

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MELÕES INTEIROS E
MINIMAMENTE PROCESSADOS**

Cristiane Maria Ascari Morgado
Engenheira Agrônoma

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MELÕES INTEIROS E MINIMAMENTE
PROCESSADOS**

Cristiane Maria Ascari Morgado

Orientador: Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz

Prof^a. Dr^a. Huguette Sallanon

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Fabrino Machado Mattiuz

Tese em regime de cotutela, apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, SP, Brasil e à Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon, França, como parte das exigências para a obtenção do duplo diploma de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

2013

Morgado, Cristiane Maria Ascari

M847c Conservação pós-colheita de melões inteiros e minimamente processados / Cristiane Maria Ascari Morgado. -- Jaboticabal, 2013
xvii, 144 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Ben-Hur Mattiuz

Banca examinadora: Ben-Hur Mattiuz, Juliana Sanches, Benedito Carlos Benedetti, José Fernando Durigan, Rogério Falleiros Carvalho

Bibliografia

1. *Cucumis melo* (L.). 2. Refrigeração. 3. Atmosfera controlada. 4. Tratamento térmico I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.611:631.56

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MELÕES INTEIROS E MINIMAMENTE PROCESSADOS

AUTORA: CRISTIANE MARIA ASCARI MORGADO

ORIENTADOR: Prof. Dr. BEN-HUR MATTIUZ

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. CLAUDIA FABRINO MACHADO MATTIUZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. BEN-HUR MATTIUZ

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. JOSE FERNANDO DURIGAN

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ROGERIO FALLEIROS CARVALHO

Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. JULIANA SANCHES

Instituto Agronômico de Campinas / Jundiaí/SP

Prof. Dr. BENEDITO CARLOS BENEDETTI

Universidade Estadual de Campinas / Campinas/SP

Data da realização: 13 de dezembro de 2013.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

CRISTIANE MARIA ASCARI MORGADO – nascida em 04 de janeiro de 1983 em Jaboticabal – SP. Filha de Jorge José Morgado e Maria Christina Ascari Morgado. Coursou o segundo grau no Colégio Santo André na cidade de Jaboticabal – SP. Ingressou no curso de Agronomia em 2003, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal. Foi bolsista de iniciação científica pela FAPESP no período de agosto de 2005 a julho de 2007. Obteve o título de Engenheira Agrônoma em fevereiro de 2008. Em março de 2008, ingressou no curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) como bolsista CNPq, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal. Recebeu o título de Mestre em fevereiro de 2010. Em março de 2010, ingressou como bolsista FAPESP no curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal. No período de setembro de 2012 a junho de 2013 realizou uma parte de seu doutorado, na forma de cotutela, na Université d’Avignon et des Pays de Vaucluse, França. Recebeu o título de Doutor em dezembro de 2013.

Aos meus pais, Jorge José Morgado e Maria Christina Ascari Morgado,
pelo apoio e amor incondicional, educação,
confiança e por me ensinarem a lutar pelos meus ideais

DEDICO

Ao meu orientador, Ben-Hur Mattiuz,
pelo apoio para a realização deste trabalho e
pela sua amizade ao longo desse anos de convívio

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que iluminou meu caminho e me deu forças para chegar até o fim.

Ao Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz, pela orientação, amizade, incentivo, confiança na minha capacidade de trabalho e convívio durante todos esses anos, desde minha Graduação.

A Prof^a. Dr^a. Claudia Fabrino Machado Mattiuz, pela co-orientação, incentivo e conselhos sempre que precisei.

A Prof^a. Huguette Sallanon pela recepção agradável em seu laboratório e pela oportunidade de crescimento profissional.

A Prof^a. Florence Charles pelo apoio, por incentivar meu trabalho, ajuda no laboratório e convivência durante os 11 meses em Avignon.

Aos membros da banca examinadora, pela participação e sugestões feitas, que foram importantes para aprimorar meu trabalho:

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

A Bolsa Eiffel pelo apoio financeiro para a realização do doutorado sanduíche na Universidade de Avignon, França.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, em especial ao Departamento de Tecnologia e a Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, pela infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

Ao Leonildes Brumatti Junior pelo fornecimento dos melões 'Louis' utilizados neste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Tecnologia, em especial ao Prof. Dr. José Fernando Durigan pela amizade desde a graduação e incentivo.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia, em especial à Dirce Renata Dias Tostes, pela amizade, colaboração e conselhos.

Às secretárias Elisabete e Renata, pela ajuda e amizade.

Aos amigos do laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas: Vanessa Galati, Joana Diniz, Kelly Marques, João Emmanuel Guimarães, Josiane Pereira, Isabela Lourençano, Ana Carolina Muniz, Julianna Souza, Maria Carolina Wong, e

Carlos Lizardo pela convivência agradável no laboratório, ajuda nos experimentos, pelos momentos felizes e tristes que passamos juntos. Vocês são especiais.

Aos amigos que fiz no laboratório ao longo desta trajetória de 10 anos: Juliana Sanches, Juliana Donadon, Maria Fernanda Durigan, Bianca Souza, Ramilo Martins, Ellen Hojo, Leandra Santos, Gustavo Teixeira, Luis Carlos Cunha Junior, Julia de Pietro, Ana Carolina Miguel pela amizade mesmo com a distância.

A Aliança Francesa de Jaboticabal, em especial à Rosa pelo incentivo na aprendizagem do francês.

A todos os meus familiares, vizinhos e amigos, em especial aos meus pais, por estarem presentes durante minhas realizações.

Aos meus amigos queridos: Naryme Velho, Marcelo Rodrigues, Guilherme Venturini, Graziela Beraldo, Leirson Rodrigues, Alice Rodrigues, Viviane Cassiano, Leticia Cassiano, Tatiana Mazza, em especial à Carla Catarina Sim e à Amanda Tais Pedrinho Paschoa, pela amizade, apoio, carinho em todos os momentos e por estarem sempre do meu lado.

A minha querida prima Aline Moraes, a qual tive a sorte de me aproximar e nunca mais vamos nos separar. Obrigada pelos passeios, confidências, risadas!!!

Aos amigos da faculdade, em especial à saudosa Turma do Tacho pelos momentos inesquecíveis que sempre passamos juntos.

Aos amigos inesquecíveis que fiz na França, em especial à Marina Ferreira (por estar sempre do meu lado todos os dias), Bart (pelo apoio incondicional em todos os sentidos), Marianne Tello Signoret (pela amizade e pelas aulas de francês e incentivo a prestar o Delf), Bárbara Duarte, Andressa Nogueira, Caroline Miranda, Mônica Lopes, Guilherme Martins, Leandro Lino, Luciana Sanchez, Andrea Linhares, Maria Quitéria Turcios, Mariana Prado, Vinicius Gonçalves, Mariana Seixas, Natascha, Adrián Cabrera, Alejandro Molina, Ilaria Brunetti, Lisa Mayer, Rodrigo Vasquez, Mei Chan, Eunyoung Kim, Miriam Colin, e aos amigos do laboratório: Sanders, Phrutiya Nilprapruck, Majd Darwish, Chayma Ouhibi, Nassera, Mérédith Martinez, Oussama, Mathilde Picot, Sandrine, Saad Mellah, Sandrine. Merci à tous!

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e acreditaram na minha vitória.

Muito obrigada!!

SUMÁRIO

RESUMO	xii
RESUMÉ	xiv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
1.1. Introdução	1
1.2. Revisão de Literatura	3
1.2.1. Características gerais da espécie	3
1.2.2. Refrigeração	4
1.2.3. Atmosfera controlada (AC)	6
1.2.4. Atmosfera modificada (AM)	7
1.2.5. Processamento mínimo	9
1.2.6. Tratamento térmico	11
1.3. Referências Bibliográficas	12
CAPÍTULO 2 – Qualidade de melões rendilhados ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas	19
2.1. Introdução	19
2.2. Material e métodos	20
2.2.1. Material vegetal	20
2.2.2. Condução do experimento	21
2.2.3. Avaliações	21
2.2.4. Análise Estatística	24
2.3. Resultados e discussão	24
2.4. Conclusões	33
2.5. Referências Bibliográficas	34
CAPÍTULO 3 – Atmosferas com diferentes concentrações de oxigênio na conservação pós-colheita de melões rendilhados ‘Louis’	38
3.1. Introdução	38
3.2. Material e métodos	39

3.2.1. Material vegetal	39
3.2.2. Condução do experimento	40
3.2.3. Avaliações.....	41
3.2.4. Análise estatística.....	45
3.3. Resultados e discussão	46
3.4. Conclusões	58
3.5. Referências Bibliográficas.....	58
CAPÍTULO 4 – Qualidade de melões rendilhados ‘Louis’ armazenados em ambiente com diferentes concentrações de CO₂, combinadas com 2% de O₂.	63
4.1. Introdução	63
4.2. Material e métodos	64
4.2.1. Material vegetal	64
4.2.2. Condução do experimento	65
4.3. Resultados e discussão	70
4.4. Conclusões	76
4.5. Referências Bibliográficas.....	77
CAPÍTULO 5 – Efeito do armazenamento de melões rendilhados ‘Louis’ sob atmosfera controlada na qualidade de seus produtos minimamente processados	81
5.1. Introdução	81
5.2. Material e métodos	82
5.2.1. Material Vegetal.....	82
5.2.2. Condução do experimento	83
5.2.2.1. Armazenamento sob atmosfera controlada.....	83
5.2.2.2. Processamento mínimo	84
5.2.3. Avaliações.....	85
5.2.4. Análise estatística.....	88
5.3. Resultados e discussão	88
5.4. Conclusões	103
5.5. Referências Bibliográficas.....	103

CAPÍTULO 6 – Tratamento térmico dos melões inteiros e armazenamento sob atmosfera modificada ativa na conservação de melões ‘Charentais’ minimamente processados.	108
6.1. Introdução.....	108
6.2. Material e métodos	109
6.2.1. Material vegetal	109
6.2.2. Condução do experimento	110
6.2.3. Avaliações.....	111
6.2.4. Análise estatística.....	113
6.3. Resultados e discussão.....	113
6.4. Conclusões	125
6.5. Referências Bibliográficas.....	125

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MELÕES INTEIROS E MINIMAMENTE PROCESSADOS

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo determinar a influência da refrigeração e da atmosfera controlada na qualidade e na conservação pós-colheita de melões rendilhados do híbrido Louis inteiros e minimamente processados. Além disso, avaliou-se o efeito do tratamento térmico associado à atmosfera modificada ativa na conservação de melões tipo Charentais minimamente processados. No primeiro experimento, melões 'Louis' no estágio de maturação fisiológica foram armazenados a 3 °C; 6 °C; 9 °C e 22 °C, com 80% UR, para estabelecer a melhor temperatura de conservação. No segundo experimento, os frutos no estágio de maturação fisiológica foram armazenados a 6 °C (80% UR) sob atmosfera controlada contendo 2%, 7%, 12% e 21% de O₂, para estabelecer a concentração adequada de O₂ para a melhor conservação da qualidade de melões 'Louis'. No terceiro experimento, os melões também foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e armazenados em atmosferas controladas contendo 5%, 10%, 15% e 20% de CO₂ combinadas com 2% O₂, na condição de 6 °C e 80% UR. No quarto experimento, os melões foram armazenados sob atmosfera controlada (2% de O₂ e 20% de CO₂), a 6 °C. O processamento mínimo foi realizado duas vezes, sendo a primeira imediatamente à chegada dos frutos ao laboratório e a segunda após 14 dias de armazenamento sob atmosfera controlada. Os frutos e os produtos minimamente processados foram analisados quanto à coloração e firmeza, teores de sólidos solúveis, de acidez titulável, pectinas (solúvel e total) e carboidratos (solúveis e redutores), bem como quanto a atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). Eles também foram avaliados quanto a perda de massa fresca, atividade respiratória (2º, e 4º experimentos) e análise sensorial (4º experimento). No quinto experimento melões 'Charentais' inteiros foram imersos em água quente (50 °C por 30 minutos), antes de serem submetidos ao processamento mínimo. Os cubos foram submetidos à atmosfera modificada ativa (2–3% O₂ e 7–8% CO₂), embalados com filme de polipropileno orientado (OPP) ou filme de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C por 11 dias e avaliados quanto à composição gasosa, coloração, firmeza, teores de sólidos

solúveis e betacaroteno, além da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Os melões 'Louis' armazenados a 22 °C apresentaram maior redução nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, além de apresentarem maior atividade da enzima poligalacturonase, com conservação por até 18 dias. Os frutos armazenados a 6 °C mantiveram a qualidade comercial durante 25 dias de armazenamento, apresentando os maiores teores de sólidos solúveis e menor atividade das enzimas peroxidase e poligalacturonase. Melões 'Louis' mantiveram a qualidade por 28 dias sob todas as concentrações de oxigênio testadas. A atmosfera com 2% de oxigênio mostrou ser a mais eficiente para a conservação dos melões, devido à manutenção da firmeza e menor atividade da PG e da PME. Melões 'Louis' mantiveram a qualidade por 35 dias em atmosfera contendo 10%, 15% e 20% de CO₂ combinadas com 2% de O₂ e por 28 dias no tratamento controle e na mistura gasosa de 5% de CO₂ com 2% de O₂. A mistura de 20% de CO₂ com 2% de O₂ promoveu melhor manutenção da qualidade dos frutos, por manter a firmeza da polpa durante o armazenamento e por apresentar menor atividade da poligalacturonase. A qualidade dos produtos minimamente processados (PMP) de melões 'Louis' foi afetada pelas condições de armazenamento antes do processamento. A atmosfera controlada é recomendada para o armazenamento prévio ao processamento mínimo destes melões, uma vez que os parâmetros de qualidade foram superiores aos dos PMP dos melões que foram armazenados sob atmosfera normal, a 6 °C. A combinação do tratamento térmico (50 °C por 30 minutos) com a embalagem em filme de ácido polilático (PLA) foi eficiente na conservação de melões minimamente processados por 11 dias, pela manutenção dos valores de firmeza e menor atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento dos cubos.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*, refrigeração, atmosfera controlada, tratamento térmico.

CONSERVATION POST-RÉCOLTE DES MELONS ENTIERS ET QUATRIÈME GAMME

RESUMÉ - Cette étude a déterminé l'influence du refroidissement et de l'atmosphère contrôlée sur la qualité et la conservation post-récolte des melons « Louis » entiers et quatrième gamme. L'effet du traitement thermique associé à l'atmosphère modifiée active et l'utilisation des films ont été vérifiés dans la conservation des melons « Charentais » quatrième gamme. Dans la première expérience, des melons « Louis » ont été stockés à 3 °C, 6 °C, 9 °C et 22 °C, afin d'établir la meilleure température de stockage. Dans la deuxième expérience, les fruits ont été conservés à 6 °C sous atmosphère contrôlée avec concentrations de 2%, 7%, 12% et 21% d'oxygène, afin de déterminer la concentration appropriée d'oxygène pour leur conservation. Dans la troisième expérience, les melons ont été conservés à 6 °C en atmosphère contrôlée à 5%, 10%, 15% et 20% de CO₂ combinés avec 2% d'oxygène. Dans la quatrième expérience, les melons ont été stockés sous atmosphère contrôlée (2% O₂ et 20% CO₂), 6 °C. Le processus quatrième gamme a été effectué deux fois, la première dès l'arrivée des melons au laboratoire et la seconde après 14 jours de stockage sous atmosphère contrôlée. Les fruits et les produits ont été analysés pour la couleur et la fermeté, les solides solubles, l'acidité titrable, les pectines (solubles et total), les glucides (solubles et réducteurs) et l'activité de la peroxydase (PME), la polyphénoloxydase (PPO), la polygalacturonase (PG) et la pectinemethylesterase (PME). Ils ont également été évalués pour la perte de poids, l'activité respiratoire (2^{ème} et 4^{ème} expériences) et l'analyse sensorielle (expérience 4). Dans la cinquième expérience, des melons 'Charentais' entiers ont été immergés dans l'eau chaude (50 °C pendant 30 minutes) avant d'être soumis au processus quatrième gamme. Les cubes ont été soumis dans une atmosphère modifiée active (2-3% O₂ et 7-8% CO₂), emballés avec un film de polypropylène orienté (OPP) ou acide polylactique (PLA) et stockés à 6 °C pendant 11 jours. On a évalué leur composition en gaz, leur couleur, leur fermeté, les solides solubles et leur teneur bêta-carotène, l'activité de la polyphénoloxydase et la peroxydase. Les melons « Louis » stockés à 22 °C ont montré la plus grande réduction de la teneur en solides solubles et en acide titrable et ils ont eu la plus

grande activité de la polygalacturonase et une vie de 18 jours. Les fruits stockés à 6 °C ont eu une vie de 25 jours et ils ont eu une plus grande teneur en solides solubles et l'activité de la peroxydase et de la polygalacturonase a été moins élevée. La qualité des melons « Louis » a été maintenue pendant 28 jours dans toutes les concentrations d'oxygène testées. L'atmosphère de 2% d'oxygène a été plus efficace pour le stockage des melons, en raison de la manutention, de la fermeté et de la baisse d'activité de PG et PME. La qualité des melons « Louis » a été maintenue pendant 35 jours dans une atmosphère avec 10%, 15 % et 20% de CO₂ combiné avec 2% de O₂ et 28 jours dans le contrôle et la combinaison de 5% de CO₂ avec 2% de O₂. La combinaison de 20% CO₂ avec 2% O₂ a maintenu la bonne qualité des fruits pendant 35 jours en maintenant la fermeté lors du stockage et être la plus baisse activité de la PG. La qualité des melons « Louis » a été affectée par les conditions de stockage avant le processus quatrième gamme. L'atmosphère contrôlée est recommandée pour le stockage avant le processus 4^{ème} gamme, puisque les meilleurs paramètres de qualité sont observés sous l'atmosphère contrôlée. La combinaison du traitement thermique avec l'emballage avec acide polylactique film (PLA) a été efficace dans la conservation des melons 4^{ème} gamme pendant 11 jours, pour maintenir les valeurs de fermeté et une activité basse des enzymes responsables du brunissement de cubes.

Mots-clés: *Cucumis melo*, réfrigération, atmosphère contrôlée, traitement thermique.

POSTHARVEST CONSERVATION OF WHOLE AND MINIMALLY PROCESSED MELONS

ABSTRACT- This work aimed to determine the influence of refrigeration and controlled atmosphere on quality and postharvest conservation of whole and minimally processed net melons 'Louis'. Furthermore, the effect of heat treatment associated with the use of active modified atmosphere was evaluated in the conservation of 'Charentais' melons minimally processed. In the first experiment, 'Louis' melons were stored at 3 °C, 6 °C, 9 °C and 22 °C, 80% RH, to establish the best storage temperature. In the second experiment, the fruits were stored at 6 °C (80% RH) under controlled atmosphere in concentrations of 2%, 7%, 12% and 21% O₂, to determine the appropriate concentration of O₂ for their conservation. In the third experiment, the melons were stored in controlled atmosphere with 5%, 10%, 15% and 20% CO₂ combined with 2% O₂, at 6 °C and 80% RH. In the fourth experiment, the melons were stored under controlled atmosphere (2% O₂ and 20% CO₂), 6 °C. The minimal processing was made twice, the first being the fruit immediately upon arrival to the laboratory and the second after 14 days of storage under controlled atmosphere. The fruits and minimally processed products were analyzed for color and firmness, soluble solids and titratable acidity content, pectin (soluble and total), sugars (soluble and reducers), as well as the activity of enzymes peroxidase (POD), polyphenoloxidase (PPO), polygalacturonase (PG) and pectinmethylesterase (PME). They were also analyzed as fresh weight loss, respiratory activity (2nd and 4th experiments) and sensory analysis (experiment 4). In the fifth experiment whole 'Charentais' melons were immersed in hot water (50 °C for 30 min) before being subjected to minimal processing. The cubes were submitted under active modified atmosphere (2-3% O₂ and 7-8% CO₂), packed with oriented polypropylene film (OPP) or polylactic acid film (PLA) and stored at 6 °C for 11 days and analyzed as gas composition, color, firmness, soluble solids and beta-carotene content, and the activity of enzymes polyphenoloxidase and peroxidase. 'Louis' melons stored at 22 °C showed greater reduction in soluble solids and titratable acidity, besides having greater activity of polygalacturonase, with storage for up to 18 days. 'Louis' melons showed shelf-life of 25 days when stored at 6 °C and had the

highest soluble solids content and lower peroxidase and polygalacturonase activity. 'Louis' melons maintained the quality for 28 days under all oxygen concentrations tested. The atmosphere with 2% oxygen showed to be the most efficient for the conservation of melons, due to the maintenance of firmness and lower activity of PG and PME. 'Louis' melons maintained the quality for 35 days in atmosphere containing 10%, 15% and 20% CO₂ combined with 2% O₂ and 28 days in the control and treatment gas mixture of 5% CO₂ with 2% O₂. The mixture of 20% CO₂ with 2% O₂ promoted better maintenance of fruit quality by maintaining pulp firmness during storage and due to the lower activity of polygalacturonase. The quality of minimally processed products (PMP) of 'Louis' melons was affected by storage conditions before processing. The controlled atmosphere is recommended for storage prior to minimal processing of these melons, because the best quality parameters were in the controlled atmosphere. The combination of heat treatment (50 °C for 30 minutes) with the packaging of polylactic acid film (PLA) was effective to preserve the quality of minimally processed 'Charentais' melons for 11 days, due to the maintenance of the values of firmness and lower activity of the enzymes responsible for browning of cubes.

Keywords: *Cucumis melo*, refrigeration, controlled atmosphere, heat treatment.

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1.1. Introdução

O melão rendilhado (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) é considerado pouco calórico e possui boa fonte de sódio, potássio, fósforo, vitaminas A e C e beta-caroteno, além de pequenas quantidades de ácido cítrico e málico (LESTER, 1997).

A caracterização do sabor do melão é mensurada pelo conteúdo de sólidos solúveis. Seu sabor é uma combinação de açúcares com inúmeros compostos aromáticos, como alcoóis, ésteres e cetonas (HORTIBRASIL, 2007). Seu consumo está relacionado ao sabor adocicado e à cor atraente da polpa, o que o diferencia dos outros tipos de melões existentes no mercado.

O melão rendilhado é classificado por Kader (2002a) como fruto que apresenta atividade respiratória moderada. É classificado como fruto climatérico, ou seja, fruto que pode amadurecer na planta ou após a colheita, quando colhido imaturo, devido à elevada produção de etileno. Depois de colhidos, os frutos apresentam aumento na atividade metabólica paralelamente ao aumento na taxa respiratória, o que reduz sua vida pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os melões possuem entraves ao prolongamento de sua vida útil, como por exemplo, a rápida velocidade de respiração e senescência (EDWARDS; BLENNERHASSET, 1994), que levam a perdas pós-colheita e limitam a possibilidade de exportação para mercados mais distantes.

Assim, a aplicação de tecnologias, isoladamente ou em conjunto, tem sido estudada como tentativa de minimizar essas perdas e ampliar o período de conservação. Entre as tecnologias pode-se citar o controle da temperatura e da umidade relativa, a aplicação de ceras e outras coberturas (OLIVEIRA, 1996), o uso de embalagens e/ou filmes plásticos (TEIXEIRA, 1992), o tratamento térmico e o uso de atmosfera controlada e/ou modificada ativa ou passiva (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Devido às mudanças culturais nos hábitos alimentares dos consumidores, torna-se atrativa a produção de frutas com qualidade, objetivando a comercialização

em mercados cada vez mais exigentes, tanto dos frutos frescos quanto dos minimamente processados (SOUZA, 2001).

Sendo assim, o melão é um fruto bastante promissor para a comercialização na forma minimamente processada, devido ao seu tamanho e à inconveniência ao descascamento (ARRUDA et al., 2007).

A cada ano tem-se verificado a introdução de novos híbridos de melão, visando diversificar e melhorar a qualidade do produto a ser oferecido aos consumidores. Entretanto, o conhecimento do comportamento pós-colheita desses novos híbridos é muito limitado (MORAIS; MENEZES; OLVEIRA, 2004), exigindo estudos que permitam melhorar a conservação de seus frutos na pós-colheita, de forma a ampliar a oferta deste produto no mercado consumidor.

Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho foi determinar a influência da refrigeração e da atmosfera controlada na qualidade e na conservação pós-colheita de melões rendilhados do híbrido Louis inteiros e minimamente processados. Além disso, avaliou-se o efeito do tratamento térmico associado à atmosfera modificada ativa na conservação de melões tipo Charentais minimamente processados.

Durante o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um experimento testando-se diferentes temperaturas a fim de se estabelecer a mais adequada para o armazenamento do híbrido Louis. Esta temperatura foi utilizada para o armazenamento de melões 'Louis' sob atmosfera controlada contendo diferentes concentrações de oxigênio. Em seguida, utilizou-se a melhor temperatura e concentração de oxigênio para combinar com concentrações de gás carbônico na manutenção da qualidade dos frutos. Por fim, a melhor temperatura e a melhor mistura gasosa foram testadas como armazenamento prévio ao processamento mínimo.

A pesquisa realizada na França verificou o efeito do tratamento térmico em melões inteiros na conservação de produtos minimamente processados desses melões, associado ao uso da atmosfera modificada ativa.

1.2. Revisão de Literatura

1.2.1. Características gerais da espécie

Os diferentes tipos de melões foram originados na África e na Ásia. No Brasil, o meloeiro é conhecido desde o século XVI quando foi trazido, provavelmente, pelos escravos. No século XIX houve outra introdução por imigrantes europeus, chegando por volta de 1960 ao Nordeste (FONTES; PUIATII, 2005).

O meloeiro pertence à família das Cucurbitáceas, apresenta frutos de formato variável (redondo, oval ou alongado), com diâmetro que pode variar de 20 a 25 cm, casca lisa, enrugada ou rendilhada, pesando de um a quatro quilos em média, dependendo da cultivar. A coloração da polpa também é variável, podendo ser branca, amarelada, esverdeada, laranja ou salmão. O fruto é constituído de 90% de água e contém vitaminas A, C e E, além de sais minerais e gosto adocicado devido ao elevado teor de açúcares, que o torna apreciado pelos consumidores (MOREIRA et al., 2009).

Os melões são classificados, segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, quanto o tipo ou o grupo varietal. Têm-se os grupos varietais: Amarelo, Honey dew yellow, Honey Dew White, Honey Dew Green, Pele de Sapo, Caipira, Gália, Cantaloupe, Charentais e Net Melon (CEAGESP, 2004).

Os melões do grupo Net Melon possuem formato esférico, casca de coloração verde clara, intensamente reticulada e polpa de coloração verde ou salmão (CEAGESP, 2004). São de excelente qualidade, apresentam aroma e sabor característicos e são os preferidos pelos consumidores da Europa, Estados Unidos e Japão. Apesar do elevado valor de comercialização, principalmente nesses países, melões são pouco cultivados por apresentarem baixa resistência ao transporte, o que resulta em baixa conservação pós-colheita (ALMEIDA, 2002). Atualmente, encontram-se no mercado os híbridos: Louis, Fantasy e Bonus II (TAKII SEED, 2010).

Os frutos do híbrido Louis apresentam formato esférico, casca com coloração verde clara, intensamente reticulada e polpa esverdeada (CEAGESP, 2004). O

preço é variável, de R\$ 20,00 e R\$ 30,00, para a caixa com 5 frutos¹. É um híbrido resistente a *Oídio* e *Fusarium*, com polpa cujo teor de sólidos solúveis é em torno de 15-16 °Brix e frutos com peso médio de 1,5 kg. A colheita é realizada 50 a 57 dias após o florescimento (TAKII SEED, 2010).

Os melões do tipo Charentais (*Cucumis melo* L.) são comumente conhecidos como melão francês, apresentam casca intensamente reticulada, com coloração verde clara acinzentada e faixas verdes escuras, polpa salmão e formato esférico (CEAGESP, 2004).

A produção brasileira dessa fruta, em 2010, foi de 478 mil toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 95% dessa produção (456 mil toneladas), em que o maior produtor foi o estado do Rio Grande do Norte, com 242 mil toneladas. No período de janeiro a julho de 2012, o volume médio de melão comercializado na Ceagesp foi de 5,5 mil toneladas por mês. Os principais países importadores do melão brasileiro, no período de janeiro a julho de 2012, foram os Países Baixos, Reino Unido, Espanha, Itália e Alemanha (AGRIANUAL, 2013).

A produção mundial de melões tipo Charentais se divide principalmente entre três países: Marrocos, Espanha e França. Na França os melões Charentais são divididos em dois grupos: Charentais amarelo, que corresponde a 90% da produção francesa e Charentais verde (GARCIN, 2008). A produção francesa de melões, em 2011, foi de 276 mil toneladas (AGRESTE FRANCE, 2012).

No Estado de São Paulo, devido às exigências climáticas da cultura, o plantio de melão é feito durante o período de setembro a fevereiro, sendo o seu crescimento prejudicado por temperaturas inferiores a 13 °C e superiores a 40 °C. A faixa ótima de temperatura se encontra entre 25-32 °C e 60-70% de umidade do ar (UR) (BRANDÃO FILHO; VASCONCELLOS, 1998).

Cabe salientar que poucos estudos foram realizados com o híbrido Louis, sendo que os escassos trabalhos existentes na literatura consultada não abordam a conservação pós-colheita destes melões.

1.2.2. Refrigeração

¹ Comunicação pessoal com o produtor

O uso da refrigeração no prolongamento da vida útil de frutos é baseado no controle dos processos fisiológicos e bioquímicos. Visa preservar as características dos frutos, bem como sua qualidade durante o transporte e estocagem, mantendo a um nível mínimo, a respiração, a produção e a ação do etileno e a perda de água, além de retardar a maturação e a senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os melões do grupo Gália possuem excelente qualidade sensorial, porém seus atributos qualitativos são limitados a 14 dias, sob condições de ambiente, o que inviabiliza sua comercialização a longas distâncias. Assim, há a necessidade do uso da refrigeração para estender as características comerciais e qualitativas desses frutos (LESTER; STEIN, 1993). Os principais entraves estão associados à rápida velocidade de respiração e senescência, quando armazenados sob temperaturas acima de 5 °C, e a susceptibilidade a dano pelo frio abaixo de 5 °C (EDWARDS; BLENNERHASSETT, 1994). Segundo Filgueiras et al. (2000), o armazenamento de melões do grupo Gália é realizado à temperatura entre 4-6 °C e 90-95% UR.

Morais et al. (2009) armazenaram, em atmosfera modificada (AM), melões do grupo Gália 'Solar King', do grupo Charentais 'Aura Prince' e do grupo Orange Flesh 'AF-1749' a 9 ± 2 °C e $80 \pm 5\%$ de umidade relativa (UR), e melões do grupo Cantaloupe 'Torreon' a 3 ± 2 °C e umidade relativa de $80 \pm 5\%$. Os autores verificaram que houve um aumento gradual na perda de massa ao longo de 28 dias de armazenamento em todos os tipos de melão estudados. A firmeza da polpa teve um decréscimo gradual e significativo durante o armazenamento, em todos os tipos de melões avaliados. As variações nos teores de acidez titulável foram pequenas e não houve diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis entre os tratamentos.

Gomes Junior et al. (2001) armazenaram melões Cantaloupe (genótipo Nun 3984), em diferentes estádios de maturação, a 20 ± 1 °C e $50 \pm 2\%$ UR por até 25 dias. Estes autores constataram que a firmeza da polpa decresceu linearmente ao longo do período de armazenamento, independente do estágio de maturação.

Souza et al. (2006) armazenaram melões Gália 'Solar King' sob três temperaturas e 90% UR, por 36 dias e baseando-se na aparência externa estimaram vida útil pós-colheita de 27 dias para melões armazenados a 5 °C, 7 °C e 9 °C e de 18 dias a 11 °C.

Rocha (2008) submeteu melões Gália 'Solar King' a cinco modalidades de estresse mecânico. Posteriormente, os frutos foram armazenados por 21 dias a 8 °C e 85% UR e, em seguida, transferidos para 24 °C e 72% UR para simular a comercialização. O autor concluiu que não houve perda significativa da qualidade, em função das injúrias mecânicas e durante o armazenamento (distúrbios fisiológicos).

Krarup; Tohá; González (2009) avaliaram o desenvolvimento de sintomas específicos destes distúrbios fisiológicos por baixa temperatura e a variação a esta sensibilidade em diferentes cultivares de melões do grupo Cantaloupe, armazenadas por 18 dias a 0 °C. Os autores relataram que ocorreram descolorações na superfície, seguidas de grandes zonas deprimidas, com eventuais pontuações ("pitting"). Algumas cultivares foram mais sensíveis ('Athena', 'Colima' e 'Revigal') enquanto outras praticamente não apresentaram sintomas ('Hy-Mark', 'Voyager I'). Conforme os autores, a variabilidade quanto a sensibilidade ao frio indica a necessidade do conhecimento de temperaturas ideais para cada cultivar.

Sendo assim, apesar da refrigeração ser uma técnica simples, é importante a determinação da temperatura ótima para cada espécie, especialmente em frutas sensíveis a baixas temperaturas (GOMES JUNIOR, 2005).

1.2.3. Atmosfera controlada (AC)

A modificação ou controle da atmosfera vem sendo utilizada como complemento da refrigeração tendo-se observado bons resultados desde 1920 (BRECHT, 1980).

O armazenamento sob AC pode prolongar a vida pós-colheita de produtos, por meio da modificação e controle dos gases na atmosfera do ambiente de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O armazenamento sob AC geralmente se refere ao decréscimo da concentração de O₂ e ao acréscimo da concentração de CO₂ e preciso controle destas concentrações (WILLS et al., 1998).

A composição atmosférica do ambiente de armazenamento dos produtos hortícolas deve ser rigorosamente controlada para não ocasionar resultados danosos ao produto, decorrentes as desordens fisiológicas. A susceptibilidade às

desordens e aos sintomas específicos são variáveis entre as cultivares, e dependentes das condições de cultivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os principais efeitos da AC consistem em retardar a senescência ou o amadurecimento, pelas modificações bioquímicas e fisiológicas associadas a esses eventos, ou seja: redução da taxa respiratória e da produção de etileno; atraso no amaciamento e em mudanças na composição química; redução da sensibilidade à ação do etileno, em níveis de O_2 inferiores a 8% e níveis de CO_2 acima de 1%; redução na ocorrência de desordens fisiológicas, tais como as provocadas pelo frio, e na produção de substâncias com efeito direto e indireto sobre a ação de patógenos, com redução na incidência e severidade de doenças (KADER, 2002a).

A mistura de gases recomendada para atmosfera controlada de melões do grupo Cantaloupe inteiros varia de 3-5 kPa de O_2 e 10-20 kPa de CO_2 , de acordo com Kader (2002b). Gorny (1997) recomendou 3-5 kPa de O_2 e 6-15 kPa de CO_2 . Estas concentrações reduzem, segundo eles, a incidência de podridões, o amolecimento, os odores estranhos e a diminuição do teor de sólidos solúveis, com manutenção da qualidade visual dos melões.

