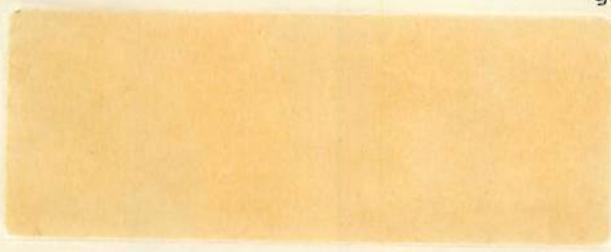




JOSIVAN BARBOSA MENEZES

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE PEDÚNCULOS DO
CAJÚ (*Anacardium occidentale* L.) SOB ATMOSFERA
AMBIENTAL E MODIFICADA

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Pós-graduação em
Ciência dos Alimentos, para obtenção do
grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1992

[Redacted]

DEPARTAMENTO

JOSIVIA BARBOSA MENDES

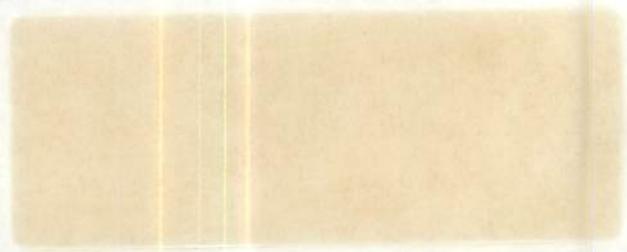
YB

1982

ABRIL 1982
AMBIENTE E MODIFICADA
CABU () SOB ATMOSFERA
ABRIL 1982 DE PEDUNGULOS DO

[Redacted]

Investigação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das atividades do Curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, para obtenção do título de Mestrado.



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS, MINAS GERAIS

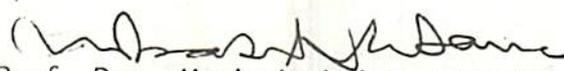
1982

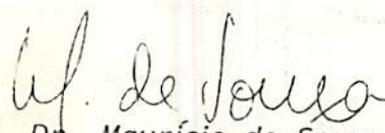
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE PEDÚNCULOS DO CAJU (*Anacardium*

occidentale L.) SOB ATMOSFERA AMBIENTAL E MODIFICADA

APROVADA: 03.04.1992


Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra


Prof. Dra. Maria Isabel F. Chitarra


Prof. Dr. Maurício de Souza

Aos meus pais,

*Jose Paulino e Cleusa Barbosa,
exemplos de humildade e amor*

OFEREÇO

*A minha esposa Lucia de Fátima e
ao meu filho Bruno, com amor*

A minha irmã Geiza, pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

Em especial aos Professores Adimilson B. Chitarra e Maria Isabel F. Chitarra pela orientação e ensinamentos.

Ao Prof. Otto Araújo-ESAM pelo fornecimento de projeto de pesquisa em andamento para retirarmos parte do material estudado.

Ao Diretor da ESAM, gestão 88 - 92, pelo apoio dado à realização da pesquisa.

Aos Professores do Departamento de Química da ESAM, Taís Cavalcante Sidou, Euclides Alves de Moraes, Francisco Rebouças da Costa, Vilson Alves de Góis, pelo apoio à realização prática da pesquisa.

À Prof. Fátima Vasconcelos do Departamento de Biologia da ESAM pela identificação fúngica.

Ao Setor de Vigilância da MAISA pela paciência com que nos atendeu.

Aos Engs. Agrônomos Ivana Linhares e Roberto Papa do Departamento Tecnológico da MAISA pelo contato técnico.

Ao Eng. Agrônomo Waldir Bissoli por facilitar a aquisição de embalagem para colocação do material liofilizado.

Aos Supermercados Rex pela venda, a preço de custo, das embalagens (bandejas) utilizadas no experimento.

Aos laboratoristas Saú e Marcos do QTC da ESAM pelo apoio na realização das análises de laboratório.

Ao funcionário da ESAM, Sr. Manoel, responsável pelo alojamento Centro de Tratoristas que nos recebeu durante 45 dias para a realização da parte experimental em Mossoró - RN.

Ao Eng. Agrônomo Elias-ESAM que nos ajudou na coleta do material.

Ao motorista da ESAM Jorge que não mediu esforços para nos ajudar no deslocamento para a Fazenda Experimental da ESAM, Serra do Mel e Fazenda MAISA.

Ao responsável pelas filmagens e fotografias, Otoni Viana.

À Cooperativa Agrícola do Município Serra do Mel - Coopermel - pelo apoio durante as nossas visitas de campo e fornecimento de parte do material experimental.

Ao Prof. Francisco das Chagas Espinola - ESAM pelo empréstimo de paquímetro para a execução de medidas de comprimento.

À Fazenda MAISA, Mossoró Agroindustrial S.A., pelo empréstimo do espaço correspondente a $0,2m^3$ de uma câmara frigorífica para o armazenamento do material experimental.

A todos os funcionários da BC/ESAL pelo apoio recebido na realização da pesquisa bibliográfica.

Ao CNPq/EMBRAPA pela oportunidade dada para discutirmos as idéias do projeto de pesquisa.

À Bióloga Mércia Guimarães pelo apoio na realização dos trabalhos de laboratório no DCA/ESAL.

Ao Setor de vigilância da ESAM pelo apoio recebido durante a nossa permanência noturna no QTC/ESAM.

Aos Professores Joel Augusto Muniz e Marcelo do DEX/ESAL pela orientação nos trabalhos estatísticos.

À Prof. Nelly Holland pela amizade e convívio.

À Prof. Dra. Vânea Dêa de Carvalho e laboratoristas por favorecer a utilização de parte das instalações do laboratório de produtos vegetais da EPAMIG.

Ao Eng. de alimentos Diego P. Ascheri pelo convívio e amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE QUADROS	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Características gerais do produto	4
2.2. Modificações durante o desenvolvimento e amadurecimento	5
2.2.1. Ácidos orgânicos	6
2.2.2. Açúcares	7
2.2.3. Vitamina C	8
2.2.4. Compostos fenólicos	10
2.2.5. Outras características químicas	12

2.3. Colheita e comercialização	13
2.4. Conservação	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Procedência dos frutos	24
3.2. Colheita, seleção e transporte	25
3.3. Tratamento fúngico e armazenamento	26
3.4. Avaliações	27
3.4.1. Medidas de tamanho	28
3.4.2. Acidez total titulável e potencial hidrogeniônico	29
3.4.3. Sólidos solúveis totais	29
3.4.4. Sólidos solúveis totais/acidez total titulável	29
3.4.5. Açúcares redutores	29
3.4.6. Vitamina C total	30
3.4.7. Compostos fenólicos	30
3.4.8. Senescência	30
3.4.9. Perda de peso	31
3.4.10. Textura	31
3.5. Análise estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Medidas de tamanho	33
4.2. Potencial hidrogeniônico	38
4.3. Acidez total titulável	41
4.4. Sólidos solúveis totais	43

4.5. Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT)	46
4.6. Açúcares redutores	48
4.7. Vitamina C total	51
4.8. Compostos fenólicos	54
4.9. Avaliação da senescência do pedúnculo à temperatura ambiente	59
4.10. Avaliação da senescência do pedúnculo em ambiente refrigerado	63
4.11. Perda de peso	67
4.12. Textura	70
5. CONCLUSÕES	73
6. RESUMO	74
7. SUMMARY	76
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE	94

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
01	<i>Modelo de respiração-permeação para microatmosfera de produto fresco mantido em filme polimérico</i>	<i>23</i>
02	<i>Comprimento de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	<i>35</i>
03	<i>Diâmetro superior de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	<i>36</i>
04	<i>Diâmetro inferior de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	<i>37</i>

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
05	<i>Potencial hidrogeniônico do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	40
06	<i>Acidez total titulável do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	42
07	<i>Sólidos solúveis totais do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	45
08	<i>Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	47
09	<i>Açúcares redutores totais de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	50

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
10	<i>Vitamina C total de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5^oC) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	52
11	<i>Fenólicos dímeros de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5^oC) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	55
12	<i>Fenólicos oligoméricos de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5^oC) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	56
13	<i>Fenólicos poliméricos de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5^oC) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	58
14	<i>Avaliação da senescência de pedúnculos do caju, armazenados à temperatura ambiente (+30^oC) em atmosfera ambiente e modificada</i>	61
15	<i>Avaliação da senescência de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5^oC) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada</i>	66

Figura

Página

- 16 Perda de peso de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada 68
- 17 Textura de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85-90%, em atmosfera ambiente e modificada 71

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela</i>		<i>Página</i>
01	<i>Esquema de análise de variância para o experimento principal (fatorial 11 x 2), tendo como fatores o tempo de conservação e a atmosfera de armazenamento, nesta ordem</i>	32
02	<i>Valores médios das variáveis comprimento, diâmetro superior e diâmetro inferior, relativos aos pedúnculos do caju, armazenados por 14 dias (336 horas) sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em AA e AM</i>	34
03	<i>Valores médios das variáveis potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais e SST/ATT de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em AA e AM, durante 336 horas</i>	39

Tabela

Página

04	Valores médios das variáveis vitamina C total, açúcares re- dutores totais e compostos fenólicos de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em AA e AM, durante 336 horas	49
05	Valores médios da variável senescência (escala 1-5) relati- vos aos pedúnculos do caju armazenados por 48 horas à tempe- ratura ambiente ($+30^{\circ}\text{C}$), em atmosfera ambiente e modificada	60
06	Valores médios das variáveis senescência, perda de peso e textura relativos aos pedúnculos do caju, armazenados por 14 dias (336 horas) sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em AA e AM	64

LISTA DE QUADROS (APÊNDICE)

<i>Quadro</i>		<i>Página</i>
1A	<i>Análise de variância do comprimento de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas</i>	95
2A	<i>Análise de variância do diâmetro superior de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas</i>	95
3A	<i>Análise de variância do diâmetro inferior de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas</i>	96
4A	<i>Análise de variância do pH do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas</i>	96

Quadro

Página

5A	Análise de variância da acidez total titulável do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	97
6A	Análise de variância dos sólidos solúveis totais do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	97
7A	Análise de variância da relação SST/ATT do suco de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	98
8A	Análise de variância dos açúcares redutores totais de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	98
9A	Análise de variância da vitamina C total de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	99
10A	Análise de variância dos fenólicos dímeros de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	99

Quadro

Página

11A	Análise de variância dos fenólicos oligoméricos de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	100
12A	Análise de variância dos fenólicos poliméricos de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	100
13A	Análise de variância da avaliação da senescência de pedúnculos do caju armazenados à temperatura ambiente, em atmosfera ambiente e modificada	101
14A	Análise de variância da avaliação da senescência de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	101
15A	Análise de variância da perda de peso de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	102
16A	Análise de variância da textura de pedúnculos do caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas	102

1. INTRODUÇÃO

O caju, membro da família Anacardiaceae, gênero *Anacardium*, JOHNSON (32), possui 22 espécies das quais quatro não são encontradas no Brasil. A espécie *Anacardium occidentale* L, o cajueiro comum, a mais importante espécie do gênero, é a única cultivada em escala comercial e que apresenta o maior grau de dispersão em todo o mundo, LIMA (40).

Os tipos varietais mais conhecidos são o cajueiro comum e o cajueiro anão. No território brasileiro, especialmente na região Nordeste, o caju amarelo e o caju vermelho, caracterizados basicamente pelo pedúnculo, são muito comuns.

Grandes segmentos populacionais do Nordeste Brasileiro têm no caju importante fonte de recursos, sendo, inclusive, para muitos municípios, a principal cultura geradora de divisas.

O Brasil é o 1º produtor mundial de castanhas de caju com 168.916 toneladas, FAO (24), sendo Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, os principais produtores, IBGE (30). Considerando que o

pedúnculo corresponde a 90% da massa do caju, conclui-se que o país produz em torno de 1.500.000 toneladas deste produto. Porém, apenas pequena quantidade é aproveitada industrialmente, sendo grande parte perdida no próprio campo, VIEIRA et alii (85).

O pedúnculo do caju é extremamente perecível, LANDGRAF (39). No entanto, atualmente, o único canal de comercialização do produto fresco, no Nordeste Brasileiro, são as feiras livres, cujas condições são propícias a injúrias pelo calor.

As perdas pós-colheita do pedúnculo do caju não têm recebido a atenção que a magnitude do problema justifica. Torna-se necessário, portanto, investigar e desenvolver métodos para minimizá-las.

A adoção de um método de conservação que aumente a vida de prateleira do produto tem como consequências práticas a redução de perdas econômicas, o aumento do potencial de comercialização "in natura" no mercado interno e a manutenção da qualidade do pedúnculo a ser industrializado.

Em face a estas questões, a atmosfera modificada, combinada com o uso de baixa temperatura, surge como possível alternativa na redução de desordens químicas, metabólicas e fisiológicas.

Após estas considerações e levando-se em conta a necessidade de conservação do pedúnculo do caju para o mercado regional "in natura", o presente trabalho tem como objetivo geral:

Estudar o efeito da atmosfera modificada, utilizando-se filme de PVC, combinada com baixa temperatura, visando a

prolongar a vida de armazenamento do produto. Como objetivos específicos:

i) Verificar se a atmosfera modificada proporciona maior período de conservação do produto maduro.

ii) Verificar algumas respostas químicas e metabólicas do produto através de análises laboratoriais, durante o armazenamento.

iii) Verificar a qualidade e potencial de conservação do pedúnculo durante e após a retirada das embalagens, através de análises físicas, físico-químicas e químicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características gerais do produto

O caju é um fruto de especial interesse botânico, sendo melhor conhecido pela sua castanha de alta qualidade, PIANA et alii (63). O pericarpo consiste principalmente de amêndoa, presa externamente ao pedúnculo avolumado, o qual corresponde à estrutura da polpa comestível, que varia de branca à amarela, succulenta, ligeiramente adstringente, BIALE & YOUNG (9) e caracterizada por agradável "flavor", SALUNKE & DESAI (72), CZYHRINCIW (17) e NAMBIAR (57).

O pedúnculo apresenta-se de variadas formas, cores e tamanhos, FALADE (19), caracterizado por diversas variedades, denominadas vulgarmente de "caju banana", "caju maçã", "caju anão" e outros. A parte externa do pedúnculo ou epicarpo, quando maduro, distingue-se pela coloração amarela, amarelo-claro ou vermelha. O sabor poderá apresentar-se doce ou ácido, dependendo

da variedade, região e natureza do solo onde é produzido.

A média da massa do pedúnculo situa-se na faixa de 70 a 90 g, SOARES (77), com comprimento de 6 a 10 cm, MAIA (48).

A qualidade do caju para consumo "in natura" está relacionada a dois aspectos principais: adstringência e coloração da casca (vermelha ou amarela), SOUZA (80) e SASTRY et alii (73).

CZYHRINCIW (17) cita como qualidades do caju a proporção da parte comestível (82%), bem acima daquela de frutos tropicais tradicionalmente cultivados como abacate, banana, manga, mamão, maracujá e abacaxi; e o "flavor" comparável à banana, goiaba, manga e maçã. Para esse pesquisador a textura do fruto é relativamente suave. De acordo com VIEIRA et alii (85) a percentagem de suco da parte comestível é de 80,13%, bem superior aos demais frutos tropicais.

2.2. Modificações durante o desenvolvimento e amadurecimento

O caju é um fruto que apresenta atividade respiratória não-climatérica, BIALE & YOUNG (9) e PRATT & MENDOZA Jr. (64) e uma baixa produção de etileno.

A vida do fruto tem sido convenientemente dividida em diferentes estádios fisiológicos, tais como: desenvolvimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência. Com o desenvolvimento, o fruto sofre diversas alterações na sua composição química que leva a um equilíbrio desejável em suas

características de "flavor". No caju, algumas alterações têm sido estudadas por IREMIREN (31).

O decréscimo na firmeza do fruto é uma característica geral que acompanha o amadurecimento tanto de fruto climatérico como de não-climatérico. O amolecimento é ocasionado por mudanças nos constituintes da parede celular, entre os quais, as substâncias pécticas desempenham um papel fundamental, BIALE & YOUNG (9). Além da degradação de protopectina insolúvel em pectina solúvel, a hidrólise de amido também pode contribuir para o amolecimento, MATTO et alii (50). No entanto, se não ocorre aumento no grau de amolecimento durante o armazenamento, as mudanças nas substâncias pécticas são mínimas, PANTASTICO (62). Assim, a textura de frutos e hortaliças é uma consequência da modificação da parede celular e da pressão interna da célula (turgor), MERMELSTEIN (51).

2.2.1. Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e são muito importantes do ponto de vista do sabor e odor.

NAGARAJA & NAMPOOTHIRI (56) trabalharam com a caracterização química de 16 variedades de caju e verificaram a presença de ácido málico em todas elas. Assim, a exemplo da maçã, ameixa, banana e pêra, a acidez titulável total do pedúnculo do caju deve

ser expressa em percentagem de ácido málico.

PRICE et alii (65) encontraram os valores médios de acidez titulável (% de ácido málico) de 0,48, 0,30 e 0,58 para os caju de suco doce, ácido e adstringente, respectivamente. Nesse trabalho, verificaram também valores médios de pH de 4,3 (suco doce), 3,6 (suco ácido) e 4,2 (suco adstringente). Além do ácido málico, detectaram a presença do ácido cítrico em proporção variável. No suco doce, ele correspondeu a 20% dos ácidos orgânicos totais e no suco ácido a apenas 1%. Um terceiro ácido reportado por esses autores é o ácido quínico, presente em quantidades muito baixas.

2.2.2. Açúcares

Os carboidratos formam um outro grupo de substâncias, que durante a maturação sofrem modificações que levam a importantes características de estrutura, sabor e valor nutricional. No pedúnculo do caju, os principais açúcares encontrados através de cromatografia de papel são maltose, sacarose, glicose, celobiose e rafinose, NAGARAJA & NAMPOOTHIRI (56). Eles reportam valores na faixa de 5,51 - 8,0 e de 5,5 - 7,51 g/100 g de peso fresco, respectivamente, para açúcares totais e redutores, em diferentes variedades de caju. Em outros trabalhos, também verifica-se a percentagem muito baixa de açúcares não-redutores. MAIA (48), cita 0,29% e MOURA FÉ (53), 0,38%. A glicose é o principal açúcar

presente no pedúnculo do caju, seguida por frutose, PRICE et alii (65).

Os açúcares redutores freqüentemente aumentam durante o crescimento e maturação tanto em frutos climatéricos como em não-climatéricos, WHITING (89). SONDHI & PRUTHI (78) e MAIA et alii (48) observaram este comportamento em pedúnculos do caju. Esses autores reportam ainda um aumento gradual no conteúdo de sólidos solúveis, proporção sólidos solúveis/acidez e açúcares totais durante a maturação.

Os sólidos solúveis são usados como um índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como: açúcares, ácidos, vitamina C, aminoácidos e algumas pectinas. Mudanças ocorrendo durante a armazenagem de frutos frescos e hortaliças podem ser monitoradas por este método, KRAMER (37).

LOPES (42) encontrou teores de sólidos solúveis no pedúnculo do caju variando de 9,41 a 12,34 g/100 g de matéria fresca.

2.2.3. Vitamina C

A importância da vitamina C na nutrição humana de países em desenvolvimento precisa ser bastante enfatizada. A disponibilidade de frutos ricos em vitamina C serve para prevenir

as manifestações de doenças, KESHINRO & AKYNYELE (36).

Ambos, ácido ascórbico e seu produto de oxidação, ácido dehidroascórbico são constituintes normais de plantas, mas na maioria das condições de crescimento, a forma reduzida é predominante, LOEWUS (41).

A investigação do conteúdo de vitamina C no pedúnculo do caju tem sido objeto de estudo por diversos pesquisadores.

SASTRY et alii (73) e SONDHI & PRUTI(78) verificaram um aumento gradual no conteúdo de ácido ascórbico com a maturidade do fruto. No primeiro (73), o teor de ácido ascórbico variou de 17,5 até 108 mg/100 g e de 4,0 até 78 mg/100 g, respectivamente, para cajus amarelos e vermelhos. No segundo (78), de 30,20 mg/100 g até 225,0 mg/100 g de suco na variedade vermelha e de 31,6 mg/100 g de suco até 125,2 mg/100 g de suco para os frutos amarelos.

FALADE (20), trabalhando com o pedúnculo do caju, em Ibadan, Nigéria, cita que o conteúdo desta vitamina varia de 156 a 455 mg/100 ml de suco. Os pedúnculos vermelhos e alongados apresentaram mais vitamina C que os pedúnculos amarelos e arredondados. No entanto, MOURA FÉ et alii (53) não encontraram diferença significativa no conteúdo de ácido ascórbico entre o caju vermelho e o amarelo.

MUDAMBI & RAJAGOPAL (55) e OGUNMOYELA (59) verificaram que o conteúdo de ácido ascórbico do caju representa 3 a 5 vezes o apresentado por frutas cítricas, tais como toranja e laranja

doce. Estes autores chamam a atenção para o desenvolvimento de métodos de preservação do suco do pedúnculo do caju em função da excelente fonte de vitamina C.

