

ESTUDO QUÍMICO E TECNOLÓGICO DA ACEROLA (*Malpighia glabra* L.).

CÉLIA MARIA CARNEIRO DA CUNHA DIÓGENES NOGUEIRA

Fortaleza - 1991

ESTUDO QUÍMICO E TECNOLÓGICO DA ACEROLA (*Malpighia glabra* L.)

CÉLIA MARIA CARNEIRO DA CUNHA DIÓGENES NOGUEIRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU
ACADÊMICO DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza - 1991

Esta dissertação foi submetida a exame como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Célia Maria Carneiro da Cunha Diógenes Nogueira

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18 / 12 / 91

Prof. Geraldo Arraes Maia
Orientador

Prof. Humberto Ferreira Oriá

Prof. Raimundo Wilane de Figueiredo

Prof. Gerardo Sérgio Francelino de Oliveira

DEDICO ESTE TRABALHO

Ao meu marido **Domingos** e
aos meus filhos **Domingos Filho**
Marcos e
Paulo
pelo amor e paciência.

À minha mãe **Yolanda** e aos meus irmãos
pelo incentivo e apoio

e a **DEUS** pela minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao professor *Geraldo Arraes Maia*, pela orientação, amizade e confiança em mim depositadas.

Aos professores *Humberto Ferreira Oriã*, *Raimundo Wilane de Figueiredo* e *Geraldo Sérgio Francelino de Oliveira*, pelo interesse, apoio, sugestões e atenção dispensada.

A todos os professores do Curso de Mestrado e, ao professor *Luciano Flávio Frota de Holanda* (in memoriam) pela dedicação e amizade dispensados durante o curso e elaboração desta dissertação.

Ao professor *Francisco Aécio Guedes de Almeida*, pelo fornecimento da matéria-prima utilizada neste trabalho e pelo interesse e amizade demonstrados.

Ao professor *Roberto Cláudio Frota Bezerra*, pela orientação estatística e pelo apoio dispensado no decorrer deste curso.

Aos amigos funcionários do Laboratório da Fábrica Escola, *Antenor Silva Júnior*, *Maria Elma de Carvalho*, *Vandira Alves do Nascimento* e *Francisca Lúcia Pereira dos Santos*, pela amizade e auxílios prestados.

À *Rita de Carvalho Feitosa*, pela amizade demonstrada.

Aos meus colegas de turma, *Izolda Leite Fonseca*, *Grace Nazareth Diogo Theóphilo*, *Pedro Marinho de Carvalho Neto*, *Pedro Matias de Vasconcelos* e *Francisco Fábio de Assis Paiva*, pela sincera amizade que nos uniu.

Aos professores do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC, pelo apoio e amizade demonstrados no decorrer deste curso.

À bibliotecária da UFC, *Mônica Correia Aquino*, pela colaboração e organização bibliográfica.

Ao Conselho Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CEDCT), pelo apoio financeiro.

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

SUMÁRIO

<u>LISTA DE TABELAS</u>	ix
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xii
<u>RESUMO</u>	xiv
<u>ABSTRACT</u>	xv
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 - <u>Origem e dispersão da acerola</u>	2
2.2 - <u>Descrição botânica</u>	4
2.3 - <u>Localização geográfica</u>	7
2.4 - <u>Variedades de acerola</u>	10
2.5 - <u>Aspectos culturais</u>	11
2.5.1 - <u>Propagação</u>	11
2.5.2 - <u>Solo</u>	12
2.5.3 - <u>Clima</u>	13
2.5.4 - <u>Plantio</u>	14
2.5.5 - <u>Adubação e irrigação</u>	16
2.5.6 - <u>Produção e colheita</u>	16
2.5.7 - <u>Doenças e pragas</u>	18
2.6 - <u>Aspectos fisiológicos</u>	19
2.7 - <u>Acerola - fonte de vitamina C</u>	22
2.7.1 - <u>Fatores que afetam o conteúdo de ácido as- córbico</u>	24
2.8 - <u>Características físicas e composição do fruto</u>	25
2.9 - <u>Importância alimentar e terapêutica</u>	32
2.10 - <u>Importância econômica</u>	39
2.11 - <u>Industrialização da acerola</u>	40
3 - <u>MATERIAL</u>	48
4 - <u>MÉTODOS</u>	49
4.1 - <u>Obtenção da polpa</u>	49
4.2 - <u>Tratamento da polpa por diferentes processos de conservação</u>	49

4.3 - <u>Liofilização da polpa</u>	50
4.4 - <u>Determinações físicas</u>	52
4.4.1 - Dimensões	52
4.4.2 - Pesos	52
4.4.3 - Volume	52
4.4.4 - Densidade	54
4.4.5 - Rendimento	54
4.5 - <u>Determinações químicas e físico-químicas</u>	54
4.5.1 - Preparo da amostra	54
4.5.2 - pH	55
4.5.3 - Sólidos solúveis	55
4.5.4 - Acidez titulável total	55
4.5.5 - Relação °Brix/acidez (grau de doçura)	56
4.5.6 - Ácido ascórbico	56
4.5.6.1 - Preparo dos reagentes	56
4.5.6.2 - Elaboração da curva padrão	57
4.5.6.3 - Análise da amostra	57
4.5.7 - Taninos	58
4.5.7.1 - Preparo dos reagentes	58
4.5.7.2 - Elaboração da curva padrão	58
4.5.7.3 - Análise da amostra	59
4.5.8 - Umidade	59
4.5.9 - Proteína	60
4.5.10 - Lipídios	60
4.5.11 - Fibra	61
4.5.12 - Cinza	62
4.5.13 - Açúcares redutores, em glicose	62
4.5.14 - Açúcares não redutores, em sacarose	63
4.5.15 - Minerais	64
4.5.15.1 - Ferro	64
4.5.15.2 - Cálcio	65
4.5.15.3 - Fósforo	65
4.6 - <u>Análise estatística</u>	66
5 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	67
5.1 - <u>Determinações físicas e rendimento</u>	67
5.2 - <u>Determinações químicas e físico-químicas</u>	82
5.3 - <u>Análise de estabilidade da polpa</u>	88

5.4 - <u>Acerola liofilizada como fonte complementar</u> <u>de alimento</u>	104
6 - <u>CONCLUSÕES</u>	106
7 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	108

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
1 - Conteúdo de vitamina C da acerola de diferentes localizações geográficas	8
2 - Teor de vitamina C de outras espécies de <i>Malpighia</i>	9
3 - Características de seis seleções de acerola de Porto Rico	26
4 - Características físico-químicas e químicas de acerola segundo diferentes autores	28
5 - Vitaminas do grupo B na acerola	30
6 - Elementos minerais na acerola	31
7 - Conteúdo de ácido ascórbico de vários frutos	33
8 - Valores comparativos de vitamina C, em diversos sucos	34
9 - Valor econômico da acerola comparado ao da laranja e do café	41
10 - Retenção de ácido ascórbico em suco de acerola (congelado e engarrafado, com e sem açúcar)	43
11 - Mudanças no teor de ácido ascórbico de su-	

TABELA

PÁGINA

	co de acerola, estocado à temperatura ambiente	46
12	- Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (<i>M. glabra</i> L.) do clone UFC, escolhidos ao acaso	68
13	- Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (<i>M. glabra</i> L.) do clone Matos Pequeno (Mt Peg), escolhidos ao acaso	70
14	- Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (<i>M. glabra</i> L.) do clone Matos Grande (Mt Gr), escolhidos ao acaso	72
15	- Resultados estatísticos obtidos das determinações físicas nos frutos de acerola, dos diferentes clones estudados	74
16	- Resultados estatísticos obtidos da composição química e física da polpa de acerola, nos três clones estudados	84
17	- Resultados estatísticos obtidos das análises químicas e físico-químicas da polpa de acerola, nos três clones estudados	85
18	- Resultados da análise de estabilidade da polpa de acerola, preservada por alta temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	89
19	- Resultados da análise de estabilidade da polpa de acerola, preservada por baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	90

TABELA

PÁGINA

20	- Análise de variância dos valores de acidez titulável total da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	95
21	- Médias relacionadas a análise de acidez titulável total da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	96
22	- Análise de variância dos dados relativos à estabilidade do tanino da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, no período de 90 dias de armazenagem .	99
23	- Médias relacionadas a análise de tanino da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	100
24	- Análise de variância dos dados relativos à estabilidade da vitamina C da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, no período de 90 dias de armazenagem	103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 - Variações do conteúdo de ácido ascórbico de frutas de acerola (<i>Malpighia puniceifolia</i>) a diferentes graus de maturação (V = verde; P = "de vez"; M = maduro; e S = sobremaduro	21
2 - Conteúdo de ácido ascórbico de frutas de acerola para três clones, em diferentes estágios de desenvolvimento	23
3 - Grupo redutor da vitamina C	35
4 - Reação de degradação do ácido ascórbico	36
5 - Retenção de ácido ascórbico em sucos congelados e engarrafados, após 8 meses de estocagem	44
6 - Fluxograma de obtenção e conservação da polpa de acerola (<i>Malpighia glabra</i> L.) a) conservação por alta temperatura b) conservação por baixa temperatura	51
7 - Fluxograma de obtenção da polpa de acerola liofilizada	53
8 - Número de frutos por classes de peso, para 50 frutos de clones UFC, tomados ao acaso	76
9 - Número de frutos por classes de peso, para 50 frutos do clone Mt Peg, tomado ao acaso	77

FIGURA	PÁGINA
10 - Número de frutos por classes de peso, para 50 frutos do clone Mt Gr, tomados ao acaso	78
11 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, do clone UFC, obtidos em laboratório	79
12 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, no clone Mt Peg, obtidos em laboratório	80
13 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, do clone Mt Peg, obtidos em laboratório	81
14 - Variações dos conteúdos de pH na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	92
15 - Variações dos conteúdos de sólidos solúveis (°Brix) na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	93
16 - Variações dos conteúdos de acidez titulável total (% ácido málico) na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem .	94
17 - Variações dos conteúdos de tanino na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	98
18 - Variações dos conteúdos de ácido ascórbico na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem	102

RESUMO

A acerola (*Malpighia glabra* L.) é uma planta frutífera com pequenos e atraentes frutos vermelhos e que tem despertado atenção, por se constituir uma fonte natural de vitamina C.

