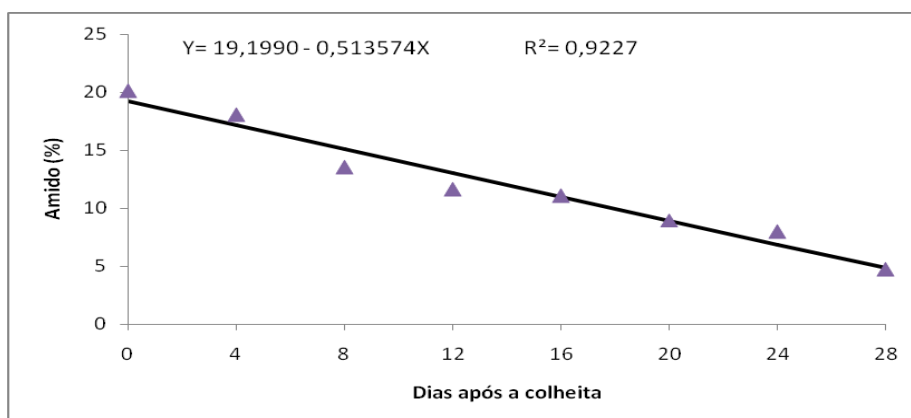


FIGURA 12. Amido de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a $15 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \%$ de UR por 28 dias.

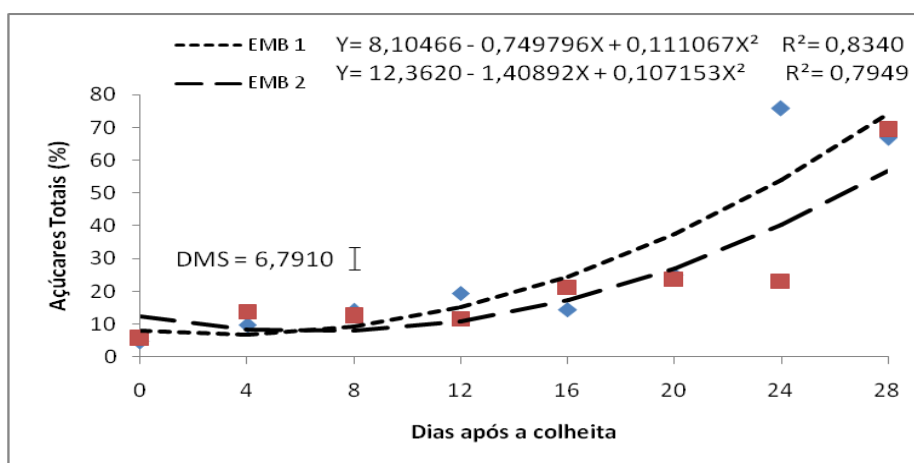


FIGURA 13. Açúcares totais de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a $15 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5 \%$ de UR por 28 dias.

A síntese dos açúcares redutores (frutose e glicose) foi gradativa com o passar dos dias e não houve diferenças significativas entre as embalagens EMB 1 e EMB 2 que apresentaram médias iniciais de 1,56 % e 1,12 % e médias

finais de 5,52 % e 5,24 %, respectivamente (Figura 14) . Já o aumento nos níveis de açúcares não redutores (sacarose) se deu de forma acentuada a partir do 16º dia de armazenamento, entretanto os valores médios dos frutos apresentaram diferenças mínimas significativas quanto às suas respectivas embalagens a partir do 24º dia (Figura 15). A proporção elevada de frutose, que em atemoia supera a sacarose, contribui para o sabor extremamente doce deste fruto, uma vez que o poder adoçante da frutose é 1,7 vez superior ao da sacarose (ALVES *et al.*, 1997).