Análises realizadas na Universidade Federal do Ceará, por MAIA & SOARES (45), constataram também a excepcional riqueza de ácido ascórbico do pedúnculo do caju; em média, 261 mg/100 ml de suco.

MUDAMBI & RAJAGOPAL (54), trabalhando com caju na pré-colheita, verificaram que o conteúdo de vitamina C aumenta no decorrer do processo de maturação até o estágio maduro e firme, e a partir desse estágio, ele decresce consideravelmente.

CHEMPAKAM (12) doseou a atividade da ácido ascórbico oxidase no caju, revelando que nenhuma atividade dessa enzima foi detectada nos frutos com 25 dias após a fecundação. Mas, a partir de 30 a 40 dias após a fecundação observou um rápido aumento, depois do qual decresceu. A atividade mínima foi encontrada em frutos com 55 dias após a fecundação, quando o conteúdo de ácido ascórbico foi máximo. Durante a última semana de desenvolvimento do fruto houve um pequeno aumento na atividade da enzima.

2.2.4. Compostos fenólicos

Tanino é definido como qualquer composto de ocorrência natural de massa molar bastante elevada (500-3000) e que contém um grande número de hidroxilas fenólicas (uma ou duas por 100

unidades de massa molar) capazes de formar efetivas ligações cruzadas com proteínas e outras moléculas, KUMAR & SINGH (38) e WHITE (88). A principal reação envolvendo essas duas funções orgânicas é explicada por uma ligação entre o hidrogênio do grupo hidroxila no tanino e o oxigênio da ligação ceto-imida na proteína -CO.NH-, isto é, a ligação peptídica, JOSLYN & GOLDSTEIN (33). Quando a substância tânica é degustada, ocorre uma combinação das proteínas da saliva e da mucosa epitelial com esta, levando a uma sensação de sabor seco, conhecida como adstringência, BATE-SMITH (6).

Está firmemente estabelecido na literatura bioquímica, GOLDSTEIN & SWAIN (25), VANBUREN (84) e OZAWA et alii (61) que as mudanças no sabor que ocorrem no amadurecimento de muitos frutos estão associadas a modificações concomitantes na concentração de taninos presentes no fruto. Sabe-se que a adstringência de frutos imaturos é devido à presença de taninos de peso molecular intermediário, mas que, no amadurecimento, estes compostos são reduzidos por processos de complexação e polimerização, HASLAM (29). O estudo de taninos em caju tem sido preocupação de diversos autores, COSTA et alii (15), LOPES (42), NAGARAJA & NAMPOOTHIRI (56) e PRICE et alii (65). No entanto, apenas os trabalhos de SASTRY et alii (73) e SONDHI & PRUTHI (78), reportam variação ao longo da maturação e amadurecimento. Em ambos, observa-se uma diminuição acentuada no teor de taninos verdadeiros quando o fruto amadurece, o que contribui para uma

melhoria do sabor, SIMÃO (75).

Como já mencionado, os fenólicos desempenham importante papel na determinação do "flavor" do pedúnculo do caju. Os principais fenólicos presentes no pedúnculo do caju são os ácidos gálico, protocatechuico, caféico e a catequina, NAGARAJA & NAMPOOTHIRI (56). Nessa pesquisa, percebe-se existirem variedades boas para a extração de suco, pois apresentam valores muito baixos de taninos (27,42 a 37,49 mg/100 g de peso fresco).

PRICE et alii (65) encontraram os teores de 0,22, 0,28 e 0,58 g de tanino/100 ml de suco, respectivamente, para os sucos doce, ácido e adstringente.

2.2.5. Outras características químicas

Conforme dados publicados por MAIA (46 e 47), a pele e a polpa do pedúnculo diferem em relação ao conteúdo de ácidos graxos. Os cajus maduros de cor vermelha tendem a uma maior concentração nos ácidos graxos palmítico, esteárico e linolênico e a uma menor concentração no ácido cáprico, em relação aos cajus maduros e amarelos.

Para CECCHI & RODRIGUEZ-AMAYA (11), o conteúdo de carotenóides é baixo (37,5 - 107,5 mg/100 g), apesar da cor viva dos frutos. Isto é explicado pela concentração de pigmentos na camada fina da epiderme; a polpa é apenas ligeiramente amarela. Mesmo assim, a atividade em vitamina A do caju está bem acima

daquela apresentada pelo abacate, goiaba, mamão e abacaxi, CZYHRINCIW (17).

PRICE et alii (65) reportam que alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico, serina, treonina e prolina foram os aminoácidos livres encontrados no suco do caju.

MACIEL et alii identificaram, através de cromatografia gasosa e espectrometria de massa, ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos, terpenos e compostos sulfurados no suco de caju.

2.3. Colheita e comercialização

Para se estabelecer o momento exato da colheita de um fruto não-climatérico, é importante a observação dos seus estádios de desenvolvimento. O número de dias requeridos para o completo desenvolvimento do fruto varia de 52 até 75 dias após a fecundação, ALMEIDA et alii (1), MORTON (52) e KUMAR et alii (38), dependendo da região.

THOMPSON (83) dividiu o desenvolvimento do caju em 5 estádios, baseados na cor da castanha: rosa, rosa/verde, verde, verde/cinza e cinza. De acordo com esse autor, o desenvolvimento do caju tem três fases definidas. A primeira é o rápido crescimento do pericarpo quando ocorre pouco desenvolvimento do pedicelo ou embrião. Durante a segunda fase, todas as três partes desenvolvem-se rapidamente, o embrião preenche a cavidade do pericarpo e a testa desenvolve textura dura. Na fase final, a

velocidade de crescimento do pedicelo continua a aumentar, o tamanho da castanha diminui pela perda de água e o embrião permanece constante em tamanho por um equilíbrio entre o acúmulo de matéria seca e a perda de água. Os estádios de desenvolvimento são similares, qualquer que seja o tamanho final da castanha ou do pedúnculo.

ALMEIDA et alii (1), estudando o crescimento do fruto do cajueiro do tipo anão precoce, verificaram para o pedúnculo diâmetros basal e apical máximos, respectivamente, de 4,20 cm e 2,70 cm. Esses valores ocorreram aos 52 dias após a fecundação, quando observou-se a queda natural do produto.

PRATT & MENDOZA Jr (64) estudaram a influência da remoção da castanha sobre o crescimento e amadurecimento do pedúnculo do caju. A análise dos dados obtidos indicou que a remoção da castanha aumenta a probabilidade do amadurecimento e induz o amadurecimento em frutos mais jovens. Os frutos intactos com receptáculo menor que 3,5 cm de comprimento não amadureceram 4 a 7 dias após a remoção, enquanto a maioria dos frutos com comprimento do receptáculo maior que 4 cm amadureceram. No entanto, quando as castanhas foram removidas com comprimento do receptáculo inferior a 3,1 cm, os receptáculos apresentaram injúrias, causadas pela remoção da castanha.

A gravidade específica é um método físico usado para definir a maturidade de alguns frutos, PANTASTICO (62). No caju, KUMAR & SINGH (38) reportam um aumento linear na gravidade específica do

pedúnculo até 40 dias após a fecundação. A partir deste ponto verificaram uma diminuição em função de um aumento mais rápido no volume do pedúnculo do que no peso fresco.

A cultura do cajueiro tem caráter sazonal, MORTON (52) e, embora possa apresentar frutificação com um ano, sua colheita é econômica somente a partir do terceiro ano, MACIEL (43). Nos locais onde é possível o aproveitamento do pedúnculo para a indústria de sucos, a colheita é feita normalmente no período da manhã, sendo aproveitados os frutos cujos pedúnculos não estejam estragados e aqueles ao alcance das mãos, LIMA (40).

Colheita e manuseio cuidadosos são procedimentos necessários para preservar a qualidade subsequente dos pedúnculos. Para LIMA (40) e WAIT & JAMIESON (86) é desaconselhável a prática da derrubada dos frutos situados fora do alcance das mãos, em razão dos prejuízos que ocasiona, pois, junto com os frutos maduros, são derrubados, também, botões florais, flores abertas e frutos imaturos.

Por ser desprovido de um epicarpo consistente, JOHNSON (32) e o seu teor de umidade situar-se em torno de 86%, LOPES (42) a queda do fruto provoca amassamentos, machucaduras ou fissuras no pedúnculo, tornando-o imprestável à perfeita conservação. Assim, cuidados especiais devem ser tomados para manter a integridade físico-química e biológica do pedúnculo do caju, de modo a evitar transformações indesejáveis e garantir a sua estabilidade até o consumidor ou até a comercialização dos

pedúnculos para a indústria após descastanhamento, LIMA (40).

A comercialização do pedúnculo "in natura" vem obtendo crescente amplitude nos grandes centros de consumo do mercado interno tanto para o consumo em espécie, como para extração do suco em bares e lanchonetes, onde tem boa aceitação. Desta maneira, é de prever-se maior intensificação nas vendas do caju, onde o consumo traz conseqüentemente necessidade de padronização, para que sua valorização se faça regularmente de acordo com a qualidade e apresentação do produto, SOUZA (80). Este mesmo autor apresenta uma primeira tentativa em classificar o produto de acordo com a coloração da casca (vermelha ou amarela) e em cinco tipos desde o extra até o tipo comum.

2.4. Conservação

O manuseio de frutos tropicais requer cuidados especiais em todas as etapas da cadeia de comercialização - desde o produtor, até o consumidor. A rapidez com que amadurecem demanda tecnologia de manuseio especial e justifica o pequeno volume de comércio internacional na sua maioria.

Entretanto, são importantes para a economia, particularmente, de nações em desenvolvimento. O caju é um excelente exemplo para esta situação.

As perdas pós-colheita são maiores para frutos e hortaliças frescos, altamente perecíveis, que para cereais e outros produtos

agrícolas. Os produtos frescos têm requerimentos individuais com respeito à temperatura e outros fatores que podem ser fornecidos durante o processo de mercado. Em geral, os fatores que ajudam a reduzir as perdas pós-colheita em frutos e hortaliças frescos são sinônimos daqueles que afetam a manutenção da qualidade geral, HARVEY (28).

A refrigeração a temperaturas ótimas para manutenção da qualidade em frutos e hortaliças frescos é o mais importante fator de redução de perdas pós-colheita, HARVEY (28), WILLS et alii (90) e SALUNKE & DESAI (72). As respostas fisiológicas de frutos, à diminuição de temperaturas, variam consideravelmente. A diminuição da temperatura implica na redução da velocidade de variação de determinados parâmetros, tais como: respiração, mudança em textura ou perda de vitamina C, WILLS et alii (90). Em se tratando do caju, o abaixamento da temperatura tem grande impacto sobre os 2 últimos aspectos e tem sido usado também com muito sucesso para aumentar a vida de prateleira.

A conservação pós-colheita, em temperatura ambiente, não ultrapassa 48 horas, por ser extremamente susceptível ao ataque de microrganismos fitopatogênicos, responsáveis pelo estabelecimento de um rápido processo fermentativo, SOARES (77). Além disso, nestas condições, apresenta uma elevada perda de matéria fresca.

SINGH & MATHUR (76) foram os primeiros pesquisadores a estudar o armazenamento do pedúnculo do caju a frio, utilizando

temperaturas médias de 1°C , $4,7^{\circ}\text{C}$, $9,2^{\circ}\text{C}$ e $30,6^{\circ}\text{C}$. Verificaram que as perdas fisiológicas, em peso, foram menores nas temperaturas de armazenamento mais baixas; as perdas pelo ataque de microrganismos fitopatogênicos, principalmente fungos, foram menores na faixa de 0 a 2°C ; a percentagem de suco extraível foi maior nas temperaturas mais baixas de armazenamento; houve um aumento na percentagem de sólidos solúveis e açúcares redutores. Este aumento foi maior nas temperaturas mais altas; a acidez total diminuiu em todas as temperaturas estudadas; em geral, o conteúdo de ácidos diminuiu em todas as temperaturas testadas. As condições ótimas para a armazenagem a frio foram na faixa de temperatura de 0 a 2°C e umidade relativa, 85-90%. Nestas condições o produto se conservou por, aproximadamente, cinco semanas.

SOARES (77), trabalhando com a conservação do caju "in natura" verificou que a temperatura de estocagem do produto entre 0 e 1°C , propiciou melhores resultados, com menores perdas em matéria fresca e maior vida de prateleira. Sob refrigeração ($10-11^{\circ}\text{C}$) o produto apresentou um gradual declínio em acidez e um ligeiro aumento na concentração de sólidos solúveis. Esse autor constatou, também, que após 8 dias de estocagem à temperatura de 0 a 1°C e umidade relativa de 73-80%, o teor de ácido ascórbico reduziu-se em 27% contra 46% para cajus estocados em $10-11^{\circ}\text{C}$, em idênticas condições de umidade relativa. Finalmente, ele cita que o caju a uma temperatura de $0 - 1^{\circ}\text{C}$ e

umidade relativa de 90% pode ser armazenado por 1 semana.

Em estudo realizado no FNTI (22), sobre a conservação do pedúnculo do caju em condições de refrigeração, verificou-se que à temperatura de 12°C e umidade relativa de 85-95%, o produto tratado com 0,1% de ácido sórbico apresentava boa conservação pelo espaço de 12 dias. Constatou-se, também, que os pedúnculos não tratados com ácido sórbico apresentaram conservação até 8 dias, nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa. O material deixado à temperatura ambiente no final de três dias, apresentou-se totalmente coberto com fungos, principalmente, o *Rhizopus nigricans*. Nota-se, portanto, o efeito benéfico da utilização do ácido sórbico, como também da refrigeração na conservação do caju.

PRATT & MENDOZZA Jr (64) citam que o pedúnculo do caju colhido intacto, é extremamente susceptível à deterioração. Mesmo quando mergulhado em fungicida, nenhum fruto resistiu mais que uma semana a 20°C ao *Botrytis* ou *Rhizopus*.

O controle da umidade relativa no ambiente pós-colheita é frequentemente associado à temperatura.

Todos os vegetais continuam a perder água depois da colheita. Se esta perda d'água, ou transpiração, não é retardada, o produto torna-se murcho, rijo e não comestível. Estes sintomas tornam-se desagradáveis quando a perda d'água atinge valores entre 5% e 10% de seu peso, RYALL & LIPTON (70).

20

A percentagem de perda de matéria fresca do caju armazenado por duas semanas na faixa de 0 a 1°C e UR de 85 a 90% é de 22,0%, bem acima daquela do abacaxi (4,0%), banana (5,2%), mamão (5,8%) e manga (6,5%), CODEVASF (14).

A transpiração é um processo físico controlável por vários tratamentos que podem ser aplicados às frutas como, por exemplo, ceras ou revestimentos com filmes plásticos.

No Brasil, as pesquisas estão atualmente se desenvolvendo para determinar quais atmosferas são recomendadas para retardar a deterioração de produtos frescos. Atmosferas diferentes do ambiente estão sendo testadas para muitos frutos e hortaliças. Alguns frutos como pêssego, BALLOD (5), tomate, REINA (67), banana, ROSSIGNOLI (69), tornaram-se menos susceptíveis à deterioração após o uso de atmosfera modificada.

Para CHITARRA & CHITARRA (13), a atmosfera modificada é uma técnica bastante simples, conseguida pelo envolvimento do produto em embalagens plásticas, de permeabilidade limitada ao O₂ e CO₂, com conseqüente modificação na concentração de gases no interior do invólucro. A composição da atmosfera interna irá depender da característica da permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto embalado. Os principais filmes usados são o polietileno de baixa densidade e o PVC (cloreto de polivinila).

HARDENBURG (27) e BEN YEHOASHUA (7) reportam muitos problemas na tentativa de se usar embalagem de filmes para desenvolver

atmosferas modificadas benéficas, além da respiração do produto. Temperatura, umidade e tempo de embalagem afetam o ambiente interno, além da massa do produto embalado.

WILLS et alii (90) sumarizaram os requerimentos de uma embalagem moderna para produtos perecíveis e discutiram vários aspectos de embalagem, tais como resistência mecânica da embalagem para proteção adequada, ausência de toxidez do material de embalagem, requerimentos de manuseio e mercado em termos de peso, tamanho e forma relacionada à embalagem e padronização para manuseio mecânico. Deve-se, ainda, considerar o resfriamento rápido do produto na embalagem, a permeabilidade dos filmes plásticos para gases respiratórios e o custo da embalagem em relação ao valor do produto.

Para KADER (33), o efeito da redução de O_2 e/ou elevação de CO_2 deve ser tratado a níveis mais profundos, pois a deterioração pós-colheita do produto fresco pode ser causada por muitos fatores, em adição à velocidade de respiração alta, incluindo: mudanças metabólicas, crescimento e desenvolvimento, injúrias físicas, perda d'água, desordens fisiológicas e degradação por patógenos.

A atmosfera modificada tem atualmente muitas aplicações comerciais. Seu uso tem sido favorecido pelo desenvolvimento de materiais com propriedades de retenção adequadas e facilidade de adoção da técnica. Quatro técnicas são comumente usadas para obter a atmosfera modificada e/ou controlada: substituição da

mistura original de gases por outra específica, embalagem a vácuo, vácuo seguido por introdução de gases específicos e uso da embalagem selada retendo o CO_2 e impedindo o O_2 . Ao uso destas técnicas tem sido atribuídos alguns benefícios tais como: controle de degradações físicas, bioquímicas e microbiológicas e redução das perdas de umidade, "flavor" e textura; proteção contra ações físicas durante a distribuição e mercado; redução de equipamentos, armazenagem e custos operacionais e uma distribuição mais longa de mercado, horários de entrega mais eficientes e inventário de perdas reduzido, RIZVI (68). Na Figura 1, pode-se perceber como ocorrem as trocas gasosas num sistema de armazenagem utilizando-se atmosfera modificada.

Apesar das inúmeras vantagens desta técnica até hoje, não se tem informações do seu uso para prolongar a vida pós-colheita de caju.

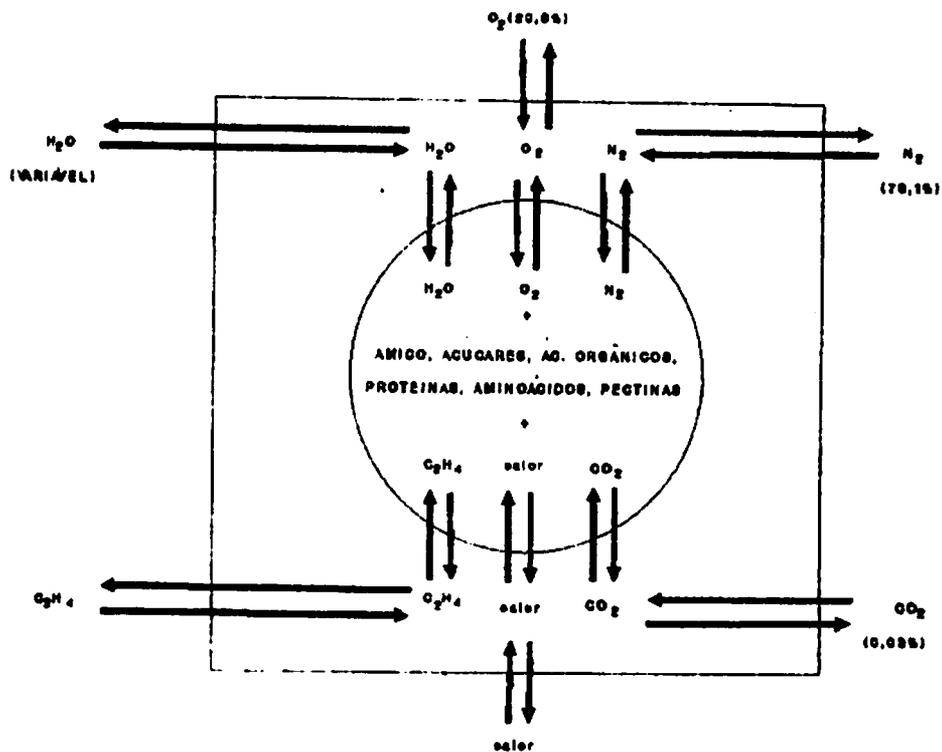


Figura 1. Modelo de respiração-permeação para microatmosfera de produto fresco mantido em filme polimérico, modificado de RIZVI (68).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Procedência dos frutos

Os cajus utilizados neste experimento foram obtidos junto à Cooperativa dos Produtores da Serra do Mel - Serra do Mel - RN situado a $5^{\circ}11'$ S de latitude e $37^{\circ}20'$ W de longitude. O pomar está instalado na Vila Rio Grande do Norte, lote número 04.