A composição vitamínica dos alimentos varia com as condições de solo, clima, luz, regime pluviométrico, grau de maturação, etc., e por isso se faz necessário que se tenham dados referentes às plantas desenvolvidas nas condições de cada região, a fim de que se possa desenvolver as potencialidades comerciais da fruta e atender a seu desenvolvimento industrial.

Para a realização deste trabalho, utilizou-se como matéria-prima frutos "in natura" provenientes de plantios experimentais da UFC, no município de Caucaia-Ce, em adequado estado de maturação para os experimentos planejados.

Desenvolveu-se estudo de caracterização física, química e físico-química de três diferentes clones de acerola (UFC, Mt Peq e Mt Gr) desenvolvidos nas condições específicas da nossa região.

Com base nos resultados da caracterização física, o clone Mt Gr (Matos Grande) apresentou frutos de maior tamanho dentre os três estudados. O clone Mt Peq (Matos Pequeno), de onde se obtém frutos de menor tamanho, produz uma polpa de coloração vermelha mais intensa.

Através das determinações químicas e físico-químicas, observou-se que frutos dos três clones estudados, apresentaram pequena variação nas suas composições e que a acerola é um fruto que possui pH ácido, baixos teores de proteína, de lipídio, de fibra e de açúcar, alto conteúdo de umidade e de tanino, razoável teor de ferro e elevado teor de ácido ascórbico.

Em virtude do clone UFC apresentar um maior teor de ácido ascórbico, o mesmo foi escolhido para estudo da estabilidade da polpa, a qual foi preservada por alta e baixa temperatura e avaliada através de análises químicas e físico-químicas, por um período de 90 dias de armazenagem.

O produto apresentou-se estável, em relação à vitamina C em ambos os métodos de preservação, embora o de baixa temperatura tenha apresentado médias estatisticamente superiores para a acidez, tanino e ácido ascórbico.

A polpa preservada por alta temperatura sofreu uma pequena perda de "flavor" e um ligeiro escurecimento ao longo do período de armazenagem.

Realizou-se, ainda, a liofilização da polpa do clone UFC e um posterior encapsulamento deste material como sugestão de um alimento complementar de alto valor terapêutico.

ABSTRACT

The West Indian cherry (*Malpighia glabra* L.) is a plant fruit with small and attractive red fruits. It has been asked the attention for its natural source of vitamin C.

The vitamin content of the food in general varies according to the soil, climate, sunlight, rainfall, ripeness, etc. Facing all these factors, the data concerned to the tree developed under the conditions of each region should be provided, in order to increase the commercial potentialities of the fruit itself and also its industrial development.

This study was developed based on the using of the raw material, fruits "in natura" which were coming from UFC experimental fields in Caucaia county-Ceará and in a proper stage of the maturation for the experiments.

Is has been developed a studying of the physical, chemical and physico-chemical characterisation of three different clones of the West Indian cherry (UFC, Mt Peq and Mt Gr) and they have also been developed under the specific conditions of our region.

Based on the results of the physical characterisation, the clone Mt Gr ("Matos Grande") showed fruits bigger than the others which has been studied. The clone Mt Peq ("Matos Pequeno") showed smaller fruits producing a dark red pulp.

Through the chemical and physico-chemical analysis it has been observed the fruits of the three clones - which were studied - that they showed a slight variation in its composition and also that the West Indian cherry is a fruit with acid pH, low content of protein, fat, fiber and sugar, besides a high content moisture, tannin, a reasonable level of iron and a high level of ascorbic acid.

The clone "UFC" showed a higher level of ascorbic

acid and because of that it has been chosen, in order to be studied its pulp stability, which has preserved by high and low temperature. The pulp was evaluated through chemical and physico-chemical methods for a 90 days storage.

The product was stable in relation to vitamin C in both conservation methods. However, the product under low temperature has been showed statistically an average superior in acidity, tannin and ascorbic acid.

The pulp preserved by high temperature had a small lost of "flavor" and a slight browning during the storage was observed.

It has also been made a process of lyophylization of the "UFC" clone and later the powder was put into a capsule, as a suggestion for food with a high therapeutic level.

1 - INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia glabra* L.), também conhecida como Cereja-das-Antilhas, é uma fruta pequena e pouco conhecida, que só há pouco tempo, tem merecido inusitada atenção em virtude da descoberta do seu altíssimo conteúdo em vitamina C.

Este fato foi trazido à atenção pública por ASENJO & FREIRE DE GUZMÁN em 1946, depois de seus experimentos iniciais em Porto Rico. Muitos outros trabalhos têm confirmado esta descoberta e têm mostrado amplas possibilidades, tanto do ponto de vista nutricional como econômico, do cultivo desta planta (MOSCOSO, 1956).

Pesquisas de melhoramento se seguiram, proporcionando melhor conhecimento das características, hábitos e comportamento da espécie, bem como a seleção de muitas variedades clonais mais aprimoradas.

Hoje, a acerola é cultivada com intensidade em Porto Rico, Havaí, centro e sul do estado da Califórnia, com largo consumo tanto na forma natural como industrializada (COUCEIRO, 1986).

A importância da acerola é principalmente nutricional, pois sendo considerada a mais rica fonte natural conhecida de vitamina C pode fornecer uma imensa contribuição no enriquecimento da dieta alimentar (ASENJO, 1980).

Levando em consideração, que o fruto em estudo é praticamente desconhecido para nós, pretende-se com este trabalho comprovar toda esta riqueza de composição do fruto, comparando três diferentes clones desenvolvidos nas condições climáticas de nossa região, fazendo ainda um estudo da retenção da vitamina C ao longo de 90 dias, em material submetido a dois processamentos térmicos diferentes e sugerir a utilização de um alimento complementar a base de acerola liofilizada.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Origem e dispersão da acerola

A origem exata da acerola não está muito esclarecida. Sabe-se que foi encontrada, vegetando espontaneamente na região das Antilhas, por ocasião da descoberta do novo mundo. Os nativos daquelas ilhas, muito antes da chegada dos descobridores espanhóis, delas se utilizavam intensamente na alimentação, levando-as consigo em suas viagens e migrações, disseminando-as de ilha em ilha. Supõe-se também, que tenham sido transportadas para outras regiões através de pássaros migrantes e outros animais. Hoje, tem-se como certo, que a sua região de origem, além das Antilhas, se estendia a outros países da América Central e norte da América do Sul (COUCEIRO, 1986).

A atraente coloração do fruto e a grande difusão na alimentação dos nativos chamaram, desde logo, a atenção dos primeiros europeus que tomaram contato com a nova terra e, em virtude da semelhança com a cereja européia, passaram a denominá-la de "Cereza" ou Cereja das Índias Ocidentais ("West Indian Cherry").

Na América do Norte, acredita-se que a planta foi introduzida na Flórida, vindo de Cuba, no século XIX, pois foi listada no catálogo de plantas em 1887-88. No entanto, foi reconhecida como fruto comestível nos Estados Unidos em 1903. Desde este tempo, a árvore tem se tornado quase tão popular quanto as plantas frutíferas domésticas no sul da Flórida, em Porto Rico e em outras ilhas do Caribe (MOSCOSO, 1956).

No Brasil, a acerola foi introduzida em 1955, no Estado de Pernambuco pela Universidade Federal Rural deste

estado, procedente de Porto Rico, através da professora Maria Celene Ferreira Cardoso de Almeida que trouxe daquele país sementes da variedade B-17, consideradas as mais ricas da espécie e que deram origem às primeiras plantas de acerola em Pernambuco (COUCEIRO, 1986). Porém MARINO NETO (1986) se refere que, a acerola já é conhecida em São Paulo há mais de cinquenta anos, sendo encontrada em chácaras, sítios e fazendas.

Em relação ao nome da fruta, acerola, provém de um fruto que se conhece na Espanha, embora originário do Oriente, o qual pertence à família das rosáceas, um espinheiro frondoso, o *Crataegus azaroles* L. Botanicamente, este fruto não está relacionado com a acerola da América, ou seja, a *Malpighia puniceifolia* L., mas são parecidos em seu tamanho, cor e forma. Provavelmente devido à sua semelhança, os primeiros exploradores espanhóis em Porto Rico, especialmente os de Andaluzia, de origem árabe, usaram o nome acerola para o fruto encontrado. Isto era uma prática comum naquele tempo. Pela mesma razão, o nome cereja foi aplicado a este fruto, por também se parecer com a clássica cereja européia (LEDIN, 1958).

As acerolas espanholas (*Crataegus azaroles* L.), ainda segundo o mesmo autor, têm o interior diferente da acerola antilhana (*Malpighia puniceifolia* L.), especialmente sua semente e possuem um teor de ácido ascórbico bem inferior, da ordem de 45 mg por 100 g de fruta fresca.

Quanto aos outros nomes pelos quais o fruto é conhecido, vai depender da língua utilizada em cada região.

Em Porto Rico, por exemplo, o fruto da *Malpighia puniceifolia* L. é conhecido por dois nomes comuns: no norte da ilha se denomina "Acerola" e no sul "Cereza". Nas Antilhas, onde se fala inglês e no sul dos Estados Unidos (especialmente Flórida e Texas), recebe a denominação de "West Indian Cherry" ou "Barbados Cherry", "Chereese", "Jamaica Cherry" e nos últimos anos também "Puerto Rican Cherry" (ASENJO, 1959).