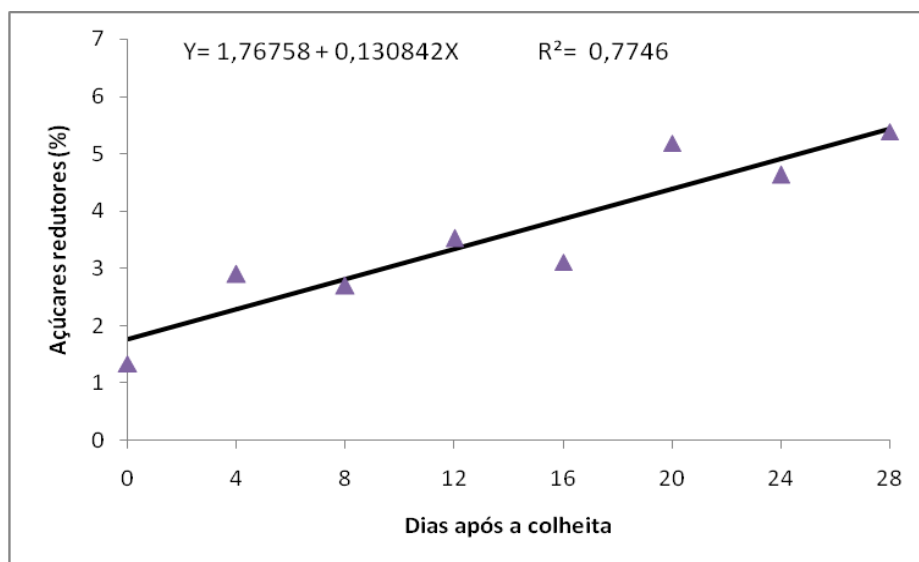


FIGURA 14. Açúcares redutores de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

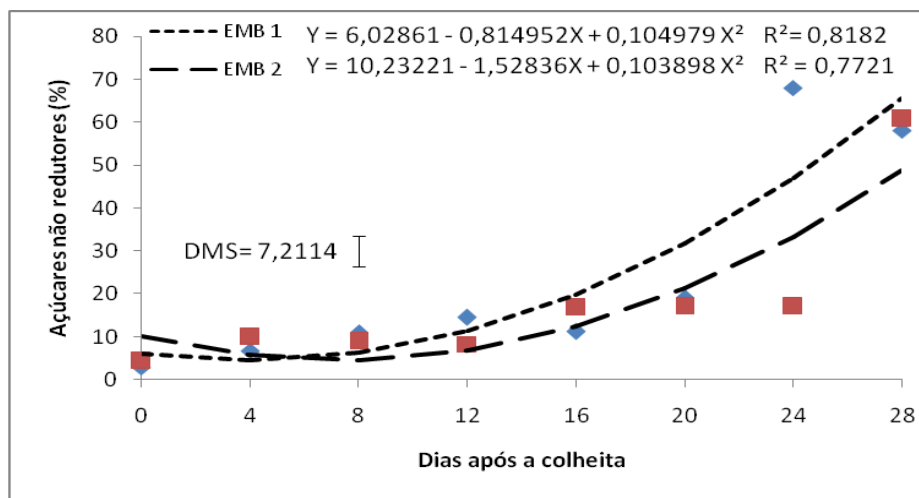


FIGURA 15. Açúcares não redutores de atemoias armazenadas em embalagem EMB 1 e EMB 2 e mantidas a 15 ± 1 °C e 85 ± 5 % de UR por 28 dias.

5 CONCLUSÕES

Os resultados do primeiro experimento justificam a necessidade da atmosfera modificada, embalagem, para evitar desordens fisiológicas pelo frio ao armazenar a 15 °C por 28 dias os frutos de atemoeira cultivados no norte de Minas Gerais.

O armazenamento da atemoia até 28 dias a 15 °C proporcionou seu amadurecimento, evidenciado pelas modificações nas características químicas em ambas as embalagens. Entretanto, a partir do 24º dia de armazenamento, a redução da firmeza dos frutos pode ser um entrave por reduzir a resistência ao transporte.

A embalagem de menor densidade, a EMB 1, reduziu a perda de massa fresca, permitiu maior solubilização dos açúcares totais e açúcares não redutores em relação à EMB 2.

A EMB 1 é mais indicada para os frutos de atemoeira produzidos no norte de Minas Gerais por propiciar melhor qualidade dos frutos durante o período de 28 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. F. *et al.* Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. "Golden". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, sept. 2006.

ALVES, R. E.; FIGUEIRA, H. A. C.; MOSCA, J. L. Colheita e pós-colheita de Anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas, Produção e Mercado:** Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimóia. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p. 240-256.

ARAÚJO, J. F.; ALVES, A. A. C. **Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.)**. Salvador: EBDA, 1999. 44 p. (Circular técnica n. 7)

AOAC Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. p. 13-65.

BALDWIN, E. A. *et al.* Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.17, p.215-226, 1999.

BATTEN, D. J. Effect of temperature on ripening and postharvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill x *A. squamosa* L.) cv. "African Pride". **Science Horticulturae**, Amsterdam, v. 45, p129-136, 1990.

BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film – A new postharvest technique. **HortScience**, Alexandria, v. 20, p. 32-37, 1985.

BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemóia**, São Paulo: Nobel, 1999. 184 p.

