

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE
ALIMENTOS

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU (*Myrciaria
dubia* (H.B.K.) McVaugh) PELO USO DE ATMOSFERA
MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

CYNTHIA TEREZA CORRÊA DA SILVA

MANAUS - AM
1997

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE
ALIMENTOS

CYNTHIA TEREZA CORRÊA DA SILVA

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU (*Myrciaria
dubia* (H.B.K.) McVaugh) PELO USO DE ATMOSFERA
MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

Dissertação apresentada à
Coordenação do Programa de
Pós-Graduação da Universidade
Federal do Amazonas, para a
obtenção do título de Mestre em
Ciência de Alimentos, na área de
concentração em Tecnologia de
Alimentos.

Orientadora: **Prof^ª. Dra. Jerusa de Souza Andrade**

MANAUS - AM
1997

Ficha catalográfica

Silva, Cynthia Tereza Correa da

S586c Conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H. B. K.)
McVaugh) pelo uso de atmosfera modificada e refrigeração/

Cynthia Tereza Correa da Silva. 1997

100f.: Il. color; 31 cm.

Orientadora: JERUSA DE SOUZA ANDRADE

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade
Federal do Amazonas.

1. camu-camu. 2. fisiologia pós-colheita. 3. atmosfera modificada.

4. refrigeração. I. ANDRADE, JERUSA DE SOUZA II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

CYNTHIA TEREZA CORRÊA DA SILVA

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) PELO USO DE ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos, na área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 13 dezembro de 1997.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Jerusa de Souza Andrade, Presidente
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof. Dr. José Merched Chaar, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

A Deus e aos meus pais
Ivan (*in memoriam*) e
Neiva

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Jerusa de Souza Andrade, pelo apoio, orientação e amizade.

À Prof^a. Dr^a. Ila Maria de Aguiar Oliveira, pelo profissionalismo com que conduz o Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

Ao Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira, da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônomicas - INPA, pela concessão dos frutos.

À Prof^a. Dra. Rosana Cristina Pereira Parente, do Departamento de Estatística - ICE da Universidade Federal do Amazonas, pela orientação nas análises estatísticas.

Às concludentes do Curso de Estatística Edjane Barboza Paredes e Odete dos Santos Amaral pela colaboração nas análises estatísticas.

À acadêmica de Biologia Janete Marly Pontes da Silva, pela amizade e colaboração nas análises laboratoriais.

Ao Departamento de Medicamentos e Alimentos do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Amazonas, pelo apoio e incentivo na realização do Curso de Mestrado.

À professora Nazaré Torres Baima, do Departamento de Medicamentos e Alimentos do Curso de Farmácia - UFAM, pela colaboração na disponibilidade de equipamentos e vidrarias.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, pela oportunidade oferecida para a realização do Curso.

Aos pesquisadores e funcionários da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos (CPTA - INPA), pelo apoio e facilidades concedidos na realização deste trabalho.

Ao técnico José Edivaldo Chaves, da Coordenação de Pesquisas em Ciências Agrônomicas (CPCA - INPA), pela concessão de equipamento necessário às análises.

À amiga Neila Soares Picanço, cuja convivência e apoio foram fundamentais.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh) é um fruto nativo da Amazônia de sabor ácido e destaca-se pelo elevado teor de ácido ascórbico, o que tem contribuído para o crescimento de sua demanda comercial. Visando avaliar o seu potencial de conservação, foi realizado um experimento armazenando frutos em dois estádios de maturação: estágio maduro - frutos de cor vermelho púrpura; estágio meio maduro - frutos de coloração vermelha, com manchas de pigmentação verde. Os frutos foram acondicionados em bandejas de isopor recobertas com filme PVC de baixa densidade, no qual foram realizadas nove perfurações. O grupo controle compreendeu frutos em bandejas sem o filme. As bandejas foram armazenadas nas temperaturas de 5°C com 68,20% de U. R. e 10°C com 68,10% de U. R. Foram analisados perdas de peso, umidade, acidez, pH, sólidos solúveis, brix/acidez, açúcares, amido, ácido ascórbico, antocianinas e compostos fenólicos. A associação do filme à refrigeração reduziu sensivelmente a perda de peso e proporcionou frutos com boa aparência. A temperatura de 5°C mostrou-se mais benéfica, pois as perdas de antocianinas e ácido ascórbico nos frutos em atmosfera modificada foram inferiores àqueles mantidos a 10°C, independente do estágio de maturação. A utilização da temperatura de 5°C associada à modificação da atmosfera foi a condição mais favorável para o armazenamento dos frutos.

Palavras-chaves: Camu-camu, fisiologia pós-colheita, atmosfera modificada, refrigeração.

ABSTRACTS

Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) is a native fruit of Amazon region that presents sour taste and high ascorbic acid content. For its high ascorbic acid levels, it became a commercial alternative in the fruit market. In order to evaluate its potential conservation, camu-camu fruit was stored at two different stages of maturation: Stage A - Ripe fruit, with purple-red color; Stage B - Mid-ripe fruit, partially red. The fruit was packed in low density PVC film without perforations. Fruit without film was used as a control group. All the dishes were maintained at 5°C (68,20% R.H.) and 10°C (68,10% R.H.). Weight loss, humidity, titratable acidity, pH, soluble solids, soluble solids/acidity ratio, sugars, starch, ascorbic acid, anthocyanins and phenolic compounds were analyzed. PVC film associated with refrigeration decreased markedly weight loss and provided fruit units with better appearance. Storage at 5°C was more effective to reduce losses of anthocyanins and ascorbic acid, independent of the stage of maturation. Modified atmosphere in association with refrigeration at 5°C was the most suitable condition to storage this type of fruit.

Key words: Camu-camu, postharvest physiology, modified atmosphere, refrigeration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aspecto dos frutos colhidos em vários estádios de maturação.....	28
Figura 2 - Frutos de camu-camu classificados em dois estádios de maturação de acordo com o grau de coloração da casca.	29
Figura 3 - Aspectos dos frutos no 8º dia de armazenamento sob atmosfera modificada.....	36
Figura 4 - Aspectos dos frutos do estágio meio maduro no 8º dia de armazenamento a 10°C.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perda de peso e umidade em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.	38
Tabela 2 - Perda de peso e umidade em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.	39
Tabela 3 - Acidez titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa) e pH em frutos de camu-camu no estágio Maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.	41
Tabela 4 - Acidez titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa) e pH em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada....	42
Tabela 5 - Sólidos solúveis totais (%) e relação brix/acidez em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.....	44
Tabela 6 - Sólidos solúveis totais (%) e relação brix / acidez em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).	45
Tabela 7 - Açúcares redutores (%) e frutose (%) em frutos de camu-camu no estágio Maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).....	48
Tabela 8 - Açúcares redutores (%) e frutose (%) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).	49
Tabela 9 - Amido (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).	51
Tabela 10 - Amido (%) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).....	52
Tabela 11 - Ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).....	54
Tabela 12 - Ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).....	55
Tabela 13 - Antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).	57
Tabela 14 - Antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM)	58
Tabela 15 - Compostos fenólicos (% de ácido tânico) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).	60

Tabela 16 - Compostos fenólicos (% de ácido tânico) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM). 61	
Tabela 17 - Valores médios de acidez (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	75
Tabela 18 - Valores médios de acidez (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	75
Tabela 19 - Valores médios de pH em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	75
Tabela 20 - Valores médios de pH em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	76
Tabela 21 - Valores médios de sólidos solúveis totais (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	76
Tabela 22 - Valores médios de sólidos solúveis totais (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	77
Tabela 23 - Valores médios da relação brix / acidez em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	77
Tabela 24 - Valores médios da relação brix / acidez em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	77
Tabela 25 - Valores médios de açúcares redutores (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	78
Tabela 26 - Valores médios de açúcares redutores (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	78
Tabela 27 - Valores médios de frutose (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	78
Tabela 28 - Valores médios de frutose (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	79
Tabela 29 - Valores médios de amido (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	79
Tabela 30 - Valores médios de amido (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68, 10% de U. R.	79

Tabela 31 - Valores médios de ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	80
Tabela 32 - Valores médios de ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	80
Tabela 33 - Valores médios de antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	80
Tabela 34 - Valores médios de antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	81
Tabela 35 - Valores médios de compostos fenólicos (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.	81
Tabela 36 - Valores médios de compostos fenólicos (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.	81

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. O camu-camu	16
2.2. Descrição botânica.....	17
2.3. Habitat, distribuição geográfica e condições edafo-climáticas.....	18
2.4. Composição química.....	19
2.5. Produção, comercialização e utilização	21
2.6. Características da fisiologia pós-colheita de frutos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.2. Colheita e transporte	27
3.3. Seleção e tratamento fitossanitário	27
3.4. Instalação do experimento	30
3.5. Avaliações.....	30
3.5.1. Perda de peso.....	31
3.5.2. Umidade	31
3.5.3. Sólidos solúveis totais (SST)	31
3.5.4. Acidez titulável	31
3.5.5. Potencial hidrogeniônico (pH)	32
3.5.6. Relação brix / acidez	32
3.5.7. Açúcares	32
3.5.8. Amido.....	32
3.5.9. Ácido ascórbico.....	32
3.5.10. Antocianinas.....	33
3.5.11. Compostos fenólicos	33
3.5.12. Tratamento estatístico	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Perda de peso e umidade.....	34
4.2. Acidez titulável e pH	39

4.3. Sólidos solúveis totais (SST) e relações brix / acidez.....	42
4.4. Açúcares.....	45
4.5. Amido	47
4.6. Ácido ascórbico	52
4.7. Antocianinas	55
4.8. Compostos fenólicos.....	58
5. CONCLUSÕES	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE	74

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, em sua rica biodiversidade, representa um leque de potencialidades na produção de alimentos e outros produtos, o que a torna um espaço de excelência na exploração de seus recursos naturais e gera perspectivas de desenvolvimento econômico.

Dentre as várias alternativas existentes, destaca-se o aproveitamento de frutos regionais, consumidos “in natura” ou na forma de polpas congeladas, sorvetes, sucos, etc. Portanto, é importante conhecer duas características do mercado amazônico: a capacidade de transporte a longas distâncias, que dificulta o escoamento dos alimentos e as condições de estocagem. Isso contribui para acentuar o índice de perdas pós-colheita e conseqüentemente impede o desenvolvimento de atividades produtivas que beneficiem os produtos regionais. Por isso, não basta apenas produzir se as perdas atingem níveis indesejáveis. É necessário estudar técnica de preservação de frutos regionais, pois existe demanda potencial em outras regiões do país, interessadas em aproveitar o exotismo e as características químicas de produtos amazônicos.

Dos frutos nativos, o camu-camu tem se destacado como alternativa econômica. Nos últimos anos, esse fruto vem apresentando um aumento na sua demanda, em virtude de sua divulgação como fonte rica em ácido ascórbico. No entanto, há necessidade de estudar tecnologias que viabilizem sua comercialização em larga escala, levando-se em consideração os diversos fatores oriundos da região.

A conservação pós-colheita do camu-camu exige manipulação apropriada, a fim de preservar a sua qualidade, através do transporte até à comercialização. O emprego de métodos simples, como o manejo da temperatura, associado ao emprego de embalagens, permitem o controle das atividades metabólicas e retardam a ocorrência de distúrbios fisiológicos,

estendendo o tempo de vida pós-colheita. Diante da deficiência de informações a respeito da conservação do camu-camu, o presente trabalho teve como objetivo estudar a fisiologia pós-colheita do fruto, verificando as influências da temperatura de armazenamento, da atmosfera modificada e do estágio de maturação sobre as características físicas e químicas e estabelecer condições apropriadas à manutenção da sua qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O camu-camu

O camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) apresenta a seguinte sinonímia científica (McVaugh, 1969):

- *Psidium dubium*, H.B.K.
- *Eugenia divaricata*, Benth.
- *Myrciaria phillyraeoides*, Berg.
- *Myrciaria divaricata*, (Benth.) Berg.
- *Myrciaria paraenses* Berg, Mart.
- *Myrciaria riedeliana* Berg, Mart.
- *Myrciaria caurensis*, Steyerm.