Na Guiana Francesa se conhece por "Cerise ronde de Cayenne", no Haiti por "Cerise" e na Guiana Holandesa por

"Cereza de Surinam". Na Venezuela, Colômbia, Equador e Peru o nome mais usado é o de "Cereza" mas na Venezuela também se emprega "Semeruco" (MEDEIROS, 1969).

No Brasil se utiliza a denominação de "Acerola" se bem que alguns autores (MARINO NETTO, 1986) se referem ao mesmo fruto, chamando-a de "Cereja-das-Antilhas".

A acerola não deve ser confundida com a *Eugenia uniflora* L. (pitanga), pois apesar dos frutos serem parecidos em sua forma, cor e tamanho não se assemelham em seu conteúdo de ácido ascórbico. Nem também deve ser confundida com a cereja verdadeira, *Prunus avium*, que cresce em clima temperado. Superficialmente a acerola parece com o fruto destas plantas, mas sua estrutura e "flavor" são bem diferentes. A cereja verdadeira é lisa e não tem lóbulos; a pitanga tem usualmente nove sulcos ou estrias, enquanto que a acerola é superficialmente tri-lobada (LEDIN, 1958).

A divulgação desta planta no nosso país vem sendo feita por professores da Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente o professor Expedito Meira Couceiro que, desde 1984, lançaram campanha de âmbito nacional com o objetivo de incentivar a população a plantá-la nas escolas, creches, centros comunitários, fábricas, clubes e residências, como também iniciaram uma ampla distribuição de mudas.

2.2 - Descrição botânica

Nome Comum	: Acerola.
Nome Científico:	<i>Malpighia glabra</i> L. <i>Malpighia puniceifolia</i> L.
Família	: Malpighiaceae.

Quando o primeiro trabalho químico e nutricional da acerola foi feito, uma disparidade de opiniões existiu em relação à classificação botânica desta planta. O mate-

rial coletado em Porto rico foi classificado como *Malpighia puniceifolia* L., mas o de outras áreas como Cuba e Flórida, foi classificado como *Malpighia glabra* L. (ASENJO, 1980).

LEDIN (1958) afirma que o nome científico correto da acerola é *Malpighia glabra* L., embora o nome de *Malpighia puniceifolia* L. tenha também sido usado. Recentes estudos têm mostrado que não há caracteres que possam ser usados nos quais as espécies devam ser claramente separadas, ou seja, ambas podem ser formas diferentes de uma mesma espécie, em lugar de serem duas espécies distintas. Apenas porque *M. glabra* foi denominada primeiro (1753), este nome tem prioridade sobre *M. Puniceifolia* (1762).

Vários autores têm considerado os nomes como sinônimos (ASENJO, 1980), outros sugeriram ser a acerola uma planta híbrida das duas formas citadas (SIMÃO, 1971). O fato é que existe uma similaridade nas características botânicas entre a *M. puniceifolia* de Linnaeus e *M. glabra* de Millspaugh, sendo provavelmente dois nomes atribuídos à mesma espécie (ARÓSTEGUI, 1955).

O gênero *Malpighia* foi denominado por Charles Plumier em 1703, em honra a Marcello Malpighi (1628-1693), um naturalista italiano, físico e filósofo de Bolonha, que escreveu sobre anatomia das plantas. O nome foi aceito por Linnaeus em 1737 e este tornou-se um nome adotado para o gênero. Este gênero *Malpighia* está composto de 30 a 40 espécies de arbustos e pequenas árvores da América tropical e subtropical. Muitas destas espécies, aparentemente, foram encontradas com caracteres vegetativos menores e, através de um estudo deste grupo provavelmente mostraria que há somente de 15 a 20 espécies válidas (LEDIN, 1958).

Segundo RUEHLE, citado por SIMÃO (1971), a acerola é um arbusto ou algumas vezes uma pequena árvore, com 2-4 m de altura. Haste ou pequeno tronco único ou freqüentemente ramificado, com um tipo de crescimento aberto, outras espalhando-se com ramos pendentes. Os ramos são espessos e abundantes. As folhas são opostas, simples, inteiras e variáveis em tamanho e forma, sendo verde-escuras e brilhantes

na superfície superior e verde-pálido na inferior. As folhas jovens e os caules herbáceos são revestidos com pelos sedosos, brancos que caem facilmente com o contato e podem causar uma leve irritação na pele. As flores são dispostas em pequenas cimeiras axilares de três a cinco flores perfeitas, com 1-2 cm de diâmetro e de cor rosa e esbranquiçada a vermelho, dependendo do clone.

O fruto está maduro, aproximadamente, de 3-4 semanas após a data do florescimento. Dentro há usualmente três sementes pequenas, cada uma inclusa em um caroço proeminentemente reticulado, com pergaminho, e que dão ao fruto um aspecto mais ou menos trilobado. A cor do fruto varia de verde, amarelo-alaranjado, vermelho a vermelho-escuro, quando bem maduro. A pele é delicada e pode ser facilmente machucada (NAKASONE et al, 1968).

O tamanho do fruto depende de uma série de fatores: seleção ou clone, precipitação pluviométrica, irrigação e aplicação de fertilizante. O fruto é leve e sucoso, quando maduro, e usualmente com um "flavor" ácido agradável. Alguns clones são quase doces, outros extremamente ácidos. O suco tem uma bonita cor laranja-avermelhada e um agradável sabor ácido. Muitas pessoas têm notado semelhança da acerola com a maçã silvestre, em "flavor". Evidentemente, esta similaridade é devida à presença do ácido málico. Aproximadamente 80 % do fruto é comestível mas o suco que pode ser extraído do fruto maduro atinge em média 73 %, em peso. Um nível de extração mais elevado pode ser obtido, usando prensa hidráulica (MOSCOSO, 1956).

Alguns clones de acerola da Flórida, floram e frutificam de abril a novembro, quase continuamente, mas usualmente há picos de maior florescimento, seguido de maior frutificação; em alguns clones somente 3 ou 4, em outros 8 ou 10 vezes ao ano (LEDIN, 1958).

O fruto se forma rapidamente, pois do florescimento à maturação são decorridos, em média, apenas 22 dias.

Os frutos variam em tamanho, forma e peso. A forma pode ser oval e subglobosa e o tamanho varia de 1-2,5 cm,

enquanto com relação ao peso, os frutos podem pesar desde 2 a 10 g.

A autopolinização, bem como a polinização cruzada, ocorre, parecendo ser a cruzada, em alguns casos, a responsável pelo maior tamanho dos frutos (SIMÃO, 1971).

NAKASONE et al (1968) evidencia a relação do peso do fruto em clones doces e em clones ácidos. A variação no peso do fruto é encontrada ser maior entre os clones ácidos que entre os clones doces, variando naqueles de 3,3 a 9,3 g.

2.3 - Localização geográfica

Desde 1946, quando o alto teor de ácido ascórbico da acerola foi divulgado de Porto Rico (ASENJO & FREIRE DE GUZMAN, 1946), este fruto tem sido estudado por muitos pesquisadores em diferentes partes do mundo. Os principais resultados estão resumidos na TABELA 1.

Foi divulgado também, que mesmo não se levando em consideração a origem geográfica, os frutos das árvores, classificadas como *M. puniceifolia* ou *M. glabra*, geralmente tem alto teor de vitamina C. A única exceção significativa à esta regra foi observada em frutos obtidos de árvores classificadas como *M. glabra*, da Guatemala. Estes baixos valores observados foram devido, provavelmente, a fatores genéticos, embora outros fatores, tais como, a altitude, possam ser responsáveis (ASENJO, 1980).

Com relação a outras espécies de *Malpighia*, as únicas que até agora têm sido estudadas, são uma espécie desconhecida, que não era *puniceifolia* nem *glabra* e outra que pertence a espécie *coccigera* L.. Ambas continham menos de 80 mg de ácido ascórbico por 100 g de matéria comestível, em estado natural (ASENJO, 1959A).

JACKSON (1963), apresenta resultados dos teores de vitamina C em algumas outras espécies de *Malpighia* mostrados na TABELA 2.

TABELA 1 - Conteúdo de vitamina C da acerola de diferentes localizações geográficas.

Pesquisador e data	País de origem	Nome botânico	Vitamina C na parte comestível (mg/100 g)
ASENJO & FREIRE DE GUZMAN (1946)	Porto Rico	<i>M. puniceifolia</i>	2247
VIETA DE RUIZ et al (1946)	Cuba	<i>M. glabra</i>	956
MUSTARD (1946)	Flórida	<i>M. puniceifolia</i>	2317
JAFFE et al (1950)	Venezuela	<i>M. puniceifolia</i>	1130
MUNSELL et al (1950A)	Guatemala	<i>M. glabra</i>	15
CRAVIOTO (1951)	México	<i>M. puniceifolia</i>	2520
FLOCH & GELARD (1955)	Guiana Francesa	<i>M. puniceifolia</i>	1759
MASSIEU et al (1955)	México	<i>M. puniceifolia</i>	1900
ASENJO (1956)	Haiti	<i>M. puniceifolia</i>	1180
FITTING & MILLER (1958)	Havaí	<i>M. puniceifolia</i>	1945
BROWN (1967)	Austrália	<i>M. glabra</i>	1625
FONSECA et al (1969)	Brasil	<i>M. puniceifolia</i>	1975
LEME et al (1973)	Brasil	<i>M. puniceifolia</i>	1050

FONTE: ASENJO (1980).

TABELA 2 - Teor de vitamina C de outras espécies de *Malpighia*.