A estação meteorológica da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, distante 15 km deste município, registra uma temperatura média, em torno de $27,4^{\circ}$ C. O mês mais quente é dezembro, apresentando uma temperatura média em torno de $28,3^{\circ}$ C. Os meses de junho e julho são os mais frios, com temperaturas médias em torno de $26,5^{\circ}$ C e $26,2^{\circ}$ C, respectivamente. A região apresenta um total pluviométrico de 824,7 mm, sendo os meses mais chuvosos março e abril, com médias de 185,7 mm e 193,2 mm, respectivamente, e os meses mais secos, setembro, outubro e novembro com médias inferiores a 7 mm. A insolação média é de

236 h mensais, podendo ultrapassar 2800 h anuais, sendo os meses mais secos os de maior insolação. A umidade relativa média mensal é de 68,9%.

Segundo a classificação climática de W. Köppen, o clima é do tipo BSw^h', CARMO FILHO & OLIVEIRA (10).

3.2. Colheita, seleção e transporte

Cajus amarelos foram colhidos de plantas com aproximadamente 15 anos de idade e altura média de 6 m.

Foram colhidos aproximadamente 1200 frutos no estágio de maturação comercial. A colheita foi manual, colhendo-se os frutos ao alcance das mãos, no terço inferior da copa, tanto na parte externa como na interna, no período das 5:00 h às 7:00 h da manhã. Deu-se preferência por cajus que apresentavam formato característico de pêra.

No campo, foi feita uma 1ª seleção, eliminando-se aqueles que apresentavam características inadequadas para o armazenamento (ferimento mecânico, ataque fúngico, depressão devido ao contato com outro fruto durante o crescimento, ataque de pássaros, rachaduras, castanha com doenças fúngicas e pedúnculos excessivamente duros ou moles). Imediatamente, foram transportados em caixas de papelão para o Departamento de Química e Tecnologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, distante 15 km do local da colheita, onde em 2ª seleção,

eliminaram-se frutos que não correspondiam ao formato característico.

3.3. Tratamento fúngico e armazenamento

No Laboratório de Análises de Alimentos, os frutos foram submetidos a um pré-resfriamento em água (20°C) em imersão por 10 minutos. Em seguida, foram tratados com solução aquosa de ácido sórbico 0,1% de acordo com FNTI (22), por 10 minutos, usando-se tween 20 como espalhante adesivo. Após esta operação, foram secados ao ar e imediatamente sorteados para a formação das parcelas experimentais. Uma parte foi separada para as análises que caracterizaram o tempo zero de armazenamento. As outras parcelas foram conduzidas para uma câmara frigorífica a 5°C e 85-90% de UR em atmosfera ambiente e modificada da agroindústria Mossoró Agroindustrial S.A., distante 30 km do laboratório, decorrendo 5 horas entre a colheita e o armazenamento. Durante este tempo foram feitas as primeiras análises no material que caracterizaram o tempo zero de armazenamento. A partir daí, foram retiradas amostras periódicas e transportadas para o laboratório para as diversas análises.

O experimento principal foi conduzido num fatorial 11 x 2 com delineamento inteiramente casualizado, onde os fatores estudados foram tempo de armazenamento e atmosfera, nesta ordem. A parcela foi composta de 5 frutos com 4 repetições para cada

tempo de armazenamento. O fator tipo de atmosfera consistiu da exposição dos frutos à atmosfera ambiente da câmara frigorífica e atmosfera modificada. A última foi obtida através do envolvimento de bandejas de isopor (21,5 x 14 x 2 cm, fabricadas e comercializadas no Brasil pela empresa Spuma Pac) com filme de PVC flexível e autoadesível (espessura em torno de 15 micra, fabricado pela Goodyear).

O fator armazenamento consistiu na manutenção dos frutos por 14 dias, em câmara fria, temperatura de 5°C e 85-90% de umidade relativa, com amostragens periódicas.

Paralelamente, montou-se um experimento usando-se a temperatura ambiente. Neste, utilizou-se apenas a variável senescência em atmosfera ambiente e modificada e nos tempos 0, 12, 24, 36 e 48 h.

3.4. Avaliações

As Avaliações foram conduzidas de acordo com os níveis do fator tempo (0, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 144, 192, 240 e 336 h) usando-se técnicas e métodos previamente testados e padronizados.

As amostras foram retiradas da câmara frigorífica e conduzidas para o Laboratório de Análises de Alimentos da Escola Superior de Agricultura de Mossoró onde, inicialmente, foram submetidas às análises de perda de peso, tamanho, senescência e textura. A seguir as amostras foram trituradas em liquidificador

doméstico, usando-se metade da polpa para extração do suco para as análises de pH, acidez total titulável e sólidos solúveis. A outra metade foi congelada e, posteriormente, liofilizada para as análises de açúcares redutores, fenólicos e vitamina C, as quais foram feitas no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Pós-colheita da Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG.

Utilizou-se um liofilizador modelo L4KR com bomba de alto vácuo E2M8 (11,4 m³/h) de duplo estágio, temperatura do condensador -45 °C/-50 °C. A altura da camada liofilizada foi de 5 mm e a duração da operação ficou em torno de 48 horas. Após a liofilização, colocou-se o material em embalagem super hermética, de fabricação da Allpac Embalagens Ltda e armazenou-se novamente no freezer.

O transporte de Mossoró-RN para Lavras-MG foi feito em caixas de isopor à temperatura ambiente durante 48 horas após o que o material foi retornado ao freezer. Da liofilização até as análises, passaram-se, aproximadamente 30 dias.

3.4.1. Medidas de tamanho

Foram feitas medidas de comprimento, diâmetro superior e inferior do pedúnculo, de acordo com ORTIZ & ARGUELLO (60).

3.4.2. Acidez total titulável e potencial hidrogeniônico

Foram determinados no suco, seguindo a técnica recomendada por KRAMER (37). O potencial hidrogeniônico foi medido em potenciômetro DMPH-2, fabricante DIGIMED. A acidez total titulável foi expressa em percentagem de ácido málico, conforme trabalho de MAIA et alii (48).

3.4.3. Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais do suco foram determinados com o uso de um refratômetro de bolso, seguindo orientação de KRAMER (37).

3.4.4. Sólidos solúveis totais/acidez total titulável

Determinado pelo quociente entre os dois parâmetros, expressos em g do componente por 100 ml de suco.

3.4.5. Açúcares redutores

Os açúcares redutores totais (glicose + frutose) foram extraídos com NaOH 0,5N e doseados quantitativamente pelo método descrito por SOMOGYI, adaptado por NELSON (58) e relatado por SOUTHGATE (79).

Nota	Condição do material
1	pedúnculo com aparência boa, resistente ao choque mecânico, isento de enrugamento, cheiro agradável.
2	enrugamento em poucas regiões do pedúnculo, manchas pequenas de mudança de cor.
3	descoloração e enrugamento em aproximadamente metade do pedúnculo.
4	generalização de enrugamento, mudança total de coloração e presença de depressão, característica do contato com a superfície.
5	liberação espontânea do suco, dificuldade no descastanhamento, presença de fungos, cheiro desagradável, impréstável para o consumo.

3.4.9. Perda de peso

Foi determinada em percentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial das bandejas contendo os frutos e em cada intervalo de amostragem. As pesagens foram feitas com auxílio de balança modelo Q-2400 DR de fabricação da Ainsworth.

3.4.10. Textura

Foi medida nos pedúnculos integros, com penetrômetro Magness-Taylor, com "Pluger" de 5/16 polegadas de diâmetro. Em cada parcela analisada foram feitas 3 leituras por ^{amostra}caju. Os resultados médios por parcela foram expressos em Newtons.

3.4.6. Vitamina C total

O ácido ascórbico (após oxidação a ácido dehidroascórbico), foi determinado pelo método colorimétrico com o 2,4 - dinitrofenilhidrazina, segundo STROHECKER & HENNING (81) e os resultados expressos em mg de vitamina C total por 100 g de pedúnculo.

3.4.7. Compostos fenólicos

Foram extraídos de acordo com a técnica de SWAIN & HILLS (82) e o doseamento foi feito pelo método de FOLIN-DENIS, descrito pela AOAC (2).

3.4.8. Senescência

Para a avaliação da deterioração do material foi criada a escala visual de senescência e as notas para cada fruto constituinte da parcela foram atribuídas por três técnicos treinados, conforme esquema seguinte:

3.5. Análise estatística

Os dados para as diferentes atmosferas e diferentes tempos de armazenamento foram submetidos a análises estatísticas de variância, segundo o modelo:

$Y_{ijk} = \mu + C_i + \rho_j + C\rho_{ij} + \epsilon_{ijk}$, onde Y_{ijk} representa o dado obtido para a atmosfera i no tempo j na determinação k ; μ é a média populacional; C_i é atmosfera i ; ρ_j é o tempo j ; $C\rho_{ij}$ a interação atmosfera x tempo e ϵ_{ijk} o erro experimental.

Para o entendimento dos fatores anteriormente citados e suas interações, a análise estatística para o experimento principal, teve o esquema mostrado na Tabela 1.

TABELA 01. Esquema de análise de variância para o experimento principal (fatorial 11 x 2), tendo como fatores o tempo de conservação e a atmosfera de armazenamento, nesta ordem.

Fonte de variação	graus de liberdade
Tempo	10
Atmosfera	1
Tempo x atmosfera	10
Resíduo	66
Total	87

Todas as variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Medidas de tamanho

A análise de variância dos dados obtidos demonstrou uniformidade nas medidas de tamanho dos frutos utilizados neste experimento. Ocorreram interações significativas entre o tipo de atmosfera utilizado e o tempo de armazenamento para as variáveis comprimento do pedúnculo e diâmetro inferior, não se verificando tal interação para o diâmetro superior. Na Tabela 02 encontram-se os valores médios obtidos e nos Quadros 1A, 2A e 3A, em apêndice, pode-se constatar a análise de variância obtida para o comprimento, diâmetro superior e inferior, nesta ordem.

As três variáveis utilizadas, para verificar a alteração de tamanho do pedúnculo do caju durante o armazenamento, mostraram tendência de diminuição com o tempo (Figuras 02, 03 e 04). No entanto, os pedúnculos submetidos à atmosfera modificada apresentaram maior tamanho (comprimento, diâmetro superior e

TABELA 02. Valores médios das variáveis comprimento, diâmetro superior e diâmetro inferior, relativos aos pedúnculos do caju, armazenados por 14 dias (336 h) sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em A.A. e A.M.

ATMOSFERA	ARMAZENAMENTO (HORAS)	COMPRIMENTO (mm)	DIÂMETRO SUPERIOR (mm)	DIÂMETRO INFERIOR (mm)
A.A.	0	65,00	51,00	44,50
	12	64,75	49,00	42,00
	24	64,75	48,75	41,50
	36	63,50	47,50	40,25
	48	59,50	46,50	39,00
	72	61,25	47,75	39,00
	96	60,75	48,00	39,00
	144	62,00	46,75	37,25
	192	60,25	46,00	38,00
	240	55,25	44,00	35,25
	336	57,25	45,25	23,50
A.M.	0	65,00	51,00	44,50
	12	65,00	51,00	43,00
	24	63,25	50,50	42,50
	36	62,75	50,75	41,50
	48	63,75	49,50	39,50
	72	60,25	48,50	39,50
	96	62,00	47,50	39,25
	144	60,00	48,00	36,75
	192	60,25	47,75	37,75
	240	62,25	49,00	39,99
	336	57,00	48,00	38,00
C.V. (%)		1,91	4,22	10,27

A.A. Atmosfera ambiente da câmara fria.

A.M. Atmosfera modificada por filme de PVC.

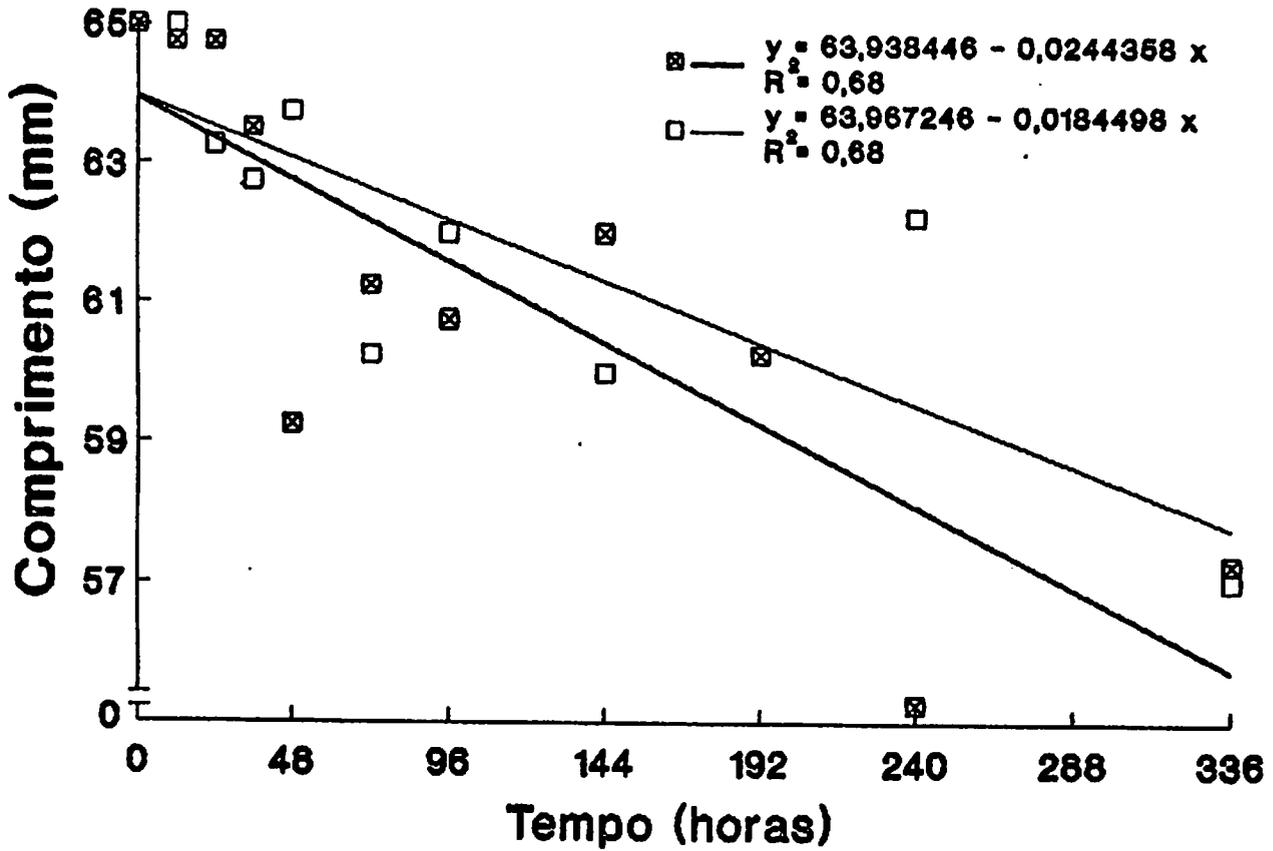


Figura 2. Comprimento de pedúnculos de caju (mm), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90 %, em atmosfera ambiente (\boxtimes —) e modificada (\square —).

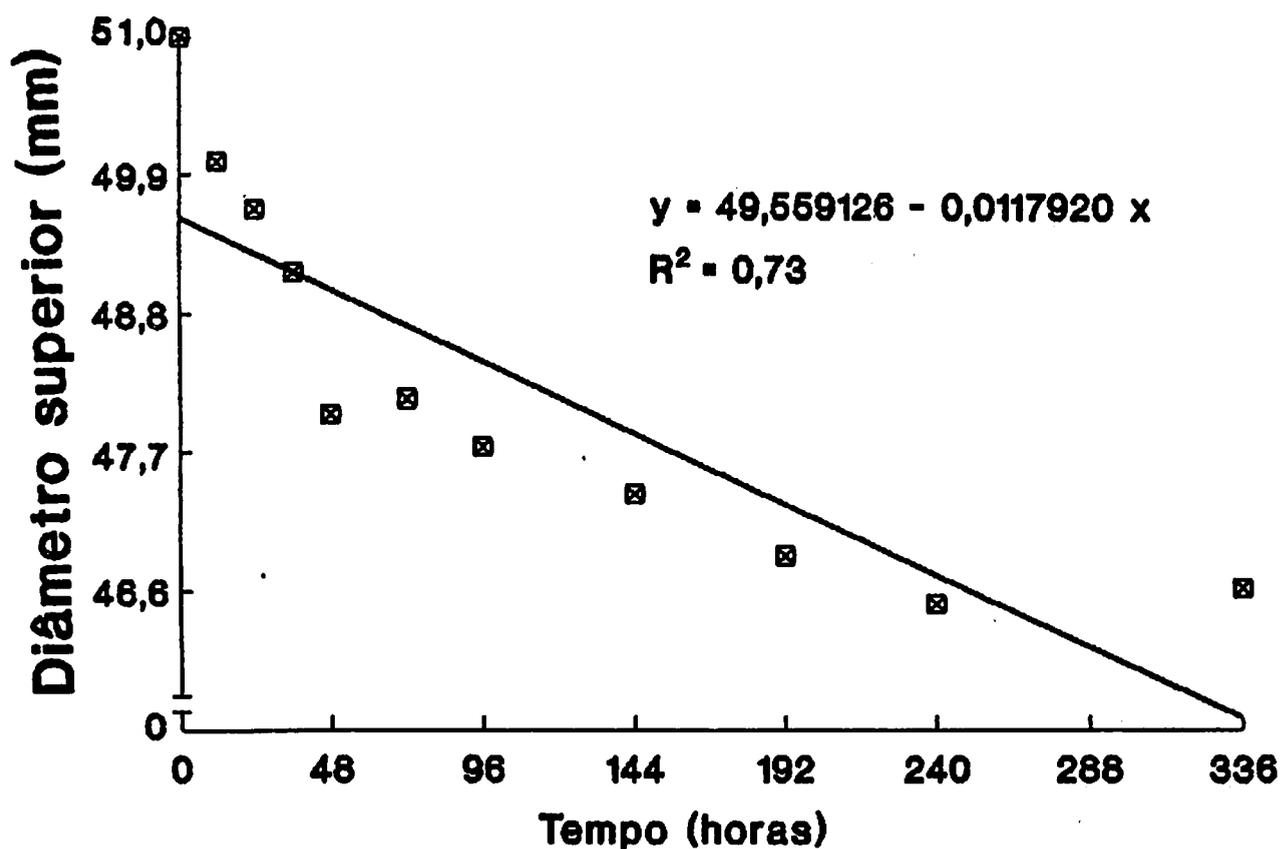


Figura 3. Diâmetro superior de pedúnculos de caju (mm), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90 %, em atmosfera ambiente e modificada.

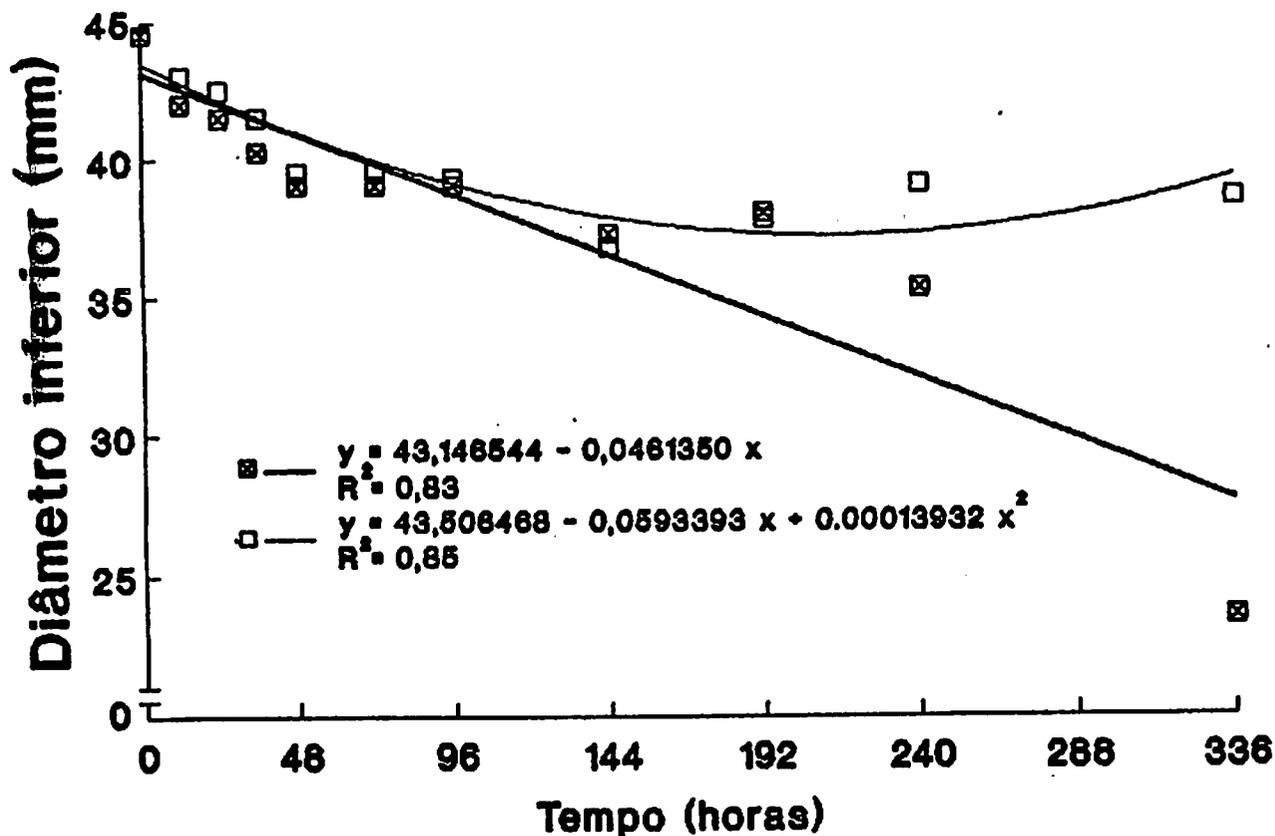


Figura 4. Diâmetro inferior de pedúnculos de caju (mm), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90 %, em atmosfera ambiente (⊠—) e modificada (□—).

inferior), quando comparados aos mantidos em atmosfera normal, evidenciando a influência da embalagem sobre o tamanho do produto, no decorrer do período de armazenamento.