A qualidade de melões Gália armazenados em atmosfera controlada de 10 kPa CO_2 + 10 kPa O_2 por 14 dias, a 6 °C, e um adicional de 6 dias a 20 °C foi significativamente melhor do que os frutos do controle. Os melões armazenados em AC, associada a um absorvedor de etileno, estavam mais firmes e apresentaram menor deterioração que os dos demais tratamentos (AHARONI; COPEL; FALLIK, 1993).

1.2.4. Atmosfera modificada (AM)

Esta tecnologia tem sido utilizada para manter a qualidade dos produtos hortícolas porque reduz a respiração e a produção de etileno, inibe ou retarda as reações enzimáticas, podendo retardar o crescimento de micro-organismos aeróbios (SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2003).

A atmosfera modificada consiste na alteração da composição atmosférica no interior da embalagem, por uma mistura de gases com oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e nitrogênio (N_2). O aumento na vida útil dos produtos, proporcionado

por esse método, ocorre devido ao efeito inibitório do CO₂ sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do O₂ do interior da embalagem (MANTILLA et al., 2010).

O termo armazenamento sob AM é usado quando a composição da atmosfera não é precisamente controlada, como nas embalagens plásticas onde as mudanças na composição da atmosfera ocorrem intencionalmente ou não (WILLS et al., 1998).

A modificação da atmosfera no interior da embalagem pode ser conseguida de forma passiva ou ativa. A atmosfera modificada passiva ocorre como consequência da entre a respiração do produto e a permeabilidade do material de embalagem. Na atmosfera ativa, a mistura gasosa é introduzida na embalagem em que se retirou o ar presente, antes de sua selagem (ROBERTSON, 2006).

Prado; Chitarra; Resende (2005) avaliaram o efeito da atmosfera modificada ativa (5% de CO₂ com 5% de O₂ e 10% de CO₂ com 2% de O₂) na conservação de melões do grupo Orange Flesh minimamente processados e armazenados a 6 ± 1 °C e $85 \pm 5\%$ UR), durante 8 dias. Estes autores verificaram que houve menor solubilização de pectinas nos produtos armazenados sob atmosfera com 10% de CO₂ e 2% de O₂, além de não detectarem atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase nos tratamentos analisados.

Vilas Boas et al. (2004) observaram que atmosfera modificada ativa contendo 2% O₂ + 10% CO₂ foi mais eficaz no controle da atividade respiratória até o quarto dia de armazenamento de melões Orange Flesh minimamente processados e armazenados a 6 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR.

Oms-Oliu et al. (2008) verificaram que a atmosfera modificada ativa com 2,5 kPa de O₂ com 7 kPa de CO₂ ou 70 kPa de oxigênio balanceadas com nitrogênio (N₂) reduziram significativamente o crescimento de micro-organismos em melões Pele de Sapo minimamente processados e armazenados a 5 °C durante 14 dias.

A influência do tipo de embalagem foi avaliada por Arruda et al. (2004), na conservação de melões rendilhados 'Bonus II' minimamente processados e armazenados sob atmosfera modificada ativa. Os melões minimamente processados, armazenados a 3 °C e embalados com filme poliolefinico de 64 µm contendo 5% de O₂ e 20% de CO₂ e 75% de N₂ conservaram-se por 9 dias. Por outro lado, quando armazenados sob atmosfera modificada ativa com 5% O₂ + 20%

CO₂ + 75% N₂, embalados com filme multicamada de 65 µm ou filme de polipropileno de 52 µm, teve a vida útil entendida para 12 dias.

1.2.5. Processamento mínimo

Nos últimos anos, ocorreram mudanças consideráveis nos hábitos alimentares dos brasileiros. A busca de uma alimentação mais saudável aliada ao uso de novas tecnologias na indústria de alimentos permitiu a demanda crescente dos produtos minimamente processados (MATTIUZ; DURIGAN; ROSSI JUNIOR, 2003).

Os produtos minimamente processados são produtos hortifrutícolas higienizados e embalados que foram submetidos a processos técnicos, preservando suas características sensoriais naturais, tornando-os prontos para o consumo “in natura” ou para preparo culinário (BRASIL, 2009).

As possibilidades de venda das frutas minimamente processadas em supermercados brasileiros e estruturas afins são muito grandes, dada a possibilidade de virem a integrar razoáveis cadeias de distribuição. Melões Galia são comumente produzidos e muito apreciados sensorialmente, fazendo com que ele tenha grande potencial como matéria-prima para produtos minimamente processados (AGUAYO; ESCALONA; ARTÉS, 2004). Entretanto, as frutas minimamente processadas ainda são um desafio, devido à falta de conhecimento do comportamento fisiológico, químico e bioquímico das mesmas (MATTIUZ; DURIGAN; ROSSI JUNIOR, 2003).

As operações envolvidas no preparo de frutas e hortaliças pré-cortadas, geralmente reduzem a vida de prateleira das mesmas, devido às lesões sofridas durante seu preparo. Os produtos minimamente processados apresentam metabolismo mais acelerado e maior relação superfície/volume do que quando inteiros, o que facilita a perda de água pelos tecidos. Além disso, ocorrem vários tipos de reações oxidativas, que causam escurecimento, descoloração dos pigmentos endógenos, alteração do “flavor”, mudanças na textura e perda nutricional, devido à destruição de vitaminas e de ácidos graxos essenciais (WILLEY, 1994).

A vida de prateleira pode ser definida como o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício, com nível satisfatório de qualidade. Os principais parâmetros envolvidos no estudo e estimativa da vida de prateleira são as qualidades organolépticas, avaliadas através do sabor, aroma, textura e aparência geral; o valor nutritivo, avaliado pela concentração de vitaminas e proteínas; e a presença de crescimento microbiano, ação enzimática ou infestação de insetos (DUTCOSKY, 1996).

O maior desafio da comercialização de produtos minimamente processados é a vida de prateleira que é relativamente curta devido ao amaciamento e escurecimento dos tecidos. Tais mudanças indesejáveis podem ser retardadas pelo efetivo resfriamento e manutenção da cadeia de frio durante o processamento, armazenamento e distribuição. A manipulação da atmosfera que envolve estes produtos é uma alternativa potencialmente efetiva na extensão da vida de prateleira destes produtos (VILAS BOAS, 2002).

A temperatura é um dos fatores mais importantes para a conservação de melões minimamente processados (PORTELA; NIE; SULOW, 1997). Melões rendilhados cv. Bônus II, minimamente processados e mantidos a 3 °C, apresentaram melhores notas de aparência quando comparados aos mantidos a 6 °C e a 9 °C (ARRUDA et al., 2003).

A manutenção da firmeza é um dos principais desafios para a comercialização de produtos minimamente processados, uma vez que expressa as características sensoriais e funcionais do tecido (SZCZESNIAK, 2002). Portanto, é fator decisivo para o consumidor na aquisição de frutas e hortaliças, especialmente os minimamente processados, prontos para o consumo. Melões minimamente processados são muito suscetíveis ao amolecimento durante o armazenamento, mesmo sob refrigeração. Este processo está relacionado com a degradação enzimática da lamela média da parede celular e perda da adesão celular, ocasionada pela ação da pectinametilesterase e da poligalacturonase (CHISARI et al., 2009).

Arruda et al. (2003) verificaram redução significativa na firmeza da polpa de melão rendilhado 'Bonus II' minimamente processado, com o aumento do tempo e da temperatura de armazenamento. Aos nove dias de armazenamento, a firmeza

dos produtos era 79,3%, 54,3% e 49,2% da inicial, para o produto armazenado a 3 °, 6 °C e 9 °C, respectivamente. Portela; Cantwel (1998) verificaram decréscimo nos valores de firmeza em pedaços de melão HoneyDew das variedades Green Flesh, Morning Ice, Rico, RML 2704 armazenados sob atmosfera controlada (ar + 15% CO₂) a 5 °C, por 12 dias.

Lamikanra; Watson (2001) constataram baixa atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) em melões Cantaloupe minimamente processados, sendo sua atividade inativada rapidamente quando ocorre aumento da temperatura, o que explica a total ausência de escurecimento nesses tecidos.

A qualidade dos produtos minimamente processados de melões Gália foi afetada pelas condições de armazenamento (4% O₂ + 15% CO₂ e 5 °C) dos frutos previamente ao processamento mínimo (BENEDETTI et al., 2008). As seções trapezoidais obtidas a partir dos frutos armazenados por 28 dias mostraram maior firmeza e melhor qualidade sensorial.

1.2.6. Tratamento térmico

O tratamento térmico tem sido usado como complemento da refrigeração e tem a capacidade de inibir a síntese de etileno e a ação de enzimas que possam degradar a parede celular, devido às mudanças na expressão gênica e na síntese de proteínas (PAULL; CHEN, 2000). Outro efeito é a redução da contaminação microbiológica (UKUKU; PILIZOTA; SAPERS, 2004; SILVEIRA et al., 2011).

Os tratamentos térmicos podem ainda aumentar a tolerância dos frutos a baixas temperaturas, possibilitar seu armazenamento em temperaturas inferiores à recomendada (SCHIRRA et al., 2004). Este efeito é atribuído à indução de respostas ao estresse decorrente da elevação da temperatura nos tecidos do fruto. Como resposta, há o fortalecimento das membranas celulares, devido à síntese de proteínas de choque térmico, que impedem ou previnem colapsos celulares, usualmente presentes nos tecidos danificados pelo frio (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disso, estimulam a atividade de enzimas antioxidantes, prevenindo o acúmulo de radicais livres e os danos oxidativos (GASEMNEZHAD et al., 2008).

Ukuku; Pilizota; Sapers (2004) avaliaram a eficiência do uso da água quente (70 ou 97 °C) ou de peróxido de hidrogênio a 5% (70 °C) na redução dos micro-organismos nativos e em *Salmonella* inoculada em melões Cantaloupe inteiros e minimamente processados. Os autores constataram que o número de bactérias aeróbias mesófilas, fungos e leveduras foram significativamente reduzidos pelos tratamentos aplicados, tanto nos melões inteiros como nos minimamente processados. Além disso, a água quente a 97 °C ou o peróxido de hidrogênio proporcionaram aumento na segurança microbiológica nos produtos minimamente processados, já que reduziu a população de *Salmonella* no melão inteiro.

A imersão de melões 'Amarillo' minimamente processados em solução de cloreto de cálcio a 0,5%, durante 1 minuto, a 5 °C ou 60 °C foi estudada por Aguayo; Escalona; Artés (2008). A imersão em CaCl_2 a 60 °C manteve a firmeza, reduziu o crescimento microbiano e melhorou a qualidade sensorial em relação ao tratamento controle e aos tratados com cálcio a 5 °C.

Silveira et al. (2011) avaliaram a imersão de produtos minimamente processados de melões Gália cv. Cyro em água quente (60 °C por 60, 90 e 120 segundos) ou fria (5 °C por 60 segundos), seguido de imersão em solução de ácido peracético (80 mg L⁻¹) por 60 segundos a 5 °C ou em água. A imersão da amostra em água quente por 90 e 120 segundos, seguida da imersão em solução de ácido peracético, reduziu a atividade metabólica, manteve a firmeza da polpa e controlou o crescimento microbiano sem alterar a qualidade sensorial, após 10 dias a 5 °C. Além disto, propiciou aumento no conteúdo de poliaminas e a manutenção da integridade da membrana celular.

1.3. Referências Bibliográficas

AGRESTE FRANCE - STATISTIQUE AGRICOLE ANNUELLE. Les Productions Végétales. 2012. Disponível em <<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/img/pdf/memo12vegetal.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2013.

AGRIANUAL: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2013. p.357-360.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.69, p.148–155, 2004.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut Amarillo melon. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.47, n.3, p.397-406, 2008.

AHARONI, Y.; COPEL, A.; FALLIK, E. Storing 'Galia' melons in a controlled atmosphere with ethylene absorbent. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p.725–726, 1993.

ARRUDA, M. C. de.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 74-76, 2003.

ARRUDA, M. C. de; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R.; MORETTI, C. L. Conservação de melão rendilhado minimamente processado sob atmosfera modificada ativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.53-59, 2004.

ARRUDA, M. C.; MACHADO, F. L. C.; JACOMINO, A. P.; SILVA, E. O.; ALVES, R. E.. Processamento mínimo de melão. In: MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Cap. 24, p. 453-464.

BENEDETTI, B. C.; GÓMEZ, P.; CONESA, M. A.; ARTÉS, F. Effect of Pre-processing Controlled Atmosphere Storage on the Quality of Fresh-cut Galia Melons. **Food Science and Technology International**, London, v.14, p.13-19, 2008.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. p.161-193.

BRASIL. Resolução SAA-42, de 19 de junho de 2009. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 jun. 2009. seção 1, p.53-55.

BRECHT, P. E. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. **Food Technology**, Chicago, v.3, n.34, p.45-50, 1980.

CEAGESP. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura**. Normas de Classificação de Melão. São Paulo: CEAGESP, CQH, 2004. 6p (Documentos, 27).

CHISARI, M.; SILVEIRA, A. C.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA, G.; ARTÉS, F. Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p. 940–946, 2009.

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

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

EDWARDS, M. E.; BLENNERHASSET, R. M. Evaluation of wax to extend the postharvest storage life honey dew melons (*Cucumis melo* L. var. inodorus Naund). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.34, p.427-429, 1994.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V. da; PEREIRA, L. de S. E.; GOMES JUNIOR, J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ALVES, R. E. **Melão: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.23-41.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.407-428.

GARCIN, C. **Melon Charentais**. Fiche technique. Production développée en Languedoc-Roussillon, 2008. Disponível em <www.laregion.fr>. Acesso em: 29 nov. 2013.

GHASEMNEZHAD, M.; MARSH, K.; SHILTON, R.; BABALAR, M.; WOOLF, A. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'Satsuma' mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase and pyrophosphatase. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 364-371, 2008.

GOMES JUNIOR, J. MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhidos em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.356-360, 2001.

GOMES JUNIOR, J. **Influência da temperatura e da atmosfera modificada sobre a qualidade do melão Gália**. 2005. 59f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

GORNY, J. R. Fresh-cut fruits and vegetables and MAP. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE ON RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis. **Proceedings**...n.5, p.30.

HORTIBRASIL. **O sabor do melão amarelo**. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=106:o-sabor-do-melao-amarelo&catid=52:hortibrasil&showall=1>. Acesso em: 30 out. 2009.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002a. p. 39-47.

KADER, A. A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002b. p.135–144.

KRARUP, C.; TOHÁ, J.; GONZÁLEZ, R. Symptoms and sensitivity to chilling injury of Cantaloupe melons during postharvest. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago do Chile, v.69, n.2, p.125-133, 2009.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M. A. Effects of ascorbic acid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh cut cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.66, n.9, p. 1283-1286, 2001.

LESTER, G. E.; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p. 223-227, 1993.

LESTER, G. Melon (*Cucumis melo* L.) fruit nutritional quality and health functionality. **HortTechnology**, Alexandria, v. 7, n. 3, p. 222- 227, 1997.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica**, Recife, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. 2. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.409-413, 2003.

MORAIS, P. L. D.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F. Potencial de vida útil pós-colheita de quatro genótipos de melão tipo Gália. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.28, n.6, p.1314-1320, 2004.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. da; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.214-218, 2009.

MOREIRA, S. R.; MELO, A. M. T. de; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, P. E.; NARITA, N. **Melão (*Cucumis melo* L.)**. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 6 jun. 2010.

OLIVEIRA, M. A. de. **Utilização de películas de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava*) variedade Kumagai**. 1996. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

OMS-OLIU, G.; RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of superatmospheric and low oxygen modified atmospheres on shelf-life extension of fresh cut melon. **Food Control**, Guildford, v.19, n.2, p.191–199, 2008.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Heat treatment and fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.21, n.1, p.21–38, 2000.

PORTELA, S.; NIE, X.; SULOW, T. Changes in sensory quality and fermentative volatile concentrations of minimally processed cantaloupe stored in controlled atmospheres. In: INTERNACIONAL CONTROLLED RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. p.123-129.

PORTELA, S. I.; CANTWEL, M. I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, p.351-357, 1998.

PRADO, M. E. T.; CHITARRA, A. B.; RESENDE, J. V. Armazenamento de melão 'Orange Flesh' minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.2, p.346-352, 2005.

ROBERTSON, G. L. Modified atmosphere packaging. In: ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.

ROCHA, R. H. C. **Alterações anatômicas, físicas e fisiológicas induzidas por estresses mecânicos em melão gália**. 2008. 130f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SCHIRRA, M.; MULAS, M.; FADDA, A.; CAULI, E. Cold quarantine responses of blood oranges to postharvest hot water and hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.31, p.191-200, 2004.

SILVEIRA, A. C.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.H.; ARTÉS, F. Hot water treatment and peracetic acid to maintain fresh-cut "Galia" melon quality. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v.12, n.4, p.569–576, 2011.

SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: A review. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.14, n.9, p.341–353, 2003.

SOUZA, R. A. M. de. Mercado para produtos minimamente processados. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.31, n.3, p.7-18, 2001.

SOUZA, P. A.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. B.; SOUZA, G. L. F. M. Armazenamento refrigerado de melão Gália 'Solarking' sob atmosfera modificada. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.4, p.377-382, 2006.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Barking, v.13, p.215-225, 2002.

TAKII SEED. **Melão híbrido Louis**. Disponível em: <<http://www.takii.com.br/melaolouis.html>>. Acesso em: 6 jun. 2010.

TEIXEIRA, C. G. Cultura. In: ITAL. **Abacate**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2.ed. Campinas: ITAL, 1992. 250p.

UKUKU, D. O.; PILIZOTA, V.; SAPERS, G. M. Effect of hot water and hydrogen peroxide treatments on survival of *Salmonella* and microbial quality of whole and fresh-cut cantaloupe. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.67, n.3, p.432-437, 2004.

VILAS BOAS, E. V. B. Efeito da atmosfera controlada sobre a qualidade de bananas minimamente processadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002. Porto Alegre. **Anais...** CD-ROM.

VILAS BOAS, B. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; NUNES, E. E.; ARAÚJO, F. M. M. C.; CHITARRA, E. B. Qualidade pós-colheita de melão 'Orange Flesh' minimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.438-440, 2004.

WILLEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hill, 1994. 368p.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Tradução de J. B. Gonzáles. 2nd ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240p.

CAPÍTULO 2 – Qualidade de melões rendilhados ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo estabelecer a melhor temperatura de armazenamento para a conservação de melões do híbrido ‘Louis’. Os frutos foram armazenados sob condição de ambiente (22 ± 2 °C e $80 \pm 5\%$ UR), e sob refrigeração (3 ± 1 °C e $80 \pm 5\%$ UR; 6 ± 1 °C e $80 \pm 5\%$ UR; e 9 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ UR) e avaliados quanto a coloração e firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e pectinas (solúvel e total), e atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, poligalacturonase e pectinametilesterase. Os frutos também foram avaliados quanto à perda de massa fresca. Os melões ‘Louis’ armazenados a 22 °C apresentaram maior redução nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, além de apresentarem maior atividade da enzima poligalacturonase, com conservação por até 18 dias. Os frutos armazenados a 6 °C mantiveram a qualidade comercial durante 25 dias de armazenamento, apresentando os maiores teores de sólidos solúveis e menor atividade das enzimas peroxidase e poligalacturonase.

Palavras chave: *Cucumis melo*, armazenamento refrigerado, vida de prateleira.

2.1. Introdução

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertence à família das Cucurbitáceas, apresenta frutos de formato variável (redondo, oval ou alongado), casca lisa, enrugada ou rendilhada, pesando de um a quatro quilos. A coloração da polpa pode ser branca, amarelada, esverdeada, laranja ou salmão. A polpa deste fruto é constituída de 90% de água e contém vitaminas A, C e E, além de sais minerais e elevado teor de açúcares, cujo gosto adocicado o torna apreciado pelos consumidores (MOREIRA et al., 2009).

Os frutos do híbrido Louis, pertencentes ao grupo Net Melon, apresentam formato esférico, casca com coloração verde clara, intensamente reticulada e polpa esverdeada. É um híbrido resistente a *Oídio* e *Fusarium*, possui teor de sólidos solúveis em torno de 15-16 °Brix e frutos com peso médio de 1,5 kg (TAKII SEED,

2010), mas apresentam baixa conservação pós-colheita por serem climatéricos e apresentarem, depois da colheita, aumento na atividade metabólica com aumento na taxa respiratória, o que reduz sua vida útil (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Assim, os principais entraves ao prolongamento da qualidade pós-colheita desse tipo de melão estão associados à sua rápida velocidade de respiração e senescência, fazendo-se necessário o uso de tecnologias, como a refrigeração.

O armazenamento refrigerado é uma ferramenta importante para o prolongamento da vida útil de frutos. Possibilita a comercialização em locais distantes da produção, usando-se meios de transporte mais demorados e mais baratos, melhorando a competitividade no mercado internacional (LIMA et al., 2006). Todavia, em frutos tropicais, como o melão, a refrigeração pode levar ao aparecimento posterior de distúrbios fisiológicos que afetam negativamente sua qualidade, assim que eles são removidos desta condição (MIGUEL et al., 2013), fazendo-se necessário a verificação da temperatura adequada para o armazenamento desses frutos.

Filgueiras et al. (2000) estabeleceu que o armazenamento de melões é feito, geralmente, sob temperatura de 4-6 °C e 90-95% UR. Entretanto, o conhecimento do comportamento pós-colheita de novos híbridos é muito limitado, exigindo estudos que permitam melhorar a conservação de seus frutos na pós-colheita, de forma a ampliar a oferta deste produto no mercado consumidor (MORAIS; MENEZES; OLIVEIRA, 2004).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estabelecer a melhor temperatura de armazenamento para a conservação de melões do híbrido 'Louis'.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Material vegetal

Neste experimento foram utilizados melões rendilhados do híbrido Louis, colhidos no dia 25 de janeiro de 2011, no estágio de maturação fisiológica, ou seja, quando os frutos estavam fisiologicamente desenvolvidos, em propriedade comercial de Itápolis-SP. Os frutos foram acondicionados em caixas de papelão apropriadas e

transportados por 70 km até o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV-UNESP, em Jaboticabal-SP. Após lavagem com detergente e água, os frutos foram higienizados pela imersão em solução de Sumaveg® (6,66 g L⁻¹ de água), correspondente a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, por 10 minutos.

2.2.2. Condução do experimento

Os melões foram armazenados, no mesmo dia da colheita, sob quatro condições: 22 ± 2 °C e 80 ± 5% UR (ambiente); câmara refrigerada do tipo B.O.D. (9 ± 1 °C e 80 ± 10% UR); câmara fria (6 ± 1 °C e 80 ± 5% UR); e em expositor (3 ± 1 °C e 80 ± 5% UR). O armazenamento foi feito em lotes com 50 unidades por tratamento, permitindo que amostras com 6 frutos (três repetições com dois frutos cada) fossem tomadas a cada 3 dias para os armazenados a 22 °C e a cada 5 dias para os armazenados sob as demais temperaturas.

2.2.3. Avaliações

a) Coloração da polpa: foi determinada utilizando-se Colorímetro Minolta CR-400, sendo feita uma leitura em cada metade da polpa, após o corte longitudinal do fruto. Foram determinados os valores de luminosidade (L*), onde 100 = branco e 0 = preto; a* (positivo = vermelho e negativo = verde) e b* (positivo = amarelo e negativo = azul). O ângulo Hue (h°) e a cromaticidade (chroma) foram calculados usando-se equações apropriadas (MINOLTA CORP., 1994).

b) Firmeza da polpa: foi avaliada na região equatorial, em lados opostos, com uma leitura feita de cada lado após a retirada da casca, usando-se penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, sendo os resultados expressos em Newtons (N).

c) Sólidos solúveis: foi quantificado em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificado em refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

d) Acidez titulável: foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,05 M e expressa em gramas de ácido cítrico 100 g⁻¹ polpa (AOAC, 1997- método 942.15).

e) Atividade da enzima peroxidase (POD): pesou-se 10 gramas da polpa de melão, a qual foi adicionada 20 mL de tampão fosfato de potássio (0,2M). Homogeneizou-se por 1 minuto e em seguida centrifugou-se a 11.655xg por 10 minutos a 4 °C. A atividade foi determinada no sobrenadante pelo método de Allain et al. (1974), onde pipetou-se em tubos de ensaio: 0,5 mL de solução A (H₂O₂), 0,5 mL de solução B (fenol), 0,6 mL da solução tampão e 0,4 mL do extrato. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 505 nm. Os resultados foram expressos em µmol de H₂O₂ degradado g⁻¹min⁻¹.

f) Atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): utilizou-se o mesmo extrato preparado para a determinação da atividade da enzima peroxidase. A determinação foi feita pelo mesmo método da POD. Foi pipetado em cada tubo de ensaio: 0,5 mL da solução B (fenol) e 1,0 mL de extrato. Posteriormente, os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C, por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 420 nm. Os resultados foram expressos em µmol de fenol degradado g⁻¹min⁻¹.

g) Atividade da poligalacturonase (PG): foi avaliada segundo Ghazali; Leong (1987). Pesou-se 5 gramas de polpa de melão, que foi homogeneizada por 30 segundos, com 30 mL de tampão de acetato de sódio (0,1 M) pH 6,0, contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5 M de NaCl. Centrifugou-se a 26.223xg por 30 minutos a 4 °C, obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (1%), em tampão de acetato de sódio (0,1M), pH 5,0, incubada a 27 °C durante 3 horas. A reação foi paralisada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. Resfriaram-se os tubos no gelo. A avaliação da atividade foi feita segundo Miller (1959), reagindo-se 0,2 mL da amostra contida nos tubos; 1,3 mL de água

destilada e 1 mL da solução de 3,5 dinitro salicílico (DNS). No branco adicionou-se 1,5 mL de água destilada e 1 mL de DNS. Agitaram-se os tubos. Ferveu-se em banho-maria por 5 minutos e em seguida resfriou-se em gelo por 3 minutos. Acrescentou-se 7,5 mL de água destilada, agitou-se e fez-se leitura em espectrofotômetro a 540 nm. Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1 μmol de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas. A atividade específica foi expressa como unidades de enzima por grama por hora ($\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$).

h) Atividade da pectinametilesterase (PME): foi avaliada utilizando o proposto por Hultin; Sun; Bulger (1966) e Ratner; Goren; Monseline (1969). Utilizou-se o extrato preparado para a determinação da atividade da PG. Pipetou-se 5 mL do extrato em béquer (40 mL), adicionou-se 25 mL de pectina cítrica. Titulou-se durante 10 minutos com NaOH a 0,01 M e os resultados foram expressos em $\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$.

i) Pectina solúvel: foi determinada segundo a metodologia de McCready; McComb (1952). Tomou-se 7 gramas de polpa, que foi homogeneizada com 30 mL de etanol a 95% e em seguida agitado por 30 minutos em Shaker e deixado em repouso por uma noite. Este extrato foi filtrado a vácuo e o resíduo com 10 mL de álcool etílico a 75% por duas vezes. Transferiu-se o resíduo para um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e agitou-se por uma hora. Filtrou-se novamente a vácuo, para balão volumétrico (100 mL) e completou-se o volume. Para a determinação colorimétrica utilizou-se a reação de carbazol, segundo a técnica de Bitter; Muir (1962). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

j) Pectina total: Tomou-se 7 gramas de polpa, que foi homogeneizada com 30 mL de etanol a 95% durante 30 segundos, em seguida foi agitado por 30 minutos e deixado em repouso por uma noite. Filtrou-se a vácuo, o resíduo foi lavado com 10 mL de álcool etílico a 75% por duas vezes e transferiu-se o resíduo para béquer contendo 20 mL de água destilada. Acertou-se o pH para 11,5 com NaOH 1,0 N e deixou-se em repouso por 30 minutos. Em seguida, acertou-se o pH entre 5,0-5,5

com ácido acético e transferiu-se para erlenmeyer lavando-se o béquer com 10 mL de água destilada. Adicionou-se 100 mg de pectinase, agitou-se por uma hora e filtrou-se a vácuo com eliminação do resíduo e completou-se o volume para 100 mL. Para a determinação colorimétrica utilizou-se a reação de carbazol, segundo a técnica de Bitter; Muir (1962). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

k) Perda de massa fresca: foi expressa em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem. Utilizou-se pesagem em balança Marte[®], com capacidade para 40 quilos.

2.2.4. Análise Estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 temperaturas e 7 datas de amostragem. Utilizaram-se três repetições com dois frutos cada, para cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SAS (SAS Institute Inc.) e o efeito dos tratamentos, quando significativo, por meio do Teste *F*. Diferenças significativas entre os resultados foram comparadas usando diferença mínima significativa (DMS) com 95% de intervalo de confiança ($P \leq 0,05$) (STEEL; TORRIE, 1987).

2.3. Resultados e discussão

A coloração da polpa manteve-se mais clara nos frutos estocados nas temperaturas mais baixas, principalmente nos armazenados a 6 °C, que apresentaram os maiores valores (67,47) de luminosidade. Os frutos submetidos a 3 °C apresentaram valor médio de 65,60 e os armazenados a 9 °C, média de 65,82. Os melões a 22 °C apresentaram os menores valores (63,69), indicando a polpa mais escurecida do que daqueles sob refrigeração. Não se observou variações durante o período de armazenamento (Dados não mostrados).

Os valores de cromaticidade diminuíram durante o período de armazenamento, em todas as temperaturas testadas (Figura 1A), porém nos melões armazenados a 3 °C a equação da reta apresentou menor inclinação, indicando a manutenção dos pigmentos. O armazenamento a 6 °C e a 9 °C acarretou em aumento na velocidade das reações, fazendo com que a degradação de pigmentos fosse maior.

Houve redução nos valores do ângulo Hue (h°) da polpa dos frutos ao longo do período de armazenamento nos frutos armazenados a 9 °C e 22 °C (Figura 1B). A redução do h° indica que a polpa dos melões armazenados tornaram-se mais amareladas, devido ao amadurecimento mais rápido em temperaturas mais elevadas.

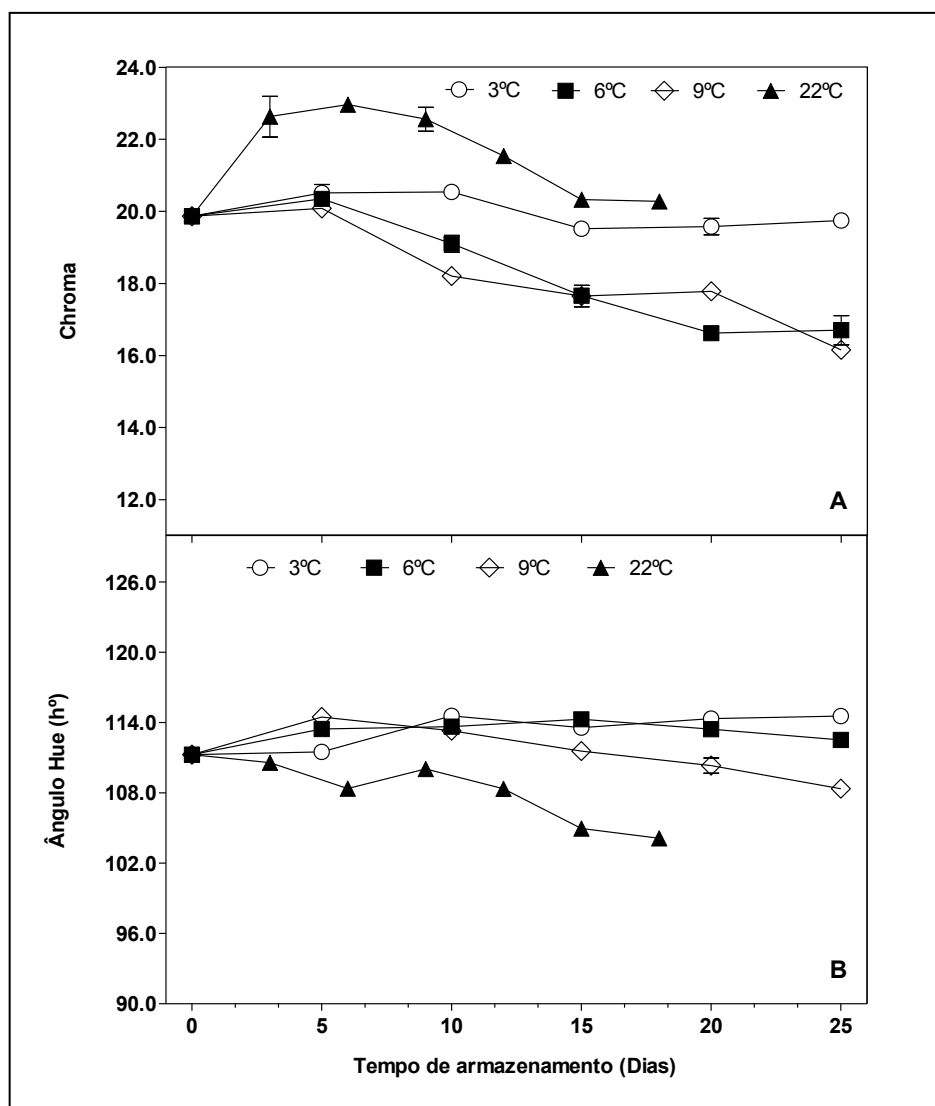


Figura 1. Cromaticidade (A) e ângulo Hue (B) da polpa de melões ‘Louis’, submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Ocorreu redução na firmeza dos melões ao longo do armazenamento (Figura 2), e as menores médias foram verificadas nos frutos armazenados a 22 °C, indicando que o amadurecimento foi mais acelerado que nas demais temperaturas, já que o amolecimento da polpa em melões é uma tendência natural devido ao amadurecimento e ao armazenamento (MENDONÇA et al., 2004).

Os frutos armazenados a 3 °C e 6 °C apresentaram a manutenção dos valores de firmeza até o 20º dia (Figura 2), indicando que o processo de amadurecimento ocorreu mais lentamente, visto que em temperaturas mais baixas ocorre menor atividade das enzimas relacionadas a degradação da parede celular,

como a poligalacturonase e a pectinametilesterase (SOUZA et al., 2006). Os melões armazenados a 6 °C apresentaram maiores valores de firmeza aos 25 dias de armazenamento.

O efeito de temperaturas de armazenamento mais elevadas no decréscimo da firmeza também foi observado por Gomes Junior et al. (2001) em melões Cantaloupe genótipo Num 3984, armazenados por 25 dias a 20 ± 1 °C e $50 \pm 2\%$ UR.