Espécies	Localidade	Matéria comestível (mg/100 g)
<i>M. shaferi</i>	Porto Rico	507
<i>M. coccigera</i>	Flórida	69
<i>M. infestissima</i>	Porto Rico	153
<i>M. linearis</i>	Porto Rico	139
<i>Malpighia</i> sp.	Flórida	17

FONTE: GUADARRAMA (1984).

2.4 - Variedades de acerola

Segundo COUCEIRO (1986), os trabalhos de melhoramento realizados com a acerola nas Universidades de Porto Rico, Havaí e Flórida, selecionaram e produziram uma série de variedades e clones de características favoráveis, relacionadas com o porte da planta, produtividade, tamanho do fruto, qualidade, "flavor" e conteúdo de vitamina C.

As variedades foram classificadas em doces e ácidas, de acordo com o sabor da fruta. As ácidas possuem maior riqueza em ácido ascórbico que as doces.

Dentro dos grupos ácido e doce, os investigadores citados ainda por COUCEIRO (1986), selecionaram clones, levando em consideração o teor vitamínico, se apresentando como mais promissores os citados abaixo. Nesta classificação, os frutos que produzem mais que 1000 mg de ácido ascórbico por 100 g de suco é que são considerados satisfatórios.

Havaí: Grupo doce: 4-43 (manoa); 9-68 (Rubi Tropical); 8E-32 (rainha do Havaí).

Grupo ácido: 3B-21 (J.H. Beaumont); 22-40 (C.F. Rehnborg); 3B-1 (Jumbo vermelho).

Porto Rico: B15 e B17 ambos do grupo ácido.

Flórida: Flórida Sweet.

Deve-se levar em conta, que as variedades de frutos doces são indicadas para a mesa, ao passo que as cultivares de frutos ácidos, por serem mais ricas em ácido ascórbico, são as indicadas para a industrialização.

NAKASONE et al (1968) constata esta superioridade das variedades ácidas sobre as doces, em relação ao teor de ácido ascórbico.

LEDIN (1958), compara o clone B-17 com o "Flórida

Sweet" e MARINO NETTO (1986), mostra uma descrição detalhada dos vários clones citados.

2.5 - Aspectos culturais

2.5.1 - Propagação

A acerola pode se propagar por via sexual (sementes) e por via vegetativa, através de estaquia, mergulhia e enxertia. De todos os métodos, a propagação por estaquia parece ser a mais rápida e de mais sucesso. Este é o método mais fácil e assegura que as características da planta de origem serão mantidas nas plantas propagadas. A propagação por semente é o método mais lento, apesar de ser satisfatório, quando se dispõe de semente selecionada. Cultivadores amadores, provavelmente, não terão resultados satisfatórios ao plantar sementes selecionadas ao acaso, de alguma árvore de acerola, porque a planta de origem pode ter recebido pólen de uma variedade indesejável, resultando em características indesejáveis no produto híbrido. Também muitas sementes contêm embriões não viáveis e não germinarão (MOSCOSO, 1956).

Ao contrário do que se recomenda para a maior parte das plantas de importância comercial, que devem se propagar por via vegetativa, especialmente por enxertia e alporquia, em razão de não ocorrer segregação, a acerola pode se multiplicar através de sementes frescas, mesmo porque, sendo autofértil, sempre podem ser obtidas plantas semelhantes entre si. Porém, é bom lembrar que na multiplicação por sementes, podem ocorrer fracassos, pelo menos parciais, pois estudos da viabilidade feitos por SIMÃO (1971) revelaram que sua capacidade germinativa é baixa, em torno de 20 %, face ao abortamento do embrião.

Instruções informativas mais detalhadas de como

plantar a semente de acerola, podem ser obtidas na bibliografia de LAVOURA (1986).

A mergulhia e enxertia são métodos de propagação da acerola que estão perdendo a popularidade, devido à facilidade e ao sucesso da estaquia. Entretanto, o tipo de enxerto recomendado tem sido o de borbulhia em T normal ou invertido, também denominado "janela aberta". A época mais favorável é a da primavera-verão, por serem maiores, nessa época, a quantidade e a circulação da seiva (MOSCOSO, 1956).

O processo de estaquia, como já foi dito, parece ser o mais conveniente, pois assegura integralmente as características da planta propagada.

As estacas são obtidas de ramos vigorosos, com 1 cm de diâmetro e 20 a 25 cm de comprimento.

Para apressar o enraizamento, recomenda-se utilizar o ácido indolbutírico na proporção de 10 mg por 100 g de silicato de magnésio. O canteiro para enraizamento deve ser bem preparado, devendo ser leve e poroso. As estacas não enraizam bem em solo pesado (SIMÃO, 1971).

As plantas propagadas por este método podem florescer e frutificar no segundo ano, mas uma boa colheita pode ser esperada pelo terceiro ou quarto ano. Plantas obtidas de estaquia darão frutos 6 meses mais cedo que as árvores obtidas de sementes.

Depois do terceiro ano, a árvore da acerola se desenvolve muito rápida e a produção máxima pode ser esperada durante, pelo menos, 15 anos (MOSCOSO, 1956).

2.5.2 - Solo

A acerola desenvolve-se bem em quase todos os tipos de solo. Os solos de fertilidade mediana e os argilo-arenosos, por reterem maior teor de umidade, são os mais indicados (SIMÃO, 1971).

Por dificultar a assimilação dos macro e micronu-

trientes, especialmente destes últimos, os solos alcalinos deverão ser evitados. Essa cerejeira prospera bem nos solos ácidos, ou seja, nas faixas de pH 4,5 até 6,5. Os solos alcalinos dificultam a translocação dos micronutrientes, especialmente do ferro, pelo qual a acerola é ávida. Quando cultivada em solos calcários, isto é, alcalinos, a acerola requer fertilização de micronutrientes em forma de pulverização, que podem ser feitas duas vezes ao ano.

Sendo essa planta intolerante quanto a solos encharcados, deve-se nas culturas intensivas, dar preferência aos solos ricos, profundos e bem drenados (MARINO NETTO, 1986).

LEDIN (1958) acrescenta que, em Porto Rico, um grande aumento na produção foi obtido quando foi realizado tratamento com calcário em solo com pH 5,4. Sintomas de deficiência de cálcio foram anotados em plantas crescendo em solos ácidos; as folhas mostraram um amarelecimento na ponta e ao longo das margens. A acerola pode morrer, caso permaneça água estagnada sobre as raízes por alguns dias. Em Porto Rico, as plantas têm crescido bem em solos argilosos.

2.5.3 - Clima

A acerola é planta rústica, desenvolvendo-se bem em clima tropical e subtropical. Suas folhas são persistentes e resistem a temperaturas próximas a 0 °C. É interessante observar que esta planta exige calor e chuva mas resiste à geada, como já se tem notícia em Pitangueiras no Paraná (GUIA RURAL, 1990).

Esta cerejeira desenvolve-se bem desde o nível do mar até 700 metros de altitude. As chuvas têm grande influência sobre a produção e a qualidade dos frutos. Chuvas em torno de 1600 mm, bem distribuídas concorrem para uma maior produção e frutos de maior tamanho. Chuvas excessivas provocam a formação de frutos aquosos, menos ricos em açúcares

e vitamina C (SIMÃO, 1971).

MOSCOSO (1956) adverte que, apesar da produção depender em grande extensão do clone e da quantidade de chuva, as práticas culturais têm também grande influência na quantidade de fruto que é produzida.

Verificou-se em Porto Rico, que a acerola se dá melhor ao nível do mar que em localidades mais elevadas. Quantidade de chuvas adequadas é uma outra consideração importante na localização de um pomar de acerola. Chuva suficiente é necessário para uma boa produção do fruto e tem influência no tamanho do fruto. Chuvas insuficientes causarão produção de frutos pequenos e murchos. Pesadas chuvas resultarão em frutos maiores, mas chuvas excessivas não são favoráveis pois fazem com que o fruto fique mole e mais perecível. Aparentemente a chuva afeta o conteúdo de ácido ascórbico mas as experiências sobre isso não são conclusivas.

Se as chuvas não são suficientes durante o estágio de produção, a irrigação se faz necessária.

São então fatores ideais para o cultivo da acerola, temperaturas médias em torno de 26 °C e chuvas variando de 1200 a 1600 mm, bem distribuídas (LAVOURA, 1986).

2.5.4 - Plantio

Segundo MARINO NETTO (1986), no Brasil, em qualquer região, a acerola pode ser plantada em todos os meses do ano. A estação chuvosa é a ideal, quando se trata de grandes plantios. Como os nossos invernos são brandos e os dias mais curtos, nada impede que esta cerejeira seja plantada mesmo em plena seca, desde que bem irrigada no momento do plantio e providenciada a cobertura morta em torno da muda. Quando se planta fora da estação chuvosa essa cobertura morta é muito importante, pois conserva o solo umedecido por mais tempo, incorporando matéria orgânica e controlando a erosão.

A adubação orgânica e mineral no ato do plantio, em muito favorece o desenvolvimento da planta. Os fertilizantes químicos não são recomendados nas covas, já que a muda nova não possui sistema radicular e radicular para assimilar os fertilizantes. Entretanto, em virtude de sua lenta mobilidade no solo, o emprego de fosfatos é sempre indispensável, pois são elementos que transmitem energia à planta.

A acerola pode ser plantada com espaçamentos mínimos que variam de 3,0 m x 4,0 m até 4,0 m x 5,0 m, considerado o porte da planta, a fertilidade do solo e os tratos culturais a serem dispensados posteriormente. Quanto maior a fertilidade do solo, maior o espaçamento a adotar. Se for adotado em espaçamento de 4,0 m x 5,0 m, por hectare tem-se 500 plantas (SIMÃO, 1971).

As mudas devem ser plantadas no lugar definitivo, quando estas estiverem com a altura de 30 a 35 cm. A acerola além de ser utilizada em pomares, pode também ser plantada em pequenas áreas como jardins de casas, hortas, pátios de escolas, creches, quintais, etc., desde que não sejam sombreados e privados totalmente de ventilação.