O camu-camu recebe vários nomes vulgares, dependendo da região e do país. Ao longo da bacia do Orenoco é conhecido por guayabito e/ou guayabato (Venezuela) e guayabo (Colômbia) (CLEMENT, 1986; WHITMAN, 1974).

No Brasil possui vários nomes: araçá de igapó (rios Negro, Madeira, Tocantins e Javari (FERREIRA, 1986; SUÁREZ MERA, 1987), araçá d'água (rios Maçangana e Urupá) e caçari (na Amazônia Central e noroeste da Amazônia) (CAVALCANTE, 1988). Em Manaus, na Amazônia Ocidental e Central Brasileira, na região de selva baixa da Amazônia Peruana e no sul da Flórida (EUA) é denominado camu-camu, nome que predomina na literatura internacional (ALVARADO VERTIZ, 1969; ANDRADE, 1992; GUTIERREZ RUIZ, 1969; KEEL & PRANCE, 1979).

2.2. Descrição botânica

O camu-camu é um arbusto que pode alcançar até 8 m, raramente até 13 m de altura, com tricomas agudos e claros de aproximadamente 0,2 mm de comprimento. Suas folhas apresentam-se opostas, simples e pecioladas, com lâminas foliares lanceoladas ou elípticas de 3,0 a 10 cm, raramente até 12 cm de comprimento e 1,0 a 4,5 cm de largura. São glabras, glandulosas, agudas ou acuminadas no ápice e arredondadas ou subcuneadas na base. Pecíolos curtos de 3 a 9 mm de comprimento e cerca de 1 mm de espessura. Inflorescências axilares ou supra-axilares, pedúnculos de 1,0 a 1,5 mm de comprimento, com bordas ciliadas, pedicelos de até 1,5 mm de comprimento e cerca de 1 mm de espessura; cálice globoso, ou subgloboso, glabro e com pontos glandulosos; corola com 4 pétalas glandulosas, brancas, alternadas com as sépalas; possuem até 125 estames com 7 a 10 mm de comprimento, anteras de 0,5 a 0,7 mm de comprimento e estiletes de 10 a 11 mm de comprimento (ANDRADE, 1991).

O camu-camu é fruto globoso, de coloração rósea a vermelho-escura e até púrpuro-negra, podendo atingir de 10 a 32 mm de diâmetro. Sua polpa apresenta-se ácida e cada fruto possui 2 ou 3 sementes reniformes, elipsoides, aplanadas e cobertas por uma malha de fibrilas (GUTIERREZ RUIZ, 1969).

Do ponto de vista taxonômico, o camu-camu possui a seguinte classificação (TAKHTAJAN, 1980):

- a) Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae).
- b) Classe: Magnoliopsida (Dicotyledones).
- c) Subclasse: Rosidae.
- d) Supeordem: Myrtanae.
- e) Ordem: Myrtales.

- f) Família: Myrtaceae.
- g) Gênero: Myrciaria.
- h) Espécie: *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh.

2.3. Habitat, distribuição geográfica e condições edafo-climáticas

Em seu estado nativo, o camu-camu habita as regiões de várzea e margens de rios e lagos. Sobre materiais rochosos, resiste às correntezas de rios, como Trombetas, Cachorro e Mapuera no Pará e Javari e afluentes em Rondônia (CLEMENT, 1986; SUÁREZ MERA, 1987). Nas margens dos rios e lagos, seu tronco permanece submerso até 30 a 40% de sua estatura total (CALZADA BENZA, 1980). Essa planta em condições naturais pode permanecer submersa em água durante o período de cheia dos rios por 2 a 5 meses (COUTURIER, 1992; PETERS & VASQUEZ, 1986/87).

O camu-camu distribui-se desde a região central do Pará, passando pelo médio e alto Amazonas, alto Solimões, selva baixa da Amazônia Peruana e também na Bacia do Orenoco na Venezuela e Colômbia (ALVARADO VERTIZ, 1969; MCVAUGH, 1969). Na sua forma nativa, o camu-camu cresce em substratos de textura argilosa, limosa, limo-argilosa e em solos com pouca drenagem (CALZADA BENZA, 1980).

Em 1964, seu cultivo foi introduzido na Flórida (USA), em solo arenoso, ácido e irrigado três vezes por semana (WHITMAN, 1974). Em Iquitos, no Peru, foram relatados trabalhos na Estación Agrícola de San Roque, demonstrando o desenvolvimento do camu-camu em terras altas da Amazônia, com a manutenção de umidade elevada do solo durante todo o ano (CALZADA BENZA, 1974).

O camu-camu tem se adaptado razoavelmente em terra firme, em solos pobres e ácidos com pH entre 4,0 e 4,5, sem sombreamento com temperaturas máximas entre 28 a

35°C e mínimas de 17 a 22°C e com precipitação média anual de 2800 mm. Estudos feitos por Falcão *et al.* (1993), demonstraram que o camu-camu pode adaptar-se às características edafo-climáticas de terras firmes da Amazônia Central.

Algumas investigações vêm sendo realizadas sobre a adaptação do camu-camu em terra firme e seu cultivo em várzea. Com a utilização de germoplasma proveniente de Iquitos (Peru), o camu-camu é estudado em seus aspectos ecológicos, fenológicos, tipos de poda, seleção de matrizes, fisiologia da maturação e composição química (ANDRADE, 1991; ANDRADE *et al.*, 1991; CHAVEZ FLORES, 1988).

2.4. Composição química

O camu-camu apresenta grande importância devido ao seu elevado teor em ácido ascórbico e agradável “flavor”. Calzada Benza (1974) relata que estudos feitos no Peru revelaram níveis de ácido ascórbico em torno de 2700 mg por 100 gramas de polpa e valores bem mais elevados em casa. Porém, mesmo sendo importante fonte nutricional e de grande consumo por parte da população nativa da selva peruana (BLASCO LAMENCA *et al.*, S.D.), há carência de dados a respeito da composição do fruto “in natura” e de seus produtos processados.

Estudos químico-bromatológicos feitos por Collazos *et al.* e Roca, citados por Alvarado Vertiz (1969) e Gutierrez Ruiz (1969) revelaram níveis elevados de ácido ascórbico entre 2.089,0 a 2.994,0 mg/100 g de polpa integral. Valores próximos (2.950,62 mg% de vitamina C total) também foram detectados por Andrade *et al.* (1991).

Roca, citado por Alvarado Vertiz (1969), comparou os teores de ácido ascórbico reduzido e total em polpa e produtos obtidos do camu-camu, tais com suco, geleia, doce em massa e picolé. Verificou que dependendo do produto, há uma acentuada perda da vitamina.

Esta ocorre de forma mais drástica naqueles frutos cujo processamento requer mais tempo de cocção.

Em investigações sobre a maturação do fruto cultivado em terra firme, Andrade (1991) estimou o período ideal de colheita entre 104 e 113 dias após a ântese e observou também um acúmulo de ácido ascórbico e aumentou na velocidade de síntese durante a maturação e o amadurecimento do camu-camu.

Zapata e Dufour (1993) analisaram a composição química do camu-camu em 3 estádios de maturação e verificaram aumento nos níveis de ácido ascórbico e deidroascórbico, açúcares redutores, aminoácidos (serina, valina e leucina) e sólidos solúveis. Durante o amadurecimento, os níveis de ácido cítrico diminuíram e houve aumento nos teores de ácido málico; entretanto, a acidez do fruto foi relacionada principalmente aos níveis de ácido cítrico. Entre os macro nutrientes o potássio foi o mineral abundante.

Análises dos teores de ácido ascórbico e deidroascórbico através de HPLC, em alimentos e bebidas selecionadas (ZAPATA & DUFOUR, 1992), revelaram valores de ácido ascórbico em torno de 993,0 mg/ 100 ml em frutos do camu-camu congelados, o que o destacou como uma excelente fonte dessa vitamina entre os alimentos incluídos no estudo.

Nos trópicos, o camu-camu compete com a acerola, pois ambos possuem cerca de 2,5% de vitamina C (RODRIGUEZ et al., 1975). Seu conteúdo em ácido ascórbico o torna um fruto com potencial para a exportação em mercado de produtos naturais do hemisfério norte, além de ser uma boa opção para cultivo em sítios e até para manejo ao longo dos rios (CLEMENT, 1986).

2.5. Produção, comercialização e utilização

Observações feitas por Alvarado Vertiz (1969) em um trabalho realizado com 50 plantas silvestres, próximas a Iquitos, relataram uma média de produção de 12,086 kg de frutos por planta, sugerindo um rendimento de 7,6 t por hectare em terra firme.

Em Pucallpa (Peru), uma monocultura experimental (1667 plantas/hectare) moderadamente fertilizada produziu 7 a 8 Mt/ ha/ ano durante 10 anos (CLEMENT & SILVA-FILHO, 1994).

Um estudo realizado em uma população silvestre de camu-camu, em um lago fluvial no rio Ucayali (Peru), Peters e Vasqus (1986/87) concluíram que essa espécie apresenta-se bastante produtiva, em torno de 9,7 e 12,7 t/ hectare durante dois anos consecutivos. Chavez Flores (1988) estima que em terra firme, a produção pode variar entre 10 e 15 toneladas/ hectare/ ano, se corretamente manejada.

Na Amazônia Brasileira, o camu-camu é utilizado como isca para a pesca. Para os caboclos e índios, durante a época da queda dos frutos, sua presença indica fartura de peixes em determinadas áreas. Sua finalidade alimentar é desconhecida (ANDRADE et al., 1991; SUÁREZ MERA, 1987). Recentemente o fruto tem sido alvo de várias solicitações de informações a respeito de seus aspectos nutricionais, tecnológicos e de cultivo, devido à sua ampla divulgação em jornais e rádios.

Na Amazônica Peruana, o camu-camu é utilizado “in natura” ou na forma de picolé, sorvete, refresco, suco, geleia, doce em massa, vinho, licor ou ainda para dar sabor e tortas e sobremesas (Calzada Benza, 1980). Em Iquitos, os frutos são vendidos em recipientes de ferro esmaltado contendo em torno de 160 g (ALVARADO VERTIZ, 1969; SUÁREZ MERA, 1987). O abastecimento do mercado provém de populações naturais de frutos situados a mais de 150 km da cidade (PETERS & VASQUEZ, 1986/87).

Nos Estados Unidos sua comercialização ocorria na forma de tabletes em lojas de comida macrobióticas, sob o nome de “camuplus” (WHITMAN, 1974), mas consta que atualmente a produção está suspensa por falta de matéria-prima (CHAVEZ FLORES, 1988).

O amadurecimento do camu-camu inclui alterações bioquímicas que o tornam adequado para consumo, como por exemplo: aumento nos níveis de sólidos solúveis, vitamina C total e antocianinas e redução nos teores de ácidos orgânicos e amido, solubilização das pectinas e decréscimo na firmeza (ANDRADE et al., 1991). Visando à minimização da perda de vitamina C do camu-camu, Nakasone e Bolton (1984) aconselham manuseio adequado durante o período pós-colheita, pois estudos realizados no Havaí demonstraram redução nos níveis de vitamina C após a colheita de acerola, o que sugere comportamento semelhante no camu-camu.

2.6. Características da fisiologia pós-colheita de frutos

Apesar da grande variedade de frutos tropicais, subtropicais e temperados, o Brasil possui sua distribuição e consumo limitados, devido aos prejuízos pós-colheita. De modo geral, estima-se que as perdas atinjam 25 a 60% nos países em desenvolvimento (CHITARRA & CHITARRA, 1990; ECKERT, 1978). Particularmente no Brasil, essa média está entre 30 e 40% (NEVES-FILHO, 1994). Tanto do ponto de vista científico como econômico é preferível aprimorar a conservação desses produtos a incrementar a sua produção. Com o objetivo de preservar a qualidade e o valor nutritivo de frutos e hortaliças continuam as investigações sobre a ação dos retardadores da senescência e sobre a eficácia, compatibilidade e sinergia dos tratamentos profiláticos e a melhoria das condições de armazenamento (ARTÉS, 1995a).