4.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

Não houve interação significativa para o comportamento do potencial hidrogeniônico do suco dos pedúnculos entre o tipo de atmosfera utilizado e o tempo de armazenamento. (Quadro 4A, em apêndice). No entanto, os frutos mantidos em atmosfera ambiente da câmara frigorífica mostraram-se com um pH mais elevado quando comparados àqueles mantidos em atmosfera com proteção do filme de PVC. (Tabela 03). Esse comportamento foi, estatisticamente significativo, apenas ao nível de 5% usando-se o teste Tukey.

No decorrer do tempo, verificou-se um comportamento com aumentos alternados de pH até 96 h de armazenamento. A partir desta época verificou-se um subida até o final da avaliação e, de uma forma geral, esta variação é explicada por um desenvolvimento linear ao longo do tempo. (Figura 05).

Os valores de pH obtidos neste trabalho estão praticamente dentro da faixa daqueles encontrados por Nanjundaswamy et alii, para cajus amarelos em 2 regiões da Índia (Kerala e Karnataka) e publicados recentemente por WARDOWSKI & AHRENS (87).

TABELA 03. Valores médios das variáveis potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT de pedúnculos do caju armazenados sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, durante 336 h.

ATMOSFERA	ARMAZENAMENTO (HORAS)	POTENCIAL HI-DROGENIÔNICO	ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (g de ác. má./100 ml)	SÓLIDOS SOLÚVEIS (%P/V)	SST/ATT	
A.A.	0	4,10	0,30	10,70	36,03	
	12	4,08	0,28	11,38	40,65	
	24	4,18	0,31	12,13	39,55	
	36	4,19	0,28	12,23	42,58	
	48	4,18	0,30	12,18	41,03	
	72	4,10	0,28	12,20	43,25	
	96	4,32	0,30	12,60	42,08	
	144	4,27	0,26	12,25	47,63	
	192	4,27	0,29	12,33	42,53	
	240	4,40	0,27	12,60	47,18	
	336	4,44	0,28	12,68	45,28	
	A.M.	0	4,10	0,30	10,70	36,03
		12	4,10	0,33	11,40	34,93
24		4,18	0,30	11,60	39,23	
36		4,19	0,33	11,73	35,65	
48		4,05	0,31	11,30	37,08	
72		4,10	0,33	11,85	35,33	
96		4,21	0,29	11,95	41,88	
144		4,23	0,32	12,38	43,45	
192		4,29	0,28	12,03	46,28	
240		4,25	0,28	12,03	43,05	
336		4,33	0,29	12,38	43,05	
C.V.%		2,60	6,63	3,28	7,43	

A.A. Atmosfera ambiente da câmara fria.

A.M. Atmosfera modificada por filme de PVC.

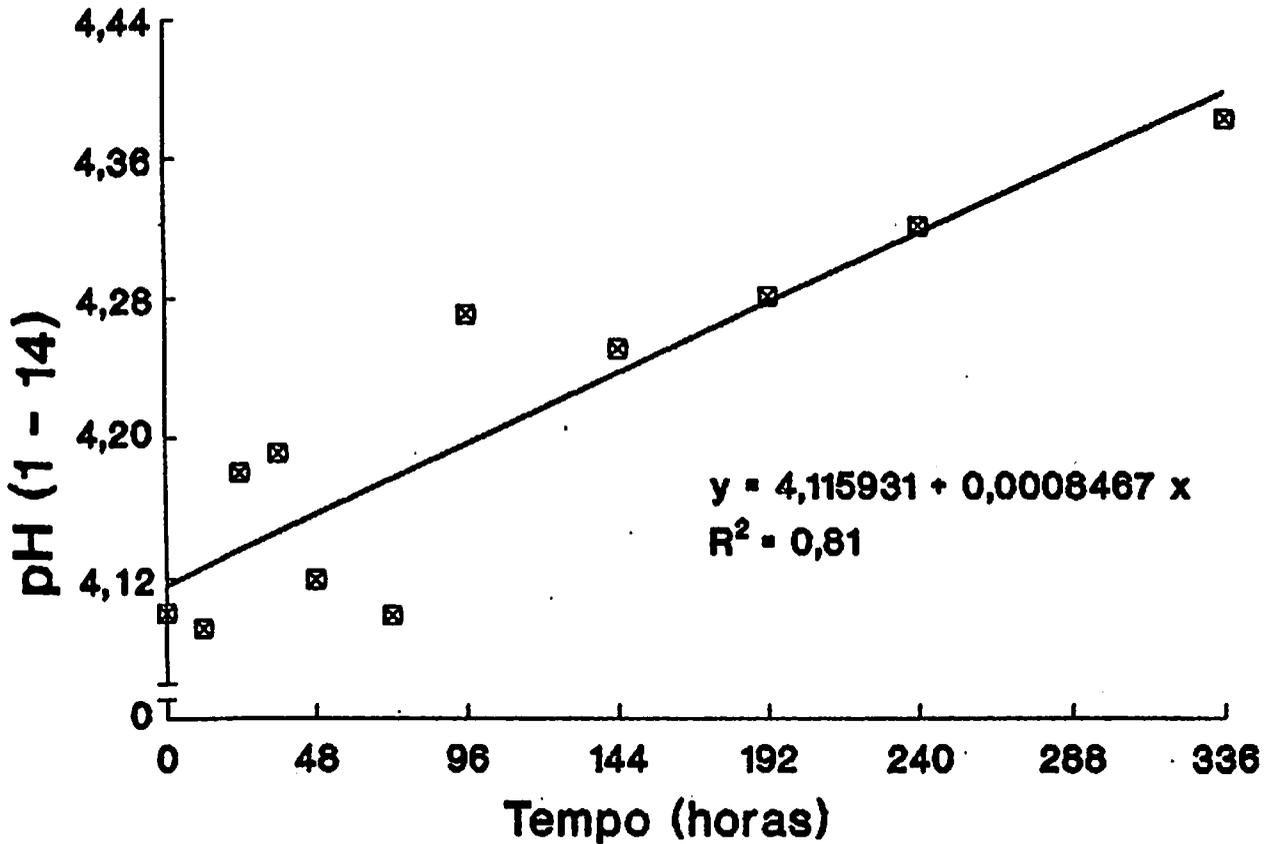


Figura 5. Potencial hidrogeniônico do suco de pedúnculos de caju, (escala 1 - 14), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente e modificada.

[REDACTED]

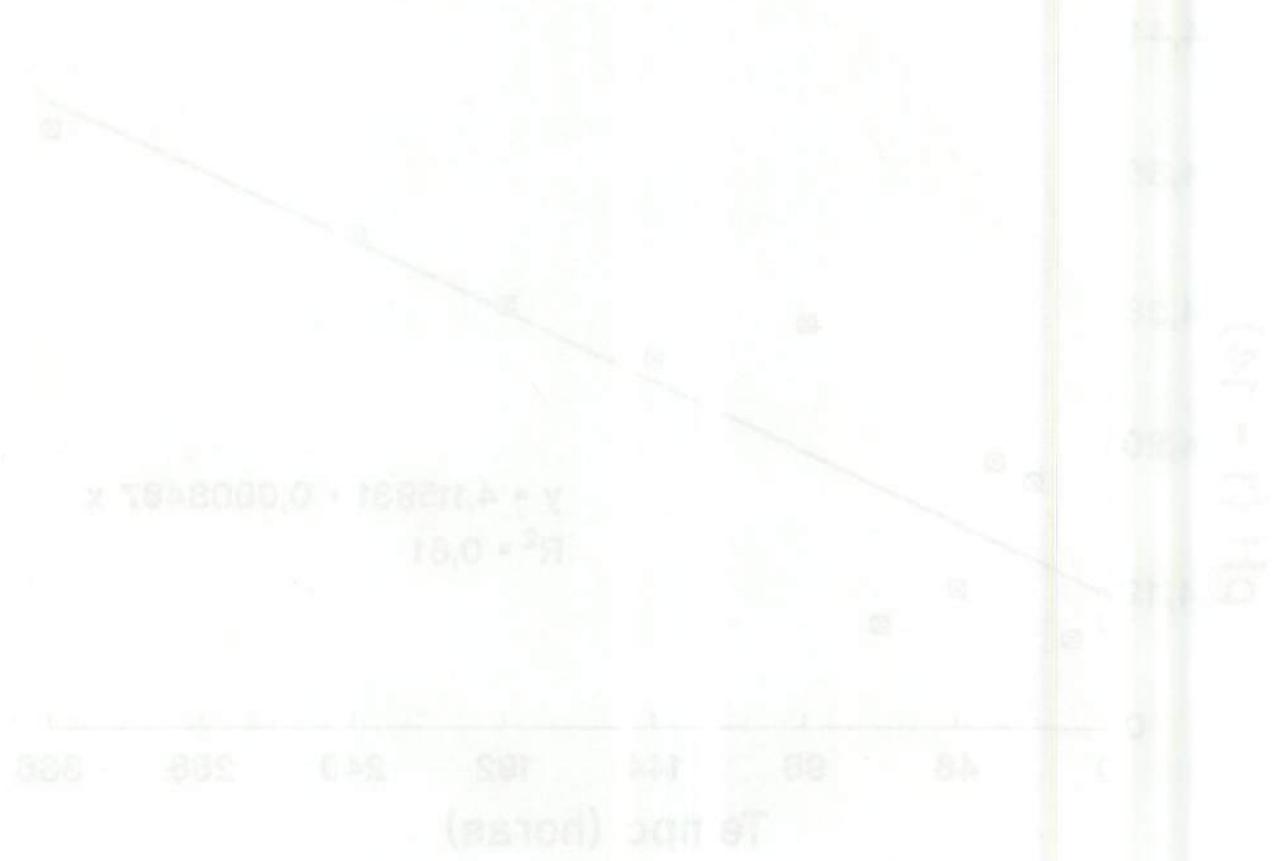


Figura 2. Potencial hidrogênico do suco de pedunculosa de casu, (escala 1 - 14), armazenadas sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera a nitrogênio e modificado.

A maioria dos frutos apresenta um potencial hidrogeniônico abaixo de 4,6, com variações pequenas com o aumento da acidez, devido aos sistemas tampões naturais. Assim, para se determinar a verdadeira acidez do fruto é necessário determinar a quantidade de ácido presente por outros métodos.

4.3. Acidez total titulável

A acidez total titulável da maioria dos frutos normalmente apresenta valores decrescentes durante o amadurecimento ou armazenamento. Esse comportamento está diretamente relacionado ao sabor, o que pode caracterizar também a seleção do produto pelo consumidor.

As propriedades de acidez dos ácidos orgânicos são devidas à presença em suas moléculas do grupo carboxílico, $-COOH$, no estado livre. Outros constituintes de frutos que podem contribuir para esta característica, sem possuir este grupo no estado livre, são os fenólicos e o ácido ascórbico, em que a acidez é atribuída a dois grupos enóis. Como será visto, posteriormente, esses dois constituintes estão presentes, em grandes proporções no pedúnculo do caju.

Os resultados deste trabalho mostram acréscimos significativos alternados na acidez durante o período de armazenamento, tanto para os frutos em atmosfera ambiente quanto modificada. (Figura 06).

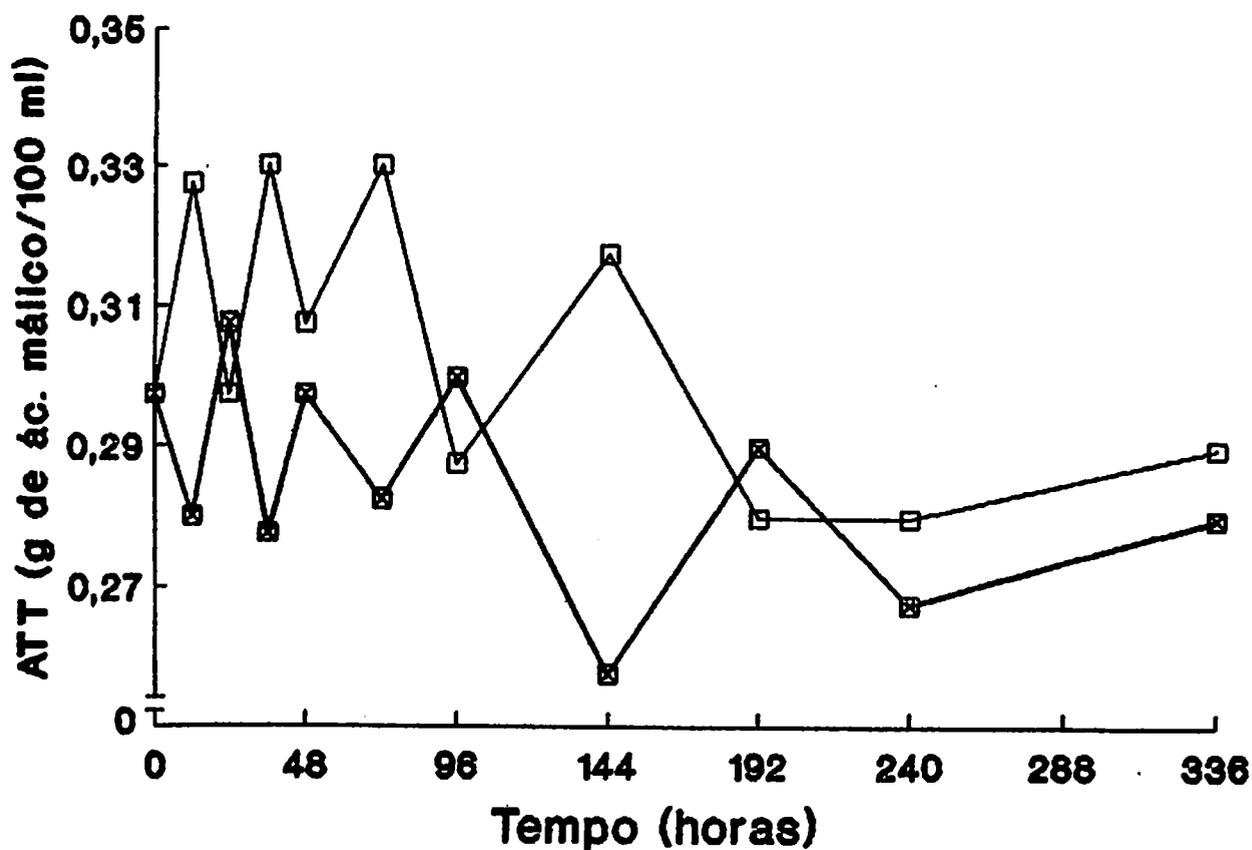


Figura 6. Acidez total titulável do suco de pedúnculos de caju (g/100 ml), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (\boxtimes -) e modificada (\square -).

Sob o ponto de vista estatístico e usando-se apenas de equações polinomiais, nada se pode afirmar acerca do comportamento desta variável em função do tempo, haja visto que estas equações apresentaram coeficientes de determinação muito baixos. Os frutos, em atmosfera ambiente da câmara fria, em geral, mostraram-se menos ácidos, acompanhados por pH mais elevado, discutido no item anterior, porém, não se verifica um paralelismo bem definido entre acidez e pH. Possivelmente a degradação de vitamina C e o comportamento dos fenólicos, posteriormente discutidos, contribuem, em alguma extensão, para este fenômeno.

Os valores mínimo e máximo aqui determinados são semelhantes aos resultados publicados por diversos autores, entre eles MAIA (48), MOURA FÉ (53) e, em geral, inferiores àqueles obtidos por LOPES (42).

4.4. Sólidos solúveis totais

Para praticamente todos os frutos, o teor de sólidos solúveis se relaciona diretamente ao grau de maturação. Para vegetais amiláceos tais como ervilha, vagens ou milho, teores mais elevados indicam produtos menos maduros, no entanto mais doces. As mudanças que ocorrem durante o armazenamento de frutos e hortaliças podem ser monitorados por este parâmetro.

Os resultados não mostraram interação significativa para o comportamento do teor de sólidos solúveis em relação aos fatores estudados (Quadro 6A, em Apêndice). No entanto, os cajus armazenados em atmosfera ambiente apresentaram um valor significativamente mais elevado para esta variável. É importante lembrar que o produto armazenado sem embalagem sofreu uma perda de peso bastante elevada, o que seguramente contribuiu para um aumento da concentração de sólidos solúveis. Além disso, este material apresentou uma velocidade mais acelerada de senescência. Isto pode ter contribuído para uma maior liberação de moléculas mais leves a partir de macromoléculas.

SINGH & MATHUR (76) reportam um aumento no teor de sólidos solúveis de 11,7% para 12,9% em caju, depois de 2 semanas de armazenamento, na mesma temperatura usada neste experimento. Aqui este acréscimo também é verificado. Os cajus armazenados sem embalagem experimentaram uma variação significativa de 10,70% para 12,68% e aqueles embalados de 10,70% para 12,38%. (Tabela 03 e Figura 07).

Os teores médios de sólidos solúveis deste trabalho assemelham-se àqueles obtidos por MOURA FÉ (53), para cajus provenientes de municípios do litoral cearense, cujas condições climáticas são pouco diferentes da região de Mossoró-RN. Além disso, estes valores estão dentro dos mínimo e máximo citados por Nanjundaswamy et alii e publicados por WARDOWSKI & AHRENS (87).

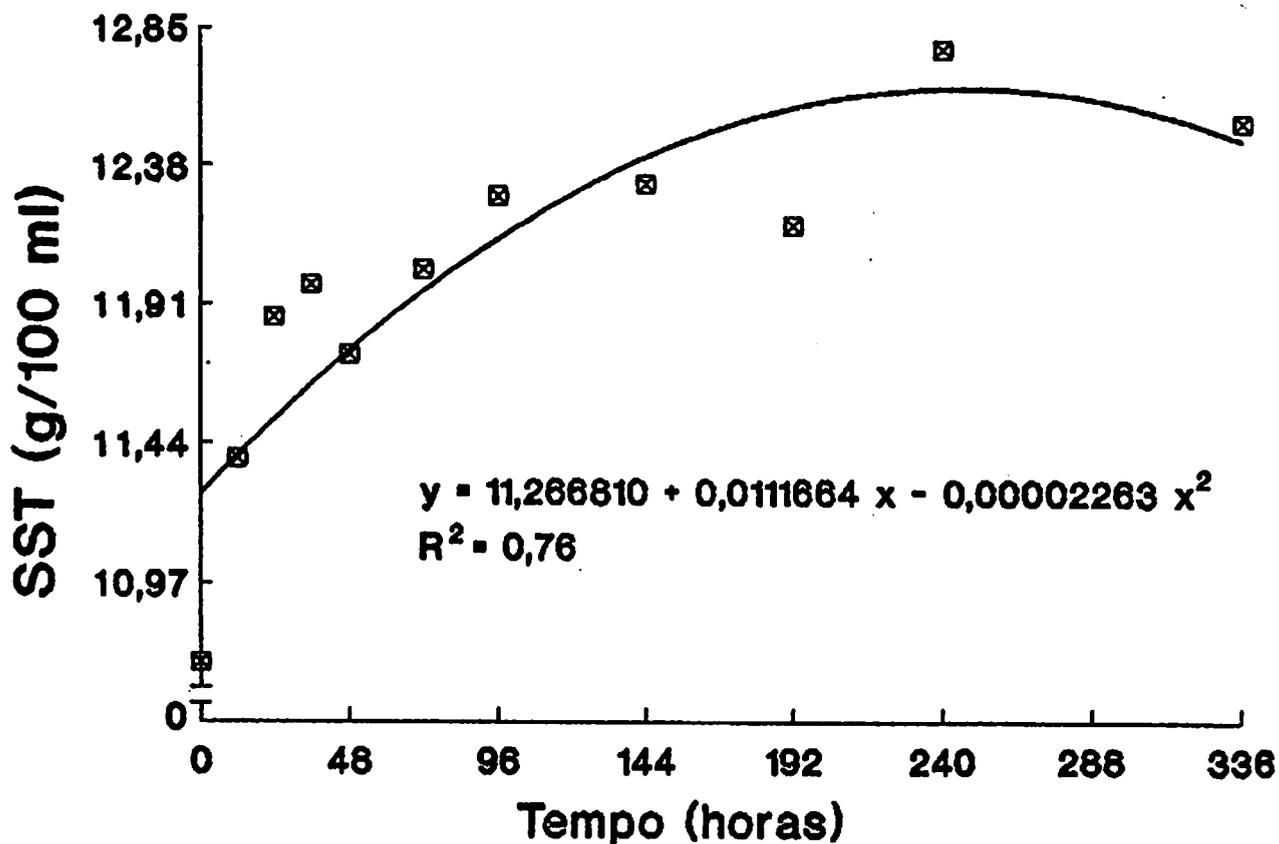


Figura 7. Sólidos solúveis totais do suco de pedúnculos de caju (g/100 ml), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente e modificada.