BOTREL, N. *et al.* Inibição do amadurecimento da banana-'Prata-Anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, abr. 2002.

BRAZ, L. C. **Determinação do ponto de colheita de frutos de pinheira em condições irrigadas no Norte de Minas Gerais**. 2004. 41 p. Monografia (Graduação em Agronomia), UNIMONTES, Janaúba, 2004.

BROWN, B. I. *et al.* Comparative studies on the postharvest physiology of fruit from different species of *Annona* (custard apple). **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 63, p. 521-528, 1988.

CHAVES, A. L. S. *et al.* Caracterização de ER49, um fator de alongação da síntese de proteínas do tipo Ts, expresso durante a maturação do fruto de tomate. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 14, n. 1, p.21-30, Jan./April 2002.

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

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

DISCHE, Z. Color reactions of carbohydrates. IN: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Methods in Carbohydrate Chemistry**. New York: CRC Press, 1962. p. 477-512.

FONTES, R. V. *et al.* Atividade da pectinametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 251-254, Mar. 2008.

GALLO, L. A.. **Metabolismo de Carboidratos**. São Paulo, ago. 2010.
Disponível em: <<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/metcarboidratos.html>>.
Acesso em: 06 set. 2012, 20:17:28.

IBGE. 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2012, 19:26:15.

LEAL, F. Sugar apples. In: NAGY, S.; SHAW, P.G.; WARDOWSKI, W.F. (Eds). **Fruits of tropical and subtropical, origen: composition, properties and uses**. Lake Alfred: FSS, 1990. cap. 7, p.114-158.

LIMA, M. A. C. de; MOSCA, J. L; TRINDADE, D. C. G. da. Atraso no amadurecimento de atemoia cv. African Pride após tratamento pós-colheita com 1-metilciclopropeno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 599-604, Jul./Set. 2010a.

LIMA, R. A. Z. *et al* . Embalagens e recobrimento em lichias (*Litchi chinensis* Sonn.) armazenadas sob condições não controladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p.914-921, Ago. 2010b.

LUÍZ, R. C.; HIRATA, T. A. M.; CLEMENTE, E. . Cinética de inativação da polifenoloxidase e peroxidase de abacate (*Persea americana* Mill.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1766-1773, Nov.-Dez. 2007.

MANICA, I. **Frutas Anonáceas: Ata ou Pinha, Atemoia, Cherimólia e Graviola**. Tecnologia de Produção, Pós-colheita e Mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 596 p.

MARTINS, F. W.; CAMPBELL, C. W.; RUBERTÉ, R. M. **Perennial edible fruits of the tropics**. USDA. 1987. 247 p.

MELO, M. R. *et al*. Conservação refrigerada de cherimóia embalada em filme plástico com zeolite. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n.1, p. 71-76, Abr. 2002.

MIZOBUTSI, G. P. *et al.* Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 751-757, nov./dez. 2012.

MORTON, J. (Ed.) Atemoya. In: MORTON, J. **Fruits of warm climates**. Miami. 1987. p. 72-75. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/atemoya.html>. Acesso em: 11 mar. 2013.

MOSCA, J. L. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de atemoia (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner**. 2002. 157 p. Tese (Doutorado. Universidade Estadual Paulista), Botucatu, 2002.

NELSON, N. A. A. Photometric daptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.135, n. 1, p.136-175, Ago, 2013.

NIETSCHE, S. *et al.* Efeito de horários de Polinização Artificial no Pegamento e Qualidade de Frutas de Pinha (*Annona squamosa* L.). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Belém, 2002. **Anais...** Belém: CBF, 2002, CD-ROM.

OLIVEIRA, F.S. **Conservação pós-colheita de frutos de tangerina “Ponkan” com a utilização da atmosfera modificada e da refrigeração**. 2004. 40 p. Monografia (Graduação em Agronomia) UNIMONTES, Janaúba, 2004.

PEREIRA, L. F. P. *et al.* Ethylene production and acc oxidase gene expression during fruit ripening of *Coffea arabica* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 3, Sept. 2005.

SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas, Produção e Mercado: Pinha, Graviola, Atemoia e Cherimólia**. Vitória da Conquista-BA, DFZ/UEB, 1997. 310 p.

SILVA, A. V. C. *et al.* Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemoia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, Abr./Jun. 2009a.

SILVA, E. P. da. *et al.* Caracterização física, química e fisiológica de gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, Out./Dez. 2009b.