Os frutos quando maduros apresentam sabor, odor, coloração e textura ideais para o consumo. Nesse período ocorrem, simultaneamente, atividades anabólicas e catabólicas, conversão de substratos em moléculas simples, com produção de calor e compostos ricos em energia. Parte dessa energia é empregada na manutenção da integridade celular e o restante na manutenção das atividades fisiológicas (GOODWIN & MERCER, 1985; PANTASTICO, 1975; WHITING, 1970).

No período da senescência ocorre predominância dos processos catabólicos nos quais têm início as alterações que levam à morte dos tecidos, como desidratação, rompimento de membranas e inversão de microrganismos (BIALE, 1960; JOHN & DEY, 1986; WILLS et al., 1982).

As manipulações pós-colheita, podem afetar as transformações metabólicas que ocorrem nesse período. A redução da temperatura mantém a um nível mínimo o metabolismo, reduzindo a ocorrência de distúrbios fisiológicos e dessa forma prolonga o tempo de armazenamento (BRECHT, 1980; PANTASTICO et al., 1975).

O processo de respiração envolve diferentes reações enzimáticas, cuja velocidade depende da temperatura (NEVES-FILHO, 1985). Portanto, a temperatura de armazenamento pode influenciar grandemente na atividade respiratória de frutos e hortaliças (DO & SALUNKE, 1975; PHAN et al., 1975; WADE, 1980). Andrade (1991) observou um decréscimo na taxa respiratória em frutos de camu-camu mantidos por 10 dias sob refrigeração.

Durante o armazenamento a baixas temperaturas podem ocorrer distúrbios que resultam na depreciação do produto. Alguns frutos, particularmente aqueles provenientes dos trópicos e os subtropicais são susceptíveis ao “chilling injury” (SHEWFELT, 1986). Este termo é usado para descrever uma resposta fisiológica que ocorre em frutos, resultante de sua exposição em temperaturas de refrigeração (entre 0 e 15°C), levando a alterações em seu

metabolismo e à morte celular de seus tecidos (MARKHART, 1986; SHEWFELT, 1986; SIGRIST, 1988). Esse fenômeno caracteriza-se pelo escurecimento da polpa (“internal breakdown”), ou pela textura seca farinácea, devido à perda de água, conhecida como lanosidade (ANDERSON, 1979; BRAMLAGE, 1982; MICHEL, 1986). Ocorrem também falhas no amadurecimento do fruto, alterações no sabor e aroma e aceleração do processo de senescência. A ruptura da estrutura celular com o extravasamento de substratos pode favorecer o crescimento de microrganismos (MORRIS, 1982). Frutos como abacate, banana, manga e mamão são extremamente susceptíveis ao “chilling” e seus sintomas têm sido observados por muitos estudiosos (COUEY, 1982).

Além da temperatura, outro fator ambiental que exerce influência na atividade respiratória de frutos é a composição da atmosfera. A redução dos níveis de oxigênio e/ou elevação da quantidade de dióxido de carbono promove um declínio na taxa respiratória de frutos e vegetais (BIALE & YOUNG, 1981; KADER, 1986). O CO_2 inibe a ação do etileno por competição (HANSEN, 1966; ARTÉS, 1995b). A presença de 10% de CO_2 suprime a atividade biológica de 1 ppm de etileno. A redução de O_2 em níveis abaixo de 8% diminui a produção e a sensibilidade ao etileno (BURG & BURG, 1967). Burg e Burg (1969) demonstraram que o O_2 é necessário para a produção e ação do etileno. Isso sugere que a redução nos níveis de O_2 leva à diminuição da taxa respiratória e prolongam o tempo de conservação do produto (BURTON, 1978).

A atmosfera controlada (AC) consiste na monitorização e ajuste na concentração dos gases, mantendo o fruto em atmosfera que difere da normal em relação à proporção de nitrogênio, dióxido de carbono e oxigênio (DO & SALUNKE, 1975; ZAGORY & KADER, 1988). Associada à frigoconservação, pode modificar o processo de amadurecimento e senescência (ANDERSON, 1979; ANDERSON & PENNEY, 1975; HALL et al., 1975). A atmosfera modificada (AM) consiste na alteração das concentrações de gases (CO_2/O_2)

mediante o emprego de filmes plásticos com pouco ou nenhum controle subsequente (SHEWFELT, 1986; CHITARRA & CHITARRA, 1990; TALASIL, 1995).

Na atmosfera modificada vários filmes têm sido empregados, dentre esses os principais são o polietileno de baixa densidade e o policloreto de vinila (ZAGORY & KADER, 1988). Filmes de baixa densidade levam a um acúmulo de dióxido de carbono e água, reduzem o metabolismo, a síntese e ação do etileno, bem como a transpiração, perda de peso e enrugamento do fruto (HALL et al., 1975; LUVISI & SOMMER, 1960). O emprego de filme PVC em tomates submetidos ao choque a frio, preservou a boa aparência, reduziu a perda de peso e de vitamina C e sua conservação aumentou cerca de 18 dias em relação àqueles desprovidos de tal embalagem (REINA, 1990; REINA et al., 1993). Ben-Arie e Zutkhi (1992) estudaram a conservação do caqui “Fuyu” em filme de polietileno de baixa densidade a 0°C e obtiveram um retardo no desenvolvimento de desordens na casca e polpa do fruto. Segundo Hall *et al.*, (1975) o polietileno de baixa densidade é o filme ideal devido a sua resistência e baixo custo.

As embalagens que contêm alimentos em AM são sistemas dinâmicos no quais se produzem de forma simultânea, a respiração do produto e a troca gasosa entre o interior da embalagem e o meio externo através do material que constitui o envase (PRINCE, 1996). Para simular as trocas gasosas que ocorrem pelo uso desses filmes plásticos, foi desenvolvido um modelo matemático, o qual pressupõe que a atmosfera circunvizinha exerça influência sobre o consumo de O₂ e a produção de CO₂ e as variações na taxa respiratória dos produtos armazenados levam a diferença entre eles (HAYAKAWA *et al.*, 1975).

Mesmo com esses benefícios, a AM pode, em condições inadequadas, promover alguns danos. Quando presente em níveis elevados, o dióxido de carbono danifica os tecidos através do acúmulo de metabólitos prejudiciais (WADE, 1980). Concentrações de dióxido de carbono acima de 20% ou mais, dependendo do produto e da quantidade de oxigênio, podem

resultar no acúmulo de etanol e acetaldeído no interior dos tecidos (KADER, 1986). Em taxas de aproximadamente 10% houve formação de aldeído e etanol em mangas (LAKSHIMINARAYANA, 1970). O dióxido de carbono em níveis elevados inibe o sistema succinato-oxidase da mitocôndria, levando ao acúmulo de ácido succínico em maçãs (HULME, 1956; MONNIG, 1983; WANKIER, 1970). Além do CO₂, o oxigênio quando em concentrações reduzidas leva à fermentação, pois influi no ciclo de Krebs, inibindo o sistema respiratório (KADER, 1986), resultando na produção de taxas elevadas de etanol e levando ao escurecimento da polpa e dano aos tecidos (BLEINROTH, 1982).

No Brasil, várias pesquisas na área de pós-colheita dedicam-se à aplicação de embalagens plásticas associadas ao processo de refrigeração. Alguns frutos como ameixa (NASCIMENTO, 1986; EVANGELISTA, 1990) manga e goiaba (ROCHA, 1983), abacaxi (SILVA, 1980), banana (ROSSIGNOLI, 1983), caju (MENESES *et al.*, 1995) têm obtido bons resultados com o emprego dessas técnicas. Por tratar-se de um método acessível, torna-se necessária a ampliação de estudos em frutos da Amazônia que apresentam potencial comercial e nutritivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Procedência dos frutos

Foram utilizados frutos de camu-camu provenientes de plantas cultivadas na Estação Experimental da Várzea do Ariaú, pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), situada no município de Iranduba (Amazonas).

3.2. Colheita e transporte

Os frutos foram colhidos em vários estádios de maturação com colorações da casca variando de verde com manchas vermelhas a vermelho púrpura (Figura 1) e transportados em caixas de plástico ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos e Fisiologia Pós-Colheita da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos (CPTA) do INPA.

3.3. Seleção e tratamento fitossanitário

Os frutos foram selecionados, desprezando-se aqueles que apresentavam injúrias ou ainda imaturos (Figura 1). Foram classificados em dois estádios de maturação (Figura 2) de acordo com o grau de coloração da casca, através de seleção visual, com o auxílio da tabela de cores (MUNSELL COLOR COMPANY, 1952):

Estádio maduro (A): Frutos vermelho-púrpura, denotando amadurecimento mais acentuado. Cerca de 50% dos frutos foram classificados com Red [5,0 R] 3/4 e o restante apresentou classificação como Purplish red [2,5 R] 4/6.

Estádio meio maduro (B): Frutos de coloração vermelho mais claro, com manchas de pigmentação verde, característico de frutos em fase de amadurecimento. Aproximadamente 50% dos frutos apresentaram classificação Red [5,0] 4/10 e os demais classificaram-se como Red [5.0] 3/10.

Os frutos selecionados e classificados sofreram lavagem em água corrente. Após esse processo, foram submetidos ao tratamento fitossanitário por imersão durante 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio de 2%, conforme Alves (1993) e em seguida lavados exaustivamente com água e secos ao ar.



Figura 1 - Aspecto dos frutos colhidos em vários estádios de maturação.



Figura 2 - Frutos de camu-camu classificados em dois estádios de maturação de acordo com o grau de coloração da casca. Em A) Frutos no estágio maduro. Em B) Frutos no estágio meio maduro.

3.4. Instalação do experimento

Após secagem, parte dos frutos dos estádios maduros e meio maduros foram acondicionados em monocamadas sobre as bandejas de isopor com dimensões 21 cm x 14 cm x 2 cm. As bandejas foram individualmente envolvidas em filme PVC de baixa densidade (atmosfera modificada), auto aderente e flexível. Na parte superior de cada bandeja, o filme recebeu nove perfurações padronizadas realizadas através de um estilete para evitar atmosfera anaeróbica. O outro grupo permaneceu sem a película (atmosfera ambiente). As câmaras e bandejas empregadas também foram previamente desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2%.

As unidades experimentais de cada tratamento e seus controles (atmosfera ambiente) foram armazenadas ao acaso, em câmaras sob diferentes condições:

- 1) 5°C e 68,20% de U. R.
- 2) 10°C e 68,10% de U. R.

A temperatura e umidade foram monitoradas diariamente e, quando necessário, faz-se ajuste da U. R. pela introdução de bandejas com água nas câmaras.

3.5. Avaliações

Para a execução das análises, as bandejas foram retiradas do ambiente refrigerado deixando-se um determinado período para que atingissem a temperatura ambiente. Após a pesagem, as sementes de cada fruto foram retiradas, o pericarpo foi homogeneizado em liquidificador e empregado nas análises subsequentes. As determinações foram realizadas em triplicata, com exceção do parâmetro umidade, a qual foi analisado com 2 repetições. As avaliações ocorreram em 6 intervalos de tempo durante duas semanas.

3.5.1. Perda de peso

Foi expressa em porcentagem, em relação ao peso inicial de cada unidade experimental. As pesagens das bandejas com os frutos foram realizadas diariamente com auxílio de balança SARTORIUS, mod. 2354.

3.5.2. Umidade

Obtida por dessecação do material em estufa a 70°C, até peso constante. (A.O.A.C., 1984).

3.5.3. Sólidos solúveis totais (SST)

Determinados por refratometria, pelo emprego do suco obtido da prensagem da amostra em gaze (KRAMER, 1973). As leituras realizadas fora da temperatura padrão do refratômetro (20°C) foram convertidas mediante tabela.

3.5.4. Acidez titulável

Foi determinada através de titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (WOODS & AURAND, 1977).