4.5. Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT).

O "flavor", combinação de sabor e aroma, se apresenta como um dos parâmetros de fundamental importância para se avaliar a qualidade de frutos. No entanto, como a determinação dos voláteis é normalmente dificultada, a relação SST/ATT permite relacionar o grau de amadurecimento/qualidade dos frutos.

Apesar de muitos autores considerarem este índice como um parâmetro de qualidade para frutos consumidos "in natura", até então não se tem informações do seu uso como um fator de qualidade para o pedúnculo do caju.

Nesta pesquisa nota-se uma interação significativa para esta relação entre os dois fatores estudados (Quadro 7A, em apêndice), sendo que os cajus mantidos em atmosfera ambiente apresentaram uma relação mais acentuada, em virtude do teor de sólidos solúveis mais pronunciado já discutido anteriormente. (Tabela 03).

Houve tendência geral de aumento para esta relação no decorrer do tempo de armazenamento. (Figura 08). Independente do tipo de embalagem utilizado, os cajus mostraram um comportamento de equação quadrática para esta variável. Em se tratando da relação SST/ATT, houve aumento de qualidade para os cajus armazenados. A relação obtida na época da colheita foi de 36,03, elevando-se para 45,28 e 43,05, respectivamente, para os cajus em atmosfera ambiente e modificada.

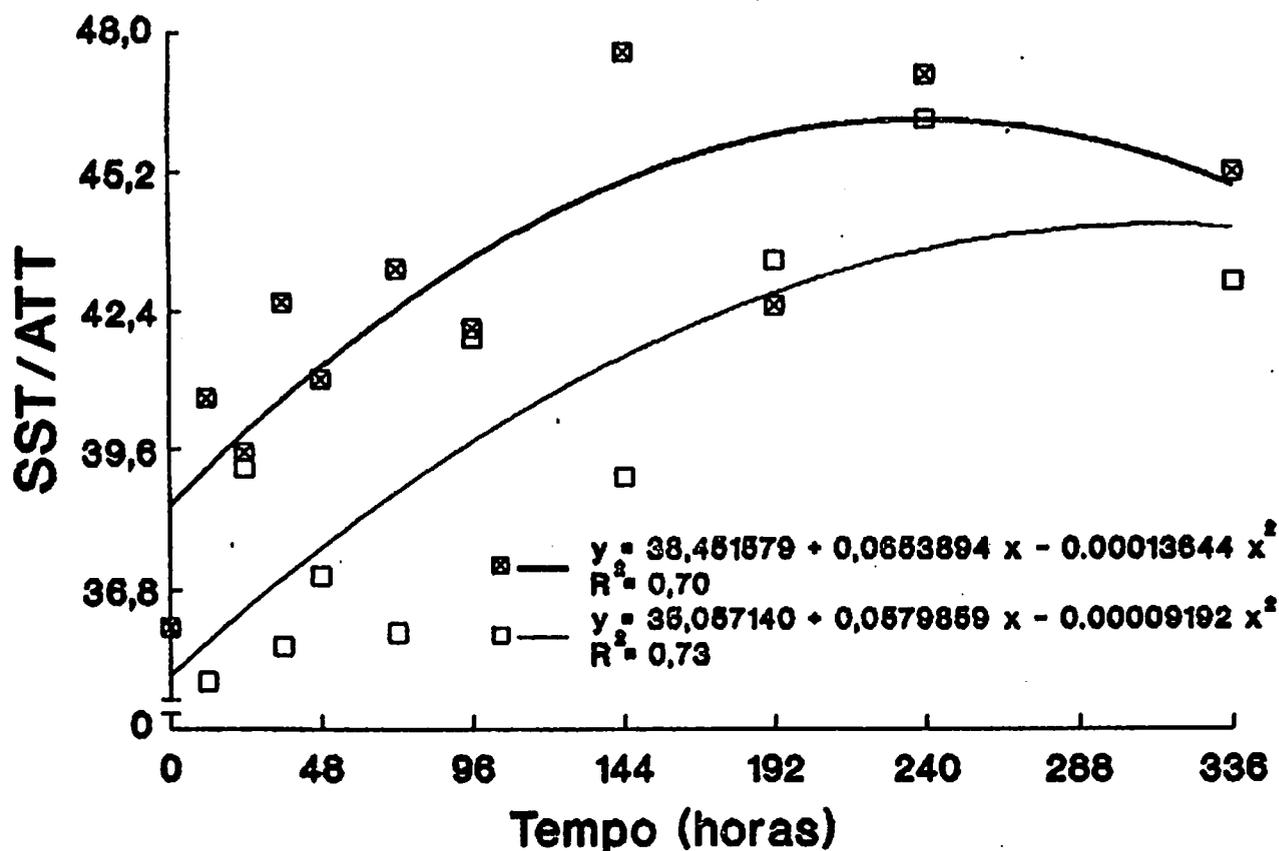


Figura 8. Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável do suco de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (□x) e modificada (□).

4.6. Açúcares redutores

A exemplo de frutos tais como figo, uva e tomate, WHITING (89), o conteúdo de açúcares no pedúnculo de caju é praticamente formado por compostos químicos de ação redutora.

Verificou-se um acréscimo regular no conteúdo de açúcares redutores para os frutos mantidos em atmosfera ambiente até 144 h de armazenamento, seguido por um pequeno decréscimo a partir de 192 h de armazenamento. Para os frutos embalados em filme de PVC o comportamento do teor de açúcares redutores foi praticamente semelhante. (Tabela 04, Figura 09).

Comportamento similar foi obtido por SINGH & MATHUR (76) para cajus armazenados em ambiente refrigerado (5°C). Apesar desses autores não atentarem para a resposta a esta observação, acreditamos ser a hidrólise do amido a responsável por tal comportamento, já que, na época da colheita, o pedúnculo do caju ainda apresenta teor de amido em torno de 1,7%, MOURA FÉ (53) & MAIA (48). As bases para a resposta referente ao comportamento dos açúcares redutores, verificado a partir de 192 h de armazenamento, permanecem desconhecidas, necessitando de estudos futuros sobre biossíntese e degradação de açúcares durante o armazenamento de pedúnculos do caju em ambiente refrigerado.

TABELA 04. Valores médios das variáveis açúcares redutores totais, vitamina C total e compostos fenólicos de pedúnculos do caju armazenados sob refrigeração a 5°C e UR entre 85-90% em AA e AM, durante 336 h.

ATMOSFERA	ARMAZENAMENTO	A. REDUTORES (g/100g de m.f.)	VITAMINA C (mg/100g de m.f.)	COMPOSTOS FENÓLICOS (mg/100g de m. f.)			
				F. DÍMEROS	F. OLIGOMÉRICOS	F. POLIMÉRICOS	
A.A.	0	6,67	334,26	329,04	732,32	209,64	
	12	7,49	305,48	341,74	599,64	223,27	
	24	8,78	290,12	324,20	631,20	209,24	
	36	9,96	286,31	290,20	622,83	206,17	
	48	9,33	311,59	357,23	555,17	246,26	
	72	9,60	270,95	293,88	572,69	232,19	
	96	9,75	307,84	366,73	577,98	290,69	
	144	9,83	304,73	332,85	573,07	277,71	
	192	10,02	285,78	320,42	641,93	245,20	
	240	8,94	258,38	340,64	611,57	246,60	
	336	10,03	247,36	343,08	508,45	251,89	
	A.M.	0	6,67	334,26	329,04	732,32	209,64
		12	7,58	309,09	330,56	628,01	237,28
		24	9,58	308,22	346,61	650,95	233,85
36		9,01	320,91	333,43	619,56	244,89	
48		9,62	286,58	345,94	614,33	289,46	
72		9,77	290,60	319,64	622,80	283,99	
96		9,88	291,29	331,11	572,82	308,84	
144		9,88	300,42	333,64	525,98	293,23	
192		9,03	263,90	331,57	587,11	255,00	
240		10,18	261,14	248,16	540,31	253,56	
336		9,37	254,32	291,12	563,56	286,87	
C.V.%			7,40	5,51	4,41	4,32	6,35

A.A. Atmosfera ambiente da câmara fria.

A.M. Atmosfera modificada por filme de PVC.

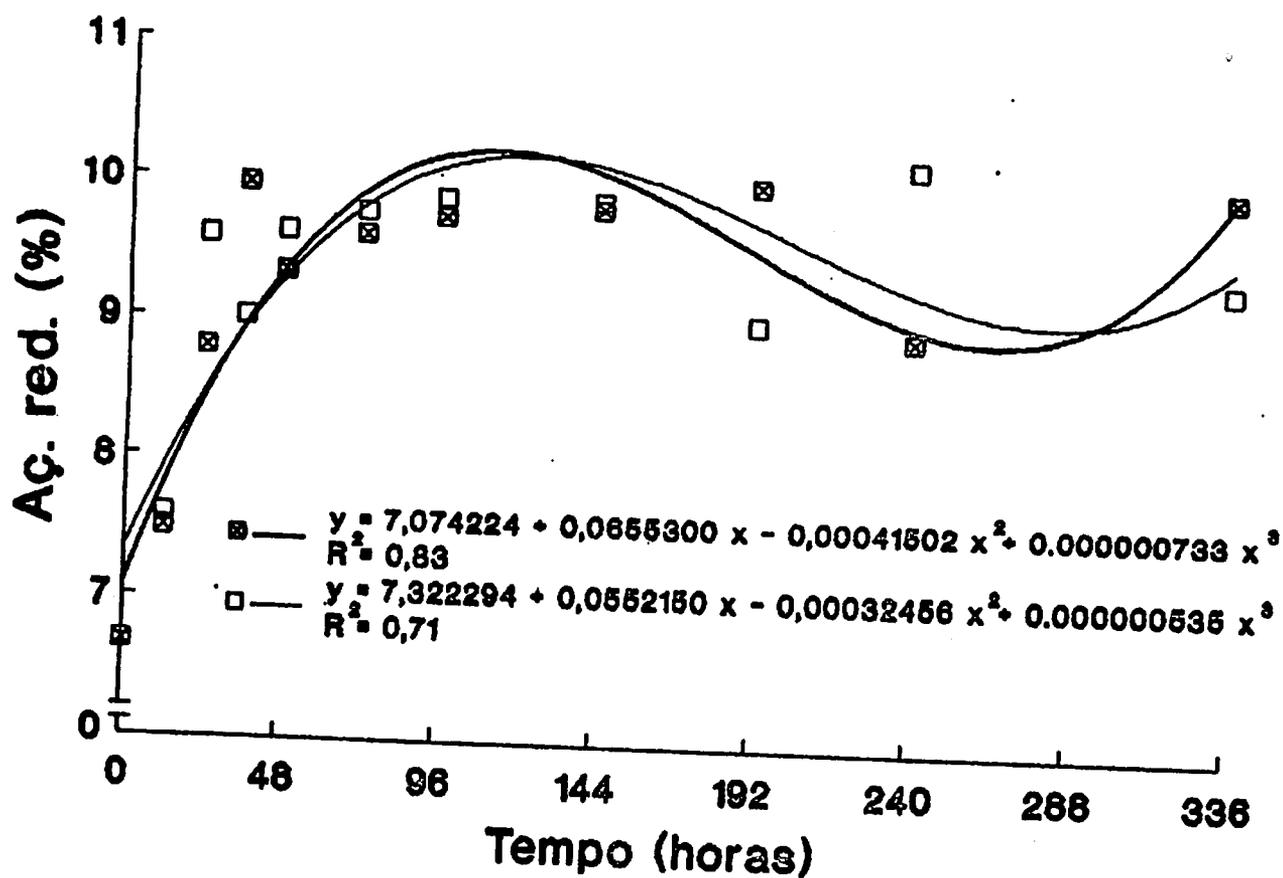


Figura 9. Açúcares redutores totais de pedúnculos de caju (g/100 g), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%; em atmosfera ambiente (⊠—) e modificada (□—).

Pelos dados obtidos com relação aos açúcares redutores, não houve diferença com significância estatística para o fator tipo de atmosfera. (Quadro 8A, em apêndice).

Comparativamente, os sólidos solúveis totais foram mais elevados para os pedúnculos mantidos em atmosfera ambiente da câmara fria (já discutido). Desse modo, estes dados não expressam uma estreita relação com o teor de açúcares redutores. Isto faz acreditar que a degradação de substâncias pécticas é a principal responsável pela diferença no teor de sólidos solúveis entre os dois tipos de atmosfera utilizados e que a atmosfera modificada não parece afetar o metabolismo dos açúcares durante o período experimental.

4.7. Vitamina C total

Verificou-se uma interação significativa para o teor de vitamina C total entre os 2 fatores estudados, com decréscimo significativo no decorrer do armazenamento. (Figura 10 e Quadro 9A, em apêndice).

A variação no conteúdo de vitamina C total, tanto em atmosfera ambiente quanto modificada teve um comportamento linear. Não houve efeito significativo do fator tipo de atmosfera em relação a esta variável. A manutenção de umidade relativa alta para prevenir o murchamento e perda de turgor é efetiva em diminuir as perdas de ácido ascórbico e beta-caroteno, SHEWFELT

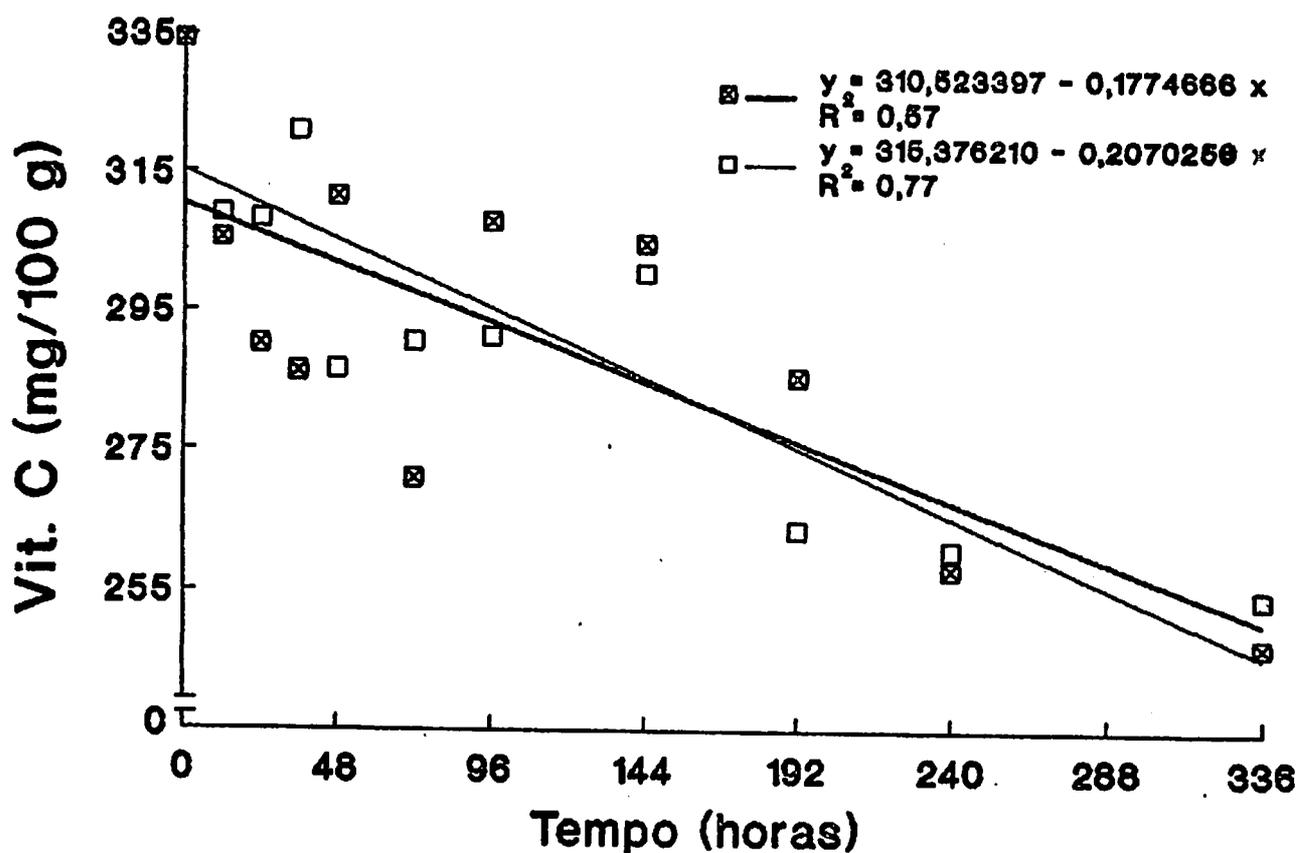


Figura 10. Vitamina C total de pedúnculos de caju (mg/100 g), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (■—) e modificada (□—).

(74), mas a resposta varia com o produto, FENNEMA (21), sugerindo interações complexas entre o nutriente e outros compostos que ocorrem naturalmente. A degradação no conteúdo de vitamina C total aqui verificada, foi da ordem de 26%. Pela Tabela 04 pôde-se constatar um acréscimo mais substancial na degradação, a partir de 192 h de armazenamento.

SINGH & MATHUR (76) reportam uma degradação no conteúdo de vitamina C total para cajus armazenados a 5°C de 45% no período de 2 semanas e de 87% no final de 5 semanas.

Há pelo menos quatro enzimas que ocorrem em frutos e que podem ser responsáveis pela destruição oxidativa da vitamina C, ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo C oxidase e peroxidase, AYCWARD & HAISMAN (03), porém, apenas com ácido ascórbico oxidase há uma reação direta entre enzima e substrato, MAPSON (49).

CHEMPAKAM (12), trabalhando com ácido ascórbico oxidase durante o desenvolvimento do caju, verificou apenas um pequeno aumento na atividade desta enzima no final do desenvolvimento, sugerindo o ligeiro aumento na oxidação do ácido ascórbico durante a última semana de desenvolvimento a outras oxidases anteriormente referidas.

Apesar da degradação no teor de vitamina C total, o seu valor, após 336 h de armazenamento, ainda encontra-se bastante elevado, justificando o uso deste produto como fonte desta vitamina. O teor de vitamina C é suficiente para suprir 3 a 4

vezes a necessidade diária desta vitamina.

4.8. Compostos fenólicos

Nos resultados deste trabalho, verificou-se interação significativa para o comportamento dos fenólicos dímeros em relação aos dois fatores (Quadro 10A, em apêndice). Independente do tipo de embalagem utilizado, ocorreu um comportamento bastante indefinido durante todo o período de armazenamento. (Figura 11 e Tabela 04). Assim, do ponto de vista estatístico e usando-se apenas de equações polinomiais, torna-se praticamente impossível definir um modelo de comportamento para este grupo de substâncias.

O teor de fenólicos oligoméricos não sofreu influência das condições da atmosfera modificada durante o período de armazenamento. (Quadro 11A, em apêndice). Houve uma tendência geral de diminuição no teor de fenólicos oligoméricos durante o período de armazenamento, tanto em atmosfera ambiente quanto modificada. (Figura 12 e Tabela 04). O comportamento desta variável é explicado por uma equação cúbica para as duas condições utilizadas. A análise da Tabela 04 mostra que os fenólicos oligoméricos representam a principal fração deste grupo de compostos em pedúnculo de caju desde a colheita até o final do período de armazenamento.