SIMÃO, S. 1998. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ. 760p

SOBERÓN, J. R. *et al.* **Etileno**. Universidade Nacional de Tucumán. Argentina. 2005. Disponível em:
<http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales_2005/Etileno.htm>. Acesso em: 02 set. 2013.

TAKATA, W. H. S. *et al.* Dinâmica de Comercialização de Pinha e Atemoia na CEAGESP. In: V INTERNATIONAL CONGRESS & BRAZILIAN MEETING ABOUT ANNONACEAE: FROM GENE TO EXPORTATION, 2013. Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2013. p 257.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM *et al.* 3. ed. Porto alegre: Artmed, 2004, p. 543-544.

TERAO, D.; SILVA, E. O. Controle alternativo com bloqueador de etileno. In: OLIVEIRA, S. M. A. *et al.* **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. cap. 10. p. 265 a 288.

TOKUNAGA, T. **A cultura da atemoia**. Campinas: CATI, n. 233, 2000. 80 p. Boletim Técnico.

TORRES, L. M. A. R. **Conservação pós-colheita de atemoia cv. Thompson**. 2008. 107p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 2008. WORRELL, D. B.; CARRIGTON, C. M. S.; HUBER, D. J. Growth,

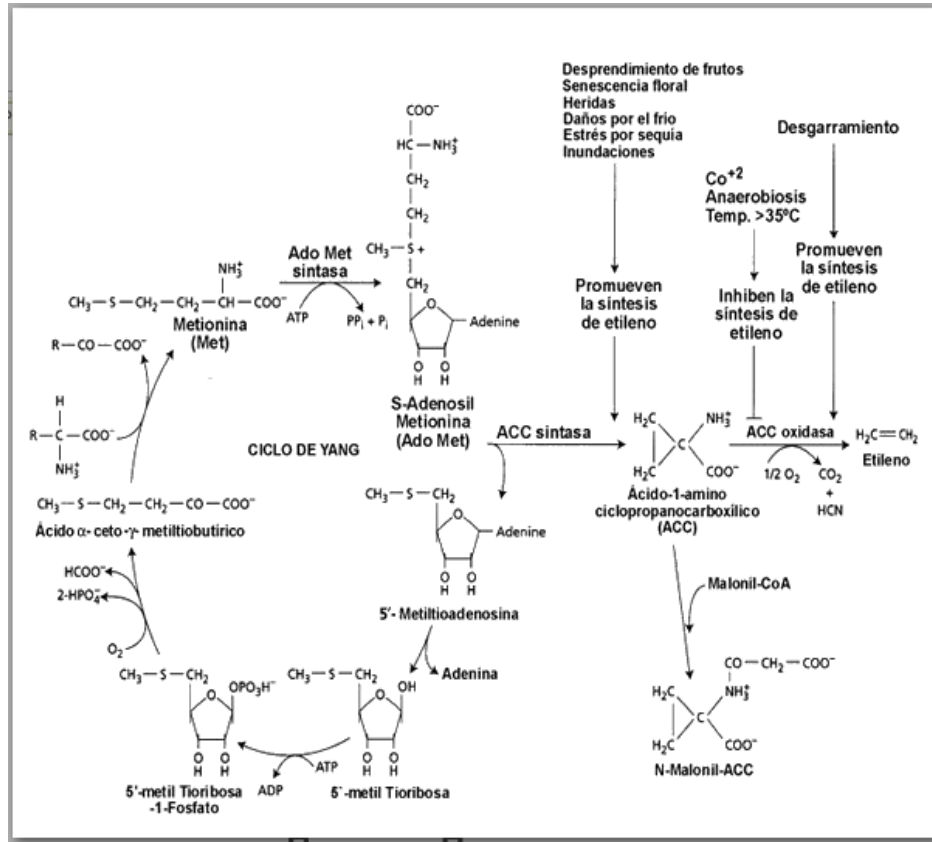
maturation and ripening of soursop (*Annona muricata L.*) fruit. **Scientia Horticulturae**, Welfengarten, v. 57, p.7-15, 1994.

YAMASHITA, F. *et al.* Effects of Packaging and Temperature on postharvest of Atemoya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 658-660, 2002.

ZANATTA, C. L.; ZOTARELLI, M. F.; CLEMENTE, E. Peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em polpa de goiaba (*Psidium guajava R.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 705-708, jul./set. 2006.

ZIMMER, P. D. *et al.* Inibição da síntese da ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) oxidase em maçãs frigoconservadas em atmosfera controlada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, Dec. 1999.

ANEXO A



Biossíntese do etileno (SOBERÓN *et al.*, 2005).