3.5.5. Potencial hidrogeniônico (pH)

Foi determinado em potenciômetro MICRONAL, mod. B221, previamente calibrado com tampões 7 e 4 (KRAMER, 1973).

3.5.6. Relação brix / acidez

Foi determinada pelo quociente entre os dois constituintes.

3.5.7. Açúcares

Os açúcares redutores e frutose foram determinados em extrato aquoso. Para o doseamento dos açúcares redutores foi empregado o método de Somogyi-Nelson descrito por Southgate (1976). Para frutose foi adotado o método de Ribéreau-Gayon e Reynaud (1966).

3.5.8. Amido

A extração e hidrólise do amido foram realizadas segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e para o doseamento empregou-se o método de Somogyi-Nelson descrito por Southgate (1976).

3.5.9. Ácido ascórbico

Foi determinado pelo método de redução do 2,6-diclorofenol-indofenol conforme descrito por Ranganna (1986), com modificações. O ácido ascórbico foi extraído com

solução de ácido oxálico a 0,5%, na proporção de 0,5g de polpa para 100ml de solução ácida e sua determinação foi realizada por titulação com 2,6-diclorofenol-indofenol, até viragem da coloração azul para incolor (permanecendo a coloração levemente rósea, característica do extrato).

3.5.10. Antocianinas

Foram determinadas no extrato metanólico acidificado segundo a metodologia descrita por PAULL *et al.*, (1984) e os resultados foram expressos em unidades de absorbância.

3.5.11. Compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos (fração oligomérica) foi realizada em metanol a 50%, segundo Goldstein e Swain (1963). No doseamento dessa fração foi empregado o método de Folin-Denis descrito por Schanderl (1970).

3.5.12. Tratamento estatístico

A análise de variância foi executada para todos os parâmetros e as diferenças foram analisadas pelo teste de comparações múltiplas ao nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Perda de peso e umidade

No presente estudo, a atmosfera modificada (AM) foi o fator que exerceu maior influência na redução da perda de peso. Os frutos em atmosfera ambiente (AA) perderam cerca de 4% do peso em apenas 5 dias, ao passo que aqueles mantidos em atmosfera modificada alcançaram esses valores somente a partir do 12º dia de armazenamento. Os frutos não embalados em filme de PVC perderam sensivelmente mais peso do que aqueles mantidos com a película (Tabelas 1 e 2). Segundo Cameron (1995), a perda de peso pode ser grandemente reduzida pela embalagem em filmes plásticos. As embalagens são barreiras ao movimento do vapor d'água e podem auxiliar na manutenção da umidade relativa em frutos (ZAGORY & KADER, 1988). Geralmente uma pequena perda de água deve ser tolerada. No entanto, a partir de certos níveis, tal fenômeno poderá provocar perdas consideráveis não só quanto à qualidade para comercialização, mas também no custo envolvido pela redução do peso durante a estocagem (NEVES-FILHO, 1985).

Com o uso de filmes, a perda de peso está diretamente relacionada às taxas de transmissão de vapor d'água do material, a qual depende da permeabilidade ao CO₂ e O₂. Filmes com redução nessas taxas poderão causar desordens patológicas, devido à elevação da U. R. no interior das embalagens (SMITH *et al.*, 1987; CHURCH & PARSONS, 1987). Por outro lado, o uso de atmosfera modificada em condições de 98-100% de U. R. aumentou o tempo de prateleira em vegetais como cenouras, pois reduziu a perda de peso do produto (BERG & LENTZ, 1978). Reina (1990) observou que o uso de PVC selado em tomates mantidos a 20°C ± 1°C e 70% de U. R. foi efetivo na redução da perda de peso. Henz & Silva

(1995) observaram o efeito protetor do PVC contra a excessiva perda de matéria fresca em berinjelas conservadas sob refrigeração.

Os efeitos das temperaturas divergiram pouco, pois a 5° e 10°C os níveis de perda nos frutos do camu-camu foram semelhantes.

A perda de peso é consequência da transpiração e pode comprometer a textura e aparência do fruto, com amaciamento, flacidez e aparecimento de murchamento e enrugamento (KADER, 1986). No presente estudo, o uso de atmosfera modificada contribuiu na manutenção da boa aparência dos frutos, pois exerceu efeito protetor retardando o aparecimento desses sinais (Figuras 3 e 4). Os frutos não embalados em filme PVC apresentaram sinais de enrugamento a partir do 6° dia de armazenamento, enquanto que aqueles protegidos pelo filme manifestaram essa alteração somente a partir do 10° dia.

As perdas de peso ocorridas ao final do período experimental foram semelhantes para os dois estádios de maturação, com exceção para os frutos do estágio meio maduro armazenados sem o filme a 10°C, nos quais as perdas foram mais acentuadas (Tabela 2). Comportamento similar foi observado em ameixas armazenadas em quatro estádios e sob atmosfera modificada, cujas perdas foram semelhantes, independente do grau de maturação (FILGUEIRAS, 1986). Apesar da perda de peso ocorrida nos tratamentos, o teor de umidade não foi afetado pelos tratamentos. Para os estádios maduro e meio maduro os valores oscilaram, respectivamente, entre 90,91% e 92,79% (Tabela 1) e 90,91% a 93,77% (Tabela 2). Situação semelhante foi verificada em mamões protegidos com PVC e submetidos ao armazenamento a 29,5°C e 68,3% U. R. e a 12°C e 85,90% U. R., cuja perda de peso não foi acompanhada pela variação nos teores de umidade (MOSCA, 1992). No entanto, observou-se que os frutos de camu-camu no estágio maduro armazenados sem o filme (Tabela 1) apresentaram valores de umidade ligeiramente inferiores àqueles mantidos em atmosfera modificada. Isso pode justificar a maior perda de peso sofrida pelos frutos sem a proteção do

filme. Por outro lado, a umidade presente em frutos do estágio meio maduro não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 2).



Figura 3 - Aspectos dos frutos no 8º dia de armazenamento sob atmosfera modificada. Em AM₁(5) - Frutos do estágio maduro armazenados em atmosfera modificada (com PVC) na temperatura de 5°C. Em AM₂(10) - Frutos do estágio Maduro armazenados em Atmosfera Modificada (com PVC) na temperatura de 10°C. Em BM₄(5) - Frutos do estágio meio maduro armazenados em Atmosfera Modificada (com PVC) na temperatura de 5°C. E em BM₃(10) - Frutos do estágio meio maduro armazenados em Atmosfera Modificada (com PVC) na temperatura de 10°C.



Figura 4 - Aspectos dos frutos do estágio meio maduro no 8º dia de armazenamento a 10°C. em BM₃(10) - Frutos armazenados em Atmosfera Modificada (com PVC). E em BA₄(10) - Frutos armazenados em Atmosfera Ambiente (sem PVC).

Tratamento	Tempo (Dias)	Perda de peso (%)		Umidade (%)		
		5° C	10° C	5° C	10° C	
Atmosfera modificada	3	0,50	0,38	90,91	90,91	
	4	1,06	0,59	92,63	92,11	
	5	1,60	1,04	-	-	
	6	1,95	1,56	-	-	
	7	2,20	2,14	-	-	
	8	2,71	2,63	92,46	92,43	
	9	3,35	3,15	-	-	
	10	3,70	3,59	92,79	92,39	
	11	3,72	3,52	-	-	
	12	4,12	3,90	92,29	90,81	
	13	4,38	4,33	-	-	
	14	4,68	4,70	92,47	92,36	
	Atmosfera ambiente	3	1,32	1,31	90,91	90,91
		4	2,81	2,17	91,41	91,96
5		4,04	3,05	-	-	
6		4,98	4,16	-	-	
7		5,79	5,14	91,00	92,68	
8		6,55	5,59	-	-	
9		7,32	6,33	92,02	91,45	
10		7,98	7,14	-	-	
11		8,54	7,86	92,33	91,48	
12		10,21	8,30	-	-	
13		10,97	9,08	91,89	92,04	

Tabela 1 - Perda de peso e umidade em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.

Tratamento	Tempo (Dias)	Perda de peso (%)		Umidade (%)		
		5° C	10° C	5° C	10° C	
Atmosfera modificada	3	0,48	0,32	92,43	90,91	
	4	1,02	0,61	93,05	92,11	
	5	1,55	0,95	-	-	
	6	1,95	1,46	-	-	
	7	2,31	1,96	-	-	
	8	2,80	2,42	91,63	92,43	
	9	3,06	2,71	-	-	
	10	3,41	2,75	93,52	92,39	
	11	3,50	3,62	-	-	
	12	3,84	4,00	93,77	90,81	
	13	3,97	4,39	-	-	
	14	4,25	4,72	92,49	92,36	
	Atmosfera ambiente	3	1,90	1,79	92,43	92,43
		4	3,50	3,01	93,14	93,30
5		4,80	4,26	-	-	
6		5,70	5,63	-	-	
7		6,60	6,86	92,14	93,20	
8		7,40	8,09	-	-	
9		8,30	9,10	92,34	91,89	
10		8,25	9,76	-	-	
11		8,70	10,72	93,55	93,28	
12		11,08	12,95	-	-	
13		11,94	14,05	93,00	92,77	

Tabela 2 - Perda de peso e umidade em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.

4.2. Acidez titulável e pH

Os frutos dos estádios maduro (A) e meio maduro (B) apresentaram inicialmente teores de acidez correspondentes a 2,75% e 2,80%, respectivamente (Tabela 3 e 4). O estágio mais maduro apresentou acidez ligeiramente inferior àqueles frutos classificados no estágio meio maduro. Esses valores são semelhantes àqueles encontrados por Andrade (1991), situados entre 2,26% e 3,14%.

Durante o armazenamento a acidez apresentou um ligeiro aumento com tendência ao acúmulo nos frutos do estágio maduro armazenados sem o filme (Tabela 3). Durante o armazenamento a 5°C, os frutos do estágio maduro mantidos em atmosfera modificada apresentaram níveis de acidez (2,62% - 2,83%) inferiores àqueles em atmosfera ambiente (2,62% - 3,07%), conforme mostram as Tabelas 3 e 17. Na temperatura de 10°C não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 18 – Apêndice), embora os níveis de acidez ao final do experimento tenham sido superiores nos frutos mantidos em atmosfera modificada.

Os frutos do estágio meio maduro apresentaram variações na acidez (Tabela 4). A menor concentração de ácidos (2,57%) foi observada no 12º dia de armazenamento em frutos protegidos com o filme. Nos frutos refrigerados a 10°C e sob atmosfera ambiente houve acúmulo de ácidos durante o armazenamento, ao passo que na atmosfera modificada os valores foram inferiores, principalmente a partir do 8º dia de armazenamento. A temperatura foi pouco efetiva no comportamento da acidez dos frutos, pois os teores finais não apresentaram diferença significativa em relação aos valores iniciais, com exceção para atmosfera ambiente a 10°C (Tabela 4).

Verificou-se pequenas oscilações de pH nos frutos do estágio maduro. As variações ocorreram na faixa de 2,2 - 2,4 para frutos a 5°C e de 2,16 - 2,45 para temperatura de 10°C (Tabela 3). O pH nos frutos do estágio meio maduro apresentou variações na faixa de 2,15 a 2,36 a 5°C e de 2,13 a 2,40 para 10°C (Tabela 4). Apesar dessas variações, não se pode associar esse comportamento à acidez. Segundo Ulrich (1970), alguns frutos possuem uma capacidade tampão devido à presença de ácidos fracos e seus sais de potássio. Isso permite que a acidez titulável possa sofrer alterações sem que ocorra flutuação nos valores de pH. Andrade (1991) verificou uma relativa estabilidade desse parâmetro durante a maturação e amadurecimento do camu-camu, independente das alterações metabólicas.