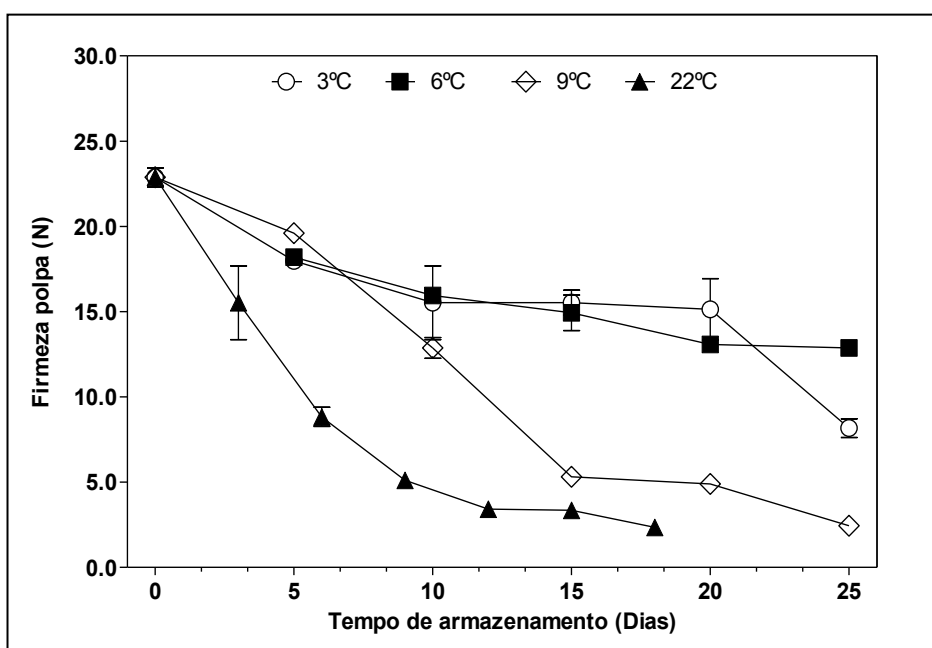


Figura 2. Firmeza da polpa (N) de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os teores de sólidos solúveis diminuíram ao longo do período de armazenamento, exceto nos frutos armazenados a 6 °C, onde valores apresentaram tendência em se manterem constantes. Isto pode estar associado com a manutenção da firmeza (Figura 2) nessa temperatura, indicando também que o processo de amadurecimento ocorreu mais lentamente (Figura 3).

Redução no teor de sólidos solúveis também foi encontrada por Gomes Junior et al. (2001), em melões Cantaloupe, genótipo Nun 3984, armazenados a 20 ± 1 °C e $50 \pm 2\%$. Segundo Souza et al. (2008), essa diminuição nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento pode ser devida ao consumo de açúcares pelo

processo respiratório dos frutos. Além disso, temperaturas mais elevadas aceleram a intensidade das reações, fazendo com que a taxa respiratória aumente, consumindo açúcares no processo.

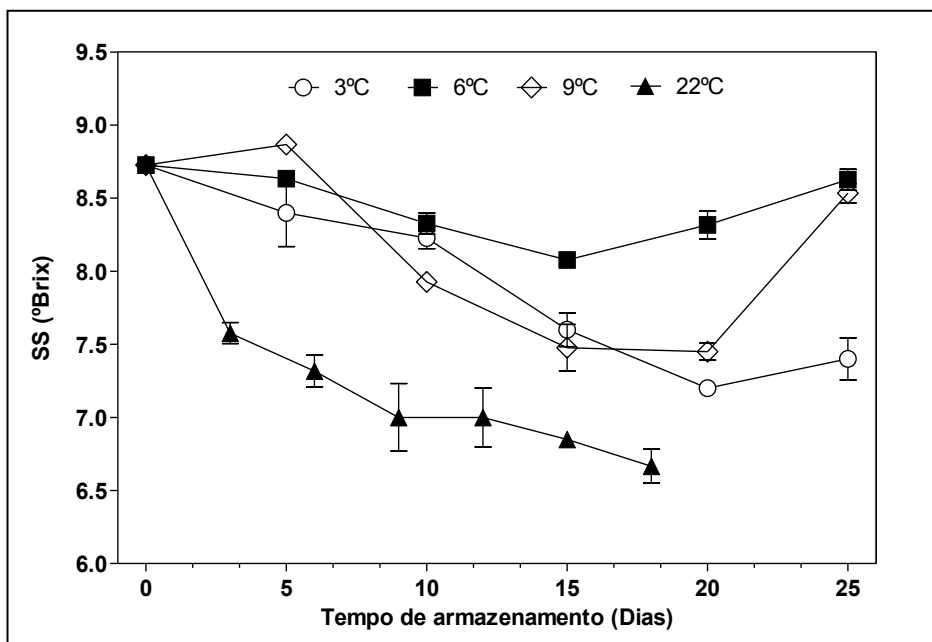


Figura 3. Teores de sólidos solúveis (SS) expressos em °Brix da polpa de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Verificou-se diminuição nos valores da acidez da polpa dos melões, durante o armazenamento (Figura 4). Essa diminuição nos teores de acidez titulável, sobretudo mais acentuada nos melões armazenados nas temperaturas mais elevadas, como a 22°C, indica que os ácidos podem ter sido consumidos no processo respiratório. O observado não é concordante com o relatado por Moraes et al. (2009). Estes autores indicaram aumento na acidez de melões (Gália 'Solar King', Charentais 'Aura Prince', Orange Flesh 'AF-1749') até o 14º dia de armazenamento, com posterior redução até o 28º dia, a 9 °C e 80% UR.

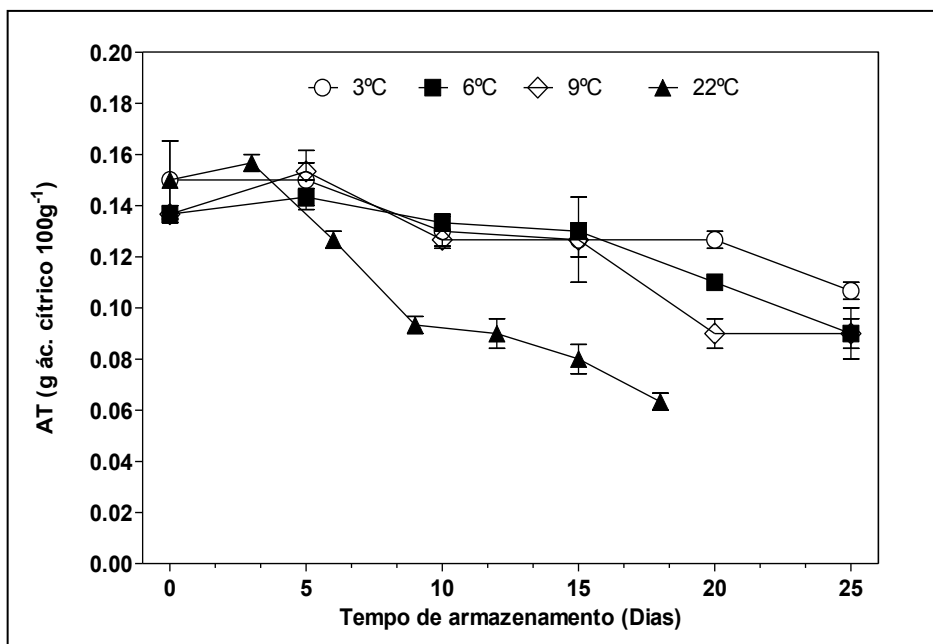


Figura 4. Teores de acidez titulável (AT) (g ác. cítrico 100 g⁻¹) da polpa de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A atividade da peroxidase (POD) na polpa dos frutos aumentou em todos os tratamentos, durante o armazenamento, com as maiores médias obtidas nos melões armazenados 3 °C (Figura 5A). Isto pode ser indicativo da ocorrência de oxidações devido aos danos causados pelo armazenamento nesta temperatura, porém não se detectou injúrias, visualmente.

O aumento na atividade da POD pode estar relacionado com a diminuição nos valores de luminosidade, sobretudo nos frutos armazenados a 22 °C, que apresentaram polpa mais escurecida, uma vez que o escurecimento ou descoloração dos tecidos são oriundos de reações catalisadas por esta enzima (LAURENTE; CLEMENTE, 2005). Esses resultados diferem do encontrado por Chisari et al. (2009) ao determinarem a atividade desta enzima em dois grupos de melão (*C. melo* var. *cantalupensis* e var. *inodorus*), colhidos em três estádios de maturação. Os autores observaram redução na atividade da POD em melões do grupo Cantaloupe.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) diminuiu nos frutos armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C (Figura 5B), o que pode explicar a ausência de escurecimento da polpa nos melões armazenados nestas temperaturas, devido a redução na

velocidade das reações enzimáticas. Essa tendência também foi observada por Chisari et al. (2009), que verificaram diminuição progressiva na atividade da PPO durante o amadurecimento em melões Galia e também por Arruda et al. (2003) em melões rendilhados cv. Bonus II.

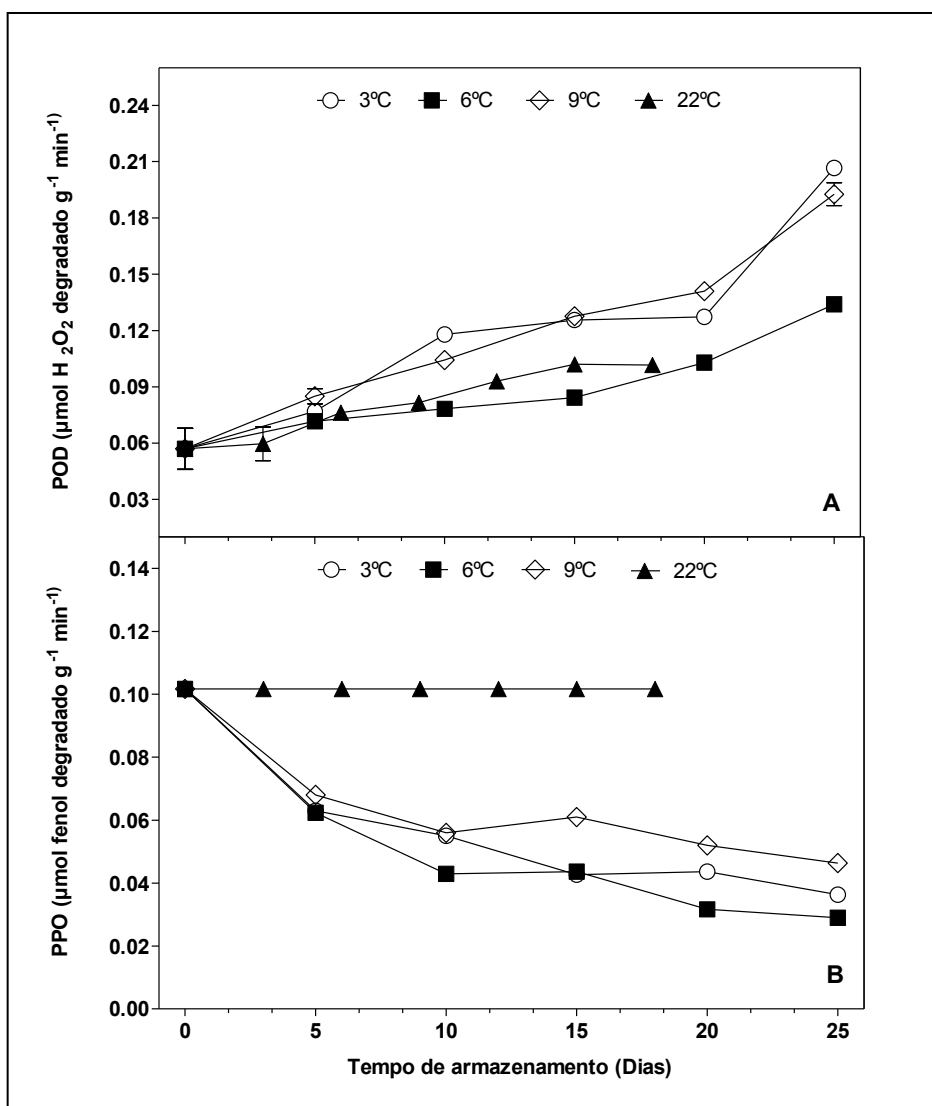


Figura 5. Atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO), da polpa de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A atividade da poligalacturonase (PG) aumentou linearmente com o tempo de armazenamento, nos frutos armazenados a 3 °C e 9 °C (Figura 6A), coincidindo com decréscimos nos valores de firmeza (Figura 2). Nos frutos armazenados a 6 °C, a atividade desta enzima se manteve estável e relaciona-se com a menor inclinação

da reta dos valores de firmeza, nesta temperatura. Os frutos armazenados a 22 °C apresentaram atividade da PG estável após o 3º dia de armazenamento, porém com valor mais elevado, indicando que os melões estavam mais moles, uma vez que o amolecimento está relacionado com ao aumento da atividade de hidrolases tais como a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), durante o armazenamento (SOUZA et al., 2006).

A atividade da pectinametilesterase (PME) também aumentou linearmente com o tempo de armazenamento, nos frutos armazenados a 6 °C e a 9 °C (Figura 6B). Nos frutos armazenados a 3 °C e 22 °C, a ação desta enzima se manteve estável durante todo o armazenamento, mas nos melões a 22 °C a atividade foi mais alta, relacionando-se com a diminuição acentuada nos valores da firmeza (Figura 2) desses frutos, devido à atividade desta enzima. Isto foi diferente do relatado por Souza et al. (2008) que não detectou atividade desta enzima em melões Charentais.

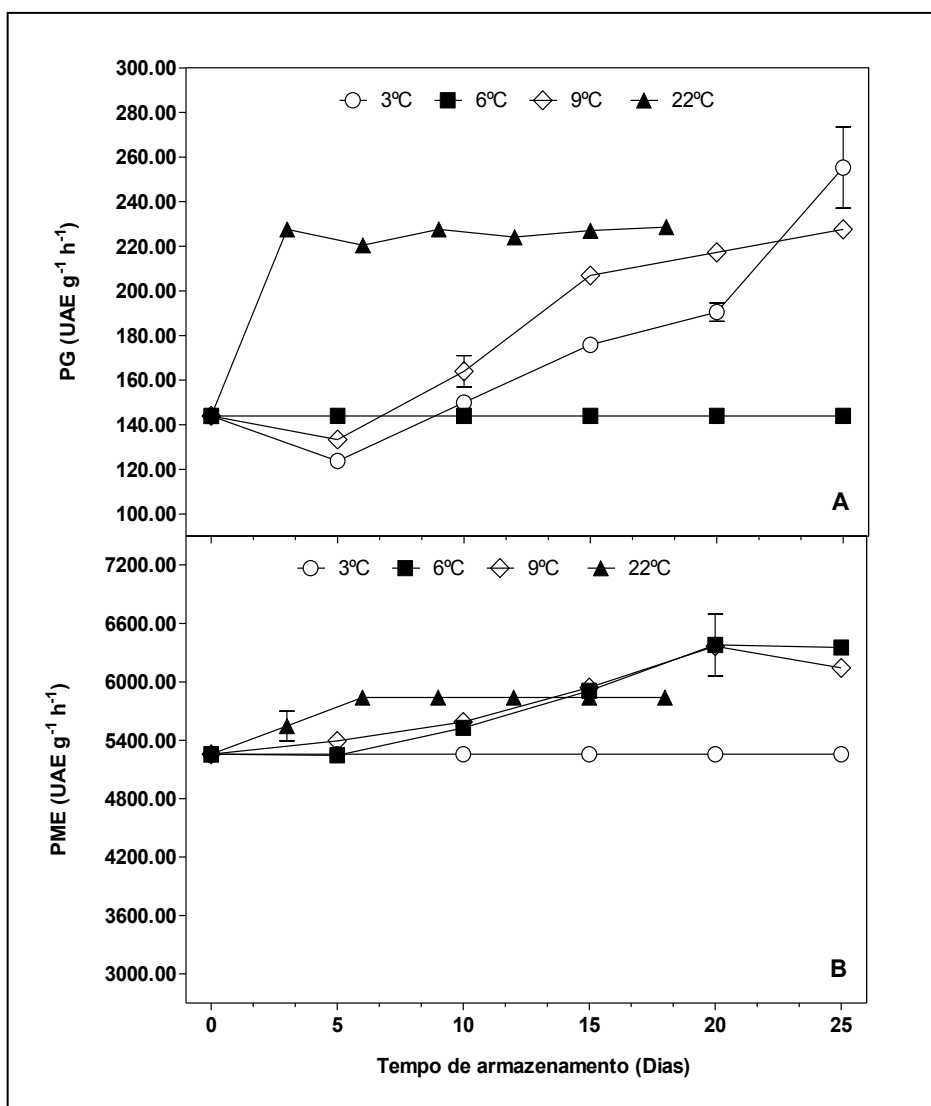


Figura 6. Atividade da poligalacturonase (PG) e da pectinametilesterase (PME), da polpa de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os teores de pectina total (3 °C = 0,05%; 6 °C = 0,03%; 9 °C = 0,02% e 22°C = 0,07%) e solúvel (3 °C = 0,03%; 6 °C = 0,02%; 9 °C = 0,01% e 22°C = 0,04%) mantiveram-se constantes em todas as temperaturas testadas, ao longo do período de armazenamento. As maiores médias foram verificadas nos frutos armazenados a 22°C, o que pode estar relacionada com a atividade da PG (Figura 6), que também manteve sua atividade nesta temperatura. Estudos realizados em melões afirmam que durante o amadurecimento ocorre solubilização das pectinas, principalmente as hidrosolúveis (ROSE; HADFIELD; BENNETT, 1998), o que também foi o observado

neste trabalho, pois conforme se aumentou a temperatura, houve o amolecimento dos frutos.

Houve aumento gradual na perda de massa durante o armazenamento, nos frutos de todos os tratamentos (Figura 7). Observou-se que a perda de massa foi maior nos frutos armazenados a 22 °C e que os armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C perderam massa fresca com menor intensidade. Isto ocorre pois quanto menor a temperatura de armazenamento, menor a taxa respiratória, logo, menor será a transpiração, e, conseqüentemente, menor a perda de massa (DAMIANI; VILAS BOAS; PINTO, 2008). Morais et al. (2009) ao armazenarem melões Gália 'Solar King' por 28 dias a 9 °C $\pm$ 2 °C e umidade relativa de 80 $\pm$ 5%, também verificaram aumento gradual na perda de massa fresca por esses frutos.

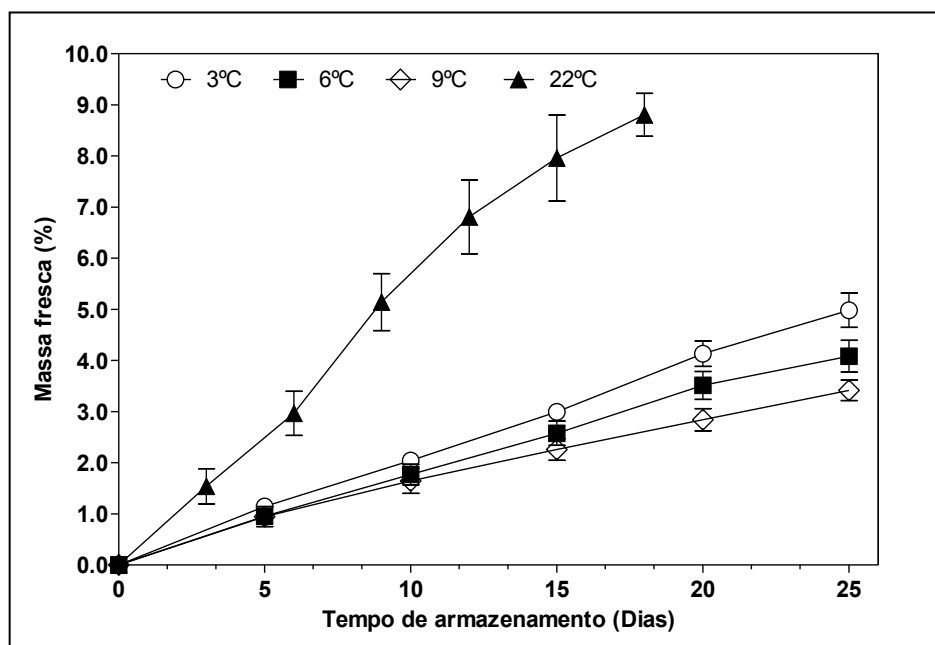


Figura 7. Perda de massa fresca (%) de melões 'Louis' submetidos a quatro temperaturas, durante 25 dias de armazenamento. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

2.4. Conclusões

Os melões 'Louis' armazenados a 22 °C apresentaram maior redução nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, além de apresentarem maior atividade da enzima poligalacturonase, com conservação por até 18 dias. Os frutos

armazenados a 6 °C mantiveram a qualidade comercial durante 25 dias de armazenamento, apresentando os maiores teores de sólidos solúveis e menor atividade das enzimas peroxidase e poligalacturonase.

2.5. Referências Bibliográficas

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.120, p.470-475, 1974.

AMARANTE, C. V. T. do; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1683-1689, 2008.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, 1997. v.2, cap.37, método 942.15 e método 932.12.

ARRUDA, M. C. de.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.74-76, 2003.

BITTER, V.; MUIR, H. M. A. A modified uronic acid caarbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

CHISARI, M.; SILVEIRA, A. C.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA, G.; ARTÉS, F. Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p. 940–946, 2009.

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

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.203-212, 2008.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V. da; PEREIRA, L. de S. E.; GOMES JUNIOR, J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ALVES, R. E. Melão: pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.23-41.

GHAZALI, H. N., LEONG, N. Polygalacturonase activity in starfruit. **Food Chemistry**, London, v.24, n.1, p.147-157, 1987.

GOMES JUNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita de melão tipo cantaloupe, colhidos em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.356-360, 2001.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p. 320-327, 1966.

LAURENTE, C.; CLEMENTE, E. Avaliação da atividade da peroxidase em carambola (*Oxalidacia averrhoa*) em diferentes estádios de maturação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.159-163, 2005.

LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. de S. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga 'Tommy Atkins': efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.64-68, 2006.

McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V. A.; GUIMARÃES, A. A.; NUNES, G. H. S.; MENDONÇA JUNIOR, C. F. Efeito do retardamento da colheita, na qualidade e na vida útil do melão Orange Flesh. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.35-38, 2004.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. Qualidade de mangas cv. Palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.398-408, 2013.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MINOLTA CORP. **Precise color communication:** color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, p.49.

MORAIS, P. L. D.; MENEZES, J. B.; OLIVEIRA, O. F. Potencial de vida útil pós-colheita de quatro genótipos de melão tipo Gália. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.28, n.6, p.1314-1320, 2004.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. da; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.214-218, 2009.

MOREIRA, S. R.; MELO, A. M. T. de; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, P. E.; NARITA, N. Melão (*Cucumis melo* L.). 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 6 jun. 2010.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.

ROSE, J. K. C., HADFIELD, K. A.; BENNETT, A. B. Temporal sequence of cell wall disassembly in rapidly ripening melon fruit. **Plant Physiology**, Whashington, v. 117, p. 345–361, 1998.

SOUZA, P. A.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. B.; SOUZA, G. L. F. M. Armazenamento refrigerado de melão Gália ‘Solarking’ sob atmosfera modificada. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.4, p.377-382, 2006.

SOUZA, P. A.; FINGER, F. L.; ALVES, R. E.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; MENEZES, J. B. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.464-470, 2008.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach.** 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company. 1987. 633p.

TAKII SEED. **Melão híbrido Louis.** Disponível em:
<<http://www.takii.com.br/melaolouis.html>>. Acesso em: 6 jun. 2010.

CAPÍTULO 3 – Atmosferas com diferentes concentrações de oxigênio na conservação pós-colheita de melões rendilhados ‘Louis’

RESUMO - A atmosfera controlada, considerada como complemento da refrigeração, é uma técnica que pode prolongar a vida útil de vegetais em atmosfera diferente da normal. O objetivo deste trabalho foi estabelecer a concentração adequada de O₂ para a melhor conservação da qualidade de melões ‘Louis’. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e armazenados refrigerados ($6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $95 \pm 5\%$ UR) sob atmosfera controlada contendo 2%, 7%, 12% e 21% de O₂, balanceadas com nitrogênio. A cada sete dias, os melões foram avaliados quanto à coloração e firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e pectinas (solúvel e total), atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, poligalacturonase e pectinametilesterase. Eles também foram avaliados quanto a perda de massa fresca e atividade respiratória. Melões ‘Louis’ mantiveram a qualidade por 28 dias sob todas as concentrações de oxigênio testadas. A atmosfera com 2% de oxigênio mostrou ser a mais eficiente para a conservação dos melões, devido à manutenção da firmeza e menor atividade da PG e da PME.

Palavras chave: *Cucumis melo*, refrigeração, concentração de oxigênio.

3.1. Introdução

O melão rendilhado é considerado pouco calórico e boa fonte de sódio, potássio, vitaminas A e C e beta-caroteno. Seu consumo está relacionado ao teor de sólidos solúveis balanceados com os ácidos, que são responsáveis pelo sabor adocicado, e o diferencia dos outros tipos de melões (LESTER, 1997). Entretanto, sua vida útil é limitada, fazendo-se necessário o uso de tecnologias para prolongar sua vida de prateleira, como a atmosfera controlada.

A atmosfera controlada baseia-se no princípio da modificação e controle rígido da concentração de gases na atmosfera natural, ou seja, a concentração de

CO₂ é aumentada e a de O₂ é reduzida, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido naturalmente pelas frutas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Esta tecnologia permite manter a qualidade de produtos em atmosfera que difere da normal, quanto as proporções de oxigênio, nitrogênio e gás carbônico. Considerada como complemento da refrigeração, pode ser utilizada durante o transporte, armazenamento temporário ou prolongado dos produtos perecíveis destinados ao mercado, ampliando, desta forma, a conservação dos vegetais (KADER, 2002).

A síntese de etileno pode ser retardada usando-se baixas temperaturas e pelo controle das concentrações de O₂ e CO₂ na atmosfera de armazenagem. Essas condições vão reduzir a taxa respiratória dos frutos, processo que pode degradar as reservas estocadas durante o crescimento, como o teor de sólidos solúveis, que são de vital importância, no caso do melão, para serem aceitos no mercado (ALVES et al., 2000).

Em melões minimamente processados, concentrações entre 6 e 15 kPa de CO₂ e 3,5 a 6 kPa de O₂ reduziram a perda de qualidade em 28 dias de armazenamento a 4,5°C (O'CONNOR-SHAW et al., 1996). Entretanto, existe carência de informações a respeito das condições de atmosfera controlada que possam resultar no retardamento do amadurecimento de melões "in natura", e conservando a qualidade.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer a concentração adequada de O₂ para a melhor conservação da qualidade de melões 'Louis'

3.2. Material e métodos

3.2.1. Material vegetal

Neste experimento foram utilizados melões rendilhados do híbrido Louis, colhidos no dia 28 de março de 2011, no estágio de maturação fisiológica, ou seja, quando os frutos estavam completamente desenvolvidos, em propriedade comercial de Itápolis-SP. Os frutos foram acondicionados em caixas de papelão apropriadas e transportados por 70 km para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas

da FCAV/UNESP, em Jaboticabal-SP. Após lavagem com detergente e água, os frutos foram higienizados por imersão em solução de Sumaveg[®] (6,66 g L⁻¹ de água), correspondente a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, por 10 minutos.

3.2.2. Condução do experimento

Os melões foram resfriados em câmara fria a 6 °C, por 8h. Em seguida, foram colocados em caixas plásticas fechadas hermeticamente e adaptadas para a realização dos tratamentos (atmosferas). Estas caixas plásticas possuíam dimensão de 60 cm x 40 cm x 22 cm, com tampa de acrílico para vedação e com capacidade de acondicionamento de aproximadamente 15 kg de melão em camada única.

As caixas com seis frutos foram dispostas em estantes no interior da câmara a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $80 \pm 5\%$ UR (melhor condição estabelecida no Capítulo 2). Dentro das caixas a umidade relativa foi de $95 \pm 5\%$.

Neste experimento foram utilizadas quatro misturas gasosas (tratamentos) com as concentrações de 2%, 7%, 12% e 21% de O₂, balanceadas com nitrogênio (N₂). O tratamento com 21% foi considerado como tratamento controle.

As misturas gasosas umidificadas foram injetadas na parte superior das caixas, por tubulação plástica (flexível, transparente, de 7,30 mm), em fluxo contínuo de 200 mL min⁻¹. A saída era localizada na parte inferior das caixas e em posição oposta à entrada. As misturas foram balanceadas com nitrogênio (N₂), fornecido por cilindros individuais, do tipo T (6,0 m³) da White Martins Gases Industriais Ltda. A mistura gasosa do tratamento controle foi fornecida por um compressor de ar odontológico (Shulz, modelo MS 3/30L). As composições atmosféricas foram aferidas diariamente usando-se um analisador de gases da marca Dansensor, modelo Checkmate 9001.

O equipamento utilizado para estabelecer e controlar a atmosfera foi um fluxcentro ("Flowboard") descrito por Calbo (1989), com modificação no regulador de pressão. Calbo (1989) utilizava como regulador de pressão um barostato, onde ocorria o borbulhamento dos gases em seu interior, com consequente perda dos mesmos para a atmosfera e elevado consumo dos mesmos. No lugar do barostato foi utilizada uma válvula diferencial, utilizada em botijão de gás GLP doméstico, o

que permitiu regular a pressão do equipamento sem perda de gás (CERQUEIRA et al., 2009).

O ar comprimido (O_2) e o N_2 , em linhas separadas, foram umidificados pela passagem por recipiente de plástico contendo água destilada. Após, as misturas entravam no fluxcentro, onde cada linha de gás passava por um controlador de pressão, permitindo controlar e manter a pressão do fluxo em 60 cm de coluna de água (TEIXEIRA et al., 2006; CUNHA JUNIOR, 2011).

Para estabelecer os fluxos desejados foram utilizados capilares flexíveis de cobre, cujos diâmetros foram ajustados por prensagem em morsa mecânica. O fluxo de cada capilar foi aferido usando-se bolhometro padrão de 50 mL, em vidro graduado. Os fluxos ajustados de cada gás seguiam para os misturadores, constituídos de uma conexão "T". Estas misturas foram aplicadas nas caixas herméticas contendo os melões (CUNHA JUNIOR, 2011).

Os frutos foram analisados a cada sete dias, em triplicata (três repetições com dois frutos cada) e ao acaso, quanto à coloração e firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e pectinas (solúvel e total), e atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). Foi avaliado também a evolução da perda de massa fresca e a atividade respiratória.

3.2.3. Avaliações

a) Coloração da polpa: foi determinada utilizando-se Colorímetro Minolta CR-400, sendo feita uma leitura em cada metade da polpa, após o corte longitudinal do fruto. Foram determinados os valores de luminosidade (L^*), onde 100 = branco e 0 = preto; a^* (positivo = vermelho e negativo = verde) e b^* (positivo = amarelo e negativo = azul). O ângulo Hue (h°) e a cromaticidade (chroma) foram calculados usando-se equações apropriadas (MINOLTA CORP., 1994).

b) Firmeza da polpa: foi avaliada na região equatorial, em lados opostos, com uma leitura feita de cada lado após a retirada da casca, usando-se penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, sendo os resultados expressos em Newtons (N).

c) Sólidos solúveis: foi quantificado em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificado em refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

d) Acidez titulável: foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,05 M e expressa em gramas de ácido cítrico 100 g⁻¹ polpa (AOAC, 1997- método 942.15).

e) Carboidratos solúveis: foi doseado em extrato obtido de polpa homogeneizada, conforme o proposto por Faleiros (1978). O extrato foi preparado pesando-se em erlenmeyer de 250 mL 10 gramas de polpa que foram diluídas em 70 mL de água destilada. Este material foi aquecido por 30 minutos em banho-maria, filtrou-se em papel de filtro para balão (100 mL) e o volume foi completado com água destilada. A determinação foi realizada em extrato suficientemente diluído. Deste extrato diluído tomou-se 2 mL que foram reagidos com 1 mL de solução de fenol (5%) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após repouso por 10 minutos em temperatura ambiente e resfriado em água destilada, a leitura da absorbância da coloração desenvolvida foi feita em espectrofotômetro a 490 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 µg glicose mL⁻¹, preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g⁻¹ de polpa (DUBOIS et al.,1956).

f) Carboidratos redutores: utilizou-se o mesmo extrato feito para os carboidratos redutores. A determinação foi feita segundo Miller (1959), pipetando-se 2 mL de extrato convenientemente diluído que foi levado a tudo de ensaio no qual se pipetou 1 mL de solução 3,5 dinitro salicílico (DNS). Em seguida, os tubos foram mantidos em água em ebulição por 5 minutos, resfriando-se por 3 minutos em gelo. Adicionou-se 7,5 mL de água destilada. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 540 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 µg glicose mL⁻¹, preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g⁻¹ de polpa.

g) Atividade da enzima peroxidase (POD): pesou-se 10 gramas da polpa de melão, a qual foi adicionada 20 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M). Homogeneizou-se por 1 minuto e em seguida centrifugou-se a 11.655xg por 10 minutos a 4 °C. A atividade foi determinada no sobrenadante pelo método de Allain et al. (1974), onde pipetou-se em tubos de ensaio: 0,5 mL de solução A (H₂O₂), 0,5 mL de solução B (fenol), 0,6 mL da solução tampão e 0,4 mL do extrato. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 505 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ degradado g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

h) Atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): utilizou-se o mesmo extrato preparado para a determinação da atividade da enzima peroxidase. A determinação foi feita pelo mesmo método da POD. Foi pipetado em cada tubo de ensaio: 0,5 mL da solução B (fenol) e 1,0 mL de extrato. Posteriormente, os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C, por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 420 nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol de fenol degradado g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

i) Atividade da poligalacturonase (PG): foi avaliada segundo Ghazali; Leong (1987). Pesou-se 5 gramas de polpa de melão, que foi homogeneizada por 30 segundos, com 30 mL de tampão de acetato de sódio (0,1 M) pH 6,0, contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5 M de NaCl. Centrifugou-se a 26.223xg por 30 minutos a 4°C, obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (1%), em tampão de acetato de sódio (0,1 M), pH 5,0, incubada a 27 °C durante 3 horas. A reação foi paralisada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. Resfriaram-se os tubos no gelo. A avaliação da atividade foi feita segundo Miller (1959), reagindo-se 0,2 mL da amostra contida nos tubos; 1,3 mL de água destilada e 1 mL da solução de 3,5 dinitro salicílico (DNS). No branco adicionou-se 1,5 mL de água destilada e 1 mL de DNS. Agitaram-se os tubos. Ferveu-se em banho-maria por 5 minutos e em seguida resfriou-se em gelo por 3 minutos. Acrescentou-se 7,5 mL de água destilada, agitou-se e fez-se leitura

em espectrofotômetro a 540 nm. Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1 μmol de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas. A atividade específica foi expressa como unidades de enzima por grama por hora ($\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$).

j) Atividade da pectinametilesterase (PME): foi avaliada utilizando o proposto por Hultin; Sun; Bulger (1966) e Ratner; Goren; Monseline (1969). Utilizou-se o extrato preparado para a determinação da atividade da PG. Pipetou-se 5 mL do extrato em béquer (40 mL), adicionou-se 25 mL de pectina cítrica. Titulou-se durante 10 minutos com NaOH a 0,01 M e os resultados foram expressos em $\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$.

k) Pectina solúvel: foi determinada segundo a metodologia de McCready; McComb (1952). Pesou-se 7 gramas de polpa, que foi homogeneizada com 30 mL de etanol a 95% e em seguida agitado por 30 minutos em Shaker e deixado em repouso por uma noite. Este extrato foi filtrado a vácuo e o resíduo com 10 mL de álcool etílico a 75% por duas vezes. Transferiu-se o resíduo para um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e agitou-se por uma hora. Filtrou-se novamente a vácuo, para balão volumétrico (100 mL) e completou-se o volume. Para a determinação colorimétrica utilizou-se a reação de carbazol, segundo a técnica de Bitter; Muir (1962). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

l) Pectina total: Pesou-se 7 gramas de polpa, que foi homogeneizada com 30 mL de etanol a 95% durante 30 segundos, em seguida foi agitado por 30 minutos e deixado em repouso por uma noite. Filtrou-se a vácuo, o resíduo foi lavado com 10 mL de álcool etílico a 75% por duas vezes e transferiu-se o resíduo para béquer contendo 20 mL de água destilada. Acertou-se o pH para 11,5 com NaOH 1,0 N e deixou-se em repouso por 30 minutos. Em seguida, acertou-se o pH entre 5,0-5,5 com ácido acético e transferiu-se para erlenmeyer lavando-se o béquer com 10 mL de água destilada. Adicionou-se 100 mg de pectinase, agitou-se por uma hora e filtrou-se a vácuo com eliminação do resíduo e completou-se o volume para 100 mL. Para a determinação colorimétrica utilizou-se a reação de carbazol, segundo a

técnica de Bitter; Muir (1962). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

m) Perda de massa fresca: foi expressa em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da caixa e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem. Utilizou-se pesagem em balança Marte[®], com capacidade para 40 quilos.

n) Atividade respiratória: foi feita utilizando-se três repetições, sendo considerada como repetição uma caixa hermética com aproximadamente 10 kg de melão, em que a cada sete dias determinou-se a produção de CO₂, pelo sistema aberto. Foram coletadas amostras de gás na entrada e na saída das caixas herméticas (CUNHA JUNIOR, 2011). O teor de gás carbônico das amostras foi quantificado utilizando-se uma amostra de 0,3 mL que foi injetada em cromatógrafo a gás (Finnigan, modelo 9001, Finnigan Corporation, San Jose, EUA) equipado com coluna de aço inox preenchida com Porapak-N e peneira molecular (5A), metanador 350 °C, e detectores de condutividade térmica (150 °C) e de ionização de chama (150 °C), que usa nitrogênio como gás de arraste (30 mL min⁻¹). A produção de CO₂ foi calculada através da equação descrita por Kays (1991):

$$TRCO_2 = \frac{[(CCO_2)_{saída} - (CCO_2)_{entrada}] [F \times 60] \times 10^{-6}}{M}$$

onde:

$TRCO_2$ = taxa respiratória baseada na produção de CO₂, em mL kg⁻¹ h⁻¹;

CCO_2 = concentração de CO₂;

F = taxa do fluxo de gás;

M = Massa dos melões.