A cova para o plantio deve, de preferência, ter as dimensões de 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m e o solo dos primeiros 30 cm de profundidade, quando de sua abertura, deve ser separado, e usado, somente ele para encher novamente a cova, misturado com 20 a 30 litros de esterco de curral curtido, ao qual se aconselha incorporar também 700 g de farinha de osso bem moída e 150 g de cloreto de potássio (LEDIN, 1958).

Uma vez efetuado o plantio e formada a coroa ao redor da planta, adicionam-se aproximadamente uns 20 l de água e, em seguida, coloca-se a cobertura morta, que pode ser proveniente de diversas origens, como folhas decompostas, serragem, cepilho, palhas, bagaço de cana-de-açúcar, folhas de cana, fibras de coco, de cacau e semelhantes. Deve-se evitar o emprego de cascas de amendoim, devido ao risco de transportarem os nocivos nematóides (MARINHO NETTO, 1986).

2.5.5 - Adubação e irrigação

Segundo LEDIN (1958), um adequado suprimento de água é benéfico para promover um bom crescimento e a máxima produção. Para saber-se quando irrigar e que quantidade de água aplicar, dependerá de vários fatores, tais como tipo de solo, profundidade do sistema de enraizamento, idade e tamanho das plantas. Na Flórida, onde as plantas crescem em solos porosos, bem drenados, elas têm respondido bem a irrigação, duas vezes por semana, usando quantidade de água em cada período equivalente a 25 mm de chuva. Não é necessário irrigar quando as plantas não estão em época de produção.

A acerola responde muito bem ao uso de fertilizantes. Recomenda-se a aplicação de uma adubação balanceada, fórmula 8-8-13, significando oito de nitrogênio, oito de fósforo e treze de potássio, na proporção de 250 g até 500 g por planta, para as plantas com até 4 anos de idade. Esta mistura é aplicada duas vezes ao ano (MOSCOSO, 1956).

Já para LAVOURA (1986) até o início da frutificação, deve-se adubar a planta anualmente com a mistura de sulfato de amônio (400 g), superfosfato de cálcio (400 g) e cloreto de potássio (200 g). Iniciada a frutificação, aumenta-se a quantidade de cada composto, conforme a idade e a produção da planta.

2.5.6 - Produção e colheita

A colheita da acerola é efetuada à mão, da mesma forma como se colhe o café, a jabuticaba, a uvaia e outros. O início da produção está relacionado à origem da Planta. A cerejeira, quando proveniente da propagação vegetativa, frutifica no 2º ano, enquanto que a propagada por via semínifera inicia a frutificação aos dois anos e meio, a partir

do plantio definitivo. Pequena é a diferença quanto ao início de produção e as plantas após o 3º ano em diante, tanto de uma origem como de outra, frutificam abundantemente (MARINO NETTO, 1986).

Cada aceroleira pode produzir de 20 a 30 kg por ano e a colheita é feita diariamente. O florescimento a partir de setembro ocorre quase continuamente e os frutos amadurecem após 21 dias, devendo ser colhidos quando maduros ou em início de maturação, isto é, quando apresentarem uma cor vermelho ou amarelo-rosado, respectivamente. Os frutos maduros, embora mais saborosos, se deterioram rapidamente, devendo ser colhidos neste estágio para o consumo imediato. Os frutos em início de maturação são mais ácidos e mais ricos em vitamina C e resistem melhor ao manuseio e comercialização (LAVOURA, 1986).

Considerando-se que o conteúdo de ácido ascórbico e ácido desidroascórbico varia em torno de 1 %, o rendimento total de um pomar com 200 árvores, ou seja, ocupando uma área de 3.000 m², com idade de 4 anos, estaria em torno de 45 kg de vitamina C, expressa em ácido ascórbico e ácido desidroascórbico (SIMÃO, 1971).

Em relação ao tempo de produção, as árvores de acerola começam a ter uma boa produção, quando estão com cerca de 3 anos de idade. A produção máxima só é conseguida com boas culturas, freqüente uso de fertilizantes, irrigação durante tempo seco, cobertura morta, etc. O período de frutificação se estende cerca de 3 a 7 meses, dependendo do clone (LEDIN, 1958).

Para evitar dano para a pele fina da acerola, tem sido sugerido que o fruto colhido seja colocado em "containers" com água e transportada em tanques com água, semelhante ao método usado para cerejas. Todavia, em Porto Rico foi descoberto que o fruto perde seus pigmentos e vitamina C, quando transportado em água.

A produção, segundo ainda LEDIN (1958), variará com o clone; alguns produzem maior quantidade que outros e estes aumentarão sua produção a cada ano à medida que a plan-

ta aumenta. A maior produção obtida na Estação Experimental de Porto Rico foi de plantas com 7 anos de idade. Uma média de 171 lb (77 kg) de frutos por planta foi colhida na seleção doce.

2.5.7 - Doenças e pragas

Afortunadamente, a acerola é uma planta resistente, sendo pouco afetada por doenças e pragas. Aliás por serem frutos atrativos, o emprego de pesticidas deve ser absolutamente descartado (MARINO NETTO, 1986).

LEDIN (1958) afirma que a acerola é resistente a doenças e pragas mas, ocasionalmente, alguns problemas podem tornar-se incômodos como os citados a seguir.

No Havaí, na região de Puna, onde a precipitação anual atinge 2500 mm, foi primeiramente observada a mancha-das-folhas, uma forma de *Cercospora*, constituindo-se o maior problema da cultura, causando nos casos mais severos, intensa desfolhação (NAKASONE et al, 1968).

Em Porto rico, a mosca dos frutos (*Ceratitis capitata*) causa, em determinada época, prejuízos aos frutos. Igualmente, a mosca *Anastrepha fratercula* pode surgir (SIMÃO, 1971).

Com alguma frequência podem surgir cochonilhas sobre os ramos e folhas, bem como ácaros e pulgões, todos facilmente controláveis. Já se sabe que, com relação à cochonilha, o uso de um óleo miscível, associado a um fosforado de baixa toxidez, controla essa praga, assim como fungicidas à base de enxofre controlam os ácaros.

Outra recomendação é que a limpeza do tronco com uma escova de cerdas duras e a eliminação dos galhos secos concorrem para manter a aceroleira em boas condições de fitossanidade (MARINO NETTO, 1986).

O problema mais sério que pode afetar a acerola, segundo LEDIN (1958), é o "root-knot" nematóide (*Meloidogyne incognita*) var. *acrita* Chitwood. Este nematóide enfraquece a

planta, causando a queda das folhas e dando uma aparência de má nutrição. Severas infestações podem inibir o crescimento e produção de frutos. Este é mais um problema de solos ácidos arenosos do que de solos rochosos alcalinos.

A melhor medida de proteção para o "root-knot" é cultivar as sementes ou estacas em solos esterilizados. Depois da planta crescer, manter uma cobertura morta de palha ou algum outro material adequado em volta dele. Adubar regularmente e irrigar nos períodos secos. Caso siga estas recomendações, a planta crescerá, florescerá e frutificará apesar de alguma infestação de "root-knot".

Muito embora a planta não apresente problema de doença, recomenda-se para assegurar uma boa produção, uma ou duas pulverizações anuais com fungicidas à base de cobre (calda bordalesa) (SIMÃO, 1971).

2.6 - Aspectos fisiológicos

A maturação dos frutos está acompanhada por um conjunto de mudanças fisiológicas e bioquímicas. Neste conjunto de mudanças se incluem transformações de substâncias pécticas, mudanças na pigmentação, que incluem tanto o desaparecimento de pigmentos (tais como a clorofila) como o surgimento de novos pigmentos (tais como carotenóides), mudanças no sabor e odor dos frutos e transformações de materiais de reserva, tais como polissacarídeos. As mudanças na cor dos frutos durante a maturação estão associadas, geralmente, com uma diminuição do conteúdo de clorofila e com a síntese de pigmentos carotenóides ou antociânicos ou ambos. Este é um dos aspectos mais evidentes no processo de maturação (GUADARRAMA, 1984).

Este mesmo autor, faz uma abordagem das mudanças químicas que ocorrem durante o amadurecimento da acerola, tais como as variações de clorofila total, de carotenóides totais, de ácido ascórbico, de acidez titulável e de açúca-

res redutores, analisando o fruto, quando verde, "de vez", maduro e sobremaduro. Por considerar a variação do conteúdo de ácido ascórbico a mais importante, restringimo-nos no presente trabalho a discutir apenas este item.

A FIGURA 1 mostra uma diminuição no conteúdo de ácido ascórbico nos frutos de acerola, à medida que estes avançam na maturação. Pode-se observar que a diminuição é mais evidente quando o fruto passa do estado "de vez" para maduro.

Quando se compara o conteúdo de ácido ascórbico dos frutos sobremaduros com os frutos verdes, observa-se que os frutos sobremaduros diminuem quase em 50 % do conteúdo inicial dos frutos verdes. Isto sugere que para o possível aproveitamento comercial do ácido ascórbico seria conveniente coletar os frutos verdes.

Quanto às outras variações estudadas, pode-se informar que, ainda de acordo com GUADARRAMA (1984), o conteúdo de clorofila total diminui, principalmente quando passa de verde a "de vez"; o de carotenóides totais aumenta; a acidez titulável diminui e o conteúdo de açúcares redutores aumenta, por causa da degradação dos carboidratos, principalmente da conversão de amido em açúcar, a qual traz como consequência um efeito sobre o sabor e textura dos frutos.

Outro aspecto importante que merece ser lembrado é a distribuição de ácido ascórbico, ácido desidroascórbico e ácido dicetogulônico no fruto de acerola, nos diferentes estágios de desenvolvimento.