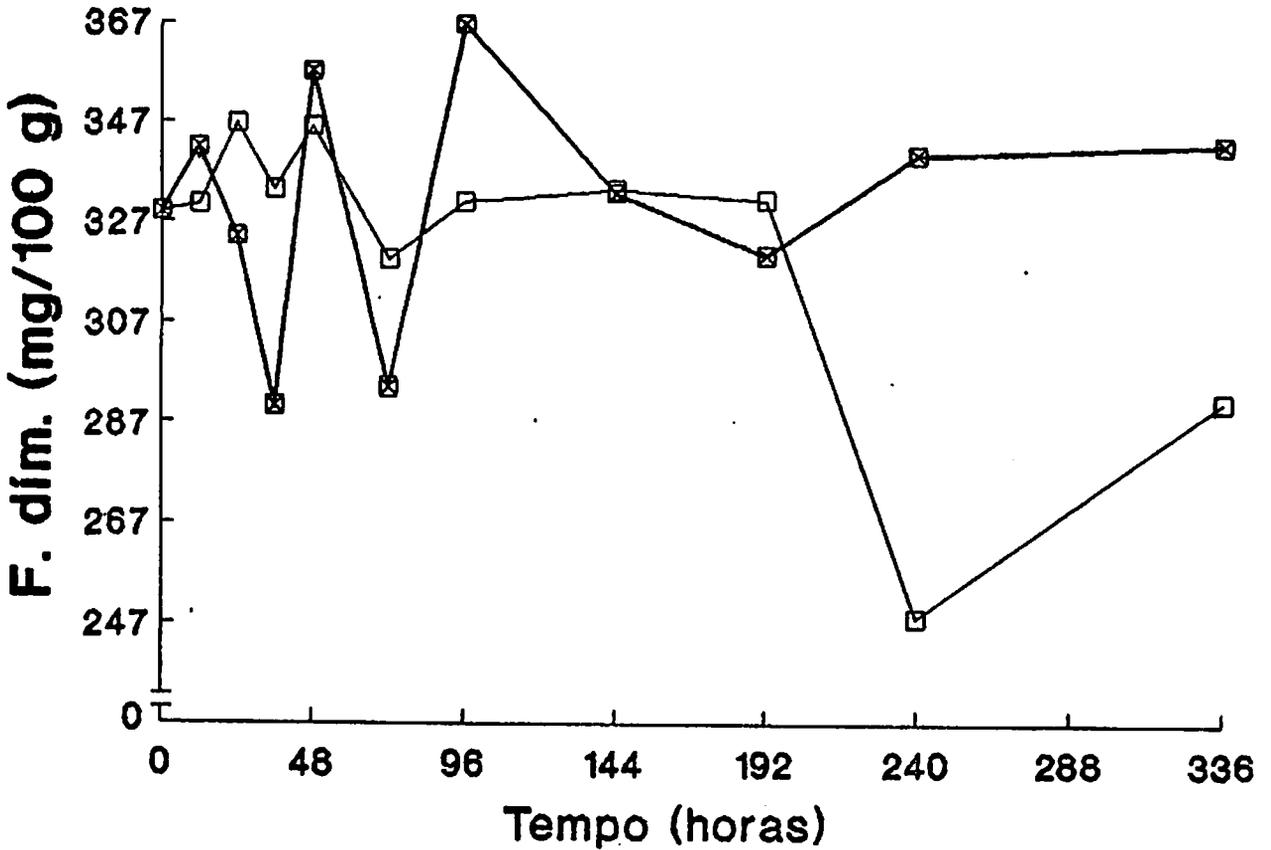


Figura 11. Fenólicos dímeros de pedúnculos de caju (mg/100 g), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90 %, em atmosfera ambiente (⊠-) e modificada (□-).

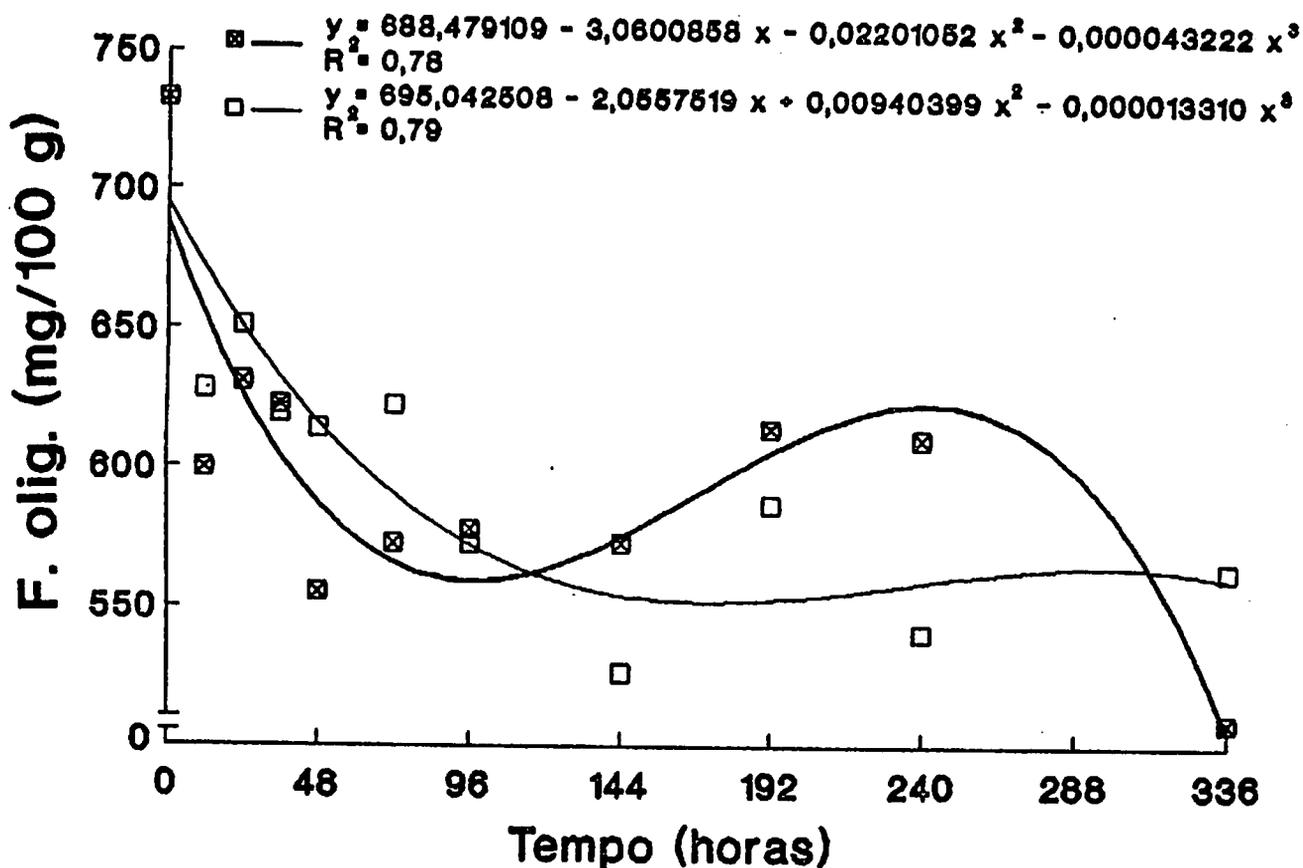


Figura 12. Fenólicos oligoméricos de pedúnculos de caju (mg/100 g), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (▣—) e modificada (□—).

Os dados obtidos para fenólicos poliméricos sugerem uma tendência de aumento tanto em atmosfera ambiente quanto em atmosfera modificada, sendo que, na primeira, registrou-se decréscimo a partir de 192 h de armazenamento, enquanto que em atmosfera modificada o decréscimo ocorreu a partir de 144 h de armazenamento. Porém, em ambas as situações, o teor final de fenólicos poliméricos é substancialmente mais elevado que o teor inicial. (Figura 13 e Tabela 04). A exemplo dos fenólicos oligoméricos, o comportamento desta fração, no decorrer do tempo de armazenamento, também é explicado por uma equação de 3^o grau.

Sabe-se que a aceitabilidade de frutos e seus produtos tanto quanto a estabilidade de certos produtos de frutos depende do tipo e da concentração de substâncias adstringentes presentes. A concentração do material adstringente presente é tão importante quanto a proporção açúcar/ácido na determinação da qualidade de sucos de frutos, JOSLYN & GOLDSTEIN (33).

A perda de adstringência é uma das mudanças que ocorrem durante o amadurecimento de muitos frutos comestíveis, GOLDSTEIN & SWAIN (25).

Em frutos tais como maçã, pêssego e uva o comportamento dos compostos fenólicos (taninos) já foram bastante estudados; no entanto, no pedúnculo do caju, os estudos têm se limitado à quantificação destes componentes.

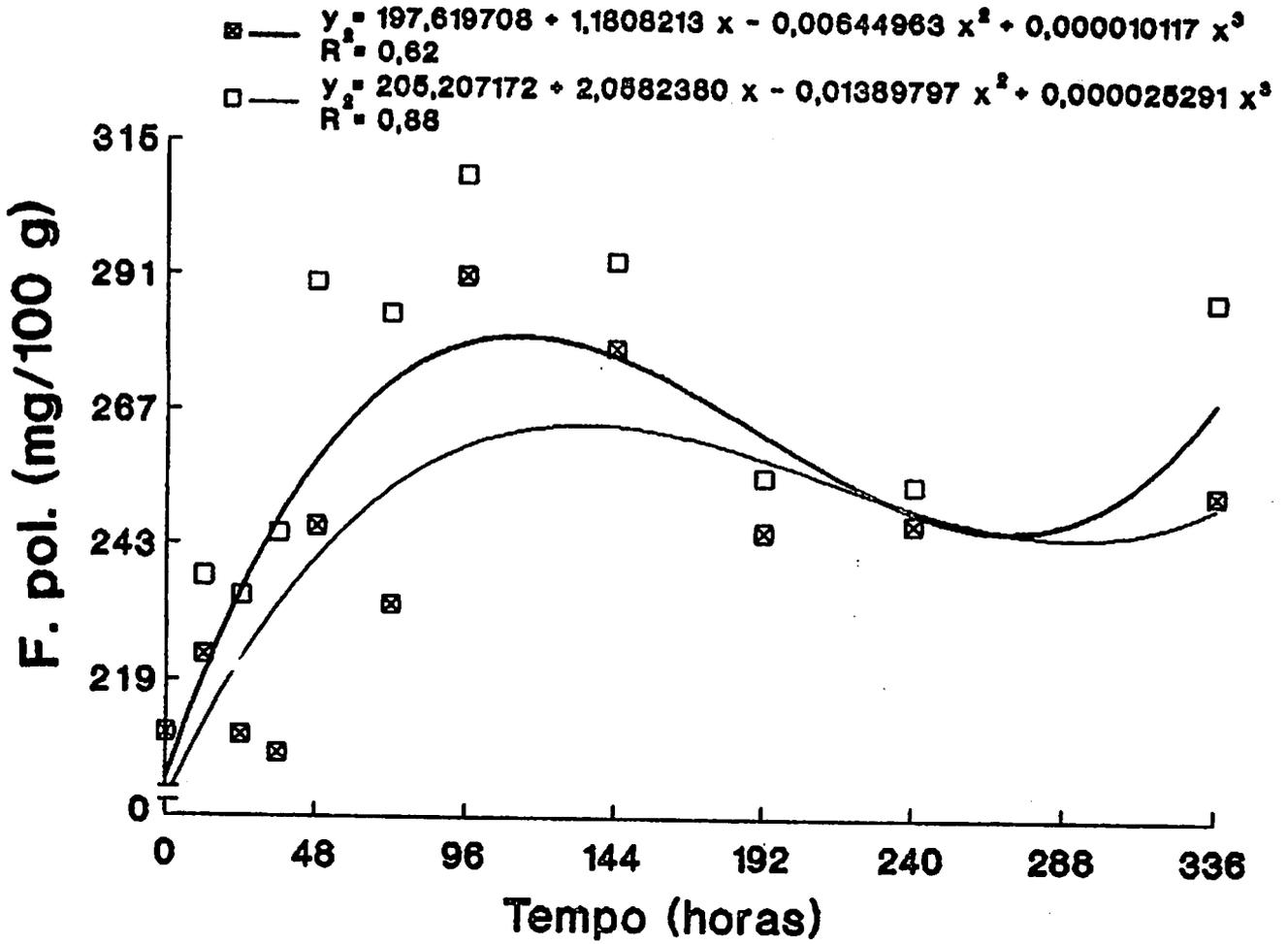


Figura 13. Fenólicos poliméricos de pedúnculos de caju (mg/100 g), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (□—) e modificada (⊠—).

Os poucos dados disponíveis sobre os taninos de tecidos vivos e senescentes mostram que a massa molar pode realmente diminuir com o prolongamento da senescência. A visão mais acertada, neste estágio, parece mostrar um mascaramento da adstringência por níveis altos de açúcar no fruto maduro, muito mais que uma diminuição real na concentração de espécies de taninos adstringentes, FOO & PORTER (23).

Assim, os dados do presente trabalho não são suficientes para confirmar ou refutar perda de adstringência com o armazenamento.

4.9. Avaliação da senescência do pedúnculo à temperatura ambiente.

A Tabela 05 apresenta a evolução da senescência do pedúnculo do caju, durante o armazenamento à temperatura ambiente. Os valores e significância do teste F, após a análise de variância para esta variável, encontram-se no Quadro 13A, em apêndice.

Constata-se não ter havido interação entre o tipo de atmosfera usado no experimento e o tempo de armazenamento, porém o uso do filme de PVC mostrou-se mais eficiente em retardar a senescência do pedúnculo, pois, a partir de 12 h de armazenamento os valores médios obtidos para a atmosfera modificada foram inferiores àqueles para atmosfera ambiente.

TABELA 5. Valores médios da variável senescência (escala 1-5) relativos aos pedúnculos de caju armazenados por 48 h à temperatura ambiente. ($+30^{\circ}\text{C}$), em atmosfera ambiente e modificada.

ATMOSFERA	ARMAZENAMENTO (Horas)	SENECÊNCIA
A.A.	0	1,00
	12	2,18
	24	2,48
	36	2,80
	48	5,00
A.M.	0	1,00
	12	1,75
	24	1,75
	36	2,15
	48	4,85
C.V. (%)		14,808

A.A. = Atmosfera ambiente

A.M. = Atmosfera modificada por filme de PVC.

A partir de 12 h, o processo de senescência já apresentou-se bastante acelerado, observando-se que o fruto torna-se imprestável para o consumo a partir de 36 h de armazenamento. (Figura 14).

A velocidade de respiração do pedúnculo do caju, na época da colheita é relativamente alta, da ordem de $62-72$ microlitros de $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, BIALE & BARCUS (8). Isto favorece a deterioração do produto, pois quanto maior a taxa respiratória de um determinado produto fresco, menor é a sua vida útil pós-colheita. O pedúnculo

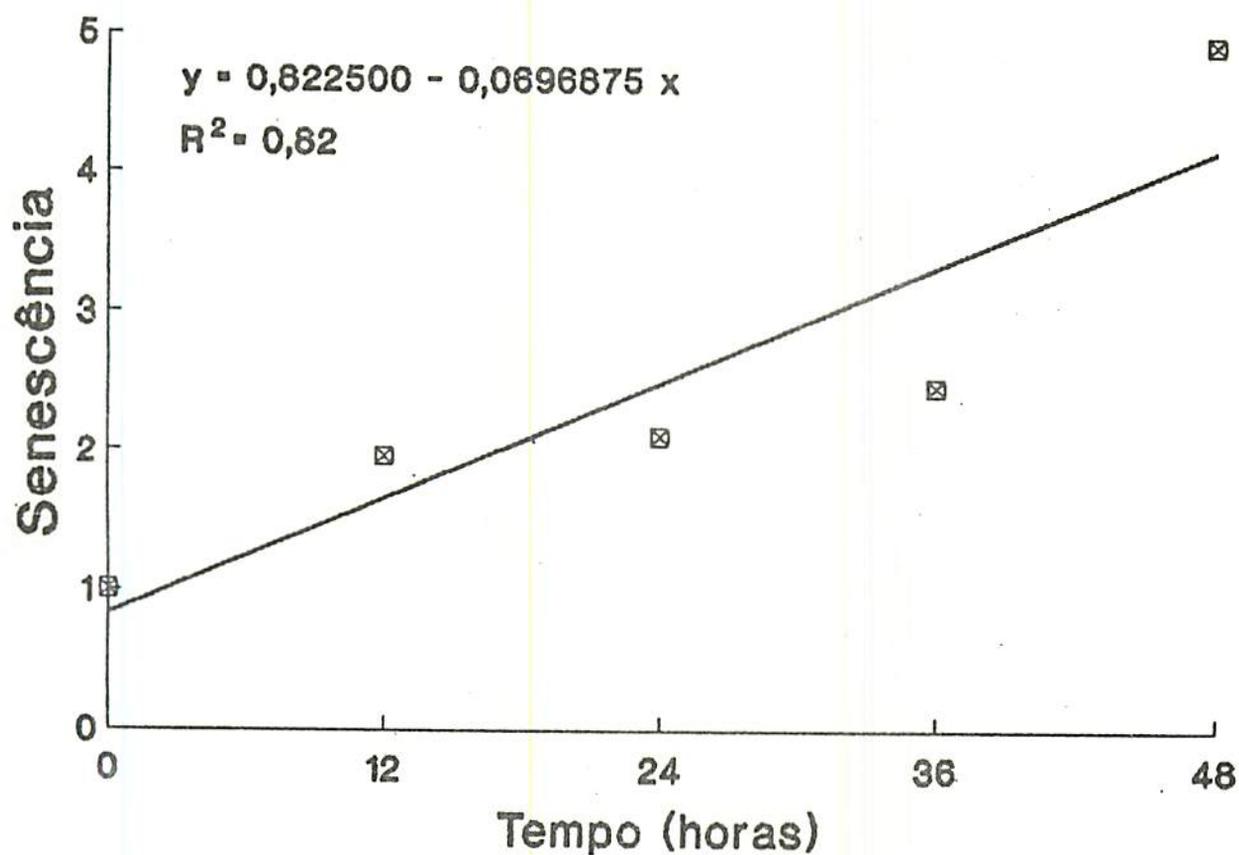


Figura 14. Avaliação de senescência (escala 1 - 5) de pedúnculos de caju, armazenados à temperatura ambiente ($\pm 30^\circ\text{C}$) em atmosfera ambiente e modificada.

do caju é um dos produtos frescos mais ativos metabolicamente. Diversos frutos tropicais do tipo não-climatérico exibem esta característica, BIALE & YANG (9).

Os resultados obtidos à temperatura ambiente concordam com a recente discussão feita por Morton e apresentada por CRANE & CAMPBELL (16). Para aquele autor, o pedúnculo do caju é um produto extremamente frágil e é geralmente considerado um co-produto da indústria de castanha de caju. Todavia, o pedúnculo serve de alimento para habitantes do local onde ele é cultivado, por exemplo, Índia e América Latina, os quais também produzem sucos, vinhos, xaropes e conservas.

Após 24 h à temperatura ambiente, sob atmosfera modificada, surgiram na superfície do produto, principalmente junto à castanha, os primeiros esporos dos fungos pertencentes aos gêneros *Colletotrichum*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus*. Após 36 horas, houve infecção generalizada do produto. O material armazenado nas condições atmosféricas normais não sofreu ataque visível de fungos até 36 h após a colheita¹. A partir desta época, iniciou-se uma infecção generalizada causada pelos mesmos fungos. O uso do filme de PVC à temperatura ambiente favoreceu o acúmulo de umidade ao redor do produto, propiciando ambiente ótimo para o desenvolvimento de fungos pós-colheita.

Apesar do caju ser rico em taninos e, assim, possuir uma barreira química contra a infecção de microrganismos, ele não

(1) Identificados no DBI - ESAM - Mossoró-RN.

apresenta resistência física à penetração (conteúdo de umidade elevado e película de revestimento do pedúnculo bastante fina).

O uso do ácido sórbico a 0,1% não foi efetivo no combate a estes fungos. Um tratamento antifúngico não é um substituto para um ambiente de armazenamento satisfatório desde que esse tratamento pouco influencie a velocidade de deterioração fisiológica do produto perecível. O tratamento antifúngico é mais efetivo quando o produto tratado tem resistência intrínseca à infecção e as condições ambientais sejam menos favoráveis para o crescimento do patógeno.

4.10. Avaliação da senescência do pedúnculo em ambiente refrigerado

A senescência de frutos é definida por SACHER (71) como sendo a fase final na ontogênese do órgão em que uma série de eventos irreversíveis é normalmente iniciada, levando à degradação celular e à morte do órgão. O amadurecimento é considerado como o início da senescência, BAKER (4).

O uso de ambiente refrigerado para armazenamento do caju é decisivo para o prolongamento de sua vida útil pós-colheita. Enquanto nas condições anteriores, só foi possível estudar o comportamento do material por 48 h, em ambiente refrigerado este período aumentou para 336 h. (Tabela 06).

TABELA 06. Valores médios das variáveis senescência, perda de peso e textura relativos aos pedúnculos do caju, armazenados por 14 dias (336 h) sob refrigeração (5°C) e UR entre 85-90%, em A.A. e A.M.

Atmosfera	Armazenamento (horas)	Senescência (escala 1-5)	Perda de peso (%)	Textura (N)
A.A.	0	1,00	0,00	18,70
	12	1,00	1,54	13,87
	24	2,00	3,19	12,43
	36	2,20	1,67	12,03
	48	2,15	2,13	11,20
	72	2,15	1,77	10,90
	96	2,15	2,52	10,10
	144	2,10	3,19	9,68
	192	2,55	3,58	9,98
	240	2,60	4,69	9,05
	336	3,65	5,70	9,15
A.M.	0	1,00	0,00	18,70
	12	1,00	0,02	16,05
	24	1,55	0,56	14,22
	36	1,35	0,20	14,80
	48	1,40	0,15	13,48
	72	1,30	0,28	12,95
	96	1,55	0,39	13,13
	144	1,85	0,53	12,48
	192	2,10	0,67	12,33
	240	2,70	0,57	10,80
	336	3,30	0,80	10,80
C.V.		17,21	26,61	11,37

A.A. Atmosfera ambiente da câmara fria.