3.2.4. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições com dois frutos cada, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro níveis de O₂ (2%, 7%, 12% e 21%) e cinco datas de amostragem (0, 7, 14, 21 e 28 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SAS (SAS Institute Inc.) e o efeito dos tratamentos, quando significativo, por meio do Teste *F*. Diferenças significativas entre os resultados foram comparadas usando diferença mínima significativa (DMS) com 95% de intervalo de confiança ($P \leq 0,05$) (STEEL; TORRIE, 1987).

3.3. Resultados e discussão

Os melões não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de luminosidade da polpa (Tabela 1). Durante o período de armazenamento os valores mantiveram-se constantes. Esses resultados não concordam com os encontrados por Teixeira; Durigan (2010) em goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 12,5 °C por 28 dias, sob atmosfera controlada com diferentes níveis de oxigênio (1; 5; 10; 15 e 21 kPa), que observaram tendência de redução nos valores de luminosidade, principalmente nos frutos armazenados com 21kPa de O₂.

Os tratamentos também não apresentaram diferenças significativas nos valores de ângulo Hue (h°) da polpa. Durante o período de armazenamento os valores apresentaram pequeno aumento, indicando que a polpa dos frutos passou de verde para verde claro (Tabela 1). Esses resultados podem indicar o efeito benéfico da atmosfera controlada que reteve o desenvolvimento da cor, atrasando a síntese de pigmentos e fornecendo indícios que o processo de amadurecimento possa ter sido retardado.

Para os valores de cromaticidade, os frutos armazenados com 2% de O₂ apresentaram os maiores valores, enquanto os a 12%, os menores. Durante o período de armazenamento observou-se redução nesses valores (Tabela 1). Houve interação entre o tempo de armazenamento e as concentrações de oxigênio testadas, observando-se que a concentração de 20% de O₂ proporcionou redução mais rápida nos valores de cromaticidade, enquanto nas demais concentrações a redução foi menos acentuada a partir do sétimo dia de armazenamento (Figura 1).

Tabela 1. Luminosidade (L^*), ângulo Hue (h°) e cromaticidade (chroma) da polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $95 \pm 5\%$ UR.

Tratamentos	L^*	h°	chroma
Concentração de O_2 (Conc)			
2%	66,19 a	110,35 a	21,13 a
7%	65,93 a	110,85 a	20,44 ab
12%	66,70 a	110,19 a	19,43 c
21%	66,96 a	110,58 a	19,65 bc
F	NS	NS	**
Armazenamento (Dias)			
0	67,21 a	108,90 b	24,76 a
7	66,35 a	111,13 a	20,39 b
14	67,08 a	111,27 a	19,28 c
21	65,73 a	111,02 a	18,28 cd
28	65,86 a	110,15 ab	18,11 d
F	NS	**	**
F para interação Conc x Dias	NS	NS	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). NS, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

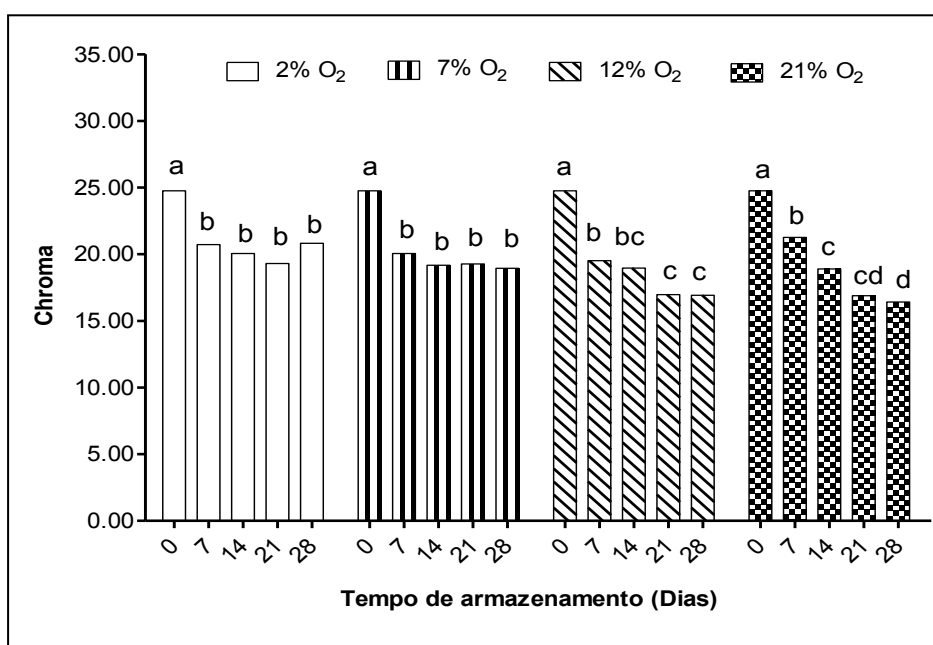


Figura 1. Cromaticidade (Chroma) da polpa de melões 'Louis' submetidos a atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $95 \pm 5\%$ UR. Médias com a mesma letra, dentro do fator concentração de O_2 , não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A firmeza da polpa reduziu-se ao longo do período de armazenamento (Tabela 2), provavelmente devido às mudanças nas estruturas de parede celular, com decomposição de pectinas e celulose, promovendo diminuição nas forças de coesão entre as células (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Diminuição nos valores de firmeza também foi observada por Pinto et al. (2013) em mamões 'Golden' armazenados a 13 °C e 85-95% UR, por 36 dias, sob atmosfera controlada contendo 1% de O₂ e 0,03% CO₂, 3% de O₂ e 0,03% de CO₂, 5% O₂ e 0,03% de CO₂, com adsorvedor de etileno.

Tabela 2. Firmeza (N) da polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ±1 °C e 95 ± 5% UR.

Tratamentos	Firmeza da polpa (N)
Concentração de O ₂ (Conc)	
2%	15,30 a
7%	11,87 b
12%	13,34 b
21%	13,44 b
F	**
Armazenamento (Dias)	
0	20,40 a
7	15,69 b
14	11,87 c
21	10,40 cd
28	9,22 d
F	**
F para interação Conc x Dias	**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

A firmeza dos frutos armazenados a 2% de O₂ foi maior que nos demais tratamentos. Esta menor perda de firmeza pode ser explicada pela menor atividade da pectinametilesterase (PME) (Tabela 5 e Figura 5) encontrada no período inicial de estocagem dos frutos. Resultado semelhante foi encontrado por Pinto et al. (2013) em mamões 'Golden' armazenados em atmosfera contendo 1% de oxigênio.

O amolecimento do melão pode estar relacionado com a perda de integridade de membranas das células mesocárpicas hipodermal (LESTER; STEIN, 1993). Para

Awad (1993), a firmeza depende da coesividade, do tamanho, da forma e da turgidez das células que compõem o tecido, sendo assim, os melões armazenados sob 2% de O₂ estavam mais turgidos devido aos maiores valores de firmeza.

Quando se analisou as concentrações de O₂ durante o período de armazenamento (Figura 2), verificou-se que os frutos armazenados nas concentrações mais baixas de O₂ (2% e 7%) mantiveram-se firmes até o 7º dia de armazenamento, quando comparados com os do controle (21% de O₂), cujos valores se reduziram rapidamente ao longo do período de armazenamento.

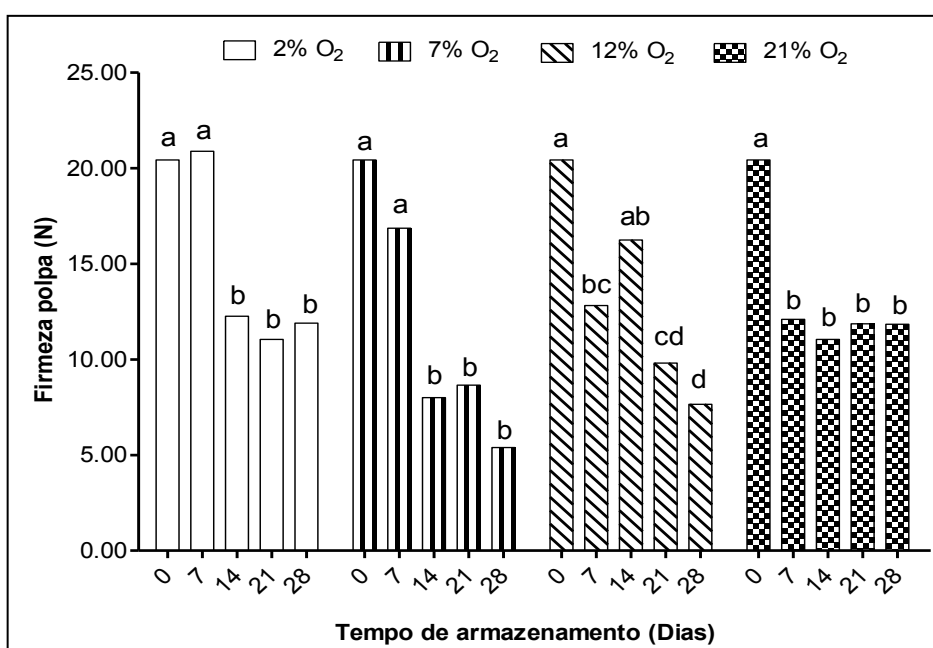


Figura 2. Firmeza da polpa (N) de melões ‘Louis’ submetidos a atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados 6 ± 1 °C e 95 ± 5% UR. Médias com a mesma letra, dentro do fator concentração de O₂, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável diminuíram ao longo do armazenamento (Tabela 3 e Figura 3). Essa redução durante o armazenamento, provavelmente foi ocasionada pelo consumo de açúcares como substrato no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os melões ‘Louis’ armazenados em atmosfera com 21% de oxigênio apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, o que pode ser devido ao processo natural de senescência do vegetal, quando ocorre solubilização da parede celular, dando origem a substâncias miscíveis em água, como o ácido galacturônico

(CHITARRA; CHITARRA, 2005). Maiores teores de sólidos solúveis em atmosferas mais elevadas de O₂ também foram encontrados por Brackmann; Saquet (1995) em maçãs 'Fuji' armazenadas a 2 °C e 1,5%O₂ e 2%O₂.

Tabela 3. Teores de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT) da polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ±1 °C e 95 ± 5% UR.

Tratamentos	SS (°Brix)	AT (g ác. cítrico 100g ⁻¹)
Concentração de O ₂ (Conc)		
2%	7,10 b	0,13 a
7%	7,67 c	0,11 c
12%	8,10 b	0,12 bc
21%	8,56 a	0,13 ab
F	**	**
Armazenamento (Dias)		
0	8,65 a	0,22 a
7	8,19 b	0,19 b
14	7,91 bc	0,09 c
21	7,98 bc	0,05 d
28	7,81 c	0,06 d
F	**	**
F para interação Conc x Dias	**	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

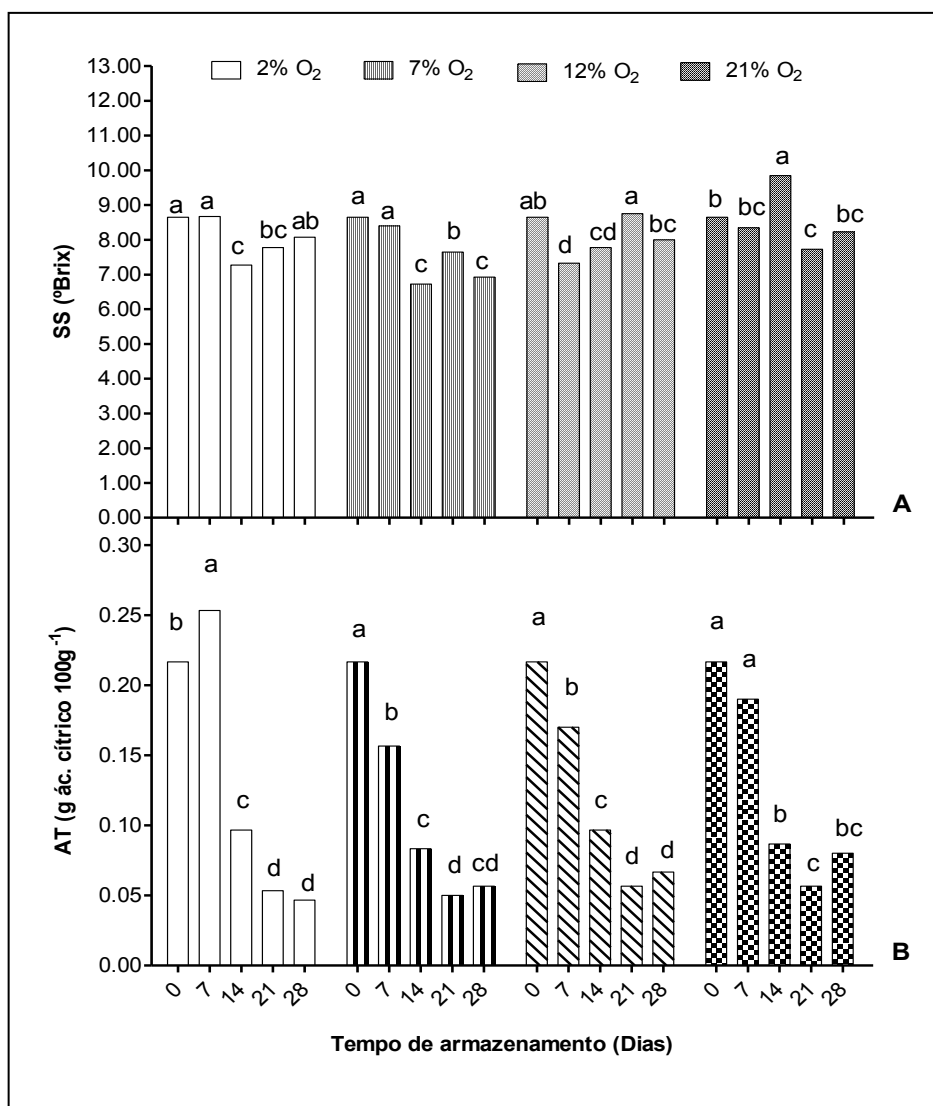


Figura 3. Teores de sólidos solúveis (SS) expressos em °Brix (A) e de acidez titulável (AT) expressos em g ác. cítrico 100g⁻¹ (B) da polpa de melões ‘Louis’ submetidos a atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados 6 ± 1 °C e 95 ± 5% UR. Médias com a mesma letra, dentro do fator concentração de O₂, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

As médias dos teores de carboidratos solúveis (7,65 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) e de redutores (2,83 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) mantiveram-se estáveis em todas as concentrações de oxigênio testadas, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos (Dados não mostrados). Os teores encontrados para as concentrações de 7% de O₂ (7,26 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) e 21% de O₂ (7,51 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) foram semelhantes ao encontrado por Moraes et al. (2009), que avaliaram a qualidade de melões Cantaloupe ‘Torreón’ (7,2 g 100

g⁻¹) e Orange Flesh 'AF-1749' (7,5 g 100 g⁻¹), produzidos nas fazendas exportadoras de melões do Polo Agrícola Mossoró-Assu/RN.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) da polpa dos melões aumentou durante o período de armazenamento (Tabela 4). As concentrações de 2%, 7% e 21% de O₂ apresentaram pequeno aumento na atividade da PPO até o final do armazenamento, enquanto na concentração de 12% este aumento foi maior (Figura 4A). A atividade da peroxidase (POD) variou com o tempo de armazenamento (Tabela 4 e Figura 4B), diminuindo até o 21º dia, para depois aumentar no final do período. Os melões armazenados em atmosfera contendo 2% de oxigênio apresentaram menor atividade dessas enzimas, o que pode estar relacionado ao não escurecimento da polpa, indicado pelos parâmetros de coloração (Tabela 1).

Tabela 4. Atividade da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD) na polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e 95 ± 5% UR.

Tratamentos	PPO (μmol fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	POD (μmol H ₂ O ₂ degradado g ⁻¹ min ⁻¹)
Concentração de O ₂ (Conc)		
2%	0,03 c	0,10 c
7%	0,04 b	0,12 b
12%	0,06 a	0,15 a
21%	0,03 c	0,12 b
F	**	**
Armazenamento (Dias)		
0	0,03 b	0,14 b
7	0,03 b	0,09 d
14	0,03 b	0,11 c
21	0,03 b	0,11 c
28	0,07 a	0,15 a
F	**	**
F para interação Conc x Dias	**	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

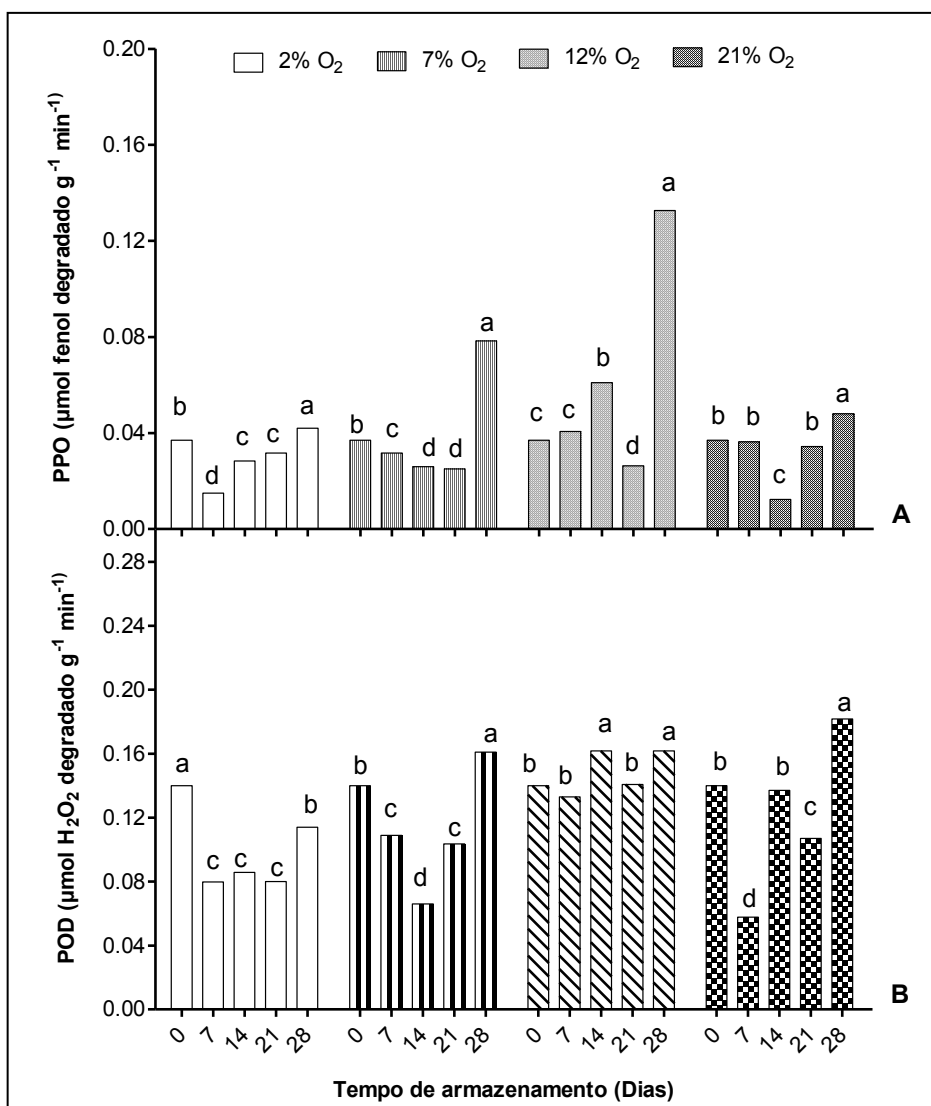


Figura 4. Atividade da polifenoloxidase (PPO) (A) e da peroxidase (POD) (B) da polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ UR. Médias com a mesma letra, dentro do fator concentração de O₂, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A modificação da estrutura da parede celular mediada por enzimas durante o amadurecimento vem sendo estudada em vários frutos. Em frutos climatéricos esses estudos têm mostrado que as modificações nos polímeros da parede celular são consequência da ação coordenada de enzimas modificadoras de parede, dentre elas a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME) (FONTES et al., 2008).

A atividade da poligalacturonase (PG) aumentou durante o período de armazenamento, e foi menor nos melões submetidos a condição de 2% de oxigênio (Tabela 5), o que é coerente com a manutenção da firmeza da polpa (Tabela 2 e

Figura 2) destes frutos. Nos frutos armazenados sob 12% de O₂ essa atividade se manteve constante durante todo o armazenamento, sendo mais elevada nos armazenados a 21% (Figura 5A). Comportamento diferente foi relatado por Chisari et al. (2009), ao estudarem o comportamento enzimático de melões do grupo Gália e Pele de Sapo. Os autores verificaram diminuição na atividade da PG durante o amadurecimento dos frutos.

Tabela 5. Atividade da poligalacturonase (PG) e da pectinametilesterase (PME) na polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ UR.

Tratamentos	PG (UAE g ⁻¹ h ⁻¹)	PME (UAE g ⁻¹ h ⁻¹)
Concentração de O ₂ (Conc)		
2%	144,48 a	3930,59 b
7%	151,99 b	5839,76 a
12%	154,04 b	4166,89 b
21%	190,67 a	5762,75 a
F	**	**
Armazenamento (Dias)		
0	146,18 b	5914,21 a
7	177,78 b	5365,97 b
14	175,30 b	5122,90 b
21	169,96 b	3855,01 c
28	219,75 a	4366,90 d
F	**	**
F para interação Conc x Dias	**	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

A atividade da pectinametilesterase (PME) diminuiu com o tempo de armazenamento (Tabela 5), o que também foi observado por Chisari et al. (2009) em melões Pele de Sapo. Estes dados corroboram com resultados de pesquisa em outras frutas climatéricas, como a banana (IMSABAI; KETSA; DOORN, 2006). Nos frutos armazenados sob 7% de oxigênio, a atividade da PME se manteve durante todo o armazenamento (Figura 5B).

Os melões armazenados sob atmosfera com 2% de oxigênio apresentaram retardo na atividade da PG e da PME, quando comparado com frutos estocados nas outras atmosferas avaliadas, o que também foi observado por Pinto et al. (2013) para mamões 'Golden' sob atmosfera de 1% de O₂ e 0,03% CO₂, quando armazenados a 13 °C e 85-95% UR.

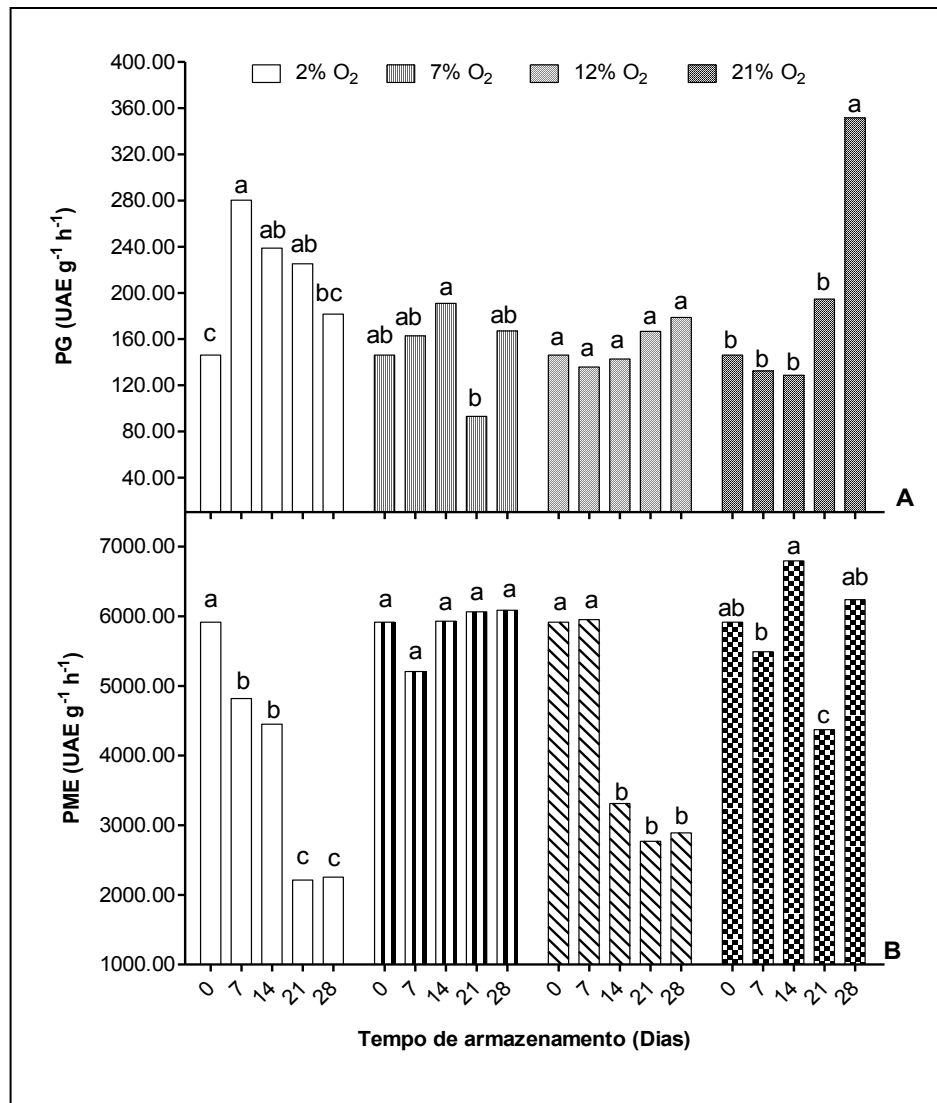


Figura 5. Atividade da poligalacturonase (PG) e da pectinametilesterase (PME) na polpa de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ UR. Médias com a mesma letra, dentro do fator concentração de O₂, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os teores de pectina solúvel e total mantiveram-se estáveis em todas concentrações testadas, ao longo armazenamento (Dados não mostrados), o que pode estar relacionado com a atividade da PG (Tabela 5 e Figura 5). Segundo McCollum; Huber; Cantiliffe (1989), ao estudarem melões Gália verificaram que ocorreu aumento na solubilidade e que isto, aparentemente, não foi devido à atividade da PG, indicando que estes processos podem ser independentes.

Houve diferença significativa na intensidade de perda de massa fresca (PMF) acumulada pelos frutos, ao longo do período de armazenamento e devido ao efeito das concentrações de oxigênio (Figura 6). Houve um aumento gradual de PMF ao longo do armazenamento e para todas as concentrações testadas. Observou-se que essa perda foi maior nos frutos submetidos a 7% de O_2 quando comparados aos demais tratamentos. Os frutos submetidos a 2% de O_2 foram os que perderam menos massa fresca no período.

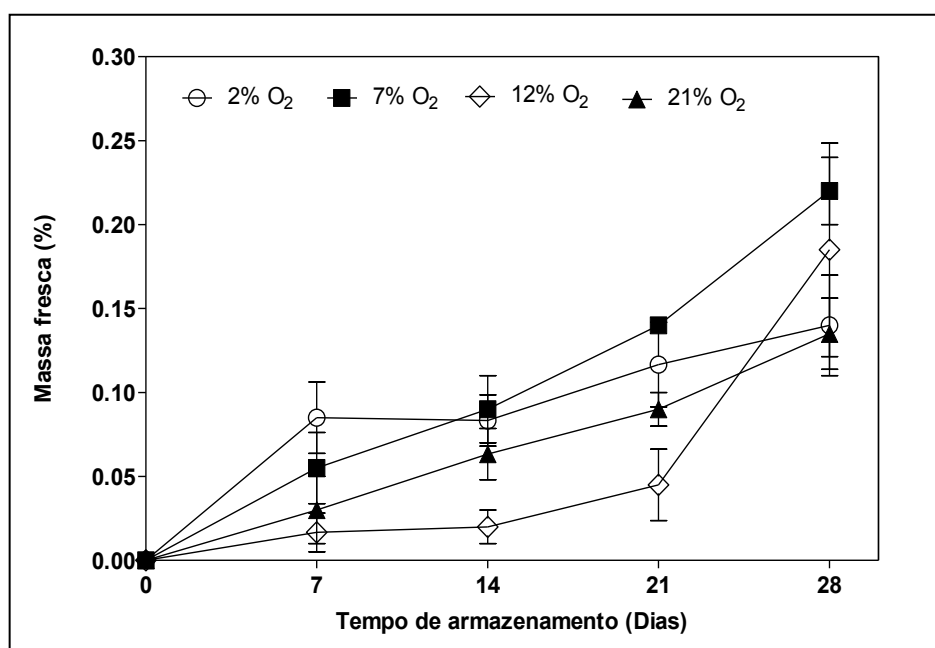


Figura 6. Evolução da perda de massa fresca acumulada de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A perda de massa fresca foi pequena no período (média de 0,1%), não ocorrendo perdas de aparência. A pequena perda de massa é efeito observado

quando se emprega atmosfera controlada como técnica de conservação pós-colheita, pelo fato de que os gases são umidificados antes de entrarem nas câmaras de armazenamento (HOJO, 2010).

A atividade respiratória dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do período de armazenamento, foi afetada pelas diferentes concentrações de oxigênio (Figura 7). Os frutos armazenados sob atmosfera com 2 e 7% de O_2 apresentaram taxa respiratória mais baixa durante o período de armazenamento. Isto pode estar relacionado com os componentes que regulam o processo de amadurecimento, visto que a disponibilidade de oxigênio é um fator determinante para o completo desenvolvimento deste processo (BIALE, 1964).

Observou-se aumento na respiração, após 21 dias, nos frutos armazenados em atmosfera contendo 12% de O_2 e no início o tratamento controle (21% O_2) apresentou maior atividade respiratória, que aumentou até o 21º dia, quando houve o pico climatérico. Efeito semelhante foi observado por Teixeira; Durigan (2010) em goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 12,5 °C, por 28 dias, sob atmosfera controlada contendo 10, 15, 21 kPa O_2 e no controle.

A redução do teor de oxigênio na atmosfera de armazenamento gera respostas do metabolismo primário e secundário dos vegetais. Entre estas respostas metabólicas está a redução na atividade respiratória, devido à dificuldade na captação de oxigênio, o que pode afetar o metabolismo do vegetal, com redução no consumo de açúcares solúveis, na síntese e na percepção ao etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Isto pode ser observado neste trabalho para as concentrações de 2% e 7% de oxigênio, onde os frutos apresentaram valores mais baixos no final do período de armazenamento.

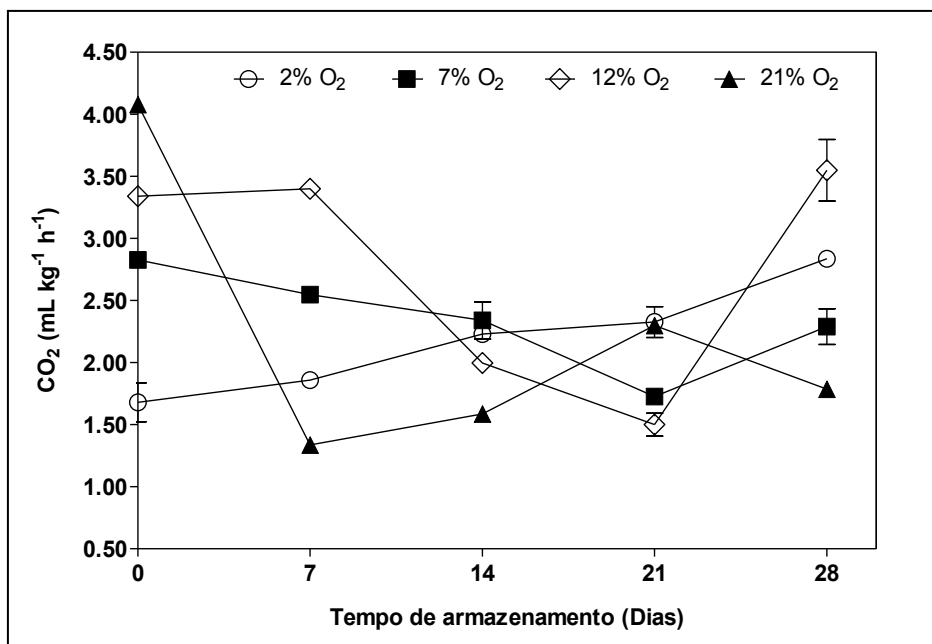


Figura 7. Atividade respiratória de melões 'Louis' submetidos à atmosfera controlada com diferentes concentrações de oxigênio, armazenados a 6 ± 1 °C e $80 \pm 5\%$ UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

3.4. Conclusões

Melões 'Louis' mantiveram a qualidade por 28 dias sob todas as concentrações de oxigênio testadas. A atmosfera com 2% de oxigênio mostrou ser a mais eficiente para a conservação dos melões, devido à manutenção da firmeza e menor atividade da PG e da PME.