Tratamento	Tempo (Dias)	Acidez titulável (%)		pH	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	2,750 ab	2,750 ab	2,400 a	2,400 a
	4	2,830 a	2,883 a	2,400 a	2,400 a
	8	2,676 ab	2,693 ab	2,200 d	2,200 d
	10	2,623 b	2,566 b	2,200 d	2,166 e
	12	2,826 a	2,706 ab	2,350 b	2,366 b
	14	2,803 ab	2,709 a	2,300 c	2,250 c
Atmosfera ambiente	3	2,750 ade	2,750 ac	2,400 b	2,400 b
	4	2,820 ab	2,800 a	2,450 a	2,400 b
	7	2,843 a	2,783 a	2,300 d	2,250 c
	9	2,620 bd	2,670 a	2,250 e	2,200 d
	11	3,073 c	3,040 bc	2,200 f	2,200 d
	13	2,913 ace	2,660 a	2,366 c	2,450 a

Tabela 3 - Acidez titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa) e pH em frutos de camu-camu no estágio Maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Acidez titulável (%)		pH	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	2,80 ac	2,80 ac	2,250 b	2,250 d
	4	2,54 ad	2,82 ac	2,366 a	2,400 a
	8	2,69 bc	2,63 ad	2,150 d	2,250 d
	10	2,73 bc	2,85 bc	2,200 c	2,133 e
	12	2,57 b	2,63 bcd	2,266 b	2,350 b
	14	2,76 bcd	2,74 bcd	2,250 b	2,300 c
	Atmosfera ambiente	3	2,800 b	2,800 ac	2,250 c
4		2,796 b	2,670 d	2,300 b	2,400 a
7		3,010 a	2,910 bc	2,233 c	2,150 e
9		2,800 b	3,003 b	2,250 c	2,200 d
11		2,890 ab	2,853 bcd	2,250 c	2,200 d
13		2,696 b	3,020 b	2,350 a	2,350 b

Tabela 4 - Acidez titulável (g de ácido cítrico/100g de polpa) e pH em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

4.3. Sólidos solúveis totais (SST) e relações brix / acidez

Os resultados referentes ao teor de sólidos solúveis encontram-se nas Tabelas 5 e 6. No início das observações, os frutos no estágio maduro (8,18%) apresentam valores superiores àqueles pertencentes ao estágio meio maduro (6,90%). Segundo estudos realizados por Andrade (1991), durante o amadurecimento do camu-camu o teor de SST tende a aumentar, atingindo valor máximo de 8,5% para o estágio mais maduro.

No armazenamento, os dois estádios de maturação apresentaram, ao final do experimento, níveis de SST significativamente inferiores nos frutos sob atmosfera modificada. Nos frutos do estágio maduro armazenados em atmosfera modificada, os valores de SST foram significativamente inferiores, principalmente a 5°C. Os frutos maduros mantidos a 5°C em atmosfera modificada apresentaram inicialmente teores de SST superiores àqueles armazenados a 10°C, no entanto a partir do 10º dia de experimento esses valores apresentaram-se inferiores aos frutos acondicionados a 10°C (Tabela 5). Tal comportamento foi também observado a 5°C nos frutos maduros em atmosfera ambiente, com valores inicialmente superiores àqueles mantidos a 10°C, posteriormente tornando-se inferiores a partir do 11º dia. Os valores de SST apresentaram tendência ao decréscimo quando mantidos nas duas atmosferas, sendo este comportamento mais acentuado naqueles armazenados em atmosfera modificada.

No estágio meio maduro, os valores apresentaram-se estatisticamente diferentes, porém com taxas inferiores para os frutos em atmosfera modificada e acentuadamente a 10°C (Tabela 6). Verificou-se influência da atmosfera modificada (Tabelas 21 e 22 - Apêndice), pois nos frutos envolvidos com PVC houve reduções nas taxas de SST (3,27% a 5°C e 5,0% a 10°C), ao passo que na atmosfera ambiente foram observados acúmulos ao final do armazenamento. A temperatura foi menos efetiva na redução dos níveis de SST, independente do tratamento e do grau de maturação do fruto. No estágio maduro, independentemente da atmosfera e da temperatura, houve decréscimos na relação brix/acidez ao final do armazenamento. No estágio meio maduro, os frutos sob atmosfera ambiente nas 2 temperaturas apresentaram comportamento inverso, com aumento nessa relação ao final do experimento, ao passo que, sob atmosfera modificada a 5°C e 10°C, os valores de brix/acidez sofreram aumento. Em acerolas, Alves (1993) estudou o comportamento dos frutos armazenados sob atmosfera modificada a 8°C e observou aumento nessa relação até o 7º dia,

devido à diminuição na Acidez Titulável e posterior acréscimo aos 11 dias, resultantes, respectivamente do início da redução nos SST e aumento nas perdas de acidez. De acordo com Andrade (1991), o índice brix/acidez não pode ser adotado como parâmetro para avaliar o grau de maturidade do camu-camu, uma vez que, durante o seu amadurecimento, o aumento nas taxas de SST é acompanhado pela acidez.

Tratamento	Tempo (Dias)	Sólidos solúveis (%)		Brix/acidez	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	8,186 a	8,186 a	2,970 a	2,970 a
	4	7,280 b	7,080 d	2,570 d	2,460 e
	8	7,000 e	6,840 e	2,610 c	2,540 d
	10	7,160 c	7,240 c	2,720 b	2,810 b
	12	7,040 d	7,520 b	2,490 e	2,780 b
	14	7,160 c	7,560 b	2,550 d	2,710 c
Atmosfera ambiente	3	8,186 a	8,186 a	2,970 a	2,970 a
	4	7,880 c	7,480 d	2,790 d	2,670 c
	7	8,026 b	7,080 e	2,823 c	2,550 d
	9	7,680 d	7,680 c	2,930 d	2,870 b
	11	8,000 b	8,160 a	2,600 f	2,680 c
	13	7,800 c	7,866 b	2,680 e	2,953 a

Tabela 5 - Sólidos solúveis totais (%) e relação brix/acidez em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente e modificada.

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Sólidos solúveis (%)		Brix/acidez	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	6,906 a	6,906 a	2,463 a	2,463 a
	4	6,680 b	6,760 b	2,270 c	2,400 b
	8	6,520 c	6,453 d	2,430 b	2,446 b
	10	6,640 b	6,840 b	2,430 b	2,400 b
	12	6,160 d	6,160 e	2,400 b	2,340 c
	14	6,680 b	6,560 c	2,420 b	2,390 b
Atmosfera ambiente	3	6,906 b	6,906 d	2,463 b	2,463 a
	4	6,680 c	6,400 f	2,390 c	2,400 b
	7	7,080 a	6,746 e	2,350 d	2,320 c
	9	6,880 b	7,213 b	2,280 e	2,400 b
	11	6,760 c	7,080 c	2,360 cd	2,480 a
	13	7,000 a	7,400 a	2,600 a	2,450 a

Tabela 6 - Sólidos solúveis totais (%) e relação brix / acidez em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

4.4. Açúcares

Os níveis de açúcares redutores sofreram variações significativas durante todo o período experimental. Para o estágio maduro essas oscilações ocorreram na faixa de 3,12% a

3,84% em atmosfera modificada e de 3,09% a 3,93% em atmosfera ambiente (Tabela 7). As maiores concentrações de redutores foram registradas nos frutos sem filme a 5°C. Reina *et al.* (1993) observaram concentrações maiores desses constituintes em tomates armazenados sem PVC a 20°C ± 1°C e 70% de U.R.

Nos frutos do estágio maduro embalados com o filme a 10°C houve aumento nas taxas de açúcares redutores ao final do experimento, ao passo que em atmosfera ambiente, os valores não apresentaram diferenças significativas (Tabela 7). Os frutos mantidos a 5°C em atmosfera modificada mostraram tendência ao decréscimo enquanto que a 10°C ocorreram acúmulos. Comportamento inverso foi observado em acerolas com e sem o filme, nas quais os frutos mantidos em temperatura mais baixa (8°C) apresentaram boa resposta em relação aos teores de açúcares (sem quedas), ao passo que a 13°C houve reduções (ALVES, 1993).

No estágio meio maduro, houve oscilações nas taxas de açúcares redutores entre 2,75% a 3,24% para os frutos em atmosfera modificada e de 2,55% a 3,35% em atmosfera ambiente (Tabela 8). Os teores de açúcares redutores sofreram acúmulos nos frutos armazenados em atmosfera ambiente e redução naqueles mantidos em atmosfera modificada. As tabelas 25 e 26 demonstram que não ocorreram diferenças estatísticas entre as 2 atmosferas, independentemente da temperatura e do grau de amadurecimento dos frutos, ou seja, o uso do PVC não reduziu as perdas dos açúcares redutores nas temperaturas de 5°C e 10°C.

Os valores referentes à frutose apresentaram variações significativas durante o armazenamento dos frutos em todos os tratamentos, sendo para o estágio maduro 0,81% - 1,18% em atmosfera modificada e 0,84% - 1,12% em atmosfera ambiente (Tabela 7) e no estágio meio maduro, na faixa de 0,70% - 0,92% em atmosfera ambiente e de 0,70% - 0,89% em atmosfera modificada (Tabela 8). De um modo geral, a atmosfera modificada não impediu a redução nas taxas de frutose, exceto para os frutos maduros armazenados a 10°C

sob atmosfera modificada (Tabelas 27 e 28). Segundo Andrade (1991), em relação aos redutores totais encontrados no camu-camu, a frutose apresenta-se em menor proporção (28,36% em média) e a glicose caracteriza-se como a fração predominante (média de 71,64%). No presente estudo, o uso de atmosfera modificada não afetou o balanço destes açúcares durante o armazenamento dos frutos.

4.5. Amido

Os resultados referentes ao comportamento do amido durante o armazenamento estão ilustrados nas Tabelas 9 e 10.

Os frutos do estágio maduro apresentaram teores iniciais de amido significativamente superiores (0,29%) aos frutos do estágio meio maduro (0,21%). Os teores de amido variaram significativamente durante todo o período experimental. Na atmosfera modificada os estádios maduro e meio maduro apresentaram valores entre 0,15% a 0,29% e 0,18% a 0,31%, respectivamente. Em atmosfera ambiente, as faixas foram de 0,17% a 0,33% para o estágio maduro e 0,18% a 0,26% para o estágio meio maduro (Tabelas 9 e 10).

Tratamento	Tempo (Dias)	Açúcares redutores (%)		Frutose (%)	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	3,443 bc	3,443 ca	0,946 b	0,946 c
	4	3,490 bc	3,129 cd	1,186 a	0,966 c
	8	3,587 b	3,172 d	0,880 c	0,813 d
	10	3,843 a	3,580 ab	0,873 c	0,860 d
	12	3,360 cd	3,757 ab	0,906 bc	1,046 b
	14	3,158 d	3,692 b	0,953 b	1,180 a
Atmosfera ambiente	3	3,443 d	3,443 b	0,946 b	0,946 bc
	4	3,688 bc	3,119 c	0,973 ba	0,906 c
	7	3,937 a	3,097 c	0,973 ba	0,660 e
	9	3,584 cd	3,667 a	0,850 c	0,840 d
	11	3,897 ab	3,623 ab	1,013 a	0,980 b
	13	3,410 d	3,548 ab	1,013 a	1,120 a

Tabela 7 - Açúcares redutores (%) e frutose (%) em frutos de camu-camu no estágio Maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Açúcares redutores (%)		Frutose (%)	
		5° C	10° C	5° C	10° C
Atmosfera modificada	3	3,079 abd	3,079 ab	0,706 c	0,706 c
	4	3,241 a	2,985 bd	0,786 ab	0,813 b
	8	3,162 ab	2,888 b	0,780 ab	0,786 bd
	10	3,017 bc	3,244 a	0,800 ab	0,866 ab
	12	2,877 cd	2,755 c	0,753 bc	0,733 cd
	14	2,812 c	2,816 cd	0,826 a	0,893 a
Atmosfera ambiente	3	3,079 b	3,079 b	0,706c	0,706 c
	4	2,558 c	2,708 c	0,793 b	0,733 cd
	7	3,191 ab	3,065 b	0,806 bd	0,773 bd
	9	3,356 a	3,356 a	0,880 a	0,893 a
	11	3,104 b	3,248 ab	0,853 ad	0,820 b
	13	3,058 b	3,115 b	0,893 a	0,926 a

Tabela 8 - Açúcares redutores (%) e frutose (%) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

No estágio maduro, os frutos armazenados em atmosfera ambiente e nas duas temperaturas apresentaram valores superiores àqueles envolvidos em PVC, com exceção para

o 4° e 11° dia (Tabela 9). Os frutos em atmosfera ambiente a 5°C apresentaram tendência ao acúmulo, ao passo que na atmosfera modificada houve redução desse polissacarídeo, independente da temperatura. Mesmo sob a proteção do filme, houve decréscimos nas taxas ao final do período experimental, sendo mais pronunciados a 10°C (cerca de 27%). Segundo Hall *et al.* (1975), a temperatura pode influenciar o equilíbrio dinâmico entre amido e açúcar e este último pode ser degradado a CO₂ durante a respiração. A conversão de amido a açúcares, pela hidrólise, é altamente desejável em termos de amadurecimento de frutas tropicais (SIGRIST, 1988). Por outro lado, essa reação é indesejável em batatas mantidas a 2°C, mas pode ser minimizada pela modificação da atmosfera, com a manutenção de níveis de CO₂ a 5-20%. Em ervilhas o CO₂ em níveis elevados pode reduzir a taxa de interconversão açúcar-amido, o que pode ser desejável nesses vegetais (KADER, 1986). No estágio meio maduro, observou-se acúmulo desse constituinte em todos os tratamentos (Tabelas 9 e 10).