A.M. Atmosfera modificada por filme de PVC.

Temperatura refrigerada para manutenção da qualidade de frutos frescos e hortaliças é o mais importante fator de redução de perdas no ambiente pós-colheita, HARVEY (28).

Pela análise dos valores e significância do teste F (Quadro 14A, apêndice), verificou-se que a variação nas notas médias atribuídas para a senescência do pedúnculo é influenciada pelos fatores tempo de armazenamento e tipo de atmosfera. Constatou-se, também, que a partir de 24 h de armazenamento, praticamente todas as notas médias atribuídas para o produto embalado em filme de PVC foram menores que aquelas atribuídas ao material em atmosfera ambiente da câmara. (Figura 15). Isto evidencia que o uso de atmosfera modificada para pedúnculos de caju em ambiente refrigerado (5°C) melhora a sua aparência visual.

De acordo com a escala de senescência usada nesta avaliação pode-se constatar que o fruto permanece em condições de comercialização até 240 h de armazenamento.

Nas duas condições utilizadas neste experimento, não houve infecção fúngica durante todo o período de avaliação. Assim, o uso de ácido sórbico parece ser efetivo no controle de fungos de pós-colheita de caju em ambiente refrigerado.

O uso com sucesso de ácidos orgânicos como inibidores microbianos na indústria de alimentos processados levou à avaliação destes compostos para o controle de doenças pós-colheita de frutos e hortaliças. O ácido sórbico (ácido 2-4

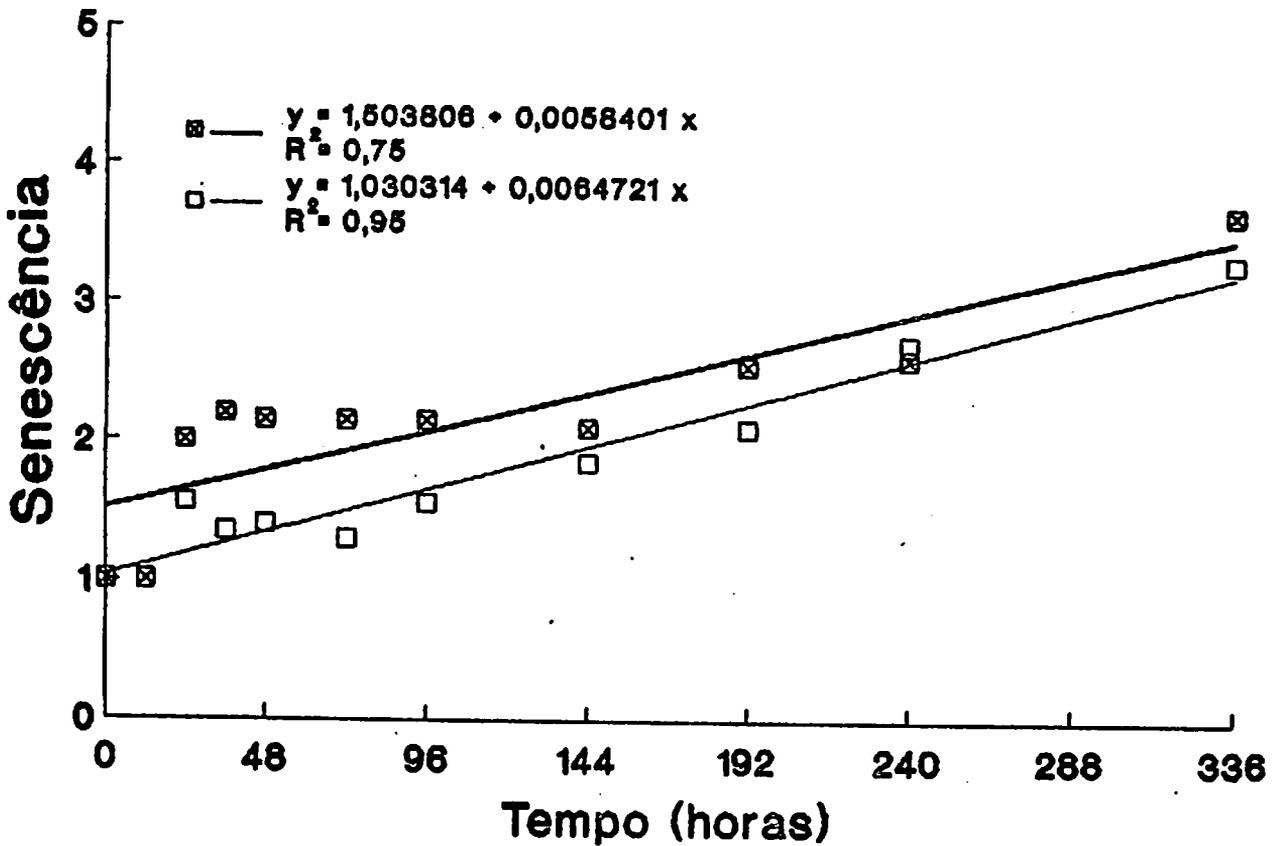


Figura 15. Avaliação de senescência (escala 1 - 5) de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (\boxtimes -) e modificada (\square -).

hexadienóico) possui grande atividade antifúngica "in vitro". Pode ser considerado como um fungicida pós-colheita fraco, em comparação com thiabendazole e benomil. Todavia, entre os fungicidas pós-colheita ele pode ser usado quando os outros falham no combate ao *Penicillium*, ECKERT & OGAWA (18).

O teor elevado de fenólicos dímeros e oligoméricos no início do armazenamento também parece ter contribuído no combate à infecção fúngica.

4.11. Perda de peso

A perda de peso do produto armazenado sem embalagem foi substancialmente superior àquela verificada nos frutos com embalagem. Após 336 h de armazenamento, os frutos embalados com filme de PVC perderam sete vezes menos umidade que os outros. O uso do filme de PVC como embalagem para pedúnculo de caju, propiciou uma perda máxima inferior a 1% no final do período de conservação, ao passo que, na ausência do invólucro a perda chegou a quase 6%. (Tabela 06 e Figura 16).

A perda de peso aumentou com o período de armazenamento. Esta perda é atribuída à perda de umidade e do material de reserva pela evapotranspiração e respiração, respectivamente. No entanto, a quantidade de substrato consumida é pequena, aproximadamente 1 mg para cada g de CO_2 produzido. Como a maioria dos produtos não produz mais que $0,1 \text{ g de } \text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a

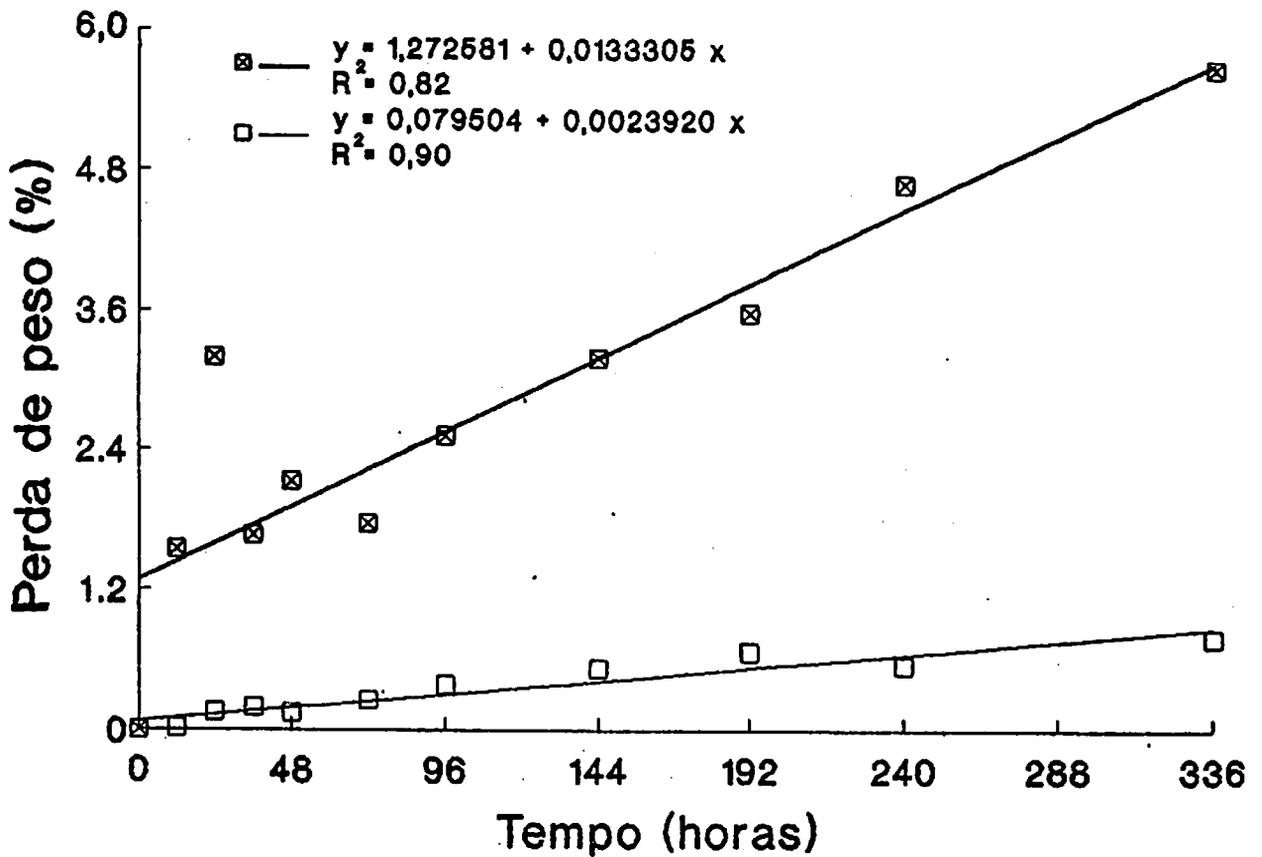


Figura 16. Perda de peso (%) de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90%, em atmosfera ambiente (☒) e modificada (□).

temperaturas usuais, a perda de substrato seria aproximadamente 0,01% por hora, ou menos, RYALL & LIPTON (70).

A modificação da atmosfera reduziu significativamente a perda de peso dos frutos, conseqüentemente, manteve os frutos embalados com melhor aparência visual, como constatado anteriormente pela escala visual de senescência.

O conteúdo de umidade da maioria dos frutos é alta e no pedúnculo do caju chega a quase 90%. A perda de umidade durante o transporte e armazenagem pode ser um sério fator econômico, especialmente, se o fruto for vendido por peso. A perda de umidade pelo fruto armazenado depende do tipo de fruto, seu tamanho, composição e estrutura, da temperatura do fruto na sala e da velocidade de movimento do ar. O mecanismo de perda de umidade a partir do fruto é essencialmente o mesmo da evaporação da água. A força responsável é a pressão de vapor da umidade no fruto. Quando ela é maior que a pressão de vapor no ar circundante, a umidade será perdida do fruto para a atmosfera.

Segundo KADER (34 e 35), a atmosfera modificada não influencia diretamente a perda de umidade do produto e, sim, o déficit de pressão de vapor, desde que a temperatura no interior da embalagem seja mantida constante.

A perda de umidade, tanto em atmosfera ambiente da câmara fria quanto em atmosfera modificada, teve um comportamento basicamente linear. (Figura 16, Quadro 15A, em apêndice).

Os dados sobre a perda de peso apresentados em literatura,

para o armazenamento do caju à baixa temperatura, referem-se apenas à atmosfera ambiente. SINGH & MATHUR (76) encontraram uma perda de umidade de 10,7%, após 2 semanas de armazenamento, entre 4-6°C. HALL et alii (26) reportam uma perda de peso de 22% para caju armazenado próximo a 0°C e umidade relativa entre 85-90%, num período de 5 semanas.

4.12. Textura

A textura dos frutos é um dos atributos de qualidade de maior importância sob o ponto de vista do consumidor. Está diretamente relacionada ao grau de amadurecimento do fruto, podendo variar de acordo com a cultivar, QUAMME & GRAY (66).

A determinação da textura dos pedúnculos estudados foi caracterizada por um decréscimo gradual até 144 h de armazenamento. A partir deste tempo verificou-se um comportamento que tende para a estabilização. (Tabela 06, Figura 17). Não houve interação significativa entre os dois fatores estudados. (Quadro 16A, em apêndice). Os valores observados para a variável textura não podem ser comparados dentro da literatura, devido à lacuna existente em relação a este tipo de estudo.

Quanto ao tipo de armazenamento, houve diferença significativa para a firmeza dos pedúnculos. (Quadro 16A, em apêndice). Os pedúnculos mantidos em atmosfera modificada mostraram-se mais firmes durante todo o período de armazenamento. (Tabela 06).

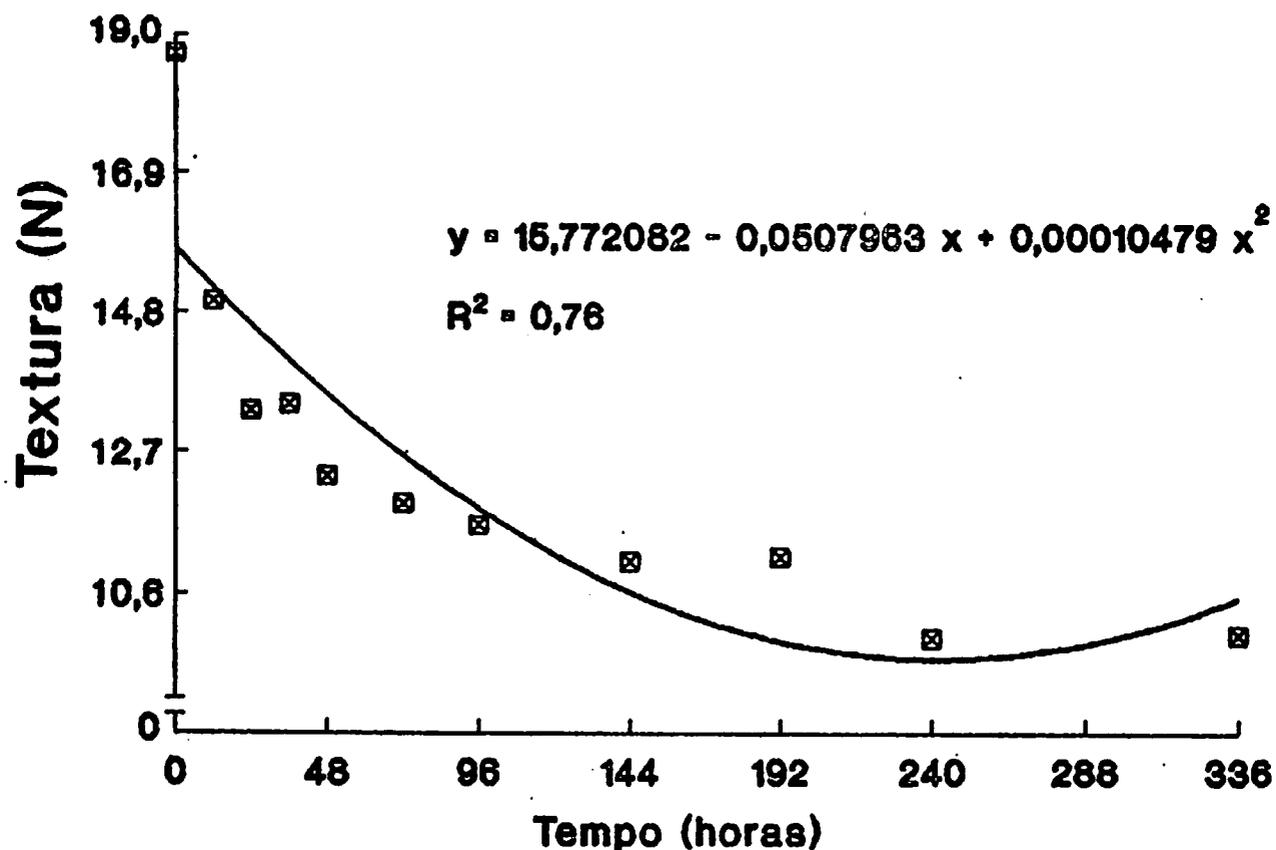


Figura 17. Textura de pedúnculos de caju (Newtons), armazenados sob refrigeração (5°C) e umidade relativa de 85 - 90 %, em atmosfera ambiente e modificada.

Para CHITARRA & CHITARRA (13) o uso correto de atmosfera modificada pode suplementar o manuseio adequado de temperatura, resultando em um ou mais benefícios que contribuem para a redução das perdas. Dentre os principais efeitos, destaca-se o retardamento da senescência do pedúnculo do caju e das mudanças bioquímicas e fisiológicas associadas, ou seja, redução da respiração, amaciamento e mudança de composição.

5. CONCLUSÕES

O estudo do comportamento fisiológico, físico, físico-químico e químico de pedúnculos do caju do tipo amarelo, colhidos no estágio de maturação comercial e armazenados em atmosfera ambiente e modificada sob refrigeração (5°C) com 85-90% de UR, permitiu concluir:

1. O uso de ambiente refrigerado para armazenamento de caju é decisivo para o prolongamento de sua vida pós-colheita.

2. Os frutos armazenados em atmosfera modificada tiveram baixo percentual de perda de peso, favorecendo a aparência do produto para comercialização.

3. A atmosfera modificada combinada com baixa temperatura pode ser usada para retardar o processo de senescência de pedúnculos do caju, pois aumenta substancialmente a sua vida de prateleira sem causar injúrias fisiológicas por 10 dias, enquanto que nas condições ambientais o produto se conserva apenas por 24 h.

4. A atmosfera modificada contribui para manter as características de "flavor" do produto.

6. RESUMO

Com o objetivo de se estudar o comportamento de pedúnculos do caju (*Anacardium occidentale* L.) em ambiente refrigerado, sob atmosfera modificada, foram instalados dois ensaios (condições ambiente e ambiente refrigerado com 85-90% de UR), sendo que no primeiro estudou-se apenas o comportamento da senescência e, no segundo, verificou-se diversos atributos de qualidade para a comercialização "in natura". Os cajus utilizados neste experimento foram provenientes dos pomares da Vila Rio Grande do Norte, no município Serra do Mel-RN, Brasil, na safra de 1991. Os frutos armazenados à temperatura ambiente tanto em atmosfera modificada quanto em atmosfera ambiente apresentaram processo de senescência bastante acelerado, enquanto que em ambiente refrigerado o produto teve substancial aumento do período de vida útil pós-colheita, passando de 24 h para 240 h. A atmosfera modificada nas condições de refrigeração (5°C) foi efetiva na redução da velocidade de senescência, diminuição de perda de peso

fisiológica, manutenção do tamanho e firmeza do pedúnculo.

Os frutos mantidos em atmosfera ambiente da câmara fria mostraram-se menos ácidos, com pH, teor de sólidos solúveis e SST/ATT mais elevados durante o período de armazenamento.

Não houve influência do fator tipo de atmosfera em relação ao conteúdo de açúcares redutores e vitamina C total. Observou-se redução no conteúdo de vitamina C no decorrer do armazenamento e polimerização de fenólicos.

7. SUMMARY

Cold storage of cashew apple (Anacardium occidentale L.) in ambient and modified atmosphere.

The scope of this research is to study the behavior of cashew apple (Anacardium occidentale L.) under refrigerated and ambient temperature and modified atmosphere, both with 85 to 90% relative humidity. Only senescence behavior was studied in case of the former. Some attributes related to quality for commercializing in nature were quantified in case of the latter. The fruits stored at ambient temperature under both the conditions showed an accelerated senescence process, therefore in refrigerated temperature the product had substantial increase in shelf life, from 24 to 240 hours. The modified atmosphere in refrigerated conditions (5°C) was effective in reducing the senescence process, decreasing physiological loss of weight, and maintaining size and firmness of the product. The fruits stored

at ambient atmosphere and cold room showed low acidity where a higher soluble solid and SST/ATT during storage time. There was no influence of atmosphere type on reducing sugars and total vitamin C content. Decreasing vitamin C content during storage as well as phenolic polymerization, was observed.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, J. I. L.; BARROS, L. M.; LOPES, J. G. V. & ARAUJO, E. A. Estudo sobre o crescimento do fruto e pseudo-fruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) do tipo anão precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 9(3):21-30, 1987.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. *Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemistry*. 11ed. Washington, 1970. 1015p.
3. AYLWARD F. & HAISMAN, D. R. Oxidation Systems in fruits and vegetables - their relation to the quality of preserved products. *Advances in Food Research*, New York, 17:2-61, 1969.