DEL CAMPILLO & ASENJO (1957) investigaram a distribuição destes três ácidos no fruto de acerola, desde sua forma incipiente até o fruto maduro. Na primeira etapa, ou seja, botões de flor, o conteúdo total dos 3 ácidos é relativamente baixo, não chegando a mais de 600 mg por 100 g. Destes 90-95 % correspondem a ácido ascórbico, 4-6 % a desidroascórbico e 1-4 % a dicetogulônico. À medida que o fruto vai se desenvolvendo, vai aumentando o conteúdo dos 3 ácidos, mas sempre mantendo, entre si, uma distribuição quase invariável. Apenas na última etapa, ou seja, quando o

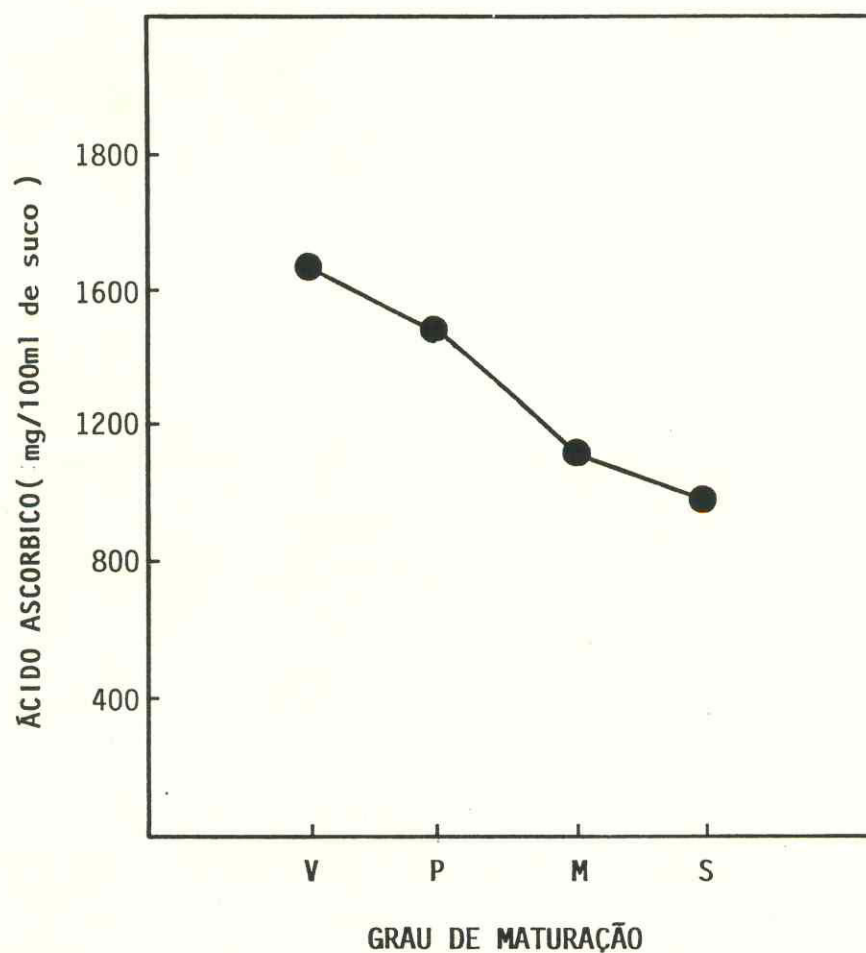


FIGURA 1 - Variações do conteúdo de ácido ascórbico de frutos de acerola (*Malpighia puniceifolia*) a diferentes graus de maturação (V = verde; P = "de vez"; M = maduro; e S = sobremaduro).

fruto está bem maduro é que se observa uma rápida diminuição.

MEDEIROS (1969) também analisou a distribuição destes 3 ácidos, na acerola verde e madura, encontrando resultados semelhantes.

Um outro estudo realizado sobre as mudanças no teor de ácido ascórbico em frutos, em desenvolvimento, foi feito por NAKASONE et al (1966). Eles apresentam um gráfico que mostra quantidades substanciais de ácido ascórbico no 12º dia após a antese floral. Todos os três clones são similares no conteúdo máximo entre o 16º e o 18º dia depois da antese, com quantidades excedendo 4000 mg/100 g declinando, quando em completa maturação, para concentrações mais baixas que aquelas encontradas no 12º dia após a antese (FIGURA 2).

Segundo os referidos autores, este rápido declínio de ácido ascórbico, que vai do pico para aquele valor correspondente ao fruto maduro, parece ser preferencialmente devido a mudanças bioquímicas, em lugar da diluição, já que o conteúdo de umidade de frutos verdes, "de vez" e maduros foi encontrado ser de 84,6, 84,4 e 85 %, respectivamente.

2.7 - Acerola - fonte de vitamina C

Em 1946, Conrado F. Asenjo e Ana Rosa Freire de Guzman, em Porto Rico, descobriram em seus primeiros experimentos com acerola, um conteúdo de ácido ascórbico de 1030 a 3309 mg/100 g de matéria comestível. Os referidos pesquisadores, citados por MOSCOSO (1956), obtiveram estes valores, usando 2,6-diclorofenolindofenol, através de titulação (método de Bessey e King) e estabeleceram a presença definitiva deste elevado teor de ácido ascórbico, isolando-o de uma amostra de suco, em uma forma cristalina.

Também em 1946, Margareth Mustard reportou em suas descobertas um alto conteúdo de ácido ascórbico nas aceras que cresciam na Flórida (4676 mg/100 g). Seus resulta-

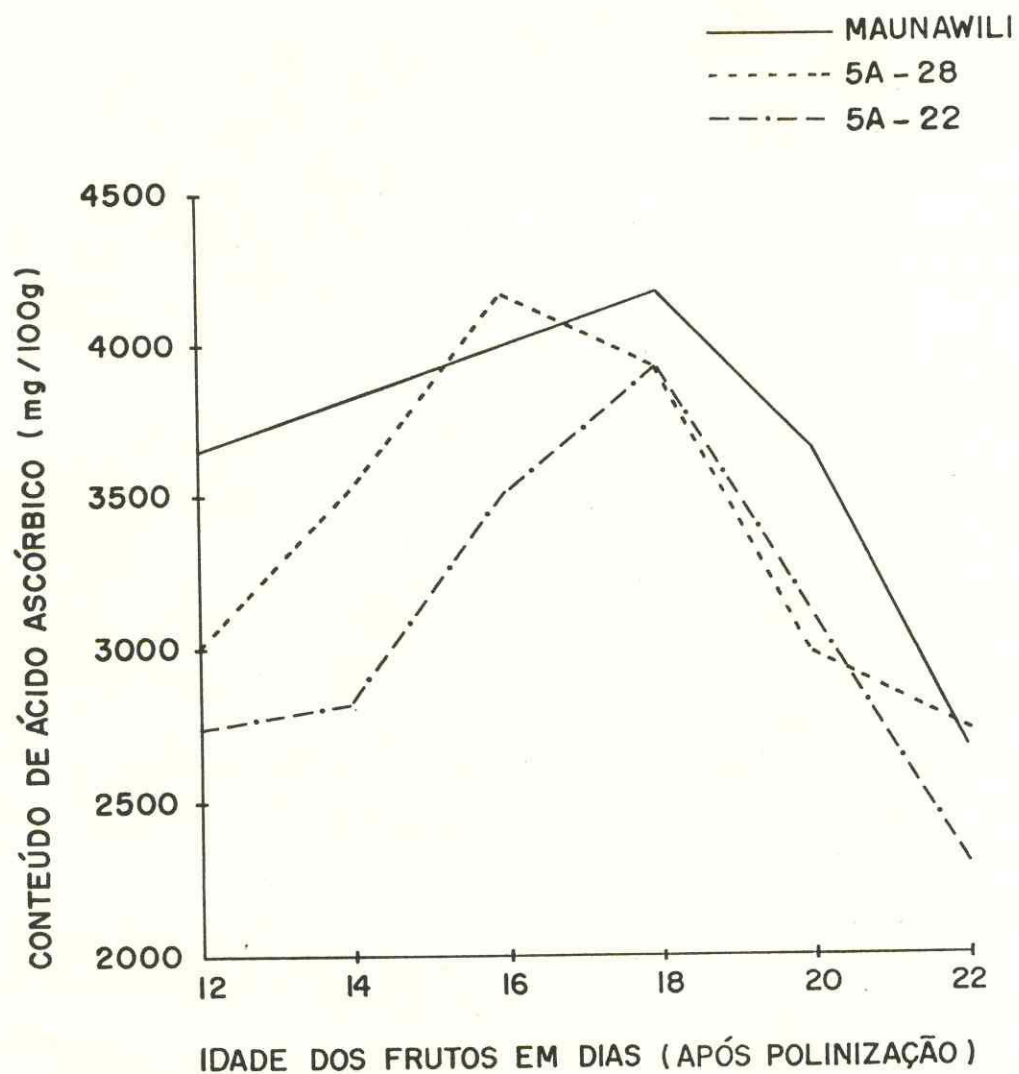


FIGURA 2 - Conteúdo de ácido ascórbico de frutos de acerola para três clones, em diferentes estágios de desenvolvimento.

dos foram semelhantes aos de Asenjo e Guzman, só que Mustard também fez uma interessante observação, em relação ao conteúdo de vitamina C, nas geléias preparadas de acerola: demonstrou que estas geléias continham de 509 a 673 mg de ácido ascórbico por 100 g de geléia. Este aspecto é importante porque o cozimento geralmente tende a destruir a vitamina C e, no caso da acerola, o teor se mantém bastante elevado. Estes altos valores de conteúdo de ácido ascórbico da acerola foram confirmados por vários pesquisadores em outros países (MOSCOSO, 1956).