A redução das taxas de amido está relacionada à sua hidrólise no fruto. O aumento na velocidade de hidrólise das reservas de amido, muitas vezes está intimamente associado ao processo de amadurecimento. Durante o processo de amadurecimento, a energia é fornecida através de alguns processos degradativos, particularmente a hidrólise de amido (CHITARRA & CHITARRA, 1990; JOHN & DEY, 1986). Em bananas, o conteúdo em amido da polpa varia de 20 a 30 % no fruto não maduro e de 1 a 2% no fruto maduro (JOHN & DEY, 1986). As amilases e a maltase degradam o amido resultando na formação de glicose, a qual será empregada durante o amadurecimento (HALL *et al.*, 1975).

Durante o amadurecimento do camu-camu, Andrade (1991) observou comportamento variável nas taxas de amido, com etapas de síntese e degradação, sem apresentar tendência generalizável. No presente estudo, sugere-se uma correlação entre amido e açúcar somente nos frutos do estágio maduro e armazenados a 10°C sob atmosfera ambiente, pois com a redução dos níveis de amido neste tratamento, os valores de açúcares

sofreram acúmulos. De um modo geral, a modificação da atmosfera não minimizou as perdas de amido dos frutos (Tabelas 28 e 29).

Tratamento	Tempo (Dias)	Amido (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera modificada	3	0,299 a	0,299 a
	4	0,237 bc	0,268 b
	8	0,223 c	0,207 c
	10	0,238 bc	0,155 d
	12	0,246 bc	0,294 a
	14	0,256 b	0,218 c
Atmosfera ambiente	3	0,299 b	0,299 a
	4	0,279 bc	0,255 c
	7	0,337 a	0,247 bc
	9	0,243 d	0,170 d
	11	0,272 c	0,277 a
	13	0,316 a	0,249 b

Tabela 9 - Amido (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Amido (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera modificada	3	0,212 bc	0,212 d
	4	0,218 b	0,267 b
	8	0,189 c	0,249 bc
	10	0,206 bc	0,319 a
	12	0,194 c	0,252 bc
	14	0,244 a	0,238 c
Atmosfera ambiente	3	0,212 b	0,212 b
	4	0,252 a	0,186 c
	7	0,260 a	0,231 bd
	9	0,265 a	0,233 bd
	11	0,221 b	0,247 ad
	13	0,219 b	0,267 a

Tabela 10 - Amido (%) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

4.6. Ácido ascórbico

Os frutos do estágio maduro apresentaram teores iniciais de ácido ascórbico (1,41%) inferiores àqueles classificados no estágio meio maduro (1,75%), conforme mostram as Tabelas 11 e 12.

Os frutos no estágio maduro apresentaram com frequência acúmulo nos valores finais de ácido ascórbico em todos os tratamentos, entretanto foram superiores nos frutos mantidos em atmosfera ambiente, principalmente a partir do 9º dia de armazenamento. Não foi observado efeito benéfico da atmosfera modificada nos frutos desse estágio.

Houve perdas desse constituinte também nos frutos do estágio meio maduro. Apesar das perdas, estas foram menores naqueles mantidos a 5°C em atmosfera modificada, o que demonstra o efeito do filme nessas condições (Tabela 12). Possivelmente, o aumento da concentração de CO₂ e a redução de O₂ proporcionados pela Atmosfera Modificada pode ter resultado numa melhor retenção de ácido ascórbico durante o armazenamento. Além disso, o uso de temperaturas mais elevadas levam à redução da quantidade de vitamina C nos frutos, devido à sua elevada sensibilidade à oxidação enzimática (VINES & OBERBACHER, 1962). Quanto mais baixa for a temperatura, melhor será a retenção do seu conteúdo (FENNEMA, 1977; KEFFORD, 1966). Isso pode explicar porque não foi observado efeito do filme nos frutos mantidos a 10°C.

Hooda *et al.* (1994) observaram decréscimos nos níveis de ácido ascórbico em tomates armazenados em atmosfera modificada. Ghena *et al.* (1980) verificaram também declínio desse constituinte em damascos mantidos em atmosfera modificada a 0°C durante 30 dias. Ao contrário, Barth *et al.* (1993) obtiveram efeito benéfico na redução das perdas de ácido ascórbico (18%) em brócolis armazenados a 20° C. No entanto, o tempo de armazenamento correspondeu a apenas 96 h.

As perdas de ácido ascórbico podem ocorrer durante a colheita, estocagem e transporte do alimento (BENDER, 1978; MONDY *et al.*, 1987). A integridade dos tecidos pode ser um dos fatores mais importantes na preservação deste constituinte, haja vista que o amassamento e murchamento de vegetais permitem que enzimas oxidantes tenham acesso ao substrato e o destruam. Sua destruição nos tecidos de plantas ocorre por enzimas oxidantes

como ácido ascórbico oxidase, peroxidase, citocromo oxidase e fenolase (BENDER, 1978). Em batatas, por exemplo, as áreas lesadas mecanicamente apresentam concentrações de ácido ascórbico, significativamente inferiores (MONDY *et al.*, 1987).

Tratamento	Tempo (Dias)	Ácido Ascórbico (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera Modificada	3	1,418 c	1,418 c
	4	1,529 a	1,587 a
	8	1,373 d	1,318 d
	10	1,322 e	1,128 e
	12	1,526 a	1,322 d
	14	1,488 b	1,466 b
Atmosfera Ambiente	3	1,418 c	1,418 d
	4	1,421 c	1,435 d
	7	1,680 a	1,618 b
	9	1,239 d	1,396 e
	11	1,442 c	1,524 c
	13	1,640 b	1,687 a

Tabela 11 - Ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Ácido Ascórbico (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera Modificada	3	1,750 a	1,750 a
	4	1,292 e	1,436 b
	8	1,319 ce	1,152 c
	10	1,348 c	1,422 b
	12	1,260 d	1,045 d
	14	1,378 b	1,125 c
Atmosfera Ambiente	3	1,750 a	1,750 a
	4	1,120 e	1,125 e
	7	1,551 b	1,548 b
	9	1,160 d	1,269 d
	11	1,144 de	0,921 f
	13	1,245 c	1,351 c

Tabela 12 - Ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

4.7. Antocianinas

O estágio maduro, como já era de se esperar, apresentou valores de antocianinas superiores aos frutos do estágio meio maduro. A análise desses pigmentos tem sido importante como meio para identificar a maturação e o índice de amadurecimento de alguns frutos (JACKMAN *et al.*, 1987b). Durante o amadurecimento do camu-camu na planta, os

níveis de antocianinas tendem a aumentar e sua determinação constitui-se um parâmetro adequado para avaliar o grau de maturidade do fruto (ANDRADE, 1991).

Nos dois estádios maduro e meio maduro ocorreram decréscimos nesses pigmentos durante o armazenamento. O uso de PVC não exerceu efeito redutor nas perdas de antocianinas nos dois estádios e nas duas temperaturas, haja vista que as perdas desse pigmento ocorreram acentuadamente em atmosfera modificada, cerca de 34% a 44% no estádio maduro (Tabela 13) e 53% a 60% no estádio meio maduro (Tabela 14). As maiores perdas foram observadas em frutos do estádio meio maduro mantidos a 10°C. De um modo geral, houve decréscimos nesses pigmentos durante o armazenamento, independente do tratamento.

A coloração do fruto depende da concentração de antocianinas e alterações nas quantidades relativas desse pigmento podem comprometer esse atributo de qualidade (GIL *et al.*, 1995). O maior problema associado com a estocagem de frutos é a instabilidade desses pigmentos (CHANDRA *et al.*, 1993). Devido à sua natureza altamente reativa, esses pigmentos degradam-se rapidamente ou reagem com outros constituintes no meio, formando compostos incolores ou de coloração castanha (JACKMAN *et al.*, 1987a). Diversos fatores influenciam na sua instabilidade como pH, enzimas (antocianases, polifenoloxidasas e peroxidases), temperatura, luz, oxigênio, ácido ascórbico, açúcares e íons metálicos (CHANDRA *et al.*, 1993; JACKMAN *et al.*, 1987a). Entretanto, moléculas como flavonoides, polifenóis, alcaloides, aminoácidos e ácidos orgânicos podem co-pigmentar com antocianinas e dessa forma aumentar sua estabilidade. Porém, esse efeito protetor só ocorre em soluções aquosas e é sensível ao pH, temperatura e composição da solução (CHANDRA *et al.*, 1993). Tratamentos pré-colheita, como a aplicação de “etefon” e “seniphos” em maçãs têm causado um aumento nas concentrações desse pigmento durante o amadurecimento (GÓMEZ-CORDOVÉS *et al.*, 1996).

Tratamento	Tempo (Dias)	Antocianinas (D.O.)	
		5°C	10°C
Atmosfera Modificada	3	0,342 b	0,342 a
	4	0,374 a	0,333 a
	8	0,318 c	0,254 c
	10	0,252 d	0,248 c
	12	0,197 e	0,322 b
	14	0,191 f	0,224 d
Atmosfera Ambiente	3	0,342 c	0,342 b
	4	0,393 a	0,340 b
	7	0,357 b	0,122 d
	9	0,369 b	0,240 c
	11	0,309 d	0,237 c
	13	0,234 e	0,370 a

Tabela 13 - Antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Antocianinas (D.O.)	
		5°C	10°C
Atmosfera Modificada	3	0,418 a	0,418 a
	4	0,109 b	0,106 b
	8	0,083 c	0,084 c
	10	0,093 c	0,082 c
	12	0,069 d	0,074 c
	14	0,069 d	0,059 d
Atmosfera Ambiente	3	0,148 a	0,148 a
	4	0,085 c	0,086 c
	7	0,112 b	0,093 bc
	9	0,082 c	0,091 c
	11	0,083 c	0,090 c
	13	0,103 b	0,107 b

Tabela 14 - Antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM)

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

4.8. Compostos fenólicos

Os frutos no estágio maduro sem PVC apresentaram teores de compostos fenólicos (fração oligomérica) entre 1,00% e 1,53%. O uso do filme manteve os níveis mais estáveis, com oscilações na faixa de 1,14% a 1,43%, porém ligeiramente superiores quando comparados à testemunha (Tabela 15). Houve inicialmente um aumento a partir do 4º dia de armazenamento com decréscimos para aqueles que não estavam embalados (AA). Os frutos protegidos com o filme sofreram variações, com tendência a um ligeiro aumento ao final do período experimental.