3.5. Referências Bibliográficas

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.120, p.470-475, 1974.

ALVES, R. E.; PIMENTEL, C. R. M.; MAIA, C. E.; CASTRO, E. B.; VIANA, F. M. P.; COSTA, F. V.; ANDRADE, G. G.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALMEIDA, J. H. S.; MENEZES, J. B.; GOMES JUNIOR, J.; PEREIRA, L. S. E. **Manual de melão para exportação**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. 51p.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, 1997. v.2, cap.37, método 942.15 e método 932.12.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BIALE, J.B. Growth, maturation, and senescence in fruits. **Science**, Washington, v.146, p.880–888, 1964.

BITTER, V.; MUIR, H. M. A. A modified uronic acid caarbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Efeito das condições de atmosfera controlada sobre a ocorrência de degenerescência em maçã 'Fuji'. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.2, p.263-267, 1995.

CALBO, A. G. Adaptação de um fluxcentro para estudos de trocas gasosas e um método de aferição de capilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.733-739, 1989.

CERQUEIRA, T.S.; CUNHA JÚNIOR, L.C.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P. Flowboard for postharvest gas mixtures applications to fruits and vegetables without waste of gas. In: INTERNATIONAL CONTROLLED AND MODIFIED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 10., 2009, Antalya. **Abstracts...** Leuven: ISHS, 2009. p. 56-56.

CHISARI, M.; SILVEIRA, A. C.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA, G.; ARTÉS, F. Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p.940–946, 2009.

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

CUNHA JUNIOR, L.C. **Atmosfera controlada na conservação de morango**. 2011. 120f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, p.350-356, 1956.

FALEIROS, R. R. S. **Inter-relações metabólicas em *Sorgum bicolor* L. Moench e *Dolichos lablab* L. cultivados isoladamente ou em culturas intercaladas**. 1978. 127f. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1978.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D.M. 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, p.54-58, 2008.

GHAZALI, H. M. N.; LEONG, N. Polygalacturonase activity in starfruit. *Food Chemistry*, London, v. 24, n.1, p.147-157, 1987.

HOJO, E. T. D. **Aplicação de métodos combinados na conservação da qualidade de lichias ‘Bengal’**. 2010. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, 1966.

IMSABAI, W.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Physiological and biochemical changes during banana ripening and finger drop. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.39, p.211–216, 2006.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (Ed). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002, p.39-47.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532p.

LESTER, G. Melon (*Cucumis melo* L.) fruit nutritional quality and health functionality. **HortTechnology**, Alexandria, v.7, n.3, p.222- 227, 1997.

LESTER, G.; STEIN, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.18, n.2, p.223-227, 1993.

McCOLLUM, T. G.; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.76, p.303–308, 1989.

McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, p.49.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. da; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.214-218, 2009.

O'CONNOR-SHAW, R. E.; ROBERTS, R.; FORD, A. L.; NOTTINGHAM, S. M. Changes in sensory quality of sterile Cantaloupe Dice stored in controlled atmospheres. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.4, p.847-851, 1996.

PINTO, L. K. A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; THIÉBAUT, J. T. L.; MARTINS, M. A. Avaliação da atividade das enzimas pectina metilesterase e β -galactosidase em mamões cv. Golden armazenados sob diferentes concentrações de oxigênio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.15-22, 2013.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company. 1987. 633p.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O.; MARTINS, R. N. Controle da atmosfera durante o armazenamento refrigerado de frutas tropicais: adaptação de fluxcentros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos**...Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. p.452.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F. Effect of controlled atmospheres with low oxygen levels on extended storage of guava fruit (*Psidium guajava* L. 'Pedro Sato'). **Hortscience**, Alexandria, v.45, n.6, p.918–924, 2010.

CAPÍTULO 4 – Qualidade de melões rendilhados ‘Louis’ armazenados em ambiente com diferentes concentrações de CO₂, combinadas com 2% de O₂.

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi estabelecer a melhor combinação de diferentes concentrações de CO₂, com O₂ a 2% para a manutenção da qualidade de melões ‘Louis’. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e armazenados em atmosferas controladas contendo 5%, 10%, 15% e 20% de CO₂ combinadas com 2% O₂, em ambiente a 6 ± 1 °C e $95 \pm 5\%$ UR. No tratamento controle foi utilizada atmosfera com 0,03% de CO₂ e 21% de O₂. A cada sete dias os melões foram avaliados quanto à coloração e firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, poligalacturonase e pectinametilesterase. Eles também foram avaliados quanto a perda de massa fresca. Melões ‘Louis’ mantiveram a qualidade por 35 dias em atmosfera contendo 10%, 15% e 20% de CO₂ combinadas com 2% de O₂ e por 28 dias no tratamento controle e na mistura gasosa de 5% de CO₂ com 2% de O₂. A mistura de 20% de CO₂ com 2% de O₂ promoveu melhor manutenção da qualidade dos frutos, por manter a firmeza da polpa durante o armazenamento e por apresentar menor atividade da poligalacturonase.

Palavras chave: *Cucumis melo*, refrigeração, atmosfera controlada.

4.1. Introdução

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertence à família das Cucurbitáceas, apresenta frutos de formato variável (redondo, oval ou alongado), casca lisa, enrugada ou rendilhada, pesando de um a quatro quilos, em média, dependendo da cultivar. A coloração da polpa também é variável, podendo ser branca, amarelada, esverdeada, laranja ou salmão. O fruto é constituído de 90% de água e contém as vitaminas A, C e E, além de sais minerais, o que torna este fruto apreciável pelos consumidores (MOREIRA et al., 2009).

Entretanto sua vida útil é limitada quando os frutos são armazenados sob temperatura ambiente, fazendo-se necessário o uso da refrigeração associada ou não com outras tecnologias, como a atmosfera controlada, na tentativa de aumentar a vida de prateleira.

A atmosfera controlada tem sido utilizada como complemento da refrigeração e baseia-se no princípio da modificação e controle preciso da concentração dos gases no interior da embalagem ou da câmara de armazenamento, ou seja, a concentração de CO₂ é aumentada e a de O₂ é reduzida, minimizando, os processos metabólicos relacionados à senescência do produto e ampliando a vida útil de vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005), como o melão.

As misturas gasosas recomendadas para o armazenamento de melões Gália em atmosfera controlada variam de 3-5 kPa de O₂ e 10-20 kPa de CO₂ (KADER, 2002) a 3-5 kPa de O₂ e 6-15 kPa de CO₂ (GORNÝ, 1997). Essas concentrações reduzem a incidência de podridões, o amolecimento e mantém a qualidade visual dos melões.

Este trabalho teve como objetivo estabelecer a melhor combinação de O₂ e CO₂ para o armazenamento de melões 'Louis'.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Material vegetal

Neste experimento foram utilizados melões rendilhados do híbrido Louis, colhidos no dia 24 de maio de 2011, no estágio de maturação fisiológica, ou seja, quando os frutos estavam completamente desenvolvidos, em propriedade comercial de Itápolis-SP. Os frutos foram acondicionados em caixas de papelão apropriadas e transportados por 70 km para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV/UNESP, em Jaboticabal-SP. Após lavagem com detergente e água, os frutos foram higienizados pela imersão em solução de Sumaveg[®] (6,66 g L⁻¹ de água), correspondente a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, por 10 minutos.

4.2.2. Condução do experimento

Os melões foram resfriados em câmara fria a 6 °C, por 8h. Em seguida, foram colocados em caixas plásticas fechadas hermeticamente e adaptadas para a realização dos tratamentos (atmosferas). Estas caixas plásticas possuíam dimensão de 60 cm x 40 cm x 22 cm, com tampa de acrílico para vedação e com capacidade de acondicionamento de aproximadamente 15 kg de melão em camada única. As caixas com seis frutos foram dispostas em estantes no interior da câmara a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $80 \pm 5\%$ UR (melhor condição estabelecida no Capítulo 2). Dentro das caixas a umidade relativa foi de $95 \pm 5\%$.

Neste experimento foram utilizadas quatro misturas gasosas (tratamentos) contendo 5%, 10%, 15% e 20% de CO_2 , combinadas com 2% de O_2 (melhor concentração estabelecida no Capítulo 3) e um tratamento controle constituído por atmosfera do ambiente com 0,03% CO_2 e 21% de O_2 .

As misturas foram obtidas pela combinação de dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2). O CO_2 foi fornecido por cilindros individuais, do tipo K, e o N_2 por cilindros tipo T com capacidade para 6,0 m³ (White Martins Gases Industriais Ltda). Ar comprimido foi utilizado como fonte de oxigênio (O_2), utilizando-se um compressor de ar odontológico (Shulz, modelo MS 3/30L).

As misturas gasosas umidificadas foram injetadas na parte superior das caixas, por tubulação plástica (flexível, transparente, de 7,30 mm), em fluxo contínuo de 200 mL min⁻¹. A saída era localizada na parte inferior das caixas e em posição oposta à entrada. As composições atmosféricas foram aferidas diariamente usando-se um analisador de gases da marca Dansensor, modelo Checkmate 9001 (TEIXEIRA et al., 2006; CUNHA JUNIOR, 2011).

O equipamento utilizado para estabelecer e controlar a atmosfera foi um fluxcentro ("Flowboard") descrito por Calbo (1989), com modificação no regulador de pressão. Calbo (1989) utilizava como regulador de pressão um barostato, onde ocorria o borbulhamento dos gases em seu interior, com consequente perda dos mesmos para a atmosfera e elevado consumo dos mesmos. No lugar do barostato foi utilizada uma válvula diferencial, utilizada em botijão de gás GLP doméstico, o

que permitiu regular a pressão do equipamento sem perda de gás (CERQUEIRA et al., 2009).

As misturas gasosas (ar comprimido, CO₂ e N₂) em linhas separadas, foram umidificadas pela passagem por recipiente de plástico contendo água destilada. Após, as misturas entravam no fluxcentro, onde cada linha de gás passava por um controlador de pressão, permitindo controlar e manter a pressão do fluxo em 60 cm de coluna de água (TEIXEIRA et al., 2006; CUNHA JUNIOR, 2011).

Para estabelecer os fluxos desejados foram utilizados capilares flexíveis de cobre, cujos diâmetros foram ajustados por prensagem em morsa mecânica. O fluxo de cada capilar foi aferido usando-se bolhometro padrão de 50 mL, em vidro graduado. Os fluxos ajustados de cada gás seguiam para os misturadores constituídos de duas conexões “T”, em que na primeira se realizava a pré-mistura de dois gases e na segunda ocorria a mistura do terceiro gás (CUNHA JUNIOR, 2011). Estas misturas foram aplicadas nas caixas herméticas contendo os melões.

Os frutos foram analisados a cada sete dias, em triplicata (três repetições com dois frutos cada) e ao acaso, quanto à coloração e firmeza da polpa, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). Foi avaliada também a evolução da perda de massa fresca.

4.2.3. Avaliações

a) Coloração da polpa: foi determinada utilizando-se Colorímetro Minolta CR-400, sendo feita uma leitura em cada metade da polpa, após o corte longitudinal do fruto. Foram determinados os valores de luminosidade (L*), onde 100 = branco e 0 = preto; a* (positivo = vermelho e negativo = verde) e b* (positivo = amarelo e negativo = azul). O ângulo Hue (h°) e a cromaticidade (chroma) foram calculados usando-se equações apropriadas (MINOLTA CORP., 1994).

b) Firmeza da polpa: foi avaliada na região equatorial, em lados opostos, com uma leitura feita de cada lado após a retirada da casca, usando-se

penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, sendo os resultados expressos em Newtons (N).

c) Sólidos solúveis: foi quantificado em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificado em refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

d) Acidez titulável: foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,05 M e expressa em gramas de ácido cítrico 100 g⁻¹ polpa (AOAC, 1997- método 942.15).

e) Carboidratos solúveis: foi doseado em extrato obtido de polpa homogeneizada, conforme o proposto por Faleiros (1978). O extrato foi preparado pesando-se em erlenmeyer de 250 mL 10 gramas de polpa que foram diluídas em 70 mL de água destilada. Este material foi aquecido por 30 minutos em banho-maria, filtrou-se em papel de filtro para balão (100 mL) e o volume foi completado com água destilada. A determinação foi realizada em extrato suficientemente diluído. Deste extrato diluído tomou-se 2 mL que foram reagidos com 1 mL de solução de fenol (5%) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após repouso por 10 minutos em temperatura ambiente e resfriado em água destilada, a leitura da absorbância da coloração desenvolvida foi feita em espectrofotômetro a 490 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 µg glicose mL⁻¹, preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g⁻¹ polpa (DUBOIS et al., 1956).

f) Carboidratos redutores: utilizou-se o mesmo extrato feito para os carboidratos redutores. A determinação foi feita segundo Miller (1959), pipetando-se 2 mL de extrato convenientemente diluído que foi levado a tudo de ensaio no qual se pipetou 1 mL de solução 3,5 dinitro-salicílico (DNS). Em seguida, os tubos foram mantidos em água em ebulição por 5 minutos, resfriando-se por 3 minutos em gelo. Adicionou-se 7,5 mL de água destilada. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 540 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 µg

glicose mL^{-1} , preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g^{-1} polpa.

g) Atividade da enzima peroxidase (POD): pesou-se 10 gramas da polpa de melão, a qual foi adicionada 20 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M). Homogeneizou-se por 1 minuto e em seguida centrifugou-se a $11.655 \times g$ por 10 minutos a 4°C . A atividade foi determinada no sobrenadante pelo método de Allain et al. (1974), onde pipetou-se em tubos de ensaio: 0,5 mL de solução A (H_2O_2), 0,5 mL de solução B (fenol), 0,6 mL da solução tampão e 0,4 mL do extrato. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30°C por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 505 nm. Os resultados foram expressos em μmol de H_2O_2 degradado $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$.

h) Atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): utilizou-se o mesmo extrato preparado para a determinação da atividade da enzima peroxidase. A determinação foi feita pelo mesmo método da POD. Foi pipetado em cada tubo de ensaio: 0,5 mL da solução B (fenol) e 1,0 mL de extrato. Posteriormente, os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30°C , por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 420 nm. Os resultados foram expressos em μmol de fenol degradado $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$.

i) Atividade da poligalacturonase (PG): foi avaliada segundo Ghazali; Leong (1987). Pesou-se 5 gramas de polpa de melão, que foi homogeneizada por 30 segundos, com 30 mL de tampão de acetato de sódio (0,1M) pH 6,0, contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5 M de NaCl. Centrifugou-se a $26.223 \times g$ por 30 minutos a 4°C , obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (1%), em tampão de acetato de sódio (0,1 M), pH 5,0, incubada a 27°C durante 3 horas. A reação foi paralisada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. Resfriaram-se os tubos no gelo. A avaliação da atividade foi feita segundo Miller (1959), reagindo-se 0,2 mL da amostra contida nos tubos; 1,3 mL de água destilada e 1 mL da solução de 3,5 dinitro salicílico (DNS). No branco adicionou-se

1,5 mL de água destilada e 1 mL de DNS. Agitaram-se os tubos. Ferveu-se em banho-maria por 5 minutos e em seguida resfriou-se em gelo por 3 minutos. Acrescentou-se 7,5 mL de água destilada, agitou-se e fez-se leitura em espectrofotômetro a 540 nm. Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1 μmol de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas. A atividade específica foi expressa como unidades de enzima por grama por hora ($\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$).

j) Atividade da pectinametilesterase (PME): foi avaliada utilizando-se o proposto por Hultin; Sun; Bulger (1966) e Ratner; Goren; Monseline (1969). Utilizou-se o extrato preparado para a determinação da atividade da PG. Pipetou-se 5 mL do extrato em béquer (40 mL), adicionou-se 25 mL de pectina cítrica. Titulou-se durante 10 minutos com NaOH a 0,01 M e os resultados foram expressos em $\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$.

k) Perda de massa fresca: foi expressa em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da caixa e aquele obtido a cada intervalo de tempo de amostragem. Utilizou-se pesagem em balança Marte[®], com capacidade para 40 quilos.

4.2.3. Análise estatística

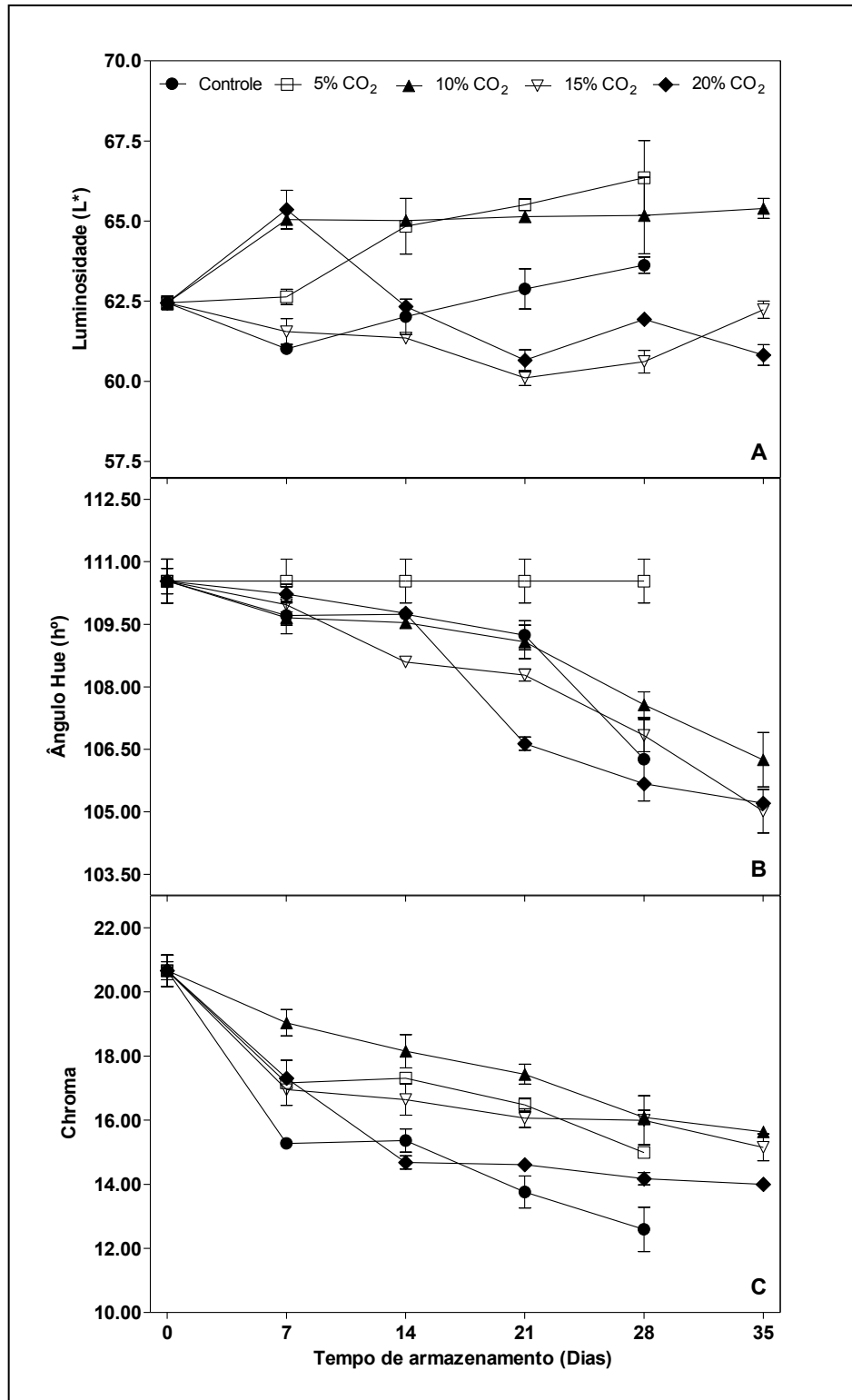
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições com dois frutos cada, em esquema fatorial 5 x 6, sendo cinco níveis de CO_2 (0,03%, 5%, 10%, 15%, 20%) e cinco datas de amostragem (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SAS (SAS Institute Inc.) e o efeito dos tratamentos, quando significativo, por meio do Teste *F*. Diferenças significativas entre os resultados foram comparadas usando diferença mínima significativa (DMS) com 95% de intervalo de confiança ($P \leq 0,05$) (STEEL; TORRIE, 1987).

4.3. Resultados e discussão

A luminosidade da polpa se manteve estável, após o sétimo dia de armazenamento, nos melões armazenados em atmosfera com 10% de CO₂ combinadas com 2% de O₂ (Figura 1A), indicando que a polpa destes frutos não apresentou escurecimento durante o período de armazenamento. Nos frutos do tratamento Controle os valores aumentaram, indicando que a polpa estava mais clara no final do armazenamento.

Os melões apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de ângulo Hue (h°) da polpa. Nos frutos armazenados com 5% de CO₂ combinado com 2% de O₂ os valores mantiveram-se e nos demais tratamentos diminuíram ao longo do período de armazenamento (Figura 1B), indicando mudança na cor da polpa dos frutos. Esses resultados não concordam com os encontrados por Benedetti et al. (2007) para melões 'Gália', não observando diferenças significativas entre os tratamentos testados.

Nos valores de cromaticidade observou-se diminuição durante o período de armazenamento, em todas as misturas gasosas testadas (Figura 1C), que pode estar relacionada ao efeito do elevado teor de CO₂ que pode influenciar nas reações bioquímicas e fisiológicas que catalisam a síntese de pigmentos responsáveis pela cor da polpa dos frutos (GORNÝ; KADER, 1994). Benedetti et al. (2007) não observaram interação significativa entre o tempo de armazenamento e os tratamentos testados na conservação de melões 'Gália' armazenados a 8 °C por 10 e 28 dias sob atmosfera controlada contendo 4 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ ou 4 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ ou 21 kPa O₂ + 0 kPa CO₂, seguida de 24 e 96 horas de armazenamento em atmosfera normal a 15 °C.



A firmeza da polpa diminuiu ao longo do período de armazenamento, exceto nos frutos a 20% de CO₂ combinado com 2% de O₂, cujos valores permaneceram estáveis (Figura 2). Tal redução ocorreu provavelmente devido às mudanças na estrutura de parede celular, com a decomposição de pectinas e celulose, promovendo diminuição nas forças de coesão entre as células (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Resultados semelhantes foram encontrados por Benedetti et al. (2007) que observaram que o tempo de armazenamento foi significativo para a firmeza da polpa de melões 'Galia' armazenados a 8 °C por 10 e 28 dias sob atmosfera controlada contendo 4 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ ou 4 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ ou 21 kPa O₂ + 0 kPa CO₂, seguida de 24 e 96 horas de armazenamento em atmosfera normal a 15 °C.

A firmeza dos frutos submetidos a 20% de CO₂ combinado com 2% de O₂ se manteve estável durante o armazenamento, o que pode indicar efeito benéfico do CO₂ na manutenção da firmeza da polpa. Esse efeito também foi observado por Couey (1994) em maçãs 'Golden Delicious' armazenadas sob atmosfera controlada. Benedetti et al. (2007) também observaram diferenças significativas entre os tratamentos para a firmeza da polpa, sendo que os frutos do tratamento testemunha apresentaram os menores valores, semelhante ao encontrado neste trabalho.

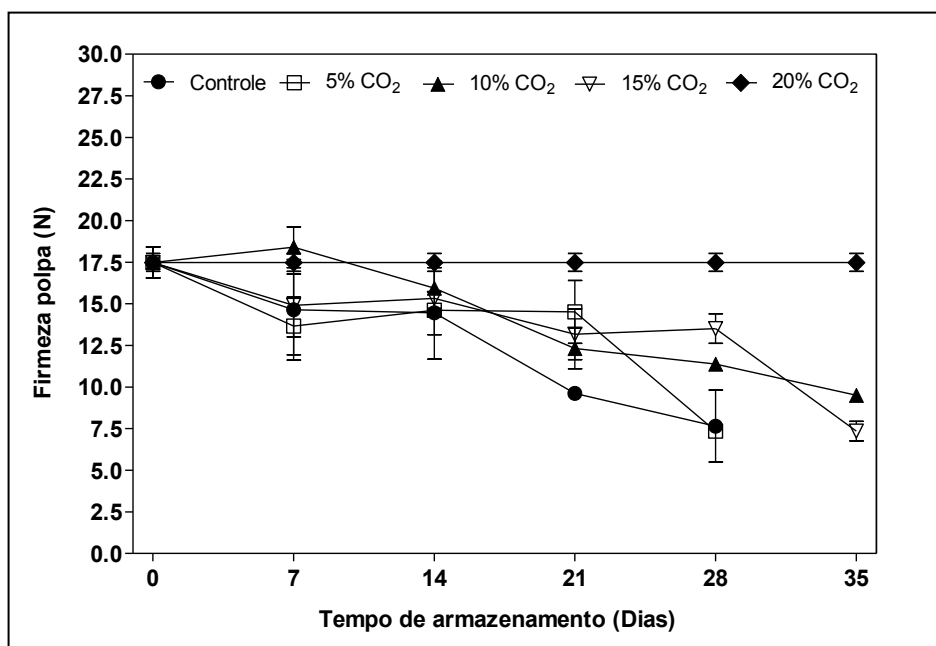


Figura 2. Firmeza da polpa (N) de melões 'Louis' armazenados a 6 ± 1 °C, $95 \pm 5\%$ UR, sob diferentes concentrações de CO₂, combinadas com 2% de O₂. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os teores de sólidos solúveis (SS) diminuíram ao longo do armazenamento nas concentrações de 5% e 15% de CO₂, combinadas com 2% de O₂ e no tratamento controle, enquanto que os melões armazenados com 20% de CO₂ e 2% de O₂ apresentaram tendência de aumento nos teores de SS durante o armazenamento (Figura 3A). Estes resultados foram diferentes dos encontrados por Brackmann; Gonçalves; Saquet (1996) que não verificaram influência das concentrações de CO₂ (10% e 15% combinadas com 5% de O₂) testadas sobre a qualidade de maçãs 'Golden Delicious', após 10 meses de armazenamento sob atmosfera controlada.

Os teores de acidez titulável também diminuíram ao longo do período de armazenamento, nos frutos do controle e naqueles sob atmosfera de 5% de CO₂ combinada com 2% de O₂, enquanto que nos demais tratamentos a acidez se manteve constante (Figura 3B). Os resultados obtidos demonstraram que melões 'Louis' suportaram atmosferas de armazenamento com níveis de até 20% de CO₂, sem apresentarem alterações na acidez titulável. Isto pode estar relacionado com a menor respiração e produção de etileno apresentada por esses frutos, já que os ácidos orgânicos são utilizados na respiração (BRACKMANN; SAQUET, 1995).

Menores valores de acidez titulável também foram encontrados por Brackmann et al. (2005) em maçãs 'Royal Gala' armazenadas após 8 meses de armazenamento em atmosfera controlada com 1,0 kPa de O₂ + 3,0 kPa de CO₂ e mais sete dias de exposição a 20 °C.

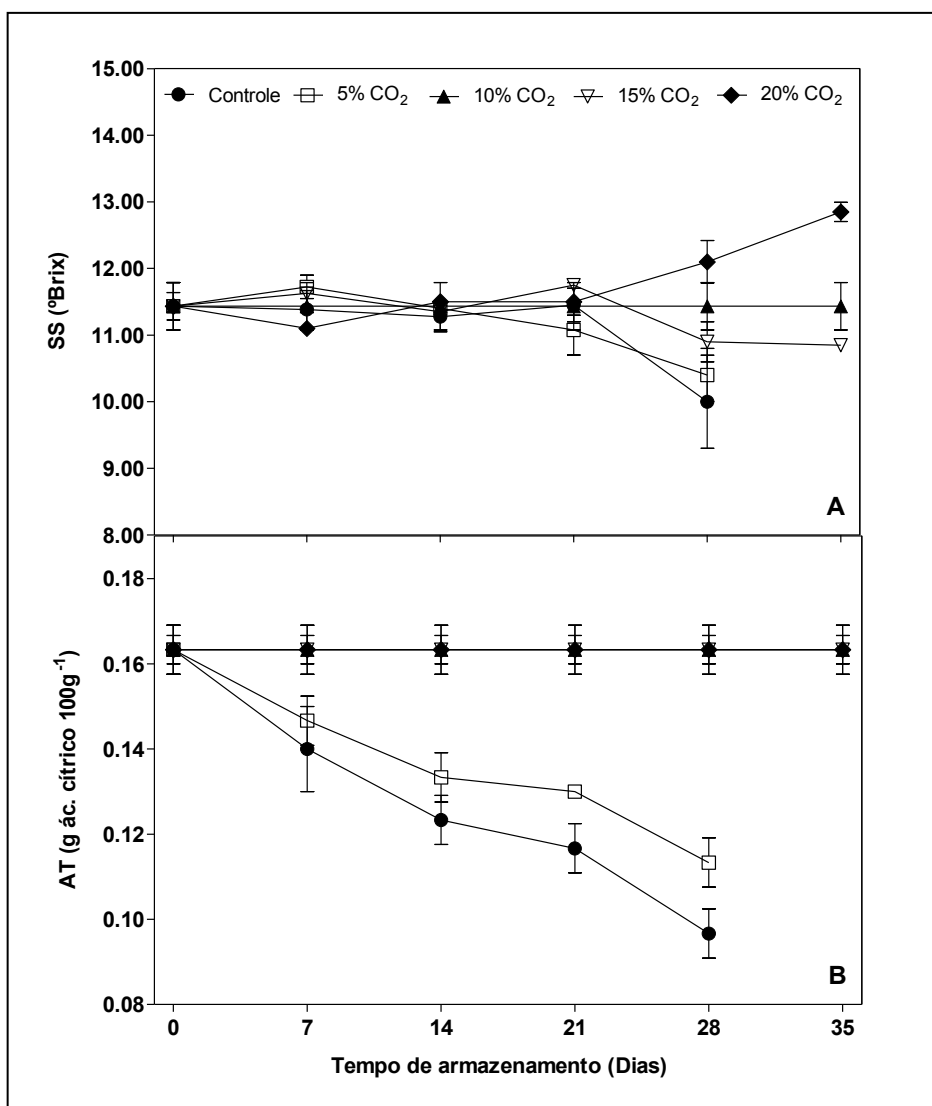


Figura 3. Teores de sólidos solúveis (SS) expressos em Brix e de acidez titulável (AT), expressos em g ác. cítrico 100 g⁻¹ da polpa de melões ‘Louis’ armazenados a 6 ± 1 °C, 95 ± 5% UR, sob diferentes concentrações de CO₂, combinadas com 2% de O₂. Barras verticais representam o desvio padrão da média (P ≤ 0,05).

Os teores médios de carboidratos solúveis (11,52 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) e de redutores (3,21 g de glicose 100 g⁻¹ de polpa) dos melões mantiveram-se estáveis em todas as misturas gasosas testadas, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, durante o período de armazenamento (Dados não apresentados). Esses teores foram mais elevados do que os encontrados por Moraes et al. (2009) para melões Gália ‘Solar King’ (7,7 g 100g⁻¹) e Charentais ‘Aura Prince’ (8,7 g 100g⁻¹). Lalel; Singh; Tan (2003) trabalhando com mangas ‘Kensington Pride’ armazenadas sob atmosfera controlada contendo 2% de O₂ combinados com

3% CO₂, 6% de CO₂ ou 9% de CO₂ a 13 °C verificaram aumento nos teores de açúcares redutores, não redutores e totais. Esse aumento foi mais pronunciado após 35 dias de armazenamento, quando comparado com a atmosfera normal.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a atividade da polifenoloxidase (PPO) dos frutos, que se manteve constante ao longo do período de armazenamento, cujos valores médios foram de 0,11 $\mu\text{mol fenol degradado g}^{-1} \text{ min}^{-1}$. (Dados não mostrados). Esses resultados diferem dos obtidos por Chisari et al. (2009), ao verificarem diminuição progressiva na atividade da PPO durante o amadurecimento em melões Galia. Sendo assim, pode-se relacionar o uso da atmosfera controlada com o retardo no escurecimento, já que a atividade dessa enzima se manteve constante e a polpa não estava escurecida.

Na Figura 4 observou-se diminuição, durante o período de armazenamento, da atividade da peroxidase (POD) nas combinações intermediárias de CO₂, fato também observado por Chisari et al. (2009), em melões Gália. A combinação de 20% de CO₂ com 2% de O₂ manteve praticamente constante a atividade desta enzima durante o armazenamento, indicando que os frutos não apresentaram escurecimento da polpa.

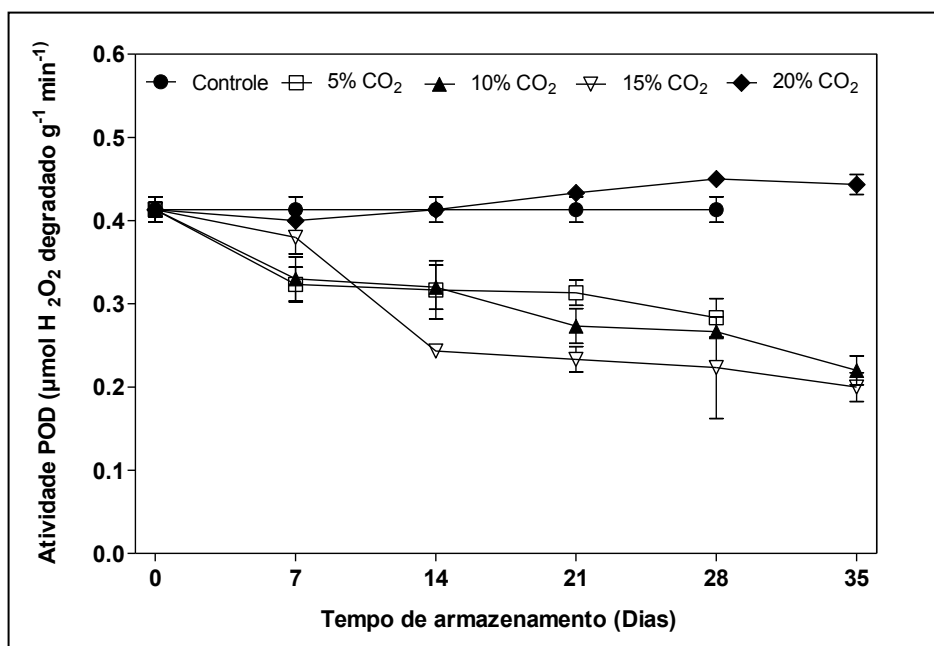


Figura 4. Atividade da peroxidase (POD) da polpa de melões 'Louis' armazenados a 6 ± 1 °C, $95 \pm 5\%$ UR, sob diferentes concentrações de CO₂, combinadas com 2% de O₂. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A atividade da poligalacturonase (PG) se manteve estável durante o período de armazenamento em todas as combinações testadas, sendo que a mistura gasosa de 20% de CO₂ com 2% de O₂ obteve a menor média, cerca de 1,5% menor que a combinação de 5% de CO₂ com 2% de O₂ (Dados não mostrados), o que pode estar relacionado com a manutenção da firmeza (Figura 2) dos frutos na concentração de 20% de CO₂.