4. BAKER, J. E. Cambios morfológicos durante la maduración y la senescencia In: PANTASTICO Er. B. Fisiología de la postrecolección manejo y utilización de frutos y hortalizas tropicales y subtropicales. Mexico, Compañía Editorial Continental, 1979. cap. 8, p.128-47.
5. BALLOD, L. B. Qualidade e potencial de conservação sob atmosfera modificada de pêssegos (Prunus persica L.), cultivares delícia e talismã. Lavras, ESAL, 1990. 118p.
6. BATE-SMITH, E. C. Flavonoid compounds in foods. *Advances in Food Research*, New York, 5:262-95, 1954.
7. BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film - a new postharvest technique. *Horticulture*, Virginia, 20(1):32-7, Feb. 1985.
8. BIALE, J. B. & BARCUS, D. E. Respiratory patterns in tropical fruits of the Amazon Basin. *Tropical Science*, London, 12(2):93-104, 1967.
9. _____ & YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits retrospect and prospect. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C, eds. *Recent advances in the Biochemistry of fruit and vegetables*. London, Academic Press. 1981. cap.1, p.1-37.

10. CARMO FILHO, F. & OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um Município do Semi-Árido Nordeste: características climáticas - aspecto florísticos.** Mossoró, ESAM, 1989. p.62. (Coleção Mossoroense, série B, 672).
11. CECCHI, H.M. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of fresh and pasteurized cashew apple (*Anacardium occidentale* L) juice. *Journal of Food Science*, Chicago, 46(1):147-9, 1981.
12. CHEMPAKAM, B. Distribution of ascorbic acid and ascorbic acid oxidase activity in the developing cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 58(3):447-8, 1983.
13. CHITARRA, M. E. F. & CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio** Lavras, ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
14. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE SÃO FRANCISCO. **Exportação de frutas brasileiras.** Brasília, 1989. 352p.

15. COSTA, C. P.; OLIVEIRA, B. & VELLOSO, J. A. F. Efeito dos taninos do pseudo-fruto de caju (*Anacardium occidentale* L.) sobre o desenvolvimento de ratos. *Anais da Escola de Agronomia e Veterina da Universidade Federal de Goiás, Goiana, (único): 65-77, 1977.*
16. CRANE, J. H. & CAMPBELL, C. W. Origin and distribution of tropical and subtropical fruits In: DACY; SHAW, P. E. & WARDOWSKI, W. F. *Fruits of tropical and subtropical origin composition, properties and uses. Lake Alfred, FSS. 1990. cap.1, p.1-66.*
17. CZHRINCIW, N. Tropical fruit technology. *Advances in Food Research, New York, 17:152-207, 1969.*
18. ECKERT, J. W. & OGAMA, J. M. The chemical control of post-harvest diseases: subtropical and tropical fruits. *Annual Review phytopathology, Palo alto, 23:421-54, 1985.*
19. FALADE, J. A. Varietal differences in tree size of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Nigeria. *Journal of plantation crops, Kerala, 9(2): 77-83, Dec. 1981.*

20. FALADE, J.A. Vitamin C and other chemical substances in cashew apple. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, 56(2):177-9, 1981.
21. FENNEMA, O. Loss of vitamin in fresh and frozen foods. *Food Technology*, Chicago, 31(12):p. 32-8, 1977.
22. FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. *Aproveitamento industrial do caju. (Anacardium occidentale)*. Fortaleza, IOCE, 1981. p.52.
23. FOO, L. Y. & PORTER, L. J. The structures of tannins of some edible fruits. *Journal of the Science of Food agriculture*, London, 32:711-6, 1981.
24. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Production*. Rome, 1989. 44. 286p. (FAO Production. Séries, 99).
25. GOLDSTEIN, J. L. & SWAIN, R. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry*, Elmsford, 2:371-383, 1963.

26. HALL, C. W.; HARDENBURG, R. E. & PANTASTICO, Er. B. Envasado en plasticos para menudes. In: PANTASTICO, Er. B. **Fisiologia de la postrecoleccion, manejo y utilization de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales.** México, Compãnia Editorial Continental, 1979. cap. 15, pt. 2, p.303-13
27. HARDENBURG, R. E. Effect of in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, 6(3):199-201, 1971.
28. HARVEY, J. M. Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. **Annual Review Phytopathology**, Palo alto, 16:321-41, 1978.
29. HASLAM, E. Vegetable tannins. In: STUMPF, P. K. & CONN, E. E., ed. **The Biochemistry of plants - a comprehensive treatise.** New York, Academic Press, 1981. V.7, p.527-56.
30. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSITCA. **Anuário Estatística do Brasil - 1990.** Rio de Janeiro, 1990. V.50, 784 p.
31. IREMIREN, G. O. Fruit growth and development in cashew (*Anacardium occidentale* Linn). **Journal of plantation crops**, Kerala, 12:81-85, 1984.

32. JONHSON, D. The botany origin and spread of the cashew (*Anacardium occidentale* L.) *The journal of plantation crops, Kerala* 1(2):1-7, 1973.
33. JOSLYN, M. A. & GOLDSTEIN, I. L. Astringency of fruits and fruit products in relation to phenolic content. *Advances in Food Research, New York*, 30:179-209, Jan. 1964.
34. KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology, Champaign*, 40(4):18-104, May 1986.
35. _____. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology, Chicago*, 40(5):99-102, May 1986.
36. KESHINRO, O. O. & AKINYELE, I. O. Tropical fruits as sources of vitamin C. *Food chemistry, London*, 5:163-167, 1980.
37. KRAMER, A. Fruits and vegetables In: _____ & TWIGG, B. A. *Quality control for the food industry. Connecticut, Avi Publishing Company, 1973. V.2, p.157-227.*

38. KUMAR, R. & SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, 32(3): 1984.
39. LANDGRAF, H. Exotenverarbeitung an Beispielen aus Brasilien. *Flüssiges Obst*, 56(12):765-9, 1989.
40. LIMA, V. de P. M. S. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988. 454p.
41. LOEWUS, F. A. L-Ascorbic acid metabolism, biosynthesis, function. In: STUMPF, P. K. & CONN, E. E. *The Biochemistry of plants - a comprehensive treatise*. New York, Academic Press, 1980. v.4, cap.3, p.77-99.
42. LOPES, M. H. Composição química e aproveitamento da "pera" de caju de moçambique. *Agronomia Moçambicana*, Lourenço Marques, 6(2):119-31, Abr./Jun. 1972.
43. MACIEL, A. do caju só não se aproveita o perfume. *Agricultura de Hoje*. Rio de Janeiro, 4(44):6-9, 1978.
44. MACIEL, I.M.; THOMSEN, J. H., SCOTT, B. A. & JOHN, N. L. Flavor chemistry of cashew apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, 34(5):923-7, 1986.

45. MAIA, G.A. Cashew fatty acids. *HortScience*, Alexandria, 10(3):233-4, 1975.
46. _____. Cashew phospholipids. *Journal of Food Science*, Chicago, 41(2):961-2, 1976.
47. _____; HOLANDA, L. F. F. & MARTINS, C. B. Características físicas e químicas do caju. (*Anacardium occidentale* L.) *Ciência Agronômica*, Fortaleza, 1(2): 115-20, dez. 1971.
48. _____ & SOARES, J. B. Gradientes de acidez, açúcares e ácido ascórbico no caju. *Boletim Cearense de Agronomia*, Fortaleza, 11:25-9, 1970.
49. MAPSON, L. W. Vitamins in fruits. In: HULME, A. C. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic Press, 1970. v.1, cap.13, p.369-82.
50. MATTOO, A. K.; MURATA, T.; PANTÁSTICO, Er. B.; CHACHIN, K.; OGATA, K. & PHAN, C. T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTÁSTICO, Er. B. *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*, Westport, AVI, 1975. cap.7, p.103-127.

51. MERMELSTEIN, N. H. Quality of fruits and vegetables. *Food technology*, Chicago, 44(6):99-106, June 1990.
52. MORTON, J. F. The cashew's brighter future. *Economic Botany*, New York, 15:57-78, 1983.
53. MOURA FÉ, J. A.; HOLANDA, L. F. F.; MARTINS, C. B. & MAIA, G. A. Características químicas do hipocarpo do caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciência Agronômica*, Fortaleza, 2(2):103-10, dez. 1972.
54. MUDAMBI, S. R. & RAJAGOPAL, M. V. Variation in vitamin C content of cashew apple with maturity. *Journal Food Technology*, Oxford, 12(5):555-7, 1977.
55. _____ & _____. Vitamin C content of some fruits grown in Nigeria. *Journal Food Technology*, Oxford, 12(2):189-91, 1977.
56. NAGARAJA, K. V. & NAMPOOTHIRI, V. M. K. Chemical characterization of high-yielding varieties of cashew (*Anacardium occidentale* L.) *Qualita Plantarum Foods Humany Nutrition*, Dordrecht, 36:201-6, 1986.

57. NAMBIAR, M. C. Cashew. In: ALVIM, P. T. & KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. London, Academic Press, 1977. cap.17, p.461-76.
58. NELSON, N. A. A photometric adaption of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological chemistry**, Baltimore, 15(1):375-80, 1944.
59. OGUNMOYELA, O. A. Prospects for cashew "apple" processing and utilization in Nigeria. **Process Biochemistry**, Rickmanswort, 18:6-7, Mar./Apr. 1983.
60. ORTIZ, A. J. & ARGUELO, O. A. Algunas características físicas y composición química de la manzana de marañón (*Anacardium occidentale* L.) Turrialba, Conrado, 35(1):1-3, 1985.
61. OZAWA, T; LILLEY, T. H. & HASLAM. E. Poliphenol interactions: Astringency and the loss of astringency and in ripening fruit. **Phytochemistry**, Elmsford, 26(11):2937-42, 1987.

62. PANTASTICO, Er. B. Estructura de frutas y hortalizas. In: _____. **Fisiologia de la postrecoleccion, manejo y utilization de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales.** Mexico, Compãnia Editorial Continental, 1979. cap.1, p.1-24.
63. PIANA, G.; PIVA, G. & SANTI, E. Sul valore biologico della quota proteica del germe di anacardio. **La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse**, Mican, 51(8):266-271, Agosto 1974.
64. PRATT, H.L. & MENDOZZA Jr. D. B. Influence of nut removal on growth and ripening of the cashew apple. **Journal American Science Horticultural Science**, 105(4):540-2, 1980.
65. PRICE, R. L.; HOLANDA, L. F. F.; MOURA FÊ, J.A.; MAIA, G. A. & MARTINS, C. B. Constituents of brasilian cashew apple juice. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, 5(1/2):61-5, 1975.
66. QUAMME, H. A. & GRAY, J. J. Pear fruit quality and factors that condition it. In: PATTEE, H. E. **Evaluation of Quality of fruits and vegetables.** Westpor, AVI Publishing Company, 1985. cap.2, p.1-24.

67. REINA, L. C. B. Conservação pós-colheita de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) da cultivar gigante kada submetido a frio e armazenado com filme de PVC. Lavras, ESAL. 1990. 114p, (Tese MS).
68. RIZVI, S. S. Controlled and modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *New York's Food & Life Sciences Quarterly*, New York, 18(4):18-23, 1988.
69. ROSSIGNOLI, P. A. Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana prata' em condições ambiente. Lavras, ESAL. 1983. 81p.
70. RYALL, A. L. & LIPTON, W. J. Handling transportations and storage of fruits and vegetables. Vegetables and melons. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Company, 1972. v.1, 473p.
71. SACHER, J. A. Senescence and postharvest physiology. *Annual Review Plant Physiology*, Palo alto, 24:197-224, 1973.
72. SALUNKHE, D. K. & DESAI, B. B. Postharvest biotechnology of fruits. Boca Raton, CRC Press, 1984. v.1, 197p.

73. SASTRY, L. V. L.; SETTY, L.; SATYAVANTHI, V. K. PRUTHI, J. S. & SIDDAPPA, G. S. Polyphenol constituent in cashew apple juice as influenced by region, strain and selection. *Indian Journal of Applied Chemistry*, New Delhi, 25(4/6):119-22, 1962.
74. SHEWFELT, R. L. Sources of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farm to the consumer. *Journal of Food Quality*, Westport, 13(37): , 1990.
75. SIMAO, S. *Manual de fruticultura*. São Paulo, Ceres, 1971. 530p.
76. SINGH, K. H. & MATHUR, P. D. Studies in the cold storage of cashew apples. *The Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, Mar. 1952. p.116/122.
77. SOARES, J. B. *Conservação do caju "in natura"*. Fortaleza, BNB, 1975. 41p.
78. SONDHI, S. P. & PRUTHI, J. S. Effect of variety/strain and stage of maturity on the quality of cashew apples. *The Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, 37(3):270-5, Sept. 1980.

79. SOUTHGATE, D. A. T. **Determination of Food carbohydrates.**
London, Applied Science Publishes, 1976. 178p.
80. SOUZA, E. F. de. **Classificação de produtos.** *Gleba*, Rio de Janeiro, 19(198):26-30, Out. 1971.
81. STROHECKER, R. & HENNIG, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados.** Madrid, Paz Montalvo, 1967. 428p.
82. SWAIN, R. & HILLS, W. G. **The phenolic constituentes of *Prunus domestica*.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, (10):63-8, jan. 1959.
83. THOMPSON, A. K. **Stages of development of the fruit of cashew (*Anacardium occidentale* Linn)** *America Society Horticultural Science Caribbean Regional Proceeding.* 1968. p.209-15.
84. VANBUREN, J. **Fruit phenolics.** In: HULME, A. C., ed. **The biochemistry of fruits and their products.** London, Academic Press, 1970. v.1, cap.11, p.269-300.
85. VIEIRA, R.; WOOLFE, M.; PIRES, E.; WOLFE, J. & GUERRA, N. B. **Produção de suco concentrado de caju.** *Ciencia e Tecnologia Alimentaria*, São Paulo, 2(2):222-32, 1982.

86. WAIT, A. J. & JAMIESON, G. I. The cashew - its botany and cultivation. *Queensland Agricultural Journal, Australia*, Sep./Oct. 1986, p.253-7.
87. WARDOWSKI, W. F. & AHRENS, M. J. Cashew apple and nut. In: NAGY, S. SHAW, P. E. & WARDOWSKI, W. F. *Fruits of tropical and subtropical origin - Composition, properties and uses*. Lake Alfred, FSS. 1990. cap.2, p.67-87.
88. WHITE, T. Tannis - their occurrence and significance. *Journal of the Science of Food Agriculture, London*, 8: 377-85, July 1957.
89. WHITING, G. C. Sugars. In: HULME, A. C. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic Press, 1970. v.1, p.1-31.
90. WILLS, R. B. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W. B. & HALL, E. G. *Postharvest - an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. 2.ed. Kensintan, New South Wales University Press Limited, 1982. 161p.

APENDICE

QUADRO 01A. Análise de variância do comprimento de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ATMOSFER	1	10.2272727	10.2272727	7.3770	0.00832
TEMPO	10	491.8636364	49.1863636	35.4787	0.00001
ATM*TEM	10	147.2727273	14.7272727	10.6230	0.00001
RESIDUO	66	91.5000000	1.3863636		
TOTAL	87	740.8636364			

QUADRO 02A. Análise de variância do diâmetro superior de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
ATMOSFER	1	80.1818182	80.1818182	19.2787	0.00015
TEMPO	10	175.7045455	17.5704545	4.2246	0.00028
ATM*TEM	10	49.0681818	4.9068182	1.1798	0.31992
RESIDUO	66	274.5000000	4.1590909		
TOTAL	87	579.4545455			

QUADRO 03A. Análise de variância do diâmetro inferior de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	92.0454545	92.0454545	5.7015	0.01874
TEMPO	10	1021.8636364	102.1863636	6.3297	0.00001
ATM*TEM	10	394.9545455	39.4954545	2.4465	0.01495
RESIDUO	66	1065.5000000	16.1439394		
TOTAL	87	2574.3636364			

QUADRO 04A. Análise de variância do pH do suco de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	0.0515496	0.0515496	4.3235	0.03904
TEMPO	10	0.8154752	0.0815475	6.8394	0.00001
ATM*TEM	10	0.0864875	0.0086488	0.7254	0.69909
RESIDUO	66	0.7869318	0.0119232		
TOTAL	87	1.7404441			

QUADRO 05A. Análise de variância da acidez total titulável do suco de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	0.0078284	0.0078284	20.5233	0.00011
TEMPO	10	0.0088523	0.0008852	2.3208	0.02062
ATM*TEM	10	0.0153341	0.0015334	4.0201	0.00042
RESIDUO	66	0.0251750	0.0003814		
TOTAL	87	0.0571898			

QUADRO 06A. Análise de variância para sólidos solúveis totais do suco de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	1.6364561	1.6364561	10.5941	0.00216
TEMPO	10	25.8296431	2.5829643	16.7217	0.00001
ATM*TEM	10	2.6735434	0.2673543	1.7308	0.09187
RESIDUO	66	10.1949000	0.1544682		
TOTAL	87	40.3345426			

QUADRO 07A. Análise de variância para relação SST/ATT do suco de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB> F
ATMOSFER	1	225.7270795	225.7270795	24.4015	0.00005
TEMPO	10	801.0072335	80.1007234	8.6590	0.00001
ATM*TEM	10	234.7999436	23.4799944	2.5382	0.01184
RESIDUO	66	610.5345722	9.2505238		
TOTAL	87	1872.0688289			

QUADRO 08A. Análise de variância para açúcares redutores totais de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB> F
ATMOSFER	1	0.0038511	0.0038511	0.0084	0.92435
TEMPO	10	86.4544502	8.6454450	18.9217	0.00001
ATM*TEM	10	9.2966165	0.9296616	2.0347	0.04293
RESIDUO	66	30.1558346	0.4569066		
TOTAL	87	125.9107524			

QUADRO 09A. Análise de variância para vitamina C total de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	58.3932770	58.3932770	0.2259	0.64143
TEMPO	10	44635.4197255	4463.5419726	17.2643	0.00001
ATM*TEM	10	6694.2089742	669.4208974	2.5892	0.01041
RESIDUO	66	17063.7705883	258.5419786		
TOTAL	87	68451.7925651			

QUADRO 10A. Análise de variância dos fenólicos dímeros de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	1788.4147994	1788.4147994	8.6417	0.00475
TEMPO	10	24645.1242861	2464.5124286	11.9087	0.00001
ATM*TEM	10	30077.3044260	3007.7304426	14.5335	0.00001
RESIDUO	66	13658.7626648	206.9509495		
TOTAL	87	70169.6061764			

QUADRO 11A. Análise de variância para os fenólicos oligoméricos de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	609.4938859	609.4938859	0.9001	0.65167
TEMPO	10	222609.8156767	22260.9815677	32.8742	0.00001
ATM*TEM	10	36088.4557551	3608.8455755	5.3294	0.00005
RESIDUO	66	44692.3695237	677.1571140		
TOTAL	87	304000.1348414			

QUADRO 12A. Análise de variância para os fenólicos poliméricos de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	12079.4456537	12079.4456537	47.2825	0.00001
TEMPO	10	63140.6240405	6314.0624040	24.7151	0.00001
ATM*TEM	10	5499.8316498	549.9831650	2.1528	0.03174
RESIDUO	66	16861.2942465	255.4741552		
TOTAL	87	97581.1955904			

QUADRO 13A. Análise de variância da avaliação de senescência de pedúnculos de caju armazenados à temperatura ambiente, em atmosfera ambiente e modificada.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.> F
ATMOSFER	1	1.5209997	1.5209997	11.1429	0.00258
TEMPO	4	68.5614986	17.1403747	125.5705	0.00001
ATM*TEM	4	0.7814996	0.1953749	1.4313	0.24710
RESIDUO	30	4.0950004	0.1365000		
TOTAL	39	74.9589984			

QUADRO 14A. Análise de variância da avaliação de senescência de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	3.6004608	3.6004608	32.3307	0.00001
TEMPO	10	39.3036423	3.9303642	35.2931	0.00001
ATM*TEM	10	2.3345398	0.2334540	2.0963	0.03668
RESIDUO	66	7.3499916	0.1113635		
TOTAL	87	52.5886345			

QUADRO 15A. Análise de variância de perda de peso de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C), em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	125.2840942	125.2840942	752.4744	0.00001
TEMPO	10	66.8015864	6.6801586	40.1220	0.00001
ATM*TEM	10	36.8074074	3.6807407	22.1071	0.00001
RESIDUO	66	10.9887460	0.1664962		
TOTAL	87	239.8818340			

QUADRO 16A. Análise de variância da textura de pedúnculos de caju, armazenados sob refrigeração (5°C) em atmosfera ambiente e modificada, durante 336 horas.

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB > F
ATMOSFER	1	93.2763272	93.2763272	45.5627	0.00001
TEMPO	10	511.5802809	51.1580281	24.9892	0.0000
ATM*TEM	10	13.4186611	1.3418661	0.6555	0.7618
RESIDUO	66	135.1156322	2.0472065		
TOTAL	87	753.3909014			