Em frutos maduros, os compostos fenólicos podem estar presentes em suas formas monoméricas, oligoméricas e poliméricas (SWAIN & HILLIS, 1959). Dentre estas frações, os compostos de peso molecular intermediário, pouco polimerizados extraíveis em metanol diluído são os responsáveis pela adstringência do fruto (GOLDSTEIN & SWAIN, 1963). No camu-camu ocorre predominância das frações monoméricas e oligoméricas (ANDRADE, 1991).

Filgueiras & Chitarra (1998) observaram decréscimos no teor de fenólicos em ameixas em estádios de maturação menos avançados armazenadas em PVC selado. No entanto, nos frutos mais maduros predominou a fração oligomérica, o que sugeriu a manutenção da adstringência, mesmo durante o armazenamento. Campos & Carvalho (1990) detectaram aumentos iniciais dessa fração em 3 cultivares de mandiocas armazenadas a 27°C e U. R. de 77%, seguidos de decréscimos a partir do 3º dia de armazenamento.

Os frutos do estágio meio maduro armazenados a 10°C apresentaram níveis de fenólicos inferiores àqueles a 5°C. Em atmosfera modificada as variações ocorreram na faixa de 0,89% a 1,37% e na atmosfera ambiente as concentrações oscilaram entre 0,77% e 1,37% (Tabela 16). Apesar disso, o armazenamento dos frutos em PVC proporcionou níveis mais baixos a 5°C e 10°C.

Tratamento	Tempo (Dias)	Compostos fenólicos (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera modificada	3	1,191 b	1,191 b
	4	1,231 ab	1,187 b
	8	1,373 a	1,148 b
	10	1,293 ab	1,210 b
	12	1,270 ab	1,270 b
	14	1,348 ab	1,438 a
Atmosfera ambiente	3	1,191 b	1,191 cd
	4	1,465 a	1,262 bd
	7	1,429 ac	1,386 ba
	9	1,525 a	1,538 a
	11	1,004 d	1,439 ae
	13	1,282 bc	1,343 bde

Tabela 15 - Compostos fenólicos (% de ácido tânico) em frutos de camu-camu no estágio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM).

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

Tratamento	Tempo (Dias)	Compostos fenólicos (%)	
		5°C	10°C
Atmosfera modificada	3	1,377 a	1,377 a
	4	1,156 bc	1,046 bc
	8	1,236 ab	0,891 c
	10	1,041 c	1,054 b
	12	1,019 c	1,094 b
	14	1,336 a	1,135 b
Atmosfera ambiente	3	1,377 a	1,377 a
	4	1,165 b	1,134 b
	7	1,130 b	1,253 ab
	9	1,099 b	1,262 ab
	11	0,903 c	0,770 c
	13	1,418 a	1,164 b

Tabela 16 - Compostos fenólicos (% de ácido tânico) em frutos de camu-camu no estágio meio maduro durante o armazenamento em atmosferas ambiente (AA) e modificada (AM). *Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5%.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

- O emprego do filme PVC associado à refrigeração reduziu notavelmente as perdas de peso, retardou o aparecimento de murchamento e enrugamento, e contribuiu para a manutenção da aparência e qualidade dos frutos. A atmosfera modificada foi pouco efetiva na manutenção dos ácidos, açúcares, sólidos, solúveis, amido e antocianinas.

- Independente do grau de maturação, a temperatura de 5°C foi mais benéfica na redução das perdas de antocianinas e ácido ascórbico.

- Os estádios maduro e meio maduro apresentaram comportamentos semelhantes em relação aos constituintes e aos tratamentos empregados.

- A temperatura de 5°C, associada à atmosfera modificada foi a condição mais favorável para o armazenamento dos frutos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. **Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.): fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada.** 1993. 99f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Escola Superior de Agricultura de Lavras.

ANDERSON, R. E. The influence of storage temperature and warming during storage on peaches and nectarine fruit quality. **Journal American Society for Horticultural Science**, Mount, 1979. v.104.

_____. Long-term storage of peaches and nectarines intermittently warmed during controlled atmosphere storage. **Journal American Society for Horticultural Science**, Mount, 1982. v.107.

_____; PENNEY, R. W. Intermittent warming of peaches and nectarines stored in a controlled atmosphere or air. **Journal American Society for Horticultural Science**, Mount, 1975. v.100.

ANDRADE, J. S. **Curvas de maturação e características nutricionais do camu-camu *Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira.** 1991. 177f. Tese (Doutorado em ...). UNICAMP.

_____. Caracterização física e química do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. São Paulo, 1992. 328p.

_____; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Valor nutricional do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) cultivado em terra firme da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, 1991. v. 13, p. 307-311

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** Washington. 14. ed. 1984. 1141 p.

ARTÉS, F. Revisión: Innovaciones em los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los produtos hortofrutícolas em la postrecolección. Pretratamientos térmicos. **Rev. Esp. Ciênc. Tecnol. Aliment.** 1995a. v.35, n.1, p 45-64.

_____. Revisión: Innovaciones em los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad de los productos hortofrutícolas en la postrecolección. III. Tratamientos gasosos. **Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.**, 1995b. v. 35, n. 3, p. 247-269.

BARTH, M. M.; et al. Modified atmosphere packaging (high CO₂ / low O₂) effects on Market quality and microbia growth in broccoli spears under temperature abuse conditions. **Acta Horticulturae**, 1993. v. 343, p. 187-189.

BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of “Fuyu” persimmon by modified atmosphere packaging. **HortScience**, 1992. v. 27, n. 7, p. 811-813.

BENDER, A. E. **Food processing and nutrition**. London: Academic Press, 1978. p.43-167.
BERG, L.; LENTZ, C. P. High humidity storage of vegetable and fruits. **HortScience**, 1978. v. 13, n. 5, p. 565-569.

BENZA, J. Calzada. **143 frutales nativos**. Lima: Libreria El Estudiante, 1980. p. 75-80.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**. New York, 1960. v. 10, p. 293-354.

_____; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits-retrospect and prospect. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. **Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables**. London: Academic Press, 1981. p. 1-39.

BLEINROTH, E. W. **Curso de conservação de frutas por refrigeração**. Pelotas: FAEM / CETREISUL / PRE - UFPEL, 1982. 118 p.

BRAMLAGE, W. J. Chiling injury of crops of temperature origin. **Hortscience**. Virginia, 1982. v. 17, n. 2, p. 165-168.

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

BURG, S. P.; BURG, E. A. Molecular requirements for the biological activity of ethylene. **Plant Physiology**. Washington, 1967. v. 42, n. 1, p. 144-152.

_____; _____. Interaction of ethylene, oxygen and carbon dioxide in the control of fruit ripening. **Qual. Plant. Mater. Veg.**, 1969. v. 19, n. 1, p. 185.

BURTON, W. G. In: HULTIN, H. O.; MILNER, M. Biochemical and physiological effects of modified atmosphere and their role in quality maintenance. **Postharvest Biology and Biotechnology**. Connecticut: Food & Nutrition Press, 1978. p. 97, 462 p.

CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLLES, D. W. Predicting film permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, 1995. v. 30, n.1, p. 25-34.

CAMPOS, A. D.; CARVALHO, V. D. Deterioração pós-colheita de mandioca. I. Modificações no grau de deterioração fisiológica. **Pesq. Agropec. bras.**, 1990. v. 25, n. 5, p. 773-781.

CHANDRA, A.; NAIR, M. G.; IEZZONI, A. F. Isolation and stabilization of anthocyanins from Tart Cherries (*Prunus cerasus* L.). **J. Agric. Food Chem.**, 1993. v. 41, p. 1062-1065.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Museu Emílio Goeldi & Companhia Souza Cruz Indústria e Comércio, 1988. p. 62.

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

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified atmosphere packaging technology: a review. **J. Sci. Food Agric.**, 1995. v. 67, p. 143-152.

CLEMENT, C. R. Food and fruit-bearing forest species 3: examples from Latin America. **F.A.O. Forestry Paper**, Roma, 1986. v. 44, p. 201-203.

_____; SILVA-FILHO, D. F. Amazonian small fruits with commercial potential. **Fruit Varieties Journal**, 1986. v. 18, n. 3, p. 152-158.

COUEY, H. M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. **HortScience**, 1982. v. 17, n. 2, p. 162-165.

COUTURIER, G.; SÁNCHEZ, H. I.; FLORES, E. T. Insectos fitófagos que viven en *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) frutal amazónico en región de Loreto-Peru. **Folia Amazonica**, 1992. v. 4, n. 1, p. 19-28.

DO, J. V.; SALUNKE, D. K. Controlled atmosphere storage. In: PANTASTICO, Er. B. **Postharvest physiology, handling utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p. 175-185.

ECKERT, J. W. Pathological disease of fresh fruits and vegetables. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, 1978. V. 2, n. 3, p. 243-249.

EVANGELISTA, R. M. **Fisiologia pós-colheita de ameixa (*Prunus* sp.) cv. Roxa de Delfim Moreira: maturação, atividade respiratória e “internal breakdown”**. Dissertação (Mestrado em ...). Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990. 111 p.

FALCÃO, M. A. et al. Aspectos fenológicos e ecológicos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) na terra firme de Amazônia Central. In: FALCÃO, M. A. **Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade de algumas fruteiras cultivadas na Amazônia**. Manaus: UFAM, 1993. p. 57-65.

FENNEMA, O. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. **Food Technology**, 1977. v. 41, n. 2, p. 32-38.

FERREIRA, S. A. N. Camu-camu. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**. Campinas, 1986. v. 5, n. 2, p. 11-12.

FILGUEIRAS, H. A. C. **Conservação pós-colheita de ameixas (*Prunus* sp cv Roxa de Delfim Moreira) em quatro estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado em ...). Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1986. 131 p.

FILGUEIRAS, H. A. C.; CHITARRA, M. I. F. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento sobre os teores de compostos fenólicos em ameixa roxa de Delfim Moreira. **Pesq. Agropec. bras.**, 1988. v. 23, n. 1, p. 63-74.

FLORES, W. B. Chaves. A importância econômica do camu-camu. **Toda fruta**. São Caetano do Sul, 1993. v. 3, n. 27, p. 36-37.

GHENA, N., et al. Studies on the refrigeration and modified atmosphere conditions. **Acta Horticulturae**, 1980. n. 85, p. 343-350.

GIL, M. I.; et al. Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. **J. Sci. Food Agric.**, 1995. v. 68, p. 77-81.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, 1963. v. 2, p. 371-383.

GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; et al. Effect of ethephon and seniphos treatments on the anthocyanin composition of starring apples. **J. Agric. Food Chem.**, 1996. v. 44. p. 3449-3452.

GOODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry**. London: Pergamon Press, 1985. 677 p.

GUTIERREZ-RUIZ, A. **Especies frutales nativas de la selva del Perú: estudio botánico y de propagación por semillas**. Monografía (Graduação em ...). Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, 1969. 91 p.

HALL, C. W.; HARDENBURG, R. E.; PANTASTICO, Er. B. Consumer packaging with plastics. In: PANTASTICO, Er. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p. 303-313.

HANSEN, E. Post harvest physiology of fruits. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, Palo Alto, 1966. v. 17, p. 459-480.

HAYAKAWA, K.; HENIG, Y. S.; SEYMOUK, G. G. Formulae for predicting gas exchange of fresh product in polymeric film package. **Journal of Food Science**, Chicago, 1975. v. 40, n. 1, p. 186-191.

HENZ, G. P.; SILVA, C. Conservação de frutos de berinjela cv Ciça através de refrigeração e embalagem. **Pesq. agropec. bras.**, 1995. v. 30, n. 2, p. 157-162.

HOODA, R. S., et al. Physico-chemical changes in tomatoes during storage as influenced by various post harvest treatments. **International Journal of Tropical Agriculture**, 1994. v. 12, n. 1 / 2, p. 39-45.

HULME, A. C. Carbon dioxide injury and the presence of succinic acid in apples. **Nature**, 1956. v. 178, p. 218.