Esses dados não corroboram com os observados por Chisari et al. (2009), que verificaram diminuição na atividade da PG durante o amadurecimento em melões Gália, colhidos em três estádios de maturação. Segundo Zhou et al. (2000), o armazenamento dos frutos em atmosfera controlada pode reduzir a atividade da PG, pelo efeito do alto CO₂ e baixo O₂ em inibir a síntese da PG.

A atividade da pectinametilesterase (PME) também se manteve constante durante o armazenamento (4875, 21 UAE g⁻¹ h⁻¹), o que também foi observado por Chisari et al. (2009), apenas para melões Gália, na qual os autores não encontraram diferenças significativas durante o amadurecimento.

A perda de massa fresca foi pequena no período (média de 0,5%), não ocorrendo perdas de aparência. Fonseca et al. (2003) relataram perda de massa inferior a 5% em mamões 'Golden' armazenados por 20 e 25 dias sob atmosfera controlada, contendo 3%O₂ e 8%CO₂, 3%O₂ e 3%CO₂ ou 3%O₂ e 6%CO₂.

A reduzida perda de massa observada pode ser atribuída à baixa diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante, ou ao déficit da pressão de vapor (DPV), que é diretamente afetado pela diferença entre a umidade relativa e entre a temperatura, do produto e a do ambiente de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A umidificação das misturas gasosas, que estavam na mesma temperatura dos frutos, reduziu a DPV, e acarretou em uma pequena perda acumulada de massa fresca (CUNHA JUNIOR, 2011).

4.4. Conclusões

Melões 'Louis' mantiveram a qualidade por 35 dias em atmosfera contendo 10%, 15% e 20% de CO₂ combinadas com 2% de O₂ e por 28 dias no tratamento

controle e na mistura gasosa de 5% de CO₂ com 2% de O₂. A mistura de 20% de CO₂ com 2% de O₂ promoveu melhor manutenção da qualidade dos frutos, por manter a firmeza da polpa durante o armazenamento e por apresentar menor atividade da poligalacturonase.

4.5. Referências Bibliográficas

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.120, p.470-475, 1974.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. Washington: Ed. Patrícia Cuniff, 1997. v.2, cap.37, método 942.15 e método 932.12.

BENEDETTI, B. C.; ARTÉS, F.; CONESA, A.; GÓMEZ, P.; MARTINS, M. Evaluación de la calidad Del melón Galia almacenado em atmosfera controlada. In: CONGRESO INBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 5., 2007, Cartagena. **Abstracts...** p.1404-1414.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.2, p.55-60, 1995.

BRACKMANN, A.; GONÇALVES, E. D.; SAQUET, A.A. Efeito de tratamentos com altas concentrações de CO₂ sobre a qualidade de maçãs 'Golden Delicious' armazenadas em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.2, p.181-184, 1996.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; ANTES, R. B.; NEUWALD, D. A.; IVAN SESTARI, I.; PINTO, J. A. V. Condições de atmosfera controlada para o armazenamento de maçãs 'Royal Gala' de diferentes tamanhos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, 2005.

CALBO, A. G. Adaptação de um fluxcentro para estudos de trocas gasosas e um método de aferição de capilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.733-739, 1989.

CERQUEIRA, T.S.; CUNHA JÚNIOR, L.C.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P. Flowboard for postharvest gas mixtures applications to fruits and vegetables without waste of gas. In: INTERNATIONAL CONTROLLED AND MODIFIED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 10., 2009, Antalya. **Abstracts...** Leuven: ISHS, 2009. p. 56-56.

CHISARI, M.; SILVEIRA, A. C.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA1, G.; ARTÉS, F. Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p.940–946, 2009.

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

COUEY, M. The commercial use of a prestorage carbon dioxide treatment to retain firmness quality in Golden Delicious. **Proceedings of the Washington Academy of Science**, p.81-84, 1994.

CUNHA JUNIOR, L.C. **Atmosfera controlada na conservação de morango**. 2011. 120f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, p.350-356, 1956.

FALEIROS, R. R. S. **Inter-relações metabólicas em *Sorgum bicolor* L. Moench e *Dolichos lablab* L. cultivados isoladamente ou em culturas intercaladas**. 1978. 127f. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1978.

FONSECA, M. J. O.; CENCI, S. A.; LEAL, N. R.; BOTREL, N. Uso da atmosfera controlada para conservação pós-colheita do mamão ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p.537-539, 2003.

GHAZALI, H. M. N.; LEONG, N. Polygalacturonase activity in starfruit. **Food Chemistry**, London, v. 24, n.1, p.147-157, 1987.

GORNY, J. R.; KADER, A. A. The mode of CO₂ action on ACC oxidase and its role in inhibition of ethylene biosynthesis. **HortScience**, Alexandria, v.29, p.533,1994.

GORNY, J. R. Fresh-cut fruits and vegetables and MAP. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE ON RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997. Davis. **Proceedings...** n.5, p.30.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, 1966.

KADER, A. A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002. p.135–144.

LALEL, H. J. D.; SINGH, Z.; TAN, S.C. Elevated Levels of CO₂ in Controlled Atmosphere Storage Affects Shelf Life, Fruit Quality and Aroma Volatiles of Mango. In: *Proc. XXVI IHC— Issues and Advances in Postharvest Hort.* (Ed. R. K. Prange). **Acta Horticulturae**, The Hague, v.628, p.407-413, 2003.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, p.49.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. da; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.214-218, 2009.

MOREIRA, S. R.; MELO, A. M. T. de; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, P. E.; NARITA, N. **Melão** (Cucumis melo L.). 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 6 jun. 2010.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company. 1987. 633p.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O.; MARTINS, R. N. Controle da atmosfera durante o armazenamento refrigerado de frutas tropicais: adaptação de fluxcentros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. p.452.

ZHOU, H. W.; LURIE, S.; LERS, A.; KHATCHITSKI, A.; SONEGO, L.; BEN-ARIE, R. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.18, n.2, p.133-141, 2000.

CAPÍTULO 5 – Efeito do armazenamento de melões rendilhados ‘Louis’ sob atmosfera controlada na qualidade de seus produtos minimamente processados

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar se a atmosfera controlada é recomendada ao armazenamento prévio de melões ‘Louis’ destinados ao processamento mínimo. Os melões foram armazenados sob atmosfera controlada (AC) em caixas plásticas, a 6 °C, com a combinação de 20% gás carbônico e 2% de oxigênio, num fluxo de 200 mL min⁻¹. A testemunha foi um grupo de frutos armazenados a mesma temperatura, mas sob condição atmosférica (21% de O₂ e 0,03% de CO₂). O processamento mínimo foi realizado duas vezes, sendo a primeira imediatamente à chegada dos frutos ao laboratório e a segunda após 14 dias de armazenamento sob atmosfera controlada. A cada três dias, os produtos minimamente processados (PMP) foram avaliados quanto a coloração, firmeza, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e atividade das enzimas peroxidase, polifenoloxidase, poligalacturonase e pectinametilesterase. Eles também foram avaliados quanto a perda de massa fresca, composição gasosa e análise sensorial. A qualidade dos produtos minimamente processados (PMP) de melões ‘Louis’ foi afetada pelas condições de armazenamento antes do processamento. A atmosfera controlada é recomendada para o armazenamento prévio ao processamento mínimo destes melões, uma vez que os parâmetros de qualidade foram superiores aos dos PMP dos melões que foram armazenados sob atmosfera normal, a 6 °C.

Palavras chave: *Cucumis melo*, refrigeração, concentração de oxigênio e gás carbônico.

5.1. Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das olerícolas mais populares do mundo (COSTA et al., 2001). É um fruto bastante apreciado pelos consumidores em todo o mundo, mas seu consumo pode se tornar limitado devido ao tamanho e pela inconveniência do descascamento (ARRUDA et al., 2007). Esses fatores fazem com

que ele se torne promissor para a comercialização na forma minimamente processada, cujo o conhecimento sobre os aspectos microbiológicos, fisiológicos e nutricionais ainda é pequeno (DURIGAN; SARGENT, 1999).

Assim, para que esses produtos sejam consumidos sem nenhum preparo adicional e para que possam ser conservados por mais tempo, sem causar problemas à saúde dos consumidores, deve-se adotar boas práticas no seu preparo, e como método essencial de conservação o uso da refrigeração (BATISTA; BORGES, 2013). Adicionalmente, pode ser necessário o emprego de outros métodos de conservação, associados à refrigeração (CHAIM et al., 2006), como o uso de atmosfera controlada.

A qualidade dos produtos minimamente processados de melão Gália foi afetada pelas condições de armazenamento sob atmosfera controlada antes do processamento mínimo. Os produtos minimamente processados de melões armazenados durante 28 dias a 5 °C sob 4 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ mostraram melhor firmeza e qualidade sensorial (BENEDETTI et al., 2008).

Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a atmosfera controlada é recomendada ao armazenamento prévio de melões 'Louis' destinados ao processamento mínimo.

5.2. Material e métodos

5.2.1. Material Vegetal

Neste experimento foram utilizados melões rendilhados do híbrido Louis, colhidos no dia 30 de março de 2012, no estádio de maturação fisiológica, ou seja, quando os frutos estavam fisiologicamente desenvolvidos, em propriedade comercial de Itápolis-SP. Os frutos foram acondicionados em caixas de papelão apropriadas e transportados por 70 km até o Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas da FCAV-UNESP, em Jaboticabal-SP. Após lavagem com detergente e água, os frutos foram higienizados pela imersão em solução de Sumaveg[®] (6,66 g L⁻¹ de água), correspondente a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, por 10 minutos.

5.2.2. Condução do experimento

5.2.2.1. Armazenamento sob atmosfera controlada

Os frutos foram armazenados em caixas plásticas adaptadas, por até 14 dias, sob atmosfera controlada (AC) contendo 2% de O₂ e 20% de CO₂ (melhores resultados dos capítulos 3 e 4) a 6 °C (melhor resultado do capítulo 2). Os frutos do Controle foram armazenados sob condição atmosférica normal (21% de O₂ e 0,03% de CO₂), na mesma temperatura.

As caixas plásticas utilizadas possuíam dimensão de 60 cm x 40 cm x 22 cm com tampa de acrílico para vedação e com capacidade de acondicionamento de aproximadamente 15 kg de melão em camada única. Estas foram dispostas em estantes no interior da câmara fria. As caixas com seis frutos foram dispostas em estantes no interior da câmara a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $80 \pm 5\%$ UR (melhor condição estabelecida no Capítulo 2). Dentro das caixas a umidade relativa foi de $95 \pm 5\%$.

As misturas foram obtidas pela combinação de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂). O CO₂ foi fornecido por cilindros individuais, do tipo K, e o N₂ por cilindros tipo T com capacidade para 6,0 m³ (White Martins Gases Industriais Ltda). Ar comprimido foi utilizado como fonte de oxigênio (O₂), utilizando-se um compressor de ar odontológico (Shulz, modelo MS 3/30L).

As misturas gasosas umidificadas foram injetadas na parte superior das caixas, por tubulação plástica (flexível, transparente, de 7,30 mm), em fluxo contínuo de 200 mL min⁻¹. A saída era localizada na parte inferior das caixas e em posição oposta à entrada. As composições atmosféricas foram aferidas diariamente usando-se um analisador de gases da marca Dansensor, modelo Checkmate 9001 (TEIXEIRA et al., 2006; CUNHA JUNIOR, 2011).

O equipamento utilizado para estabelecer e controlar a atmosfera foi um fluxcentro ("Flowboard") descrito por Calbo (1989), com modificação no regulador de pressão. Calbo (1989) utilizava como regulador de pressão um barostato, onde ocorria o borbulhamento dos gases em seu interior, com consequente perda dos mesmos para a atmosfera e elevado consumo dos mesmos. No lugar do barostato foi utilizada uma válvula diferencial, utilizada em botijão de gás GLP doméstico, o

que permitiu regular a pressão do equipamento sem perda de gás (CERQUEIRA et al., 2009).

As misturas gasosas (ar comprimido, CO₂ e N₂) em linhas separadas, foram umidificadas pela passagem por recipiente de plástico contendo água destilada. Após, as misturas entravam no fluxcentro, onde cada linha de gás passava por um controlador de pressão, permitindo controlar e manter a pressão do fluxo em 60 cm de coluna de água (TEIXEIRA et al., 2006; CUNHA JUNIOR, 2011).

Para estabelecer os fluxos desejados foram utilizados capilares flexíveis de cobre, cujos diâmetros foram ajustados por prensagem em morsa mecânica. O fluxo de cada capilar foi aferido usando-se bolhometro padrão de 50 mL, em vidro graduado. Os fluxos ajustados de cada gás seguiam para os misturadores constituídos de duas conexões “T”, em que na primeira se realizava a pré-mistura de dois gases e na segunda ocorria a mistura do terceiro gás (CUNHA JUNIOR, 2011). Estas misturas foram aplicadas nas caixas herméticas contendo os melões.

5.2.2.2. Processamento mínimo

O processamento mínimo foi realizado duas vezes, sendo a primeira imediatamente à chegada dos frutos ao laboratório e a segunda após 14 dias de armazenamento sob atmosfera controlada.

As operações de processamento mínimo foram realizadas em ambiente refrigerado (12°C), em condições higiênicas. Os frutos foram cortados ao meio com faca afiada e as sementes retiradas com auxílio de colher. Cada metade do fruto foi cortada em quatro fatias longitudinais e, em seguida, a casca foi eliminada. As fatias foram reduzidas a cubos de aproximadamente 3 cm. Na sequência, os cubos foram imersos em solução comercial a base de composto orgânico clorado (Sumaveg®) (3,33 g L⁻¹ de água) por 3 segundos, quando então foram drenados por 1 minuto em escurridor plástico, previamente sanitizado. Após escorrer o excesso de água, cerca de 200 gramas de melão por embalagem, foram acondicionadas em contentor de tereftalato de polietileno (PET), capacidade de 1 litro, transparente e com tampa. O armazenamento foi feito a 3 ± 1°C e 80 ± 10% UR, por até 12 dias (ARRUDA et al., 2002).

A cada três dias os produtos foram analisados quanto à coloração, firmeza, teores de sólidos solúveis, acidez titulável, carboidratos (solúveis e redutores) e pectinas (solúvel e total), e quanto a atividade das enzimas peroxidase (POD), polifenoloxidase (PPO), poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME). Foi avaliado também a evolução da perda de massa fresca, composição gasosa e análise sensorial.

5.2.3. Avaliações

a) Coloração: foi determinada utilizando-se Colorímetro Minolta CR-400, sendo feita uma leitura na lateral de cada cubo. Foram determinados os valores de luminosidade (L^*), onde 100 = branco e 0 = preto; a^* (positivo = vermelho e negativo = verde) e b^* (positivo = amarelo e negativo = azul). O ângulo Hue (h°) e a cromaticidade (chroma) foram calculados usando-se equações apropriadas (MINOLTA CORP., 1994).

b) Firmeza: foi feita diretamente nos cubos de melão, usando-se penetrômetro FT 327 com ponteira de 8 mm, sendo os resultados expressos em Newtons (N).

c) Sólidos solúveis: foi quantificado em gotas extraídas da polpa triturada, por compressão em gaze e quantificado em refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

d) Acidez titulável: foi determinada em 10 gramas de polpa triturada, que foi diluída em 50 mL de água destilada, através de titulação com NaOH a 0,05 M e expressa em gramas de ácido cítrico 100 g^{-1} polpa (AOAC, 1997- método 942.15).

e) Carboidratos solúveis: foi doseado em extrato obtido de polpa homogeneizada, conforme o proposto por Faleiros (1978). O extrato foi preparado pesando-se em erlenmeyer de 250 mL 10 gramas de polpa que foram diluídas em 70 mL de água destilada. Este material foi aquecido por 30 minutos em banho-maria, filtrou-se em papel de filtro para balão (100 mL) e o volume foi completado com água

deslitada. A determinação foi realizada em extrato suficientemente diluído. Deste extrato diluído tomou-se 2 mL que foram reagidos com 1 mL de solução de fenol (5%) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após repouso por 10 minutos em temperatura ambiente e resfriado em água destilada, a leitura da absorbância da coloração desenvolvida foi feita em espectrofotômetro a 490 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 μg glicose mL^{-1} , preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g^{-1} de polpa (DUBOIS et al., 1956).

f) Carboidratos redutores: utilizou-se o mesmo extrato feito para os carboibratos redutores. A determinação foi feita segundo Miller (1959), pipetando-se 2 mL de extrato convenientemente diluído que foi levado a tudo de ensaio no qual se pipetou 1 mL de solução 3,5 dinitro salicílico (DNS). Em seguida, os tubos foram mantidos em água em ebulição por 5 minutos, resfriando-se por 3 minutos em gelo. Adicionou-se 7,5 mL de água destilada. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 540 nm. Utilizou-se como padrão solução contendo 40 μg glicose mL^{-1} , preparada diariamente e os resultados foram expressos em gramas de glicose 100 g^{-1} de polpa.

g) Atividade da enzima peroxidase (POD): pesou-se 10 gramas da polpa de melão, a qual foi adicionada 20 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M). Homogeneizou-se por 1 minuto e em seguida centrifugou-se a 11.655xg por 10 minutos a 4 °C. A atividade foi determinada no sobrenadante pelo método de Allain et al. (1974), onde pipetou-se em tubos de ensaio: 0,5 mL de solução A (H_2O_2), 0,5 mL de solução B (fenol), 0,6 mL da solução tampão e 0,4 mL do extrato. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 505 nm. Os resultados foram expressos em μmol de H_2O_2 degradado $\text{g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

h) Atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): utilizou-se o mesmo extrato preparado para a determinação da atividade da enzima peroxidase. A determinação foi feita pelo mesmo método da POD. Foi pipetado em cada tubo de ensaio: 0,5 mL da solução B (fenol) e 1,0 mL de extrato. Posteriormente, os tubos foram aquecidos

em banho-maria a 30 °C, por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 420 nm. Os resultados foram expressos em μmol de fenol degradado $\text{g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

i) Atividade da poligalacturonase (PG): foi avaliada segundo Ghazali; Leong (1987). Pesou-se 5 gramas de polpa de melão, que foi homogeneizada por 30 segundos, com 30 mL de tampão de acetato de sódio (0,1 M) pH 6,0, contendo 1,0% de polivinilpirrolidona (PVP) e 0,5 M de NaCl. Centrifugou-se a 26.223xg por 30 minutos a 4 °C, obtendo-se o extrato enzimático. A atividade foi determinada através da reação de 3,0 mL do extrato enzimático com 3,0 mL de ácido poligalacturônico (1%), em tampão de acetato de sódio (0,1M), pH 5,0, incubada a 27 °C durante 3 horas. A reação foi paralisada com a imersão dos tubos em água fervendo, por 5 minutos. Resfriaram-se os tubos no gelo. A avaliação da atividade foi feita segundo Miller (1959), reagindo-se 0,2 mL da amostra contida nos tubos; 1,3 mL de água destilada e 1 mL da solução de 3,5 dinitro salicílico (DNS). No branco adicionou-se 1,5 mL de água destilada e 1 mL de DNS. Agitaram-se os tubos. Ferveu-se em banho-maria por 5 minutos e em seguida resfriou-se em gelo por 3 minutos. Acrescentou-se 7,5 mL de água destilada, agitou-se e fez-se leitura em espectrofotômetro a 540 nm. Uma unidade de PG foi definida como a quantidade de enzima que produziu 1 μmol de grupos redutores por grama de enzima, em 3 horas. A atividade específica foi expressa como unidades de enzima por grama por hora ($\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$).

j) Atividade da pectinametilesterase (PME): foi avaliada utilizando o proposto por Hultin; Sun; Bulger (1966) e Ratner; Goren; Monseline (1969). Utilizou-se o extrato preparado para a determinação da atividade da PG. Pipetou-se 5 mL do extrato em béquer (40 mL), adicionou-se 25 mL de pectina cítrica. Titulou-se durante 10 minutos com NaOH a 0,01 M e os resultados foram expressos em $\text{UAE g}^{-1} \text{h}^{-1}$.

k) Perda de massa fresca: foi expressa em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo de

amostragem. Utilizou-se pesagem em balança com capacidade para 1200 gramas e precisão de 0,01 g.

l) Análise sensorial (aparência, aroma e sabor): foram realizadas por uma equipe de no mínimo 20 provadores não treinados, utilizando-se uma escala hedônica adaptada de Peryam; Girardot (1952) e para a intenção de compra utilizou-se a escala adaptada de Stone; Sidel (1993).

m) Composição gasosa: foi determinada tomando-se amostras através de um septo de silicone colado na parte externa da embalagem. A composição das embalagens foi avaliada por quantificação das concentrações de oxigênio e gás carbônico usando-se Dansensor (Chekmate 9900, PBI, Dansensor, Denmark). Os resultados foram expressos em porcentagem.

5.2.4. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial com duas atmosferas de armazenamento dos frutos (2% de O₂ + 20% de CO₂; 21% de O₂ + 0,03% de CO₂), 2 períodos de armazenamento (0 e 14 dias) e cinco datas de amostragem (0; 3; 6; 9 e 12 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SAS (SAS Institute Inc.) e o efeito dos tratamentos, quando significativo, por meio do Teste *F*. Diferenças significativas entre os resultados foram comparadas usando diferença mínima significativa (DMS) com 95% de intervalo de confiança ($P \leq 0,05$) (STEEL; TORRIE, 1987).

5.3. Resultados e discussão

A luminosidade da polpa se manteve estável nos tratamentos cujos melões foram armazenados previamente (14 dias) ao processamento (Figura 1A). Nos melões colhidos e processados (MMP) os valores de luminosidade aumentaram ao longo dos 12 dias de armazenamento a 3 °C, indicando que os cubos tornaram-se

mais claros. Entretanto, os MMP apresentavam-se mais escuros no início do armazenamento, quando comparados aos frutos processados depois de um período de 14 dias de armazenamento a 6 °C.

Essa manutenção da luminosidade também foi observada por Machado; Alves; Silva (2008) ao avaliarem a influência da aplicação de baixas doses de cálcio (0,5 e 1,0%) na forma de cloreto de cálcio e quelato aminocálcico na qualidade do melão Cantaloupe 'Hy-Mark', minimamente processado e armazenado a 5 °C por 18 dias. Segundo os autores, a estabilidade da luminosidade dos produtos está associada ao poder de corte da lâmina utilizada no processamento associado ao monitoramento da baixa temperatura de armazenamento que contribuíram para a redução da atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático e retardaram a senescência do tecido.

O armazenamento prévio dos melões durante 14 dias a 6 °C é a provável justificativa para a manutenção da luminosidade dos produtos neste experimento, uma vez que foram utilizados os mesmos utensílios (facas) em todos os tratamentos.

Para os valores de ângulo Hue (h°), observou-se aumento durante o período de armazenamento, exceto nos frutos armazenados sob atmosfera controlada por 14 dias antes de serem processados (MMP-14-AC), nos quais os valores se mantiveram estáveis (Figura 1B).

Os melões apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de cromaticidade. Nos frutos armazenados por 14 dias sob atmosfera controlada contendo 2% de O_2 e 20% de CO_2 (MMP-14-AC), os valores mantiveram-se constantes, semelhante ao encontrado por Machado; Alves; Silva (2008). Nos demais tratamentos, estes diminuíram ao longo do período de armazenamento, indicando que a cor dos cubos estava menos intensa (Figura 1C).

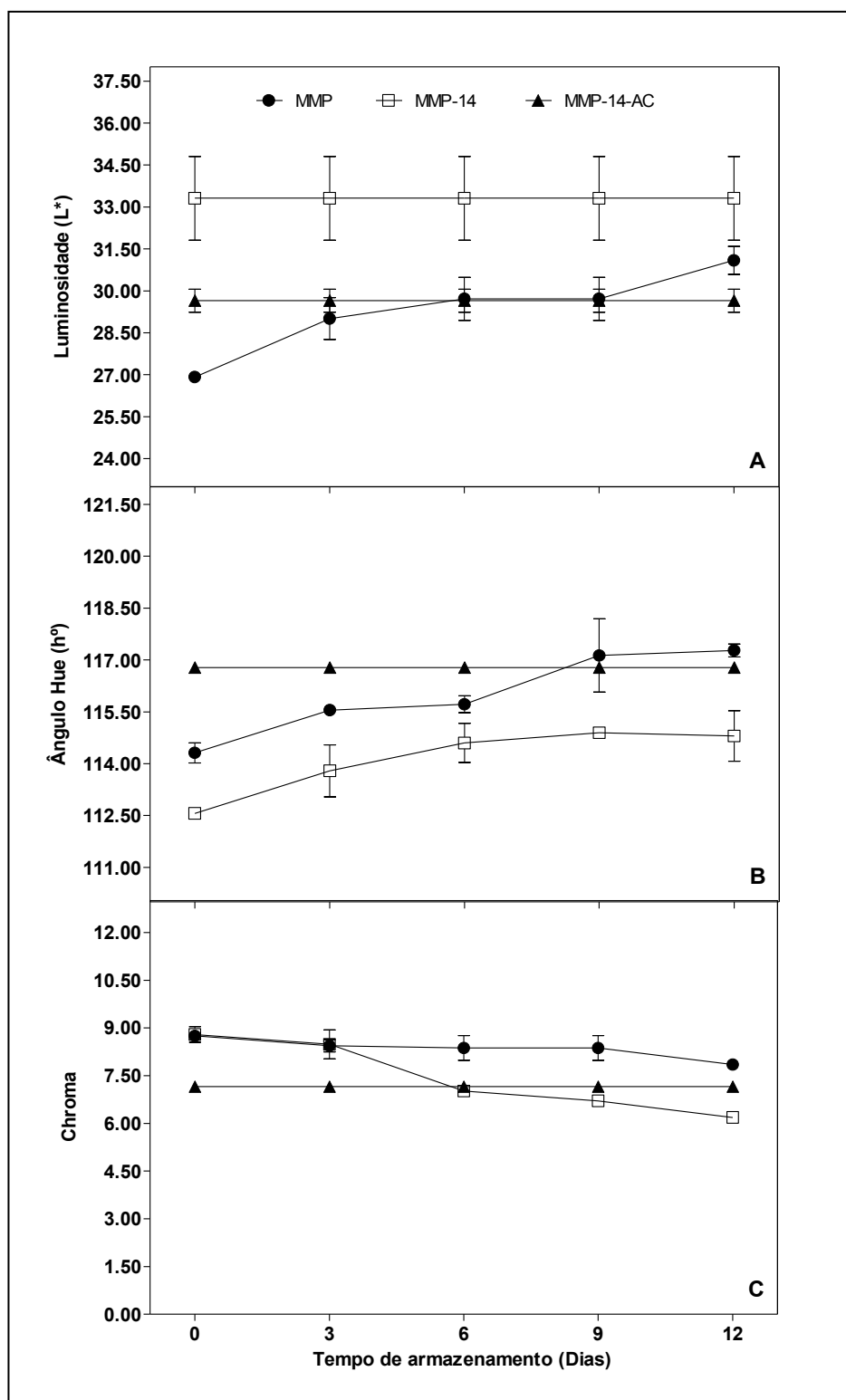


Figura 1. Luminosidade (A), ângulo Hue (B) e cromaticidade (C) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média (P ≤ 0,05).

A redução na firmeza é um dos principais problemas que leva à perda da qualidade e, conseqüentemente, aceitação de melões minimamente processados (O'CONNOR-SHAW et al.,1996). Observou-se que os valores reduziram-se durante o período de armazenamento, nos melões do controle minimamente processados (MMP) (Figura 2).

Os produtos minimamente processados cujos melões inteiros foram armazenados por 14 dias sob atmosfera controlada (MMP-14-AC) mantiveram os valores de firmeza durante os 12 dias de armazenamento. Isso indica, uma vez mais, que o armazenamento prévio ao processamento foi benéfico para a manutenção da firmeza. Provavelmente tal estabilidade tenha ocorrido devido à redução do metabolismo dos frutos expostos à baixa temperatura, 6 °C, por 14 dias de armazenamento. Nesse período é possível que tenha ocorrido uma redução na atividade enzimática de enzimas degradadoras das estruturas de parede celular, que decompõe as pectinas e celulose, promovendo redução nas forças de coesão entre as células (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Benedetti et al. (2008) relataram que melões Gália minimamente processados obtidos a partir de melões armazenados durante 10 e 28 dias, a 5 °C em atmosfera com 4% de O₂ e 15% de CO₂ apresentaram maiores valores de firmeza, como o observado nesse trabalho.

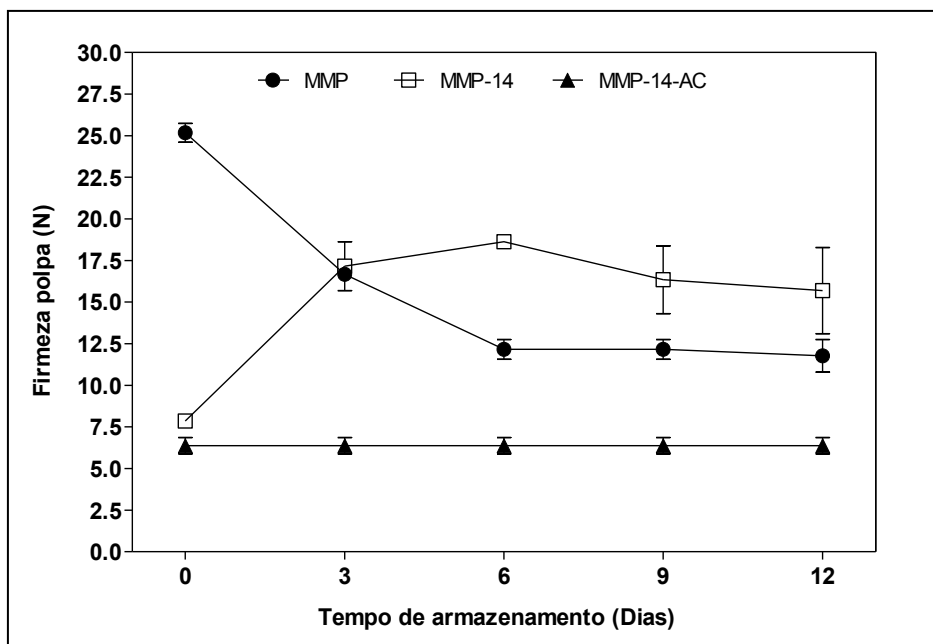


Figura 2. Firmeza (N) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os melões armazenados sob atmosfera com 2% de oxigênio e 20% de gás carbônico e processados após 14 dias (MMP-14-AC) apresentaram aumento nos teores de sólidos solúveis durante os 12 dias, a 3 °C (Figura 3). Os teores de SS encontrados neste trabalho foram inferiores ao relatado por Benedetti et al. (2008) ao armazenarem melões Gália sob combinações diferentes de gases (4% O₂ + 15% CO₂; 4% O₂ + 10% CO₂ e 21% O₂ + 0,03% CO₂) por 10 ou 28 dias. Estes autores verificaram que os valores para SS nos produtos minimamente processados apresentaram, em média, 10,5 ° Brix.

Portela; Cantwell (1998) observaram que os teores de sólidos solúveis em diferentes variedades de melões Honeydew (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud.) minimamente processados e armazenados tanto em atmosfera normal quanto em atmosfera controlada (Ar + 15% CO₂), a 5 °C, o que foi diferente do encontrado nesse trabalho. A manutenção dos teores de SS também foi relatada por Supapvanich; Tucker (2011), em melões Honeydew (*Cucumis melo* var. *inodorous*) minimamente processados e armazenados a 4 °C por 5 dias. Estes autores

encontraram teores médios de 10,90 °Brix, o que é menor que o encontrado neste trabalho.

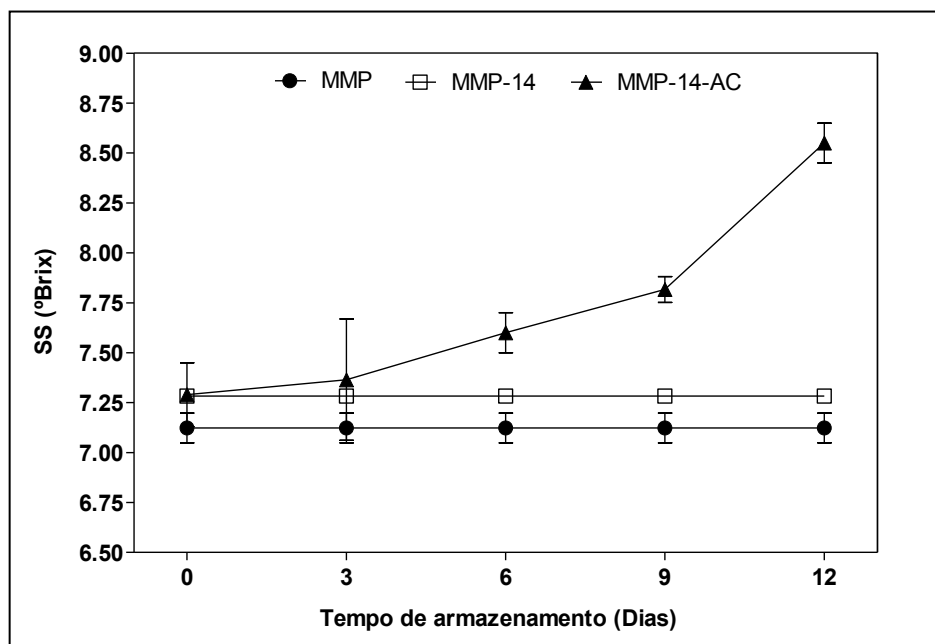


Figura 3. Teores de sólidos solúveis (SS) de melões ‘Louis’ minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os teores de acidez titulável mantiveram-se constantes (0,12 g ácido cítrico 100 g⁻¹ polpa). Benedetti et al. (2008) relataram aumento nos teores de acidez titulável, sendo este incremento mais elevado nos produtos minimamente processados de frutos armazenados nas diferentes combinações de atmosfera controlada, o que não foi o encontrado neste trabalho. Já Stamford; Damasceno; Melo (2002) observaram que os teores de acidez, em melões minimamente processados, não sofreram alterações significativas, ao longo do armazenamento.