2.7.1 - Fatores que afetam o conteúdo de ácido ascórbico

O conteúdo de vitamina C do fruto, tanto varia com o clone, desde que algumas plantas produzem frutos com mais ácido ascórbico que outras, como também com o grau de maturação do fruto. Frutos verdes têm mais ácido ascórbico; frutos "de vez" ou completamente maduros são semelhantes em quantidade desta vitamina, mas contêm menos que os frutos verdes. A época do ano, em que é feita a colheita, também pode afetar a concentração da vitamina C. Frutos de Porto Rico colhidos em agosto apresentaram teor de ácido ascórbico mais elevado do que os frutos colhidos em maio e junho (AROSTEGUI et al, 1955).

Quantidade de água, temperatura, luz do sol e duração do dia devem ser investigados em relação ao tempo de colheita do fruto, bem como o efeito sobre o tamanho do fruto e o conteúdo de ácido ascórbico (MOSCOSO, 1956).

Algumas vezes é estabelecido que quanto mais sabor ácido tiver o fruto, mais ácido ascórbico ele contém. No entanto, acidez tem pouco a ver com o conteúdo de ácido ascórbico. Na acerola, o sabor ácido é provavelmente devido ao ácido málico, desde que este ácido está presente no fruto de clones ácidos mas ausente nos clones semi-doces. O fruto carece de ácido cítrico (LEDIN, 1958).

Em frutos crescidos no Havai, foi observado uma relação negativa entre peso e ácido ascórbico, ou seja, quando o peso do fruto aumenta, a concentração de ácido ascórbico diminui (FITTING & MILLER, 1958). O inverso foi observado por AROSTEGUI et al (1955) em Porto Rico, nos clones B-17. No entanto, o clone e as condições de campo nestes dois casos foram bem diferentes.

Foi também detectado a presença de quantidades apreciáveis de ácido desidroascórbico, em adição ao ácido ascórbico nas acerolas de Porto Rico. O ácido desidroascórbico também tem atividade de vitamina C (ASENJO, 1959).

Em outro trabalho de NAKASONE et al (1966), encontram-se mais detalhes em relação aos fatores que afetam o conteúdo de ácido ascórbico da acerola. Eles afirmam que a máxima quantidade extraível de ácido ascórbico variará com o clone, métodos culturais, manuseio pós-colheita dos frutos e métodos de processamento. Frutos expostos à luz solar direta durante seu desenvolvimento, têm quantidades maiores de ácido ascórbico que os que crescem à sombra. O conteúdo de ácido ascórbico de frutos de plantas originadas por estaquia é levemente menor que para os frutos de plantas nascidas por enxertia, mas as diferenças não foram significativas.

Os mesmos autores citam trabalho da LANDRAU & HERMANDEZ-MEDINA (1959), em que eles mostram que a produção máxima de frutos e conteúdo de ácido ascórbico na acerola estão associados com os mais altos níveis de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas.

2.8 - Características físicas e composição do fruto

ASENJO & MOSCOSO (1950), estudando seis seleções diferentes de acerola na Universidade de Porto Rico, empregando frutos "de vez" e maduros, encontraram os resultados mostrados na TABELA 3.

TABELA 3 - Características de seis seleções de acerola de Porto Rico.

Características	Fruto "de vez"	Fruto maduro
Peso (g)	3,1	4,7
Diâmetro (cm)	1,7	2,2
Suco obtido por expressão manual (% do peso total do fruto)	55,3 (41,0 - 77,9)	69,6 (61,3 - 80,2)
Umidade total na fruta inteira (%)	83,3 (74,3 - 95,5)	83,4 (78,5 - 91,0)
% sólidos no suco	5,99 (5,13- 6,60)	5,85 (4,57- 7,21)
pH do suco	3,2 (3,1 - 3,3)	3,3 (3,1 - 3,3)
Ácidos totais (ml NaOH 0,1 N/100 ml de suco)	162,3 (188,3-208,4)	135,9 (81,6 -188,5)
Açúcares redutores como glicose (g/100 ml de suco)	3,2 (2,8 - 3,7)	4,1 (3,0 - 5,4)
Ácido ascórbico no suco (mg/100 ml)	1713 (1338 - 2360)	1200 (650 - 1522)

FONTE: ASENJO & MOSCOSO (1950).

Estes estudos confirmaram o alto conteúdo de ácido ascórbico, observado originalmente por ASENJO & GUZMAN (1946) e também confirmaram que o fruto mais verde tem maior conteúdo de ácido ascórbico que o maduro.

O valor mais alto de ácido ascórbico observado até agora, foi informado por MUSTARD (1946) em frutos verdes de *M. puniceifolia* L. coletados na Flórida, em que chegaram a ter 4676 mg de ácido ascórbico por 100 g de matéria comestível, conforme já citado anteriormente.

Outras análises de composição centesimal e determinação de vitamina C da acerola foram realizadas por MUNSELL et al (1950) em Massachusetts, em acerolas da Guatemala; por DERSE & ELVEHJEM (1954) em Wisconsin, em acerolas de Porto Rico; e por MILLER et al (1961), em acerolas do Havaí. Os resultados são mostrados na TABELA 4 (ASENJO, 1980).

O ácido ascórbico, ácido desidroascórbico e 2,3-dicetogulônico, usualmente ocorrem nesta ordem decrescente no tecido da planta. A reação ácido ascórbico $\rightleftharpoons$ ácido desidroascórbico é livremente reversível na planta e em outros tecidos vivos. A ácido-ascórbico oxidase, diretamente neste sistema e pelo menos em quatro outros sistemas enzimáticos indiretamente, é conhecida catalisar esta reação "in vivo". A distribuição destes três ácidos no fruto de acerola foi determinada quantitativamente. Os resultados indicam que o conteúdo de ácido ascórbico nunca foi menor que 90 % da soma dos três compostos estudados; o ácido desidroascórbico e ácido dicetogulônico nunca chegaram a ter valores individuais acima de 6 %; e que o conteúdo de ácido desidroascórbico sempre foi levemente maior que o ácido dicetogulônico (DEL CAMPILLO & ASENJO, 1957).

Além dos ácidos ascórbico e desidroascórbico, há outros ácidos na acerola.

SANTINI JR. (1952A), aplicando o método de Hartman para ácidos polibásicos demonstrou que o ácido levomálico constitui 50 % dos ácidos totais do suco de acerola; ácido ascórbico representa 24 %, ácido desidroascórbico 13 % e ácidos não identificados 13 % dos ácidos totais. Esta des-

TABELA 4 - Características físico-químicas e químicas da acerola segundo diferentes autores.

Características	Autores		
	MUNSELL et al (1950A,B)	DERSE & ELVEHJEM (1954)	MILLER et al (1961)
Proteína (N x 6,25) (%)	1,66 - 1,77	0,39	0,68
Umidade (%)	81,90 - 83,60	92,28	91,10
Cinza (%)	0,77 - 0,82	0,20	0,45
Gordura (%)	0,09 - 0,18	0,34	0,19
Fibra (%)	0,90 - 1,20	0,43	0,60
Carboidrato (por diferença) (%)	12,73 - 14,38	6,36	6,98
pH	-	3,6	-
Ácido ascórbico reduzido (mg/100 g)	14,9 - 15,5	1496,4	2329
Ácido desidroascórbico (mg/100 g)	-	196,4	-
Conteúdo de vitamina C Total	-	1692,8	-

FONTE: ASENJO (1980).

coberta é significativa apesar do ácido levomálico não ser biologicamente ativo.

O conteúdo total de açúcares redutores foi também determinado por SANTINI JR (1952A) usando o método de Lane-Eynon sendo encontrado um teor médio de 3,4 %. Esse mesmo autor, usando cromatografia de papel, identificou os açúcares presentes na acerola, encontrando dextrose, levulose e sacarose; esta última em muito pequena quantidade, não sendo possível avaliar pelos métodos normais de análise quantitativa.

Em relação às vitaminas, a acerola possui com relativa abundância, a pró-vitamina A. Segundo DERSE & ELVEHJEM (1954), o suco de acerola contém 0,61 mg de β -caroteno por 100 g de suco. WENKAM & MILLER (1965), no livro "Composition of Hawaii Fruits", se referem ao teor de pró-vitamina A da acerola como sendo 408 μ g por 100 g de porção comestível e LEDIN (1958) considera a acerola excelente fonte de vitamina A (como β -caroteno), pois ela contém 1017 UI por 100 g e todos os frutos com teor acima de 1000 UI por 100 g são considerados excelentes fonte (1 UI = 0,6 μ g β -caroteno).

Também se encontram na acerola pequenas quantidades de tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico, como se observa na TABELA 5.

No que concerne aos minerais, ASENJO (1980) também apresenta uma tabela com resultados de vários autores, conforme TABELA 6. Segundo o citado autor, a acerola não é considerada uma fonte significativa para estes minerais.

(Segundo ASENJO (1959) há evidências experimentais da presença de uma ascorbase no fruto da acerola. Esta ascorbase se encontra nas partículas celulares e catalisa a oxidação do ácido ascórbico e desidroascórbico. As características desta ascorbase da acerola parecem com aquelas de outras acidoascorbicooxidases, descritas na literatura, exceto que sua atividade não é inibida pelo cianeto.)

Dados colhidos no "Hand Book" do "Bureau of Human Nutrition and Home Economics", do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), de 1958, citado por LEDIN

TABELA 5 - Vitaminas do grupo B na acerola.

Vitaminas (μ g/100 g)	Autores			
	ASENJO & MUNIZ (1955)	MUNSELL et al (1950)	DERSE & ELVEHJEM (1954)	MILLER et al (1961)
Tiamina	24	4 - 24	30	28
Riboflavina	73	38 - 43	50	79
Niacina	480	464 - 526	290	340
Ácido pantotênico	205	-	4,4	-

FONTE: ASENJO (1980).