JACKMAN, R. L., et al. Anthocyanins as food colorants - a review. **Journal of Food Biochemistry**, 1987a. v. 11, n. 3, p. 201-247.

JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; TUNG, M. A. A review: separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. **Journal of Food Biochemistry**, 1987b. v. 11, n. 4, p. 279-308.

JOHN, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, New York, 1986. v. 30, p. 139-193.

KADER, A. A. Biochemical and physiological bases for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, 1986. v. 40, n. 5, p. 99-102.

KEEL, S. H. K.; PRANCE, G. T. Studies of the vegetation of a White - sand black - water igapó (Rio Negro, Brazil). **Acta Amazonica**, Manaus, 1979. v. 9, n. 1, p. 645-655.

KEFFORD, J. F. Citrus fruits and processed citrus products in human nutrition. **World Review of Nutrition and Dietetics**, New York, 1966. v. 6, p. 203-249.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality control for the food industry**. Westport: AVI, 1973. v. 2, p. 157-228.

LAKSHMINARAYANA, S.; SUBRAMANYAM, H. Carbon dioxide injury and fermentation decarboxylation in mango fruit at low temperature storage. **J. Food Sci. Technol.**, 1970. v. 7, p. 148.

LAMENCA, M. Blasco; BARONI, M. Llaveria; FLORES, W. B. Chaves. **Características de la producción de frutales nativos em la Amazonia Peruana**. Lima: Ministerio da Agricultura y Alimentacion / Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, (Publicaciones Miscelaneas, 187). [19—], p.11.

LUVISI, D. A.; SOMMER, N. F. Polyethylene liners and fungicides for peaches and nectarines. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, 1960. v. 76, p. 146-155.

MARKHART, A. H. Chilling injury: a review of possible causes. **HortScience**, 1986. v. 21, n. 6, p. 1329-1333.

McVAUGH, R. Botany of the Guyana highland. Part VIII. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, New York, 1969. v. 18, n. 2, p. 55-286.

MENESES, J. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Efeito da atmosfera de armazenamento na conservação do pedúnculo do caju - modificações das características químicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, 1995. v. 17, n. 1, p. 31-36.

MITCHEL, F. G. Influence of cooling and temperature maintenance on stone fruit quality. **Deciduos Fruit Grower**, Cape Town, 1986. v. 36, n. 6, p. 205-211.

MONDY, N. I., LEJA, M.; GOSSELIN, B. Changes in total phenolic, total glycoalkaloid, and ascorbic content of potatoes as a result of bruising. **J. Food Sci.**, 1987. v. 52, n. 3, p. 631-633.

MONNING, A. Studies on the reaction of Krebs cycle enzymes from apple tissue (cv. Cox Orange) to increased levels of CO₂. **Acta Hort.**, 1983. v. 138, p. 113.

MORRIS, L. L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortScience**, 1982. v. 17, n. 2, p. 161-162.

MOSCA, J. L. **Conservação pós-colheita de frutos do mamoeiro *Carica papaya* (L) "Improved Sunrise Solo Line 72/12" com utilização de filmes protetores e cera, associados à refrigeração.** Dissertação. UNESP, 1992. 91p.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell color charts for plant tissues.** Baltimore: Munsell Color Company, 1952.

NAKASONE, H. Y.; BOLTON, W. E. **A survey of traditional and nontraditional fruits and spices for potential commercialization in Peru.** Peru: Postharvest Institute for Perishables/University of Idaho/United States Agency for International Development, 1984. p. 16-17

NASCIMENTO, L. M. **Fisiologia pós-colheita dos frutos de quatro cultivares de ameixeiras (*Prunus* sp) armazenados em diferentes condições.** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos.). Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1986. 86p.

NEVES-FILHO, L. C. Perda de peso na estocagem de frutas e hortaliças. **Alimentos & Tecnologia**, 1985. v. 1, n. 4, p. 28-34.

_____. Alimentos refrigerados e congelados. In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.** São Paulo. Relatórios dos grupos de trabalho, 1994. 84p.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. São Paulo, 1985. p. 53-54.

PANTASTICO, Er. B. Preharvest factors affecting quality and physiology after harvest. In: **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p. 25-40.

_____; CHATTOPADHYAY, T. K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and comercial storage operations. In: PANTASTICO, Er. B. **Postharvest, physiology, handling utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. P. 314-338.

PAULL, R. E., et al. Litchi growth and compositional changes during fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 1984. v. 109, n. 6, p. 817-821.

PETERS, C. M.; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*), I. producción de frutos em poblaciones naturales. **Acta Amazonica**, Manaus, 1986/87. v. 16/17 (Único), p. 161-173.

PETERS, G. L., et al. Effect of added calcium chloride and sodium hexametaphosphate (calgon) on the pectin content and serum viscosity of tomato puree (pulp). **Food Technology**, Chicago, 1954. v. 8, n. 5, p. 220-223.

PHAN, C. T., et al. Respiration and respiratory climateric. In: PANTASTICO, Er. B. **Posthavest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. P. 86-102.

PRINCE, T. A. Envasado de produtos hortofrutícolas en atmósferas modificadas. In: BRODY, A. L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y a vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 213 p.

RANGANNA, S. **Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetables products**. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing, 1986. 1112 p.

REINA, L. C. B. **Conservação pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) da cultivar Gigante Kada submetido a choque a frio e armazenamento com filme de PVC**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1990. 114p.

_____; CHITARRA, M. I. F. Choque a frio e atmosfera modificada no aumento de vida pós-colheita de tomates I - Avaliação da qualidade. **Ciênci. Tecnol. Aliment.**, 1993. v. 13, n. 2, p. 166-183, jul/dez.

RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E. **Analisi e controllo dei vini**. Bologna: Edizioni Agricole Bologna, 1966. p. 221-222.

ROCHA, J. L. V. **Fisiologia pós-colheita de manga cv. Haden e goiaba cvs. Vermelho e Branco**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). UNICAMP, 1976. 141 p.

RODRIGUES, R., et al. Quality of materials for processing. In: PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 1975. p. 467-503.

ROSSIGNOLI, P. A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação da banana “prata” em condições ambiente**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Escola Superior e Agricultura de Lavras, 1983, 81p.

SCHANDERL, S. H. Tannins and related phenolics. In: JOSLYN, M. A. **Methods in Food Analysis**. New York: Academic Press, 1970. p. 701-725.

SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, 1986. v. 40, n. 5, p. 70-80.

SIGRIST, J. M. Distúrbios fisiológicos e pelo frio. In: BEINROTH, E. W. **Transformações bioquímicas. Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais: Manual Técnico**. Campinas: ITAL, 1988. 200p.

SILVA, M. A. **Fisiologia pós-colheita de abacaxi cultivares Pérola e Smooth Cayenne**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). UNICAMP, 1980. 203p.

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

SOUTHGATE, D. A. T. **Determination of food carbohydrates**. London: Applied Science Publishing, 1976. 178p.

SUÁREZ MERA, P. A. Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. In: PRANCE, G. T. **Botânica econômica de algumas espécies amazônicas**. Manaus: INPA/FUA, 1987. Não Paginado.

TAKHTAJAN, A. L. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). **The Botanical Review**, New York, 1980. v. 16, n. 3, p. 226-359.

TALASILA, P. C.; CHAU, K. V.; BRECHT, J. K. Design of rigid atmosphere packages for fresh fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, 1995. v. 60, n. 4, p. 758-761.

ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. Academic Press, 1970. v. 1, p. 89-112, 620p.

VERTIZ, M. A. Alvarado. **Possibilidades del cultivo del camu-camu em el Peru, *Myrciaria dubia***. Monografía de graduación. Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima, 1969, 51p.

VINES, H. M.; OBERBACHER, M. F. Citrus fruits enzymes. I. Ascorbic acid oxidase in oranges. **Plant Physiology**, Palo Alto, 1962. v. 38, n. 2, p. 333-337.

WADE, N. L. Atmosphere composition as an aid to refrigeration. **Proceedings of the Strothleven Centenary Symposium on Refrigeration**. 1980. v. 26 / 27, p. 884-890.

WANKIER, B. N.; SALUNKHE, D. K; CAMPBELL, W. F. Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and peach fruit. **Journal American Society and Horticultural Science**. Mount, 1970. v. 95, n. 5, p. 604-609.

WHITING, G. C. Sugars. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. v. 1, p. 1-31.

WHITMAN, W.M. F. The camu-camu, the “wan” maprang and the “manila” santol. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Miami, 1974. v. 87, n. 5-7, p. 375-377.

WILLS, R. B. H., et al. **Postharvest na introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington: New South Wales University Press, 1982. 166p.

WOODS, A. E.; AURAND, L. W. **Laboratory manual in food chemistry**. Westport: AVI, 1977. 72p.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, 1988. v. 42, n. 9, p. 70-77.

ZAPATA, S. M.; DUFOUR, J. P. Ascorbic, deidroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. **J. Food Sci.** 1992. v. 57, n. 9, p. 506-511.

_____. Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh: chemical composition of fruit. **J. Sci. Food Agric.**, 1993. v. 61, p.349-351.

APÊNDICE

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,836 a	2,751 b
Meio maduro	2,832 a	2,750 a

Tabela 17 - Valores médios de acidez (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,783 a	2,731 a
Meio maduro	2,876 a	2,746 b

Tabela 18 - Valores médios de acidez (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,327 a	2,308 b
Meio maduro	2,272 a	2,247 b

Tabela 19 - Valores médios de pH em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,316 a	2,297 b
Meio maduro	2,258 b	2,280 a

Tabela 20 - Valores médios de pH em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	7,928 a	7,304 b
Meio maduro	6,884 a	6,597 b

Tabela 21 - Valores médios de sólidos solúveis totais (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	7,742 a	7,404 b
Meio maduro	6,957 a	6,613 b

Tabela 22 - Valores médios de sólidos solúveis totais (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,798 a	2,651 b
Meio maduro	2,407 a	2,402 a

Tabela 23 - Valores médios da relação brix / acidez em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	2,782 a	2,711 b
Meio maduro	2,418 a	2,406 a

Tabela 24 - Valores médios da relação brix / acidez em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	3,660 a	3,480 b
Meio maduro	3,057 a	3,033 a

Tabela 25 - Valores médios de açúcares redutores (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	3,416 a	3,462 a
Meio maduro	3,095 a	2,963 a

Tabela 26 - Valores médios de açúcares redutores (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,961 a	0,957 a
Meio maduro	0,822 a	0,775 b

Tabela 27 - Valores médios de frutose (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,908 b	0,968 a

Meio maduro

0,808 a

0,800 a

Tabela 28 - Valores médios de frutose (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,291 a	0,250 b
Meio maduro	0,238 a	0,210 b

Tabela 29 - Valores médios de amido (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,244 a	0,240 a
Meio maduro	0,229 b	0,265 a

Tabela 30 - Valores médios de amido (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68, 10% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	1,473 a	1,442 b
Meio maduro	1,328 b	1,391 a

Tabela 31 - Valores médios de ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	1,513 a	1,373 b
Meio maduro	1,327 a	1,321 a

Tabela 32 - Valores médios de ácido ascórbico (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,334 a	0,275 b
Meio maduro	0,102 a	0,095 a

Tabela 33 - Valores médios de antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R. Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	0,275 b	0,287 a

Meio maduro

0,102 a

0,092 a

Tabela 34 - Valores médios de antocianinas (Unidades de absorvância) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	1,316 a	1,284 a
Meio maduro	1,182 a	1,194 a

Tabela 35 - Valores médios de compostos fenólicos (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 5°C e 68,20% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%

Estádios	Atmosferas	
	Ambiente	Modificada
Maduro	1,360 a	1,240 b
Meio maduro	1,160 a	1,099 a

Tabela 36 - Valores médios de compostos fenólicos (%) em frutos de camu-camu armazenados em dois estádios de maturação sob atmosferas ambiente e modificada a 10°C e 68,10% de U. R.

Valores médios seguidos com as mesmas letras na horizontal não diferem entre si ao nível de 5%