Houve aumento nos teores de carboidratos solúveis nos frutos processados após 14 dias (MMP-14) (Figura 4A). Pizarro (2003), ao avaliar o armazenamento de melão minimamente processado em fatias, a 4 °C e a 10 °C e em duas embalagens, também observou aumento significativo no teor de açúcares.

Os conteúdos de carboidratos redutores dos produtos se mantiveram constantes nos melões processados após os 14 dias de armazenamento, independentemente das atmosferas testadas (Figura 4B). No caso do Controle, verificou-se um incremento ao longo do armazenamento a 3 °C.

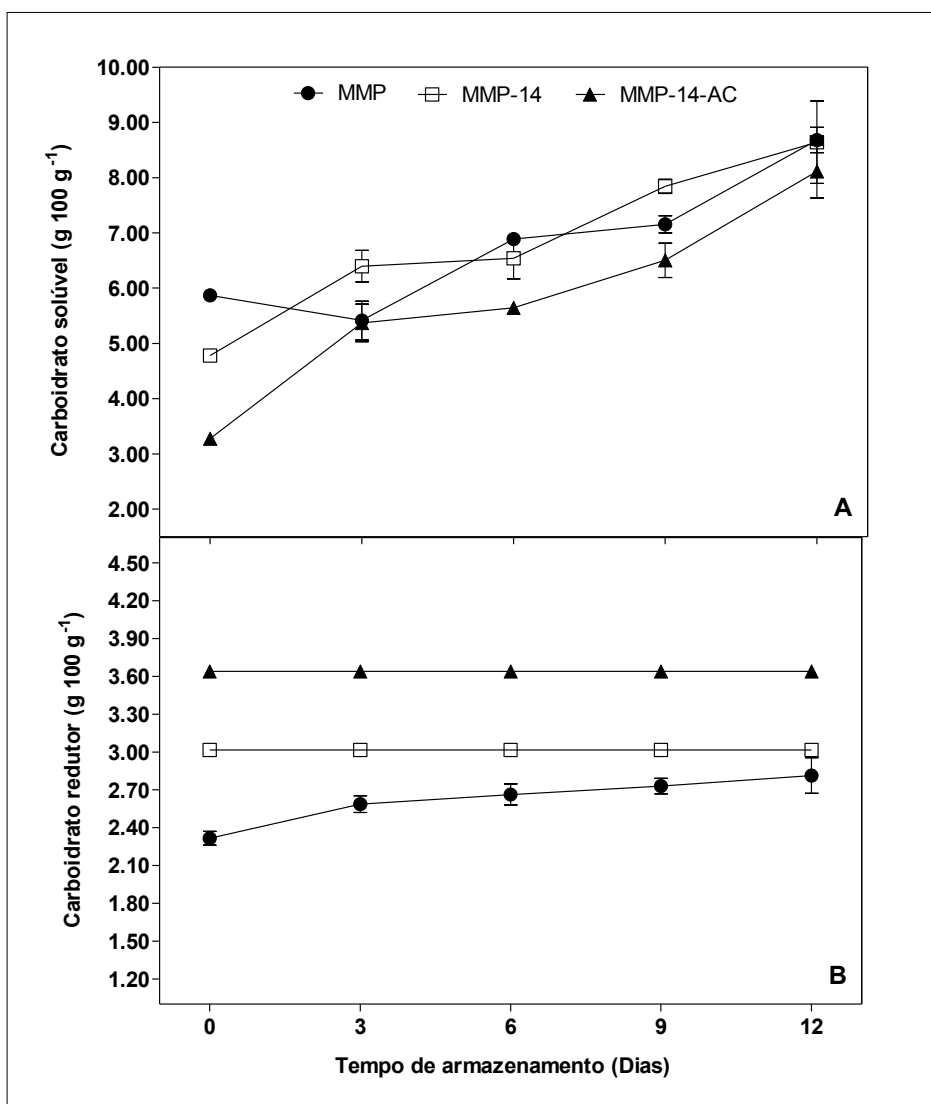


Figura 4. Teores de carboidratos solúveis (A) e redutores (B) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A atividade da polifenoloxidase (PPO) se manteve constante ao longo do período de armazenamento, apresentando médias de 0,08; 0,11 e 0,10 $\mu\text{mol fenol degradado g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ nos tratamentos MMP, MMP-14 e MMP-14-AC, respectivamente. Esses resultados diferem dos obtidos por Chisari et al. (2009), ao verificarem diminuição progressiva na atividade da PPO durante o amadurecimento em melões Gália.

Na Figura 5 observou-se que os MMP tiveram aumento na atividade da peroxidase (POD), durante os 12 dias de armazenamento. Entretanto, para os melões minimamente processados submetidos ao armazenamento prévio por 14 dias (MMP-14) houve diminuição da atividade desta enzima.

Chitarra; Chitarra (2005) relataram que o amadurecimento e senescência são fenômenos nos quais predominam os processos oxidativos, principalmente quando o peróxido de hidrogênio acumula-se em níveis tóxicos ao tecido. Do mesmo modo, os radicais livres presentes, se não forem inativados, induzem a peroxidação lipídica, por meio da qual, iniciam-se as mudanças deteriorativas associadas com o amadurecimento. Assim, o armazenamento prévio por 14 dias pode ter contribuído para a diminuição da atividade enzimática, preservando a qualidade dos minimamente processados.

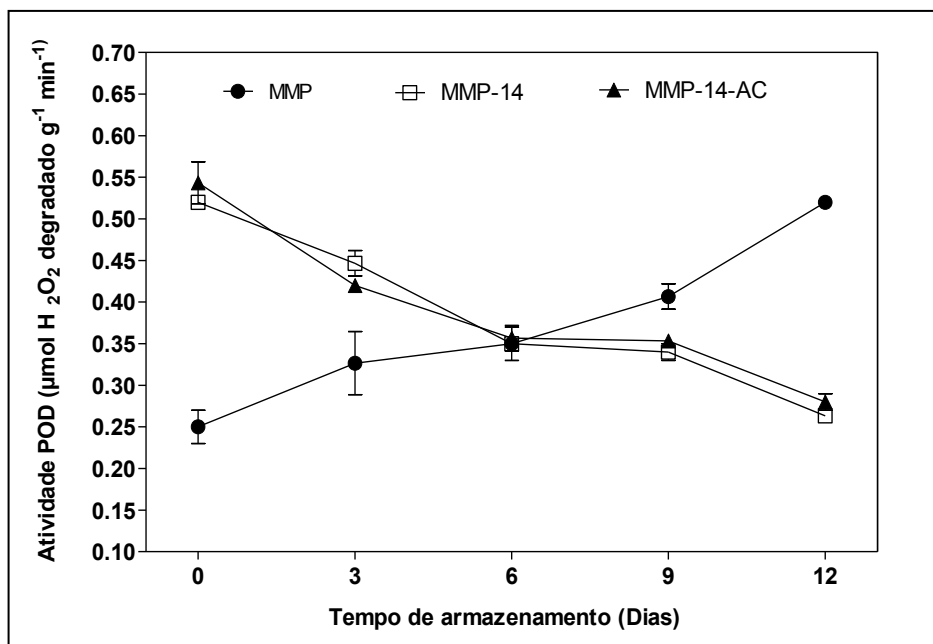


Figura 5. Atividade da peroxidase (POD) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A atividade da poligalacturonase (PG) se manteve estável durante o período de armazenamento nos produtos minimamente processados após 14 dias de armazenamento (MMP-14) sob atmosfera normal (Figura 6A), o que pode estar relacionado com a firmeza que apresentou tendência de se manter (Figura 2). No tratamento Controle (MMP) observou-se diminuição nesta atividade, o que corrobora com os dados observados por Chisari et al. (2009), que verificaram diminuição na atividade da PG durante o amadurecimento de melões Gália, inteiros, colhidos em três estádios de maturação. Prado et al. (2005) avaliaram o efeito da atmosfera modificada ativa na conservação do melão 'Orange Flesh' minimamente processado e não detectou atividade desta enzima, diferente do encontrado nesse trabalho.

A atividade da pectinametilesterase (PME) se manteve constante para os MMP-14 (Figura 6B). Houve aumento da atividade desta enzima nos MMP e nos MMP submetidos a atmosfera controlada por 14 dias (MMP-14-AC), que apresentou os menores valores iniciais. Isto pode estar relacionado com a manutenção dos

valores de firmeza, já que uma das causas de perda de textura é a atividade de enzimas degradativas da parede celular.

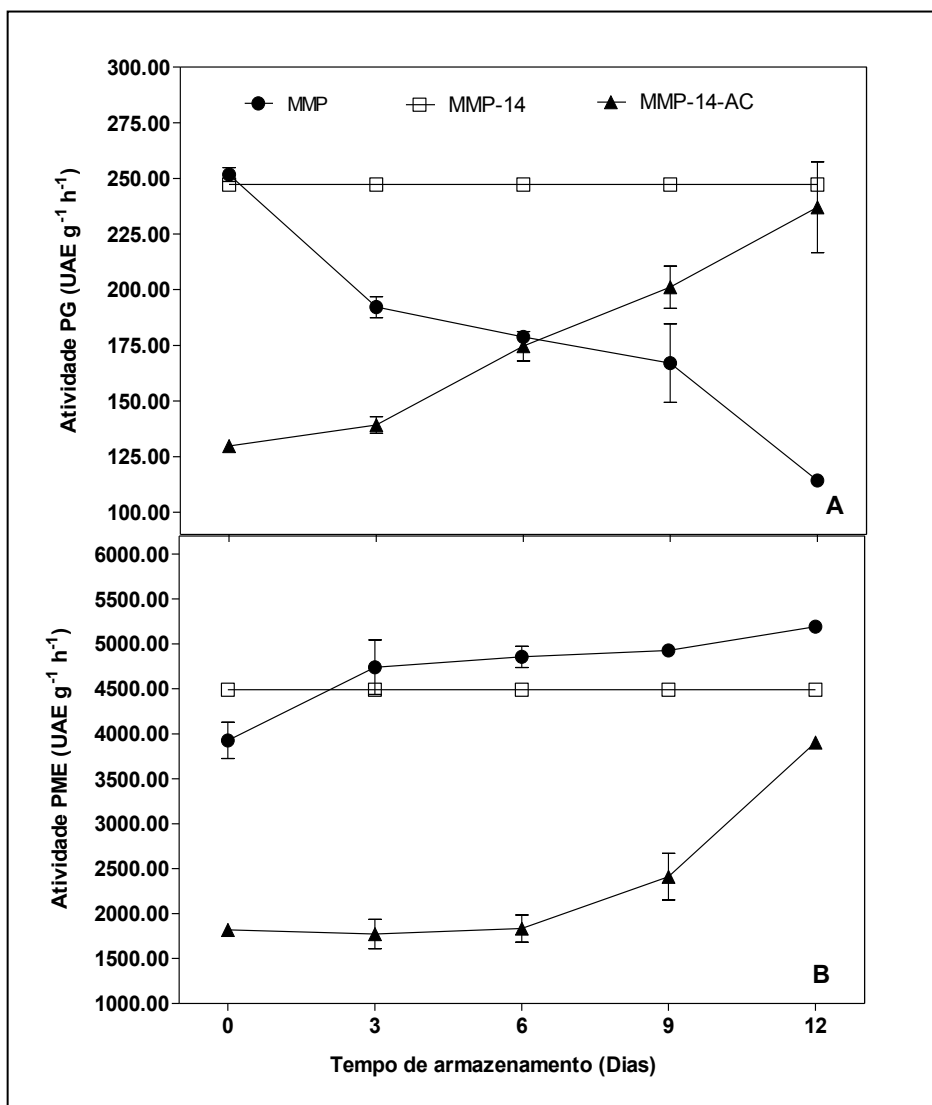


Figura 6. Atividade da poligalacturonase (PG) (A) e da pectinametilesterase (PME) (B) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média (P ≤ 0,05).

A perda de massa fresca foi pequena no período (média de 0,15%). Essa reduzida perda de massa pode ser atribuída à baixa diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante, ou a diferença da pressão

de vapor (DPV), que é diretamente afetada pela diferença entre a umidade relativa e a temperatura, do produto e do ambiente de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tatsumki; Watada; Wergin (1991) explicaram que a perda de massa em produtos hortícolas minimamente processados é consequência da maior relação superfície/volume do que em vegetais inteiros, permitindo maior área de exposição dos tecidos à atmosfera circundante. Segundo Peroni (2002), a perda de massa desses produtos pode ser atribuída a perda de umidade e de material de reserva tanto pela transpiração quanto pela respiração, respectivamente.

Houve um incremento na taxa respiratória dos melões minimamente processados (MMP) até 6º dia, com posterior declínio até o final do armazenamento (Figura 7). Nos demais tratamentos houve redução nestas taxas. Na avaliação inicial registrou-se maior taxa respiratória nos MMP-14 e MMP-14-AC, e que pode ser atribuída ao efeito da injúria pelo corte durante o processamento.

O aumento do teor de CO₂ na atmosfera de armazenamento gera respostas do metabolismo primário e secundário dos vegetais. Entre estas respostas metabólicas, está a redução na atividade respiratória, devido à dificuldade na captação de oxigênio, o que pode afetar o metabolismo do vegetal, com redução no consumo de açúcares solúveis, na síntese e na percepção ao etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Isto pode ser observado neste trabalho devido ao uso da concentração reduzida de oxigênio (2%), o que também reduziu a atividade oxidativa da polifenoloxidase, a qual necessita de oxigênio para atuar.

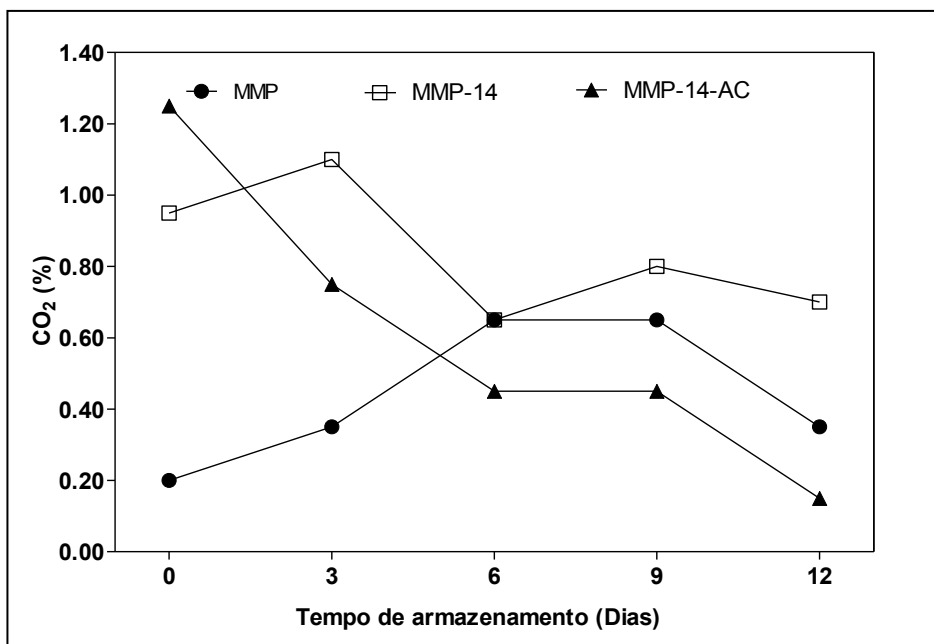


Figura 7. Atividade respiratória de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

A avaliação visual, por consumidores e compradores, é o principal fator de decisão a favor do produto (DAMIANI et al., 2008). Os melões processados após 14 dias sob atmosfera controlada com 2% O₂ e 20% CO₂ (MMP-14-AC) obtiveram maior preferência pelos consumidores, quanto a aparência, seguido dos produtos MMP-14 (Figura 8). Portela; Cantwell (1998) observaram que melões armazenados sob atmosfera com 15% de CO₂ apresentaram qualidade visual melhor que os armazenados em atmosfera ambiente, o que não foi encontrado nesse trabalho nos frutos processados após 14 dias.

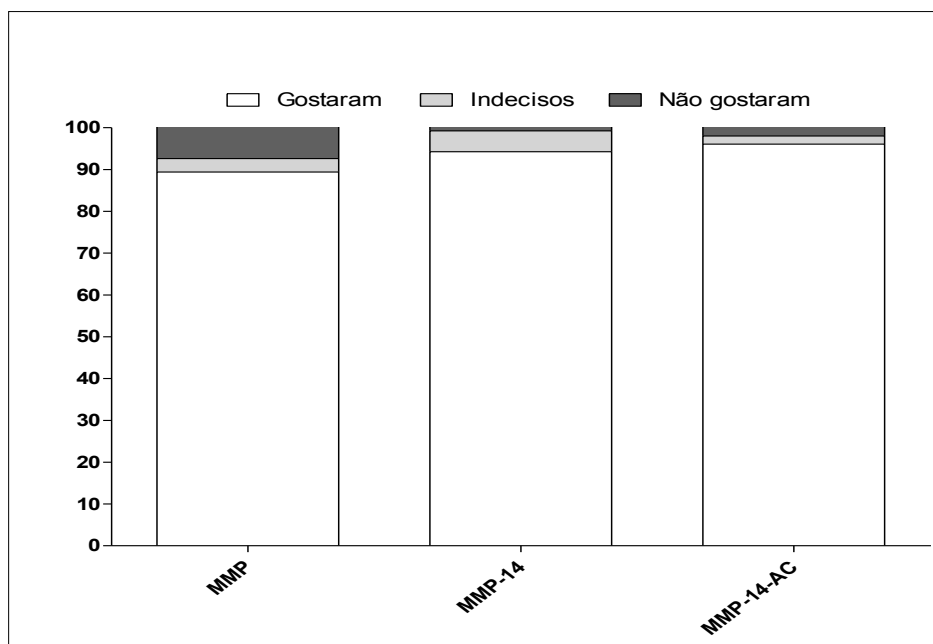


Figura 8. Aparência (%) de melões ‘Louis’ minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os MMP-14-AC foram os preferidos pelos consumidores, quanto ao aroma, não diferindo dos MMP-14, devido ao número de provadores indecisos para este tratamento (Figura 9). Pizarro (2003) processou melões Amarelo em fatias e armazenaram sob diferentes temperaturas (4 °C e 10 °C) e embalagens (PET e PVC) e também relataram que os valores para o aroma diminuíram durante o período de armazenamento.

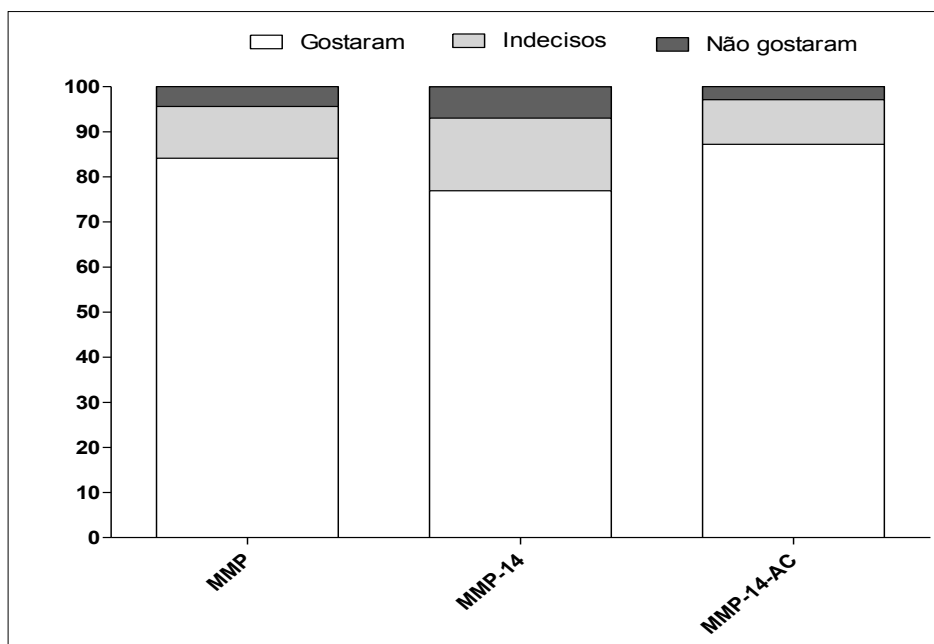


Figura 9. Aroma (%) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

Os melões minimamente processados após 14 dias de armazenamento (MMP-14) não diferiram dos MMP-14-AC em relação ao sabor, afetado pelo número de provadores indecisos (Figura 10), e foi semelhante ao encontrado por Benedetti et al. (2008) em melões Gália inteiros armazenados sob 4% O₂ e 15% CO₂ e processados após 10 dias.

A análise sensorial dos produtos indicou que os melões minimamente processados, após 14 dias de armazenamento (MMP-14), obtiveram maior preferência na intenção de compra (Figura 11). A maioria dos provadores alegou preferir os frutos processados após 14 dias do armazenamento, apesar da baixa preferência (17%).

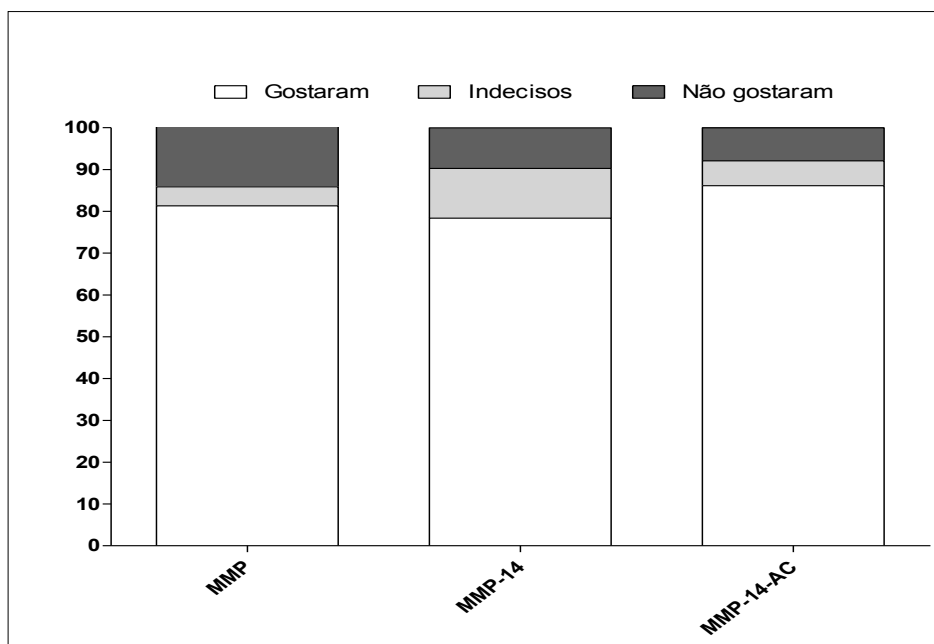


Figura 10. Sabor (%) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

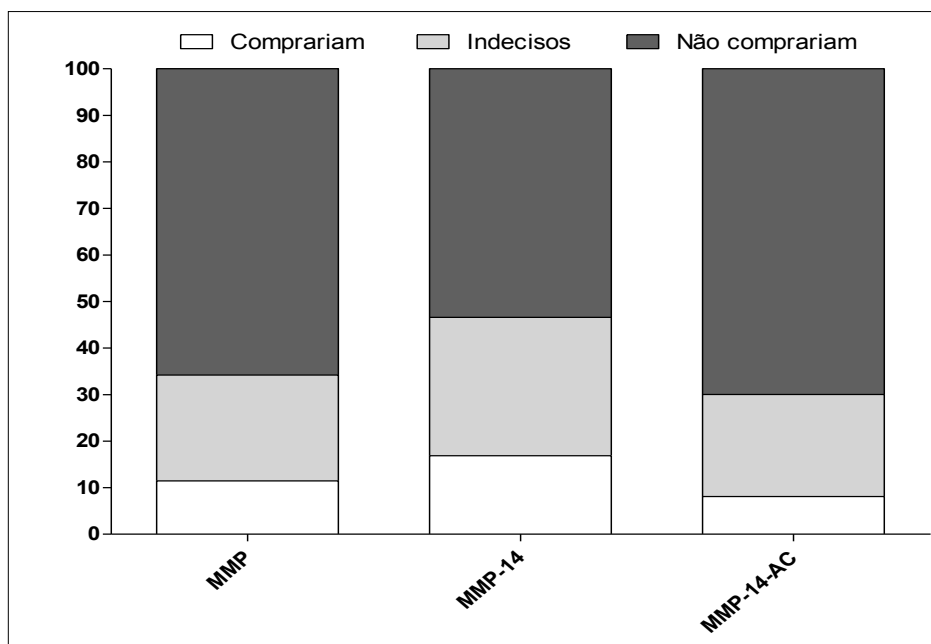


Figura 11. Intenção de compra (%) de melões 'Louis' minimamente processados (MMP), e armazenados a 3 °C por 12 dias. Tratamentos: MMP (Controle): melões imediatamente minimamente processados; MMP-14: MMP após armazenamento dos frutos em atmosfera ambiente por 14 dias a 6 °C; MMP-14-AC: MMP após o armazenamento sob combinação de 2% O₂ e 20% de CO₂ por 14 dias, a 6 °C. Barras verticais representam o desvio padrão da média ($P \leq 0,05$).

5.4. Conclusões

A qualidade dos produtos minimamente processados (PMP) de melões 'Louis' foi afetada pelas condições de armazenamento antes do processamento. A atmosfera controlada é recomendada para o armazenamento prévio ao processamento mínimo destes melões, uma vez que os parâmetros de qualidade foram superiores aos dos PMP dos melões que foram armazenados sob atmosfera normal, a 6 °C.

5.5. Referências Bibliográficas

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.120, p.470-475, 1974.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, 1997. v.2, cap.37. método 942.15 e método 932.12.

ARRUDA, M. C.; AZOLLINI, M., VITTI, M. C. D., JACOMINO, A. P. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...** CD-ROM.

ARRUDA, M. C.; MACHADO, F. L. C.; JACOMINO, A. P.; SILVA, E. O.; ALVES, R. E. Processamento mínimo de melão. In: MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Cap. 24, p.453-464.

BATISTA, A. P.; BORGES, C. D. Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, 2013.
BENEDETTI, B. C.; GÓMEZ, P.; CONESA, M. A.; ARTÉS, F. Effect of Pre-processing Controlled Atmosphere Storage on the Quality of Fresh-cut Galia Melons. **Food Science and Technology International**, London, v.14, p.13-19, 2008.

CALBO, A. G. Adaptação de um fluxcentro para estudos de trocas gasosas e um método de aferição de capilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.733-739, 1989.

CERQUEIRA, T.S.; CUNHA JÚNIOR, L.C.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P. Flowboard for postharvest gas mixtures applications to fruits and vegetables without waste of gas. In: INTERNATIONAL CONTROLLED AND MODIFIED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 10., 2009, Antalya. **Abstracts...** Leuven: ISHS, 2009. p. 56-56.

CHAIM, A; ALVARENGA, A. L. B.; SANTIAGO, A. D.; VIANA, A. R.; AMARAL, A. L. do, FILHO, B. F. de S.; GOMES, C. A. O.; ALMEIDA, D. L.; MENEZES, E. L. A.; JAENISCH, F. R. F.; NETO, F. N.; ALVES, F. S. F.; SCHEUERMANN, G. N.; FERNANDES, G. M. B.; ESPINDOLA, J. A. A; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, J. M.; FILHO, J. R. F.; BRITO, J. R. F.; CHAPAVAL, L.; ALVARENGA, M. B.; BRITO, M. A. V. P.; PESSOA, M. C. P. Y.; NEVES, M. C. P.; FERNANDES, M. C. A.; FREIRE JUNIOR, M.; MORÉS, N.; MATTOS, P. L. P.; RIBEIRO, R. L. D.; ASSIS, R. L.; PEIXOTO, R. T. G.; MACHADO, R. L. P.; PINTO, S. M.; CENCI, S. A.; ÁVILA, V. S.; IVO, W. M. P. M. **Recomendações básicas para a aplicação das boas**

práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 59p.

CHISARI, M.; SILVEIRA, A. C.; BARBAGALLO, R. N.; SPAGNA, G.; ARTÉS, F. Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p. 940–946, 2009.

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

COSTA, N. D., GRAGEIRO, L. V., FARIA, C. M. B., TAVARES, S. C. C. H, ALENCAR, J. A.; ARAÚJO, J. L. P. **A cultura do melão.** Brasília: EMBRAPA – SPI. 2001. (Coleção Plantar – série vermelha – Fruteiras).

CUNHA JUNIOR, L. C. **Atmosfera controlada na conservação de morango.** 2011, 120f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PINTO, D. M. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32 n.1, p.308-313, 2008.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.8, n.3, p.350-356, 1956.

DURIGAN, J. F.; SARGENT, S. A. Uso do melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v.10, p.69-77, 1999.

FALEIROS, R. R. S. **Inter-relações metabólicas em *Sorgum bicolor* L. Moench e *Dolichos lablab* L. cultivados isoladamente ou em culturas intercaladas.** 1978. 127f. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1978.

GHAZALI, H. M. N.; LEONG, N. Polygalacturonase activity in starfruit. **Food Chemistry**, London, v. 24, n.1, p.147-157, 1987.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, 1966.

MACHADO, F. L. C.; ALVES, R. E.; SILVA, E. O. Processamento mínimo do melão Cantaloupe com uso de doses de cloreto de cálcio e quelato aminocálcico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.56-60, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, p.49.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G. da; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.214-218, 2009.

O'CONNOR-SHAW R.; ROBERTS R.; FORD A.; NOTTINGHAM S. Changes in sensory quality of sterile cantaloupe dice stored in controlled atmospheres. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, p.847-851, 1996.

PERONI, K. M. da C. **Influencia do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão 'Amarelo' minimamente processado**. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PERYAM, D. R.; GIRARDOT, N. Advanced taste-test method. **Food Engineering**, New York, v.24, n.7, p.58-61, 1952.

PIZARRO, C. A. C. **Avaliação de melão minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas e embalagens**. 2003. 70f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

PORTELA, S. I.; CANTWEL, M. I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, p.351-357, 1998.

PRADO, M. E. T.; CHITARRA, A. B.; RESENDE, J. V. Armazenamento de melão 'Orange Flesh' minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.2, p.346-352, 2005.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v.44, n.12, p.1717-1723, 1969.

STAMFORD, T. L. M.; DAMASCENO, K. S. F.C.; MELO, R. G. Efeito da temperatura de armazenamento sobre a qualidade do melão (*Cucumis melo* L. var. *inodorus*) minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** CD-ROM.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company. 1987. 633p.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993, 36p.

SUPAPVANICH, S.; TUCKER, G. A. Physicochemical changes in fresh-cut Honeydew melon fruit during storage. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.12, p.2737-2742, 2011.

TATSUMKI, Y.; WATADA, A. E.; WERGIN, W. P. Scanning electron microscopy of carrot stick surface of determine cause of white translucent appeareance. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56. p.1357-1362, 1991.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; SANTOS, L. O.; MARTINS, R. N. Controle da atmosfera durante o armazenamento refrigerado de frutas tropicais: adaptação de fluxcentros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...**Cabo Frio:SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. p.452.

CAPÍTULO 6 – Tratamento térmico dos melões inteiros e armazenamento sob atmosfera modificada ativa na conservação de melões ‘Charentais’ minimamente processados.

RESUMO – O melão é um fruto apreciado pelo consumidor, devido ao elevado teor de açúcares e seus produtos minimamente processados tem potencial, já que os consumidores procuram frescor e conveniência. Este trabalho investigou o efeito da combinação de tratamento térmico, com embalagem em atmosfera modificada ativa, com dois tipos de filmes, sobre a qualidade de melões ‘Charentais’ minimamente processados. Melões inteiros foram imersos em água quente (50 °C) por 30 minutos e em seguida resfriados em água a 13 °C por 15 minutos e minimamente processados. As amostras foram acondicionadas em bandejas de tereftalato de polietileno, embaladas em filme plástico de polipropileno (OPP) ou de ácido poli láctico (PLA), sob atmosfera modificada ativa com 2-3% de O₂ e 7-8% de CO₂ e armazenadas a 6 °C, por 11 dias. Os produtos foram avaliados quanto a composição gasosa nas embalagens, coloração, firmeza, teores de sólidos solúveis e betacaroteno e atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. A combinação do tratamento térmico (50 °C por 30 minutos) com a embalagem em filme de ácido poliláctico (PLA) foi eficiente na conservação de melões minimamente processados por 11 dias, pela manutenção dos valores de firmeza e menor atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento dos cubos.

Palavras chave: *Cucumis melo*, refrigeração, filmes, hidrotérmico.

6.1. Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) pertence a família das Cucurbitáceas. Este fruto possui 90% de água, além de minerais e vitaminas, principalmente aqueles com a polpa alaranjada, devido à presença de betacaroteno. Essas características fazem com que ele seja apreciado pelos consumidores (MOREIRA et al. 2009). Melões ‘Charentais’ são de origem francesa e possuem, ou não, casca rendilhada. A casca é verde clara e a polpa pode variar sua coloração. Esses frutos destacam-se pelo aroma forte e agradável (CEAGESP, 2004).

O consumo mundial de melão vem aumentando devido suas características sensoriais, entretanto, sua inconveniência ao descascamento e a eliminação das sementes, bem como sua baixa praticidade devido ao tamanho grande o tornam promissor para ser utilizado na forma minimamente processada (AGUAYO; ESCALONA; ARTÉS, 2004). Contudo, o processamento mínimo aumenta a atividade metabólica e a descompartimentação de enzimas e substratos, causando amolecimento e escurecimento (CHARLES; SANCHEZ; GONTARD, 2005).

Estes problemas poderão ser controlados com o uso de técnicas pós-colheita como a refrigeração, tratamento térmico, filmes plásticos e uso da atmosfera controlada e/ou modificada. A atmosfera modificada trata da modificação dos gases no ambiente como resultado da respiração (passiva) ou pela adição e remoção de gases nas embalagens (ativa) para adequar os níveis de O₂ e CO₂.

Na Europa, o uso de embalagens com atmosfera modificada é uma das técnicas mais usadas para produtos vegetais perecíveis (SANTOS; OLIVEIRA, 2012).

O uso de tratamento térmico tem-se demonstrado efetivo no aumento da vida útil dos produtos, reduzindo as injúrias causadas pelo frio e a contaminação microbiológica (FALLIK, 2004), além de ser capaz de inibir a síntese do etileno e a ação de enzimas degradadoras da parede celular (PAULL; CHEN, 2000). Para melões minimamente processados, o uso do tratamento térmico a 50 °C durante 60 minutos dos melões inteiros reduziram a taxa respiratória e a perda de água (LAMIKANRA et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi investigar o efeito da combinação de tratamento térmico, com embalagem sob atmosfera modificada ativa, na manutenção da qualidade de melões minimamente processados.

6.2. Material e métodos

6.2.1. Material vegetal

Neste experimento foram utilizados melões 'Charentais' (*Cucumis melo* L.), comumente conhecidos como melão francês, que apresentam casca intensamente

reticulada, coloração verde clara acinzentada e faixas verdes escuras, polpa salmão e formato esférico (CEAGESP, 2004). Os frutos foram comprados no dia 20 de setembro de 2012, em supermercado local, e imediatamente transportados para o Laboratório de Fisiologia de Frutas e Legumes, da Universidade de Avignon, na França.

No laboratório, os melões foram selecionados, lavados com detergente neutro, enxaguados com água potável e imersos em solução de hipoclorito de sódio (80 ppm cloro livre) por 10 minutos.

6.2.2. Condução do experimento

Os melões foram divididos em dois lotes com 30 frutos cada. O primeiro lote foi imerso em banho-maria por 30 minutos a 50 °C e o segundo lote foi usado como tratamento Controle (sem imersão em água quente). Os melões que foram tratados termicamente foram resfriados em água fria (13 °C) por 15 minutos. Em seguida, os frutos dos dois lotes foram submetidos ao processamento mínimo, o qual foi realizado sob condições higiênicas, ou seja, as facas, colheres, bancadas foram higienizadas com água clorada (200 mg L⁻¹ de cloro) e os operadores utilizaram botas, aventais, luvas e toucas.

Os frutos foram cortados ao meio com faca afiada e as sementes retiradas com auxílio de colher. Cada metade dos frutos foi cortada em quatro fatias longitudinais e, em seguida, eliminou-se a casca. As fatias foram reduzidas a cubos de aproximadamente 3 cm. Na sequência, os cubos foram imersos em solução de hipoclorito de sódio (80 ppm de cloro livre) por 2 minutos, quando então foram enxaguados com água, por 1 minuto, e foram deixados secar sobre papel absorvente.

Após escorrer o excesso de água, os cubos de melão foram embalados e armazenados nas seguintes condições:

Ar: 130 gramas de cubos de melão foram colocadas em jarras de vidro, com capacidade de 1 litro, o que permitiu a manutenção da elevada umidade e uma atmosfera ambiente ao redor das amostras.

Atmosfera modificada ativa (AM): 130 gramas de cubos de melão foram acondicionadas em embalagens de tereftalato de polietileno e cobertas com filme de polipropileno orientado (OPP) ou filme de ácido polilático (PLA), que é biodegradável. Injetou-se, inicialmente, nas embalagens uma mistura contendo 2-3% O₂ e 7-8% CO₂, antes do fechamento, usando-se misturador de gases (O₂/CO₂/N₂) marca WITT.

Este experimento foi constituído por 6 tratamentos, denominados: C/AR (produtos que não foram submetidos nem ao tratamento térmico, nem à atmosfera modificada ativa); C/AM/OPP (frutos que não foram submetidos ao tratamento térmico, com os produtos minimamente processados (PMP) submetidos à atmosfera modificada ativa e embalados com filme OPP); C/AM/PLA (frutos que não foram submetidos ao tratamento térmico, com os PMP submetidos à atmosfera modificada ativa e embalados com filme PLA); HT/AR (frutos que foram submetidos somente ao tratamento térmico); HT/AM/OPP (frutos que foram submetidos ao tratamento térmico, com os PMP submetidos à atmosfera modificada ativa e embalados com filme OPP) e HT/AM/PLA (frutos que foram submetidos ao tratamento térmico e com os PMP submetidos à atmosfera modificada ativa e embalados com filme PLA).

Para cada tratamento utilizou-se quatro repetições e o armazenamento foi realizado a 6 °C durante 11 dias. As análises foram realizadas após 2; 4; 7 e 11 dias de armazenamento dos melões minimamente processados.

Os produtos foram avaliados quanto aos conteúdos de O₂ e CO₂ no espaço livre do interior das embalagens, além dos teores de sólidos solúveis e betacaroteno, coloração e firmeza dos cubos e atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase.

6.2.3. Avaliações

a) Composição gasosa: foi determinada tomando-se amostras através de um septo de silicone colado na parte externa do filme. A composição das embalagens foi avaliada por quantificação das concentrações de O₂ e CO₂ usando Dansensor (Chekmate 9900, PBI Dansensor, Denmark). Os resultados foram expressos em porcentagem.

b) Sólidos solúveis: foi quantificado em gotas de suco extraídas dos cubos de melão, usando-se refratômetro digital Atago PR-101 Palette, o qual expressa os resultados em °Brix (AOAC, 1997 - método 932.12).

c) Teores de betacaroteno: pesou-se 100 mg da amostra em pó em tubos de Eppendorf. Adicionou-se 1,5 mL da solução de acetona: hexano (4:6), em cada tubo. Duas fases se separaram automaticamente. Centrifugou-se por 15 minutos a 15.000 g, a 4 °C. Utilizou-se o sobrenadante para a determinação, pipetando-se 200 µL em cada orifício da placa de quartzo. O branco foi feito com 200 µL da solução de acetona: hexano (4:6). A leitura da D.O. foi feita em leitor de microplaca, medindo-se a 453 nm, 505 nm, 645 nm, 663 nm. A extração e a determinação foram feitas em gelo, para evitar a degradação dos produtos e os resultados foram expressos em µg g⁻¹ matéria fresca (NAGATA; YAMASHITA, 1992).

d) Coloração dos cubos: foi determinada utilizando-se colorímetro Minolta CR-400, sendo feita uma leitura na lateral de cada cubo. Foram determinados os valores de Luminosidade (L), onde 100 = branco e 0 = preto; valores de a (positivo = vermelho e negativo = verde) e valores de b (positivo = amarelo e negativo = azul). O aparelho foi calibrado previamente com um padrão branco (L* = 97,37; a* = 0,00 e b* = 1,77) (MINOLTA CORP., 1994).

e) Atividade da enzima peroxidase (POD): pesou-se 10 gramas da polpa de melão, a qual foi adicionada 20 mL de tampão fosfato de potássio (0,2 M). Homogeneizou-se por 1 minuto e em seguida centrifugou-se a 11.655xg por 10 minutos a 4 °C. A atividade foi determinada no sobrenadante pelo método de Allain et al. (1974), onde pipetou-se em tubos de ensaio: 0,5 mL de solução A (H₂O₂), 0,5 mL de solução B (fenol), 0,6 mL da solução tampão e 0,4 mL do extrato. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi feita em espectrofotômetro a 505 nm. Os resultados foram expressos em µmol de H₂O₂ degradado g⁻¹min⁻¹.

f) Atividade da enzima polifenoloxidase (PPO): utilizou-se o mesmo extrato preparado para a determinação da atividade da enzima peroxidase. A determinação foi feita pelo mesmo método da POD. Foi pipetado em cada tubo de ensaio: 0,5 mL da solução B (fenol) e 1,0 mL de extrato. Posteriormente, os tubos foram aquecidos em banho-maria a 30 °C, por 5 minutos. Adicionou-se 2 mL de álcool etílico a 95%. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 420 nm. Os resultados foram expressos em μmol de fenol degradado $\text{g}^{-1}\text{min}^{-1}$.

g) Firmeza: foi feita diretamente nos cubos de melão, usando-se penetrômetro Penefel (Setop Giraud-Technologie, France) com ponteira de 2 mm de diâmetro. Para cada tratamento, a firmeza foi medida em 5 cubos por bandeja ou jarra e os resultados expressos em Newtons (N).

6.2.4. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 repetições, em esquema fatorial 6 (tratamentos) x 5 (datas de amostragem). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.3. Resultados e discussão

O conteúdo de O_2 aumentou e o de CO_2 diminuiu nas embalagens durante os quatro dias iniciais de avaliação, independente do tratamento (Figura 1). Essas mudanças podem ser devido à difusão do gás através do filme, o que pode ser maior que a taxa respiratória devido à elevada diferença de pressão parcial de gás. O conteúdo de oxigênio foi maior nos produtos do tratamento Controle embalados com filme OPP do que com filme PLA, revelando que a permeabilidade do filme OPP é menor.

De acordo com Smith; Geeson; Stow (1987), a magnitude das alterações das concentrações de gases no espaço livre das embalagens depende da natureza e da

espessura da barreira, da taxa respiratória do produto, da relação entre a área superficial da barreira e da massa do produto e da temperatura e umidade.

O tratamento térmico associado com o filme OPP reduziu a atividade respiratória em quatro dias de armazenamento, o que pode ser consequência do uso da atmosfera modificada ativa (Figura 1). Esse fenômeno foi observado por Djoua et al. (2009) para mangas 'Keitt' minimamente processadas, que receberam a mistura de 5% O₂ e 5% CO₂ e foram armazenadas a 6 °C durante 9 dias.

Amaro et al. (2012) mostraram que os níveis de O₂ em embalagens com atmosfera modificada passiva diminuíram gradualmente durante 14 dias de armazenamento a 5 °C, enquanto os de CO₂ aumentaram, em melões Cantaloupe e Honey Dew minimamente processados, o que difere do observado neste trabalho.

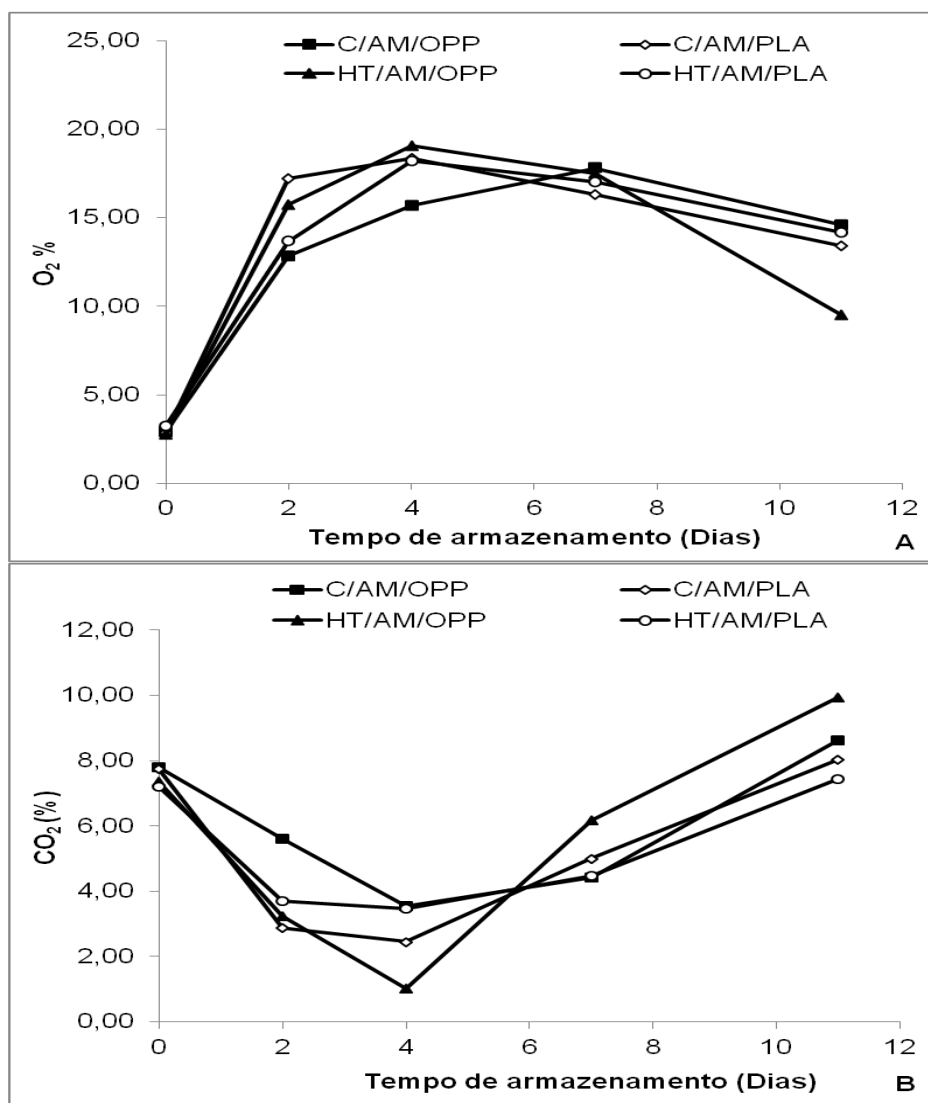


Figura 1. Variação na composição gasosa de melões minimamente processados, não tratados (C) e tratados termicamente (HT) sob atmosfera modificada ativa (AM) em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Os teores de sólidos solúveis não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1). Resultados diferentes foram encontrados por Djoua et al. (2009), que relataram teores mais baixos (12,2%) no tratamento Controle em relação ao tratamento térmico a 46 °C por 75 minutos (13,8%), em mangas ‘Keitt’ minimamente processadas e armazenadas a 6 °C, por nove dias.

Durante o armazenamento os tratamentos apresentaram aumento nos teores, o que também foi observado por Russo; Daiuto; Vieites (2012) em melão amarelo

Inodorus 'Valenciano Amarelo CAC' minimamente processado e armazenado a 5 °C por 8 dias.

Segundo Chitarra; Chitarra (2005) este discreto aumento pode estar associado à perda de água durante o armazenamento. Estes autores afirmam que os sólidos solúveis apresentam tendência de aumento com o amadurecimento devido ao aumento do teor de açúcares simples. Os sólidos solúveis geralmente aumentam durante o amadurecimento do fruto, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou pela perda de água dos frutos resultando em maior concentração dos mesmos.

Tabela 1. Teores de sólidos solúveis (°Brix) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Tratamentos (Trat)	Sólidos solúveis (° Brix)
C/AM/OPP	7,22 a
C/AM/PLA	7,11 a
C/AR	7,41 a
HT/AM/OPP	7,61 a
HT/AM/PLA	7,24 a
HT/AR	7,50 a
F	NS
Armazenamento (Dias)	
0	6,50 b
2	7,61 a
4	7,90 a
7	7,65 a
11	7,08 ab
F	**
F para interação Trat x Dias	NS

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, ^{**}, ^{*}. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Os valores de luminosidade diminuíram durante o armazenamento (Tabela 2), principalmente nos produtos que não foram submetidos à atmosfera modificada ativa (C/AR e HT/AR) indicando que os cubos tornaram-se escurecidos no final do

período (Figura 2A). Decréscimos nos valores de L^* são evidenciados pela perda de brilho e são considerados como indicativo de escurecimento em produtos minimamente processados (GONZALEZ-AGUILAR et al., 2008).

Tabela 2. Luminosidade (L) e valores de a^* e b^* em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido poliláctico (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Tratamentos (Trat)	L	a^*	b^*
C/AM/OPP	65,25 a	11,49 a	34,66 a
C/AM/PLA	64,44 a	11,06 a	34,01 a
C/AR	60,65 b	10,25 b	32,11 b
HT/AM/OPP	63,41 a	11,33 a	33,90 a
HT/AM/PLA	64,63 a	11,01 a	33,99 a
HT/AR	56,81 c	9,69 b	30,23 c
F	**	**	**
Armazenamento (Dias)			
0	68,89 a	13,16 a	38,07 a
2	64,10 b	10,88 b	33,64 b
4	63,90 b	11,08 b	34,16 b
7	59,44 c	9,67 c	30,36 c
11	56,31 d	9,24 c	29,52 c
F	**	**	**
F para interação Trat x Dias	**	**	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Pela análise dos valores médios de a^* e de b^* verificou-se que o uso do filme OPP ou PLA, combinado com o tratamento térmico e uso da atmosfera modificada ativa (HT/AM/OPP) foi eficiente para manter a qualidade dos produtos, que mantiveram a cor e a síntese dos pigmentos durante os 11 dias de armazenamento (Figuras 2B e 2C).

Os decréscimos nos valores de L^* , a^* e b^* nos tratamentos C/AR e HT/AR, indicam que o uso de filme associado com o tratamento térmico foi eficiente na manutenção da coloração, reduzindo o escurecimento que ocorre rapidamente em produtos minimamente processados.

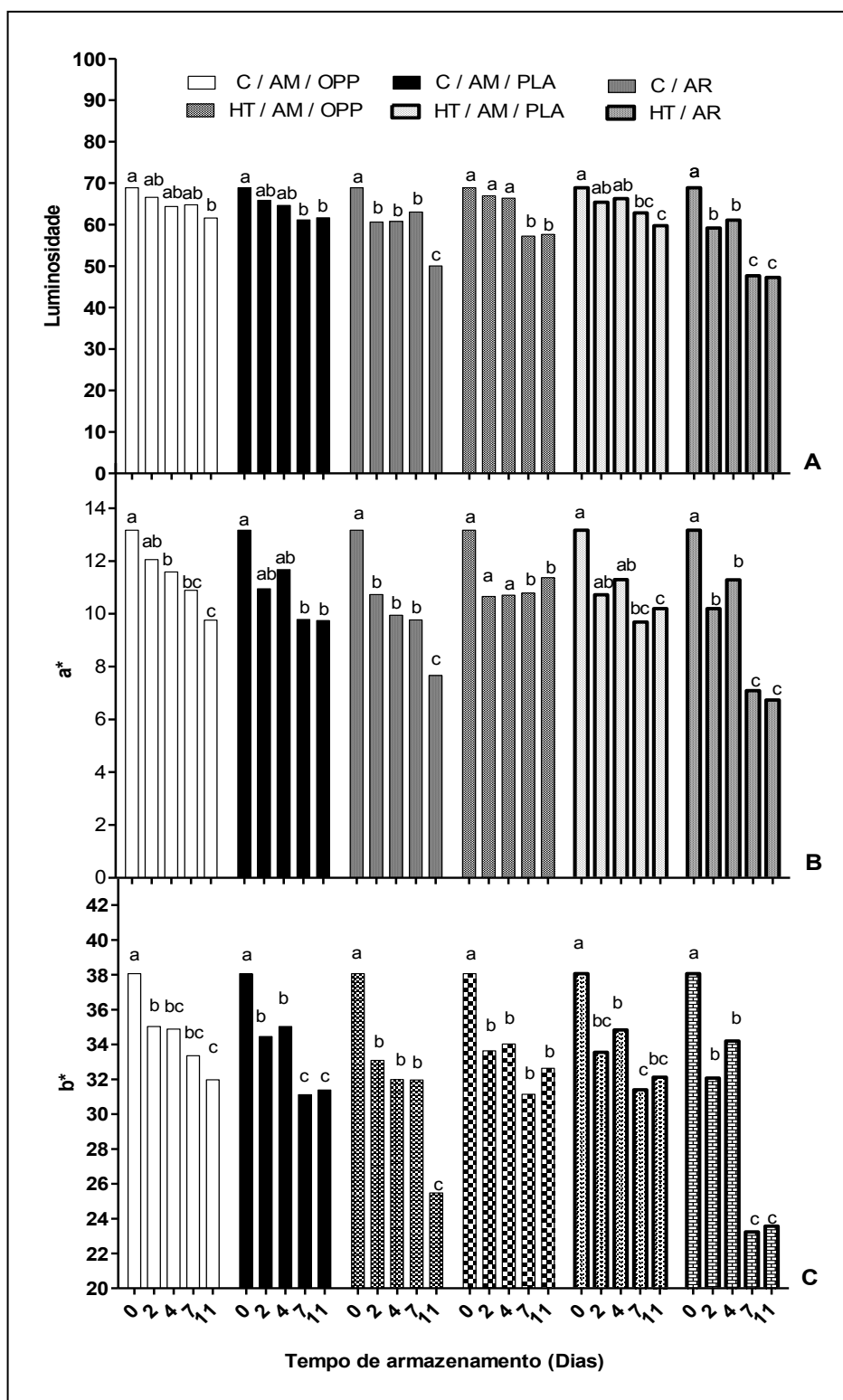


Figura 2. Luminosidade (A), valores de a^* (B) e valores de b^* (C) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias. Médias seguidas de mesma letra, em cada tratamento, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A atividade da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD) foram mais elevadas nos produtos em que os melões foram tratados termicamente e não submetidos à atmosfera modificada ativa (HT/AR) (Tabela 3), o que pode estar relacionado com o escurecimento dos produtos armazenados nesta condição.

Quando foi utilizada a combinação da atmosfera modificada ativa associada ao tratamento térmico, a atividade dessas enzimas foi praticamente mantida durante o armazenamento (Figuras 3A e 3B), o que pode ser explicado pela inativação da atividade devido ao tratamento térmico, como o sugerido por MA et al. (1992).

Djioua et al. (2009) verificaram que a associação do tratamento térmico com a atmosfera modificada ativa foi a mais efetiva na redução da atividade enzimática em mangas minimamente processadas, e também foi observado neste trabalho para o tratamento HT/AM/PLA, indicando a eficiência deste tratamento no controle do escurecimento dos cubos.

Tabela 3. Atividade da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Tratamentos (Trat)	PPO ($\mu\text{mol fenol degradado g}^{-1}$ min^{-1})	POD ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ degradado g^{-1} min^{-1})
C/AM/OPP	0,09 b	0,11 bc
C/AM/PLA	0,09 b	0,11 bc
C/AR	0,10 b	0,12 b
HT/AM/OPP	0,09 b	0,09 d
HT/AM/PLA	0,09 b	0,10 cd
HT/AR	0,14 a	0,14 a
F	**	**
Armazenamento (Dias)		
0	0,10 b	0,09 c
2	0,09 c	0,13 b
4	0,09 c	0,09 c
7	0,10 bc	0,07 c
11	0,15 a	0,16 a
F	**	**
F para interação Trat x Dias	**	**

Médias seguidas de mesma letra, em cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, ^{**}, ^{*}. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

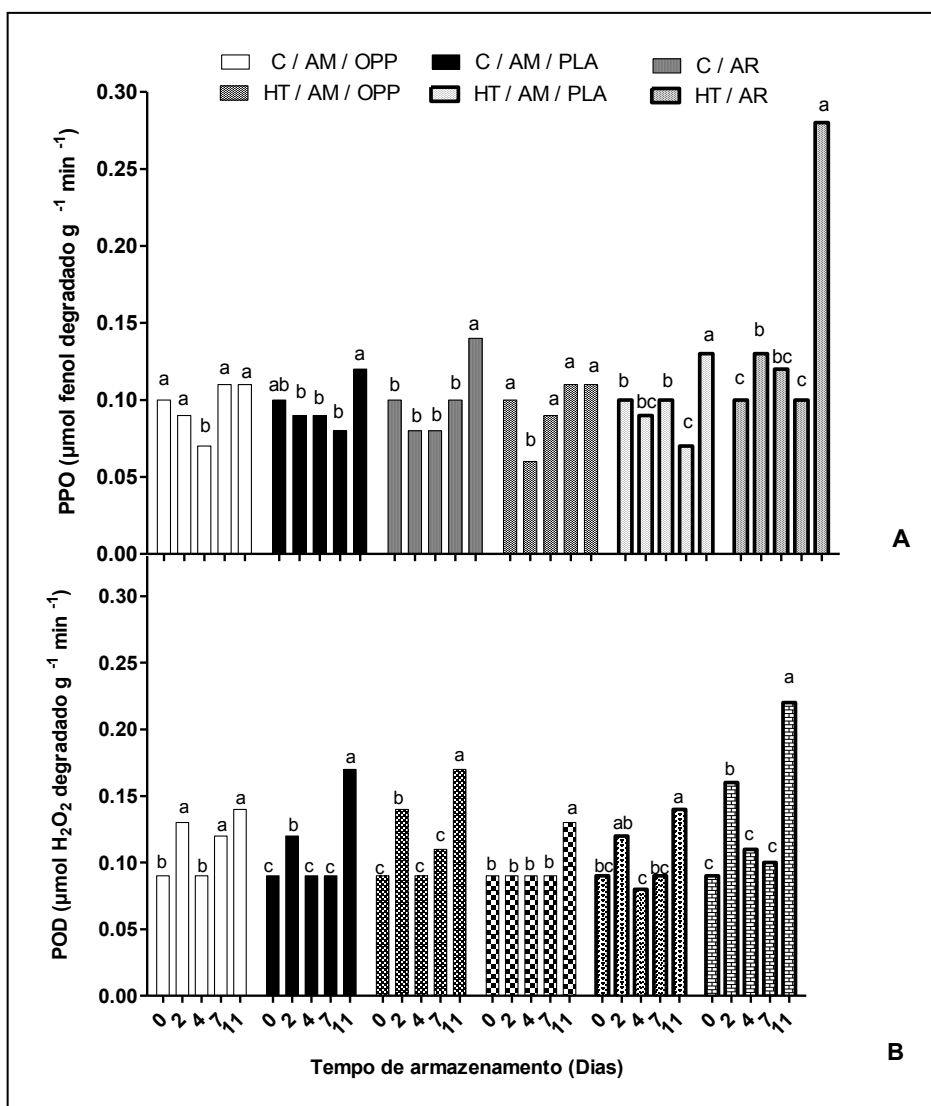


Figura 3. Atividade da polifenoloxidase (A) e da peroxidase (B) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias. Médias seguidas de mesma letra, em cada tratamento, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os teores de betacaroteno foram mais elevados nos produtos cujos melões foram submetidos ao tratamento térmico (Tabela 4). Este tratamento pode induzir a ruptura da membrana celular e facilitar a extração de carotenóides (KIDMOSE et al., 2002). Durante o armazenamento, os teores de betacaroteno mantiveram-se praticamente estáveis.

Em mangas minimamente processadas, Dijoua et al. (2009) mostraram que tanto o tratamento térmico quanto a atmosfera modificada não tiveram efeito no

conteúdo de carotenóides, que permaneceram estáveis durante o armazenamento a 6 °C por 9 dias. Esses resultados foram diferentes dos encontrados para melão, como pode ser observado na Figura 4.

Tabela 4. Teores de betacaroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$ matéria fresca) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido poliláctico (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Tratamentos (Trat)	Betacaroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$ matéria fresca)
C/AM/OPP	11,00 ab
C/AM/PLA	10,85 ab
C/AR	10,28 b
HT/AM/OPP	11,39 a
HT/AM/PLA	11,03 ab
HT/AR	11,61 a
F	**
Armazenamento (Dias)	
0	11,39 a
2	10,53 bc
4	10,36 c
7	11,09 ab
11	11,76 a
F	**
F para interação Trat x Dias	**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). ^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

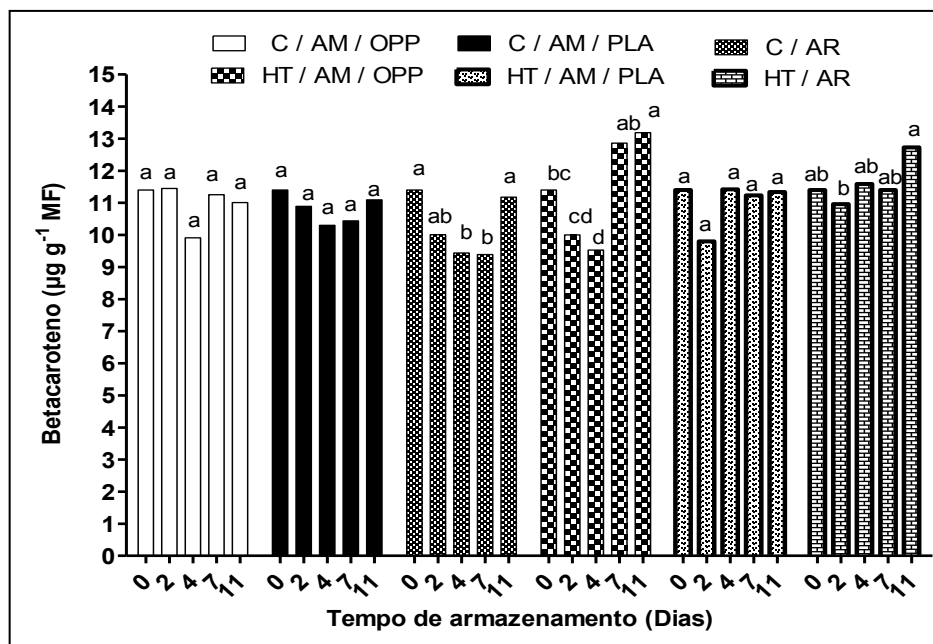


Figura 4. Teores de betacaroteno ($\mu\text{g g}^{-1}$ matéria fresca) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias. Médias seguidas de mesma letra, em cada tratamento, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A firmeza dos melões minimamente processados diminuiu durante o armazenamento nos tratamentos que não foram submetidos à atmosfera modificada ativa e embalagens (C/AR e HT/AR) (Figura 5). A associação do tratamento térmico, com atmosfera modificada ativa e filme PLA (HT/AM/PLA) manteve os maiores valores (Tabela 5) que foram constantes ao longo do período de armazenamento.

Nos tratamentos que não foram submetidos à atmosfera modificada ativa e filmes (AR) a firmeza diminuiu rapidamente, provavelmente devido às mudanças na parede celular, promovendo diminuição entre as forças de coesão das células, como consequência do processo de amadurecimento.

A firmeza também foi influenciada pelo tipo de filme utilizado. Após 4 dias de armazenamento, os cubos do tratamento HT/AM/OPP amoleceram mais rapidamente que os demais (Figura 5), confirmando a maior eficiência do filme PLA na manutenção da firmeza.

Tabela 5. Firmeza (N) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias.

Tratamentos (Trat)	Firmeza (N)
C/AM/OPP	2,56 bc
C/AM/PLA	2,53 bc
C/AR	2,69 ab
HT/AM/OPP	2,71 ab
HT/AM/PLA	2,89 a
HT/AR	2,32 c
F	**
Armazenamento (Dias)	
0	1,96 d
2	2,91 ab
4	3,05 a
7	2,70 bc
11	2,45 c
F	**
F para interação Trat x Dias	**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).
^{NS}, **, *. Não significativo e significativo a 1% e 5%, respectivamente.

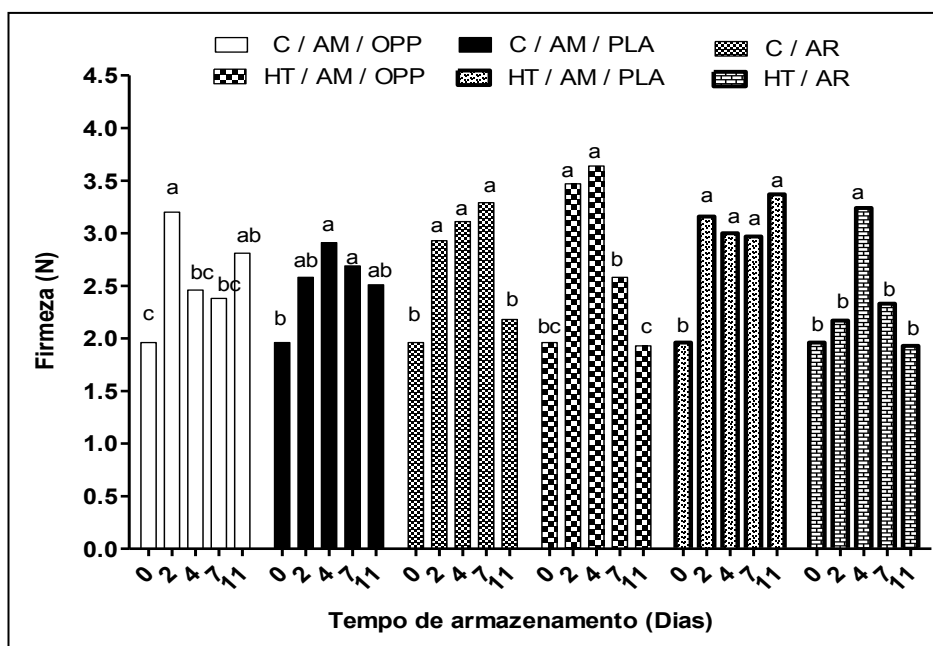


Figura 5. Firmeza (N) em produtos minimamente processados de melões tratados termicamente (HT) ou não (C) e armazenados sob atmosfera modificada ativa (AM) ou ar, em filme de polipropileno orientado (OPP) ou de ácido polilático (PLA) e armazenados a 6 °C, durante 11 dias. Médias seguidas de mesma letra, em cada tratamento, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

6.4. Conclusões

A combinação do tratamento térmico (50 °C por 30 minutos) com a embalagem em filme de ácido polilático (PLA) foi eficiente na conservação de melões minimamente processados por 11 dias, pela manutenção dos valores de firmeza e menor atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento dos cubos.

6.5. Referências Bibliográficas

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. **Journal of food Science**, Chicago, v.69, p.148–155, 2004.

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Washington, v.120, p. 470-475, 1974.

AMARO, A. L.; BEAULIEU, J. C.; GRIMM, C. C.; STEIN, R. E.; ALMEIDA, D. P. F. Effect of oxygen on aroma volatiles and quality of fresh-cut cantaloupe and honeydew melons. **Food Chemistry**, London, v.130, p.49–57, 2012.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, 1997. v.2, cap.37. método 942.15 e método 932.12.

CEAGESP. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura**. Normas de Classificação de Melão. São Paulo: CEAGESP, CQH. 2004. 6p (Documentos, 27).

CHARLES, F.; SANCHEZ, J.; GONTARD, N. Modeling of active modified atmosphere packaging of endives as a function of temperature. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, p.443–449, 2005.

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

DJIOUA, T.; CHARLES, F.; LOPEZ-LAURI, F.; FILGUEIRAS, H.; COUDRET, A.; FREIRE JUNIOR, M.; DUCAMP-COLLIN, M. N.; SALLANON, H. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.52, p.221-226, 2009.

FALLIK, E. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.32, p.125–134, 2004.

GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; CELIS, J.; SOTELO-MUNDO, R. R.; DE LA ROSA, L. A.; RODRIGO-GARCIA, J.; ALVAREZ-PARILLA, E. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5°C. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.43, p.91–101, 2008.

KIDMOSE, U.; EDELENBOS, M.; NORBAEK, R.; CHRISTENSEN, L. P. **Colour stability in vegetables**. In: MacDOUGALL, D. B. (Ed.), *Colour in Food Improving Quality*. Cambridge: CRC Press, 2002.

LAMIKANRA, O.; BETT-GARBER, K.; INGRAM, D.; WATSON, M. A. Use of mild heat pretreatment for quality retention of fresh-cut cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, p.53–57, 2005.

MA, S.; SILVA, J. L.; HEARNSBERGER, J. O.; GARNER JR, J. O. Prevention of enzymatic darkening in frozen sweet potatoes (*Ipoea babatas* (L.) Lam.) by water blanching: relationship among darkening, phenols and polyphenol oxidase activity. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.40, p.864-867, 1992.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994, p.49.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of Japanese Society of food Science and Technology**, Tokyo, v.39, p.925-928. 1992.

PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Heat treatment and fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.21, n.1, p.21–38, 2000.

RUSO, V. C.; DAIUTO, E.R.; VIEITES, R. L. Melão amarelo (CAC) minimamente processado submetido a diferentes cortes e concentrações de cloreto de cálcio armazenado em atmosfera modificada passiva. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.227-236, 2012.

SANTOS, J.S.; OLIVEIRA, M.B.P.P. Revisão: alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.1, p.1-14, 2012.

SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.772-776, 1987.