TABELA 6 - Elementos minerais na acerola.

Minerais	Autores			
	MUNSELL et al (1950)	DERSE & ELVEHJEM (1954)	CANCIO & LEON (1959)	MILLER et al (1961)
Cálcio (mg/100 g)	8,2 - 34,6	11,7		8,7
Fósforo (mg/100 g)	33,6 - 37,5	10,9		16,2
Ferro (mg/100 g)	1,01 - 1,11	0,24		0,17
Chumbo (µg/100 g)		120,0		
Arsênio (µg/100 g)		< 10		
Sódio (mg/100 g)		2,7	14 (11-16)	
Fluor (µg/100 g)		10,0		
Potássio (mg/100 g)			83 (46-116)	

FONTE: ASENJO (1980).

(1958), SIMÃO (1971), GUADARRAMA (1984), MARINO NETTO (1986) apresentam o teor de ácido ascórbico em mg/100 g de alguns frutos, conforme se observa na TABELA 7.

A TABELA 7 documenta a grande superioridade da acerola em vitamina C, merecendo destaque também a cabeludinha e a rosa silvestre.

CLEIN (1956) apresenta uma outra tabela comparativa com um enfoque diferente, conforme aparece na TABELA 8.

2.9 - Importância alimentar e terapêutica

A acerola é uma extraordinária fonte de vitamina C, rica em pró-vitamina A, boa fonte de ferro e regular fonte de cálcio e fósforo, além de possuir na sua composição vitaminas do complexo B. Por isso deve ser utilizada tanto através do consumo da fruta ao natural, como pelo uso de todos os produtos que dela se pode obter, quer de processamento caseiro, quer industrializado (COUCEIRO, 1986).

O requerimento diário de ácido ascórbico para um adulto em condições normais é de 75 mg (mínimo 20-25, adequado 40-45, ótimo 75-80) (BION, 1978). Um fruto de acerola pode fornecer de 53 a 176 mg de ácido ascórbico e isto pode suprir a necessidade humana diária (LEDIN, 1958).

(WENKAM & MILLER (1965) também afirmam que a acerola, contendo aproximadamente de 30 a 50 vezes mais ácido ascórbico que um suco de laranja, uma a duas acerolas, dependendo do tamanho e da concentração de ácido ascórbico, fornecem suficiente vitamina C para suprir a dose diária recomendada.)

O uso da acerola é recomendado especialmente para suplementar a dieta humana, principalmente de lactentes, organismos enfermos e aqueles em processo de desnutrição e envelhecimento. Na forma de sucos, purês, refrescos, sorvetes, doces em pasta, geléias, compotas e bebidas ou em mistura com o suco de outras frutas, saladas de frutas ou io-

TABELA 7 - Conteúdo de ácido ascórbico de vários frutos.

Espécies	Ácido ascórbico (mg/100 g)
Acerola	1000 a 4676
Cabeludinha	706 a 2417
Rosa silvestre	1535
Goiaba	23 a 486
Caju	147 a 348
Amora	210
Uvaia	200,4
Manga	7 a 147
Mamão	36 a 109
Morango	41 a 81
Frutos cítricos:	
Laranja doce	37 a 80
Limão	23 a 60
Tangerina	15 a 56
"Grape fruit"	23 a 50
Lima	25 a 49
Melão	12,5 a 58,7
Carambola	35
Abacaxi	27,2
Pêssego	18,7 a 26,8
Abacate	15
Banana	10
Melancia	9,0
Maçã	5 a 8
Pera	2,3 a 3,5

TABELA 8 - Valores comparativos de vitamina C, em diversos sucos.

Vegetal	mg de vitamina C por 100 ml	pH	Quantidade de fruto necessária para 100 g de vitamina C
Acerola, madura	1200 - 2500	3,3	1,5 acerola grande
Acerola, verde	3500 - 6000	3,2	1 acerola média
Laranja	10 - 40	3,6 a 4,3	4 laranjas grandes
Tomate	10 - 20	4,1 a 4,2	6 tomates grandes
Palmito	5 - 10	5,9 - 6,3	30 lb de palmito fresco
Maçã	0 - 2	3,3 - 3,6	50 - 100 maçãs

FONTE: MATTICE, M.R.; Bridge's Food and Beverage Analyses, ed. 3, Philadelphia, 1950.

gurtas, podem ser largamente ampliadas as maneiras de consumo da acerola, uma vez que todos estes produtos ainda conservam altas doses de vitamina C (MARINO NETTO, 1986).

Plantas e animais produzem ácido ascórbico em seus organismos, a partir da glicose. Fazem exceção as cobaias e os primatas, incluindo a espécie humana, que não possui a capacidade de sintetizar ácido ascórbico. Apenas para essas espécies, o ácido ascórbico é considerado vitamina (SGARBIERI, 1987).

Quimicamente a vitamina C é a lactona do ácido ascórbico de um monossacarídeo e na realidade essa vitamina pertence à classe dos carboidratos. Tem a fórmula empírica $C_6H_8O_6$. É um sólido branco, cristalino, com ponto de fusão de 190-192 °C; é bastante solúvel nos solventes orgânicos comuns, como clorofórmio, benzeno e éter. No estado sólido é relativamente estável. No entanto, quando em solução, é facilmente oxidada, em reação de equilíbrio, ao ácido L-desidroascórbico (BOBBIO, 1985).

Essa facilidade de oxidação da vitamina C é devido ao grupo fortemente redutor, denominado redutona (FIGURA 3).

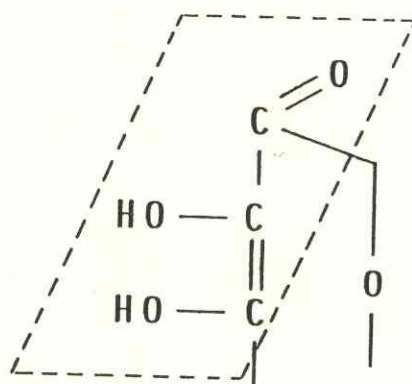


FIGURA 3 - Grupo redutor da vitamina C.

O ácido L-desidroascórbico tem a mesma atividade biológica da vitamina C, mas é destruído muito mais facilmente, pois pode sofrer hidratação a ácido 2-3-dicetogulônico em reação irreversível, o qual não apresenta nenhuma propriedade vitamínica (BOBBIO, 1985).

A vitamina C é, portanto, a mais facilmente degradável de todas as vitaminas. É estável apenas em meio ácido e na ausência de luz, de oxigênio e de calor. Os principais fatores capazes de degradar o ácido-ascórbico são: meio alcalino, oxigênio, calor, ação da luz, metais (Fe, Cu, Zn) e a enzima oxidase do ácido ascórbico (SGARBIERI, 1987).

As estruturas apresentadas na FIGURA 4, mostram a degradação do ácido ascórbico e ácido dicetogulônico.

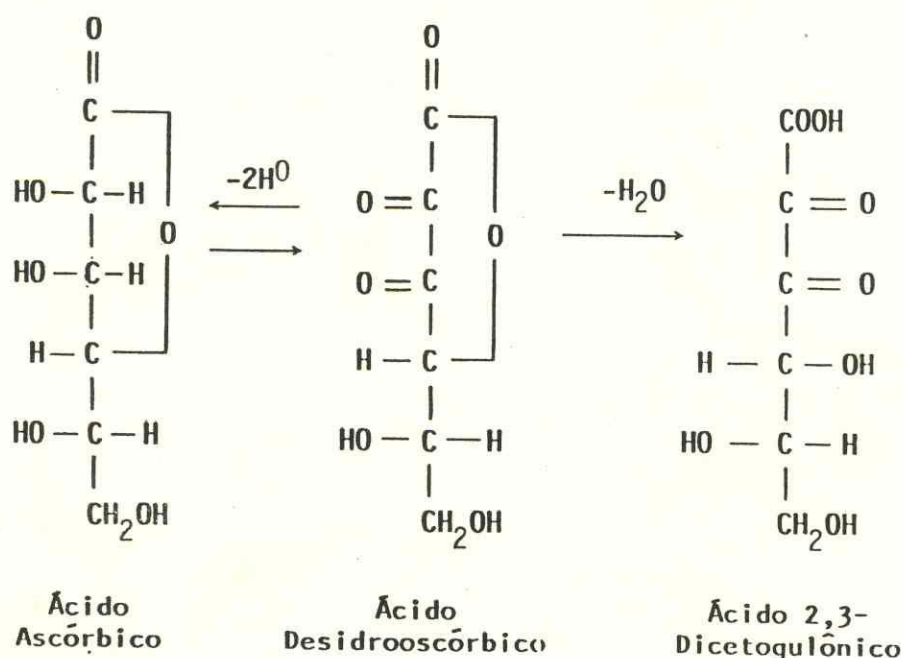


FIGURA 4 - Reação de degradação do ácido ascórbico.

O ácido desidroascórbico, ainda segundo SGARBIERI (1987), é muito reativo em presença de substâncias com grupos amínicos livres, dando reações de Maillard. A adição de compostos de enxofre na forma de SO_2 ou H_2SO_3 durante o processamento de certos produtos (frutas e hortaliças) protege o ácido ascórbico contra a degradação por este tipo de reação, preservando também a cor natural dos produtos.

A vitamina C, por ser a que está mais sujeita à deficiência no organismo humano, face ao seu alto requerimento, é por isso mesmo, a de mais amplo uso terapêutico e pode ser considerada como um ativador indispensável a todo o metabolismo celular. Assim ela desempenha, entre outras ações, importante papel nos fenômenos da respiração celular, na atividade das enzimas, na estimulação dos centros formadores dos glóbulos de sangue, nos mecanismos da coagulação sanguínea, na absorção do ferro, na ativação da fagocitose, na formação do colágeno, na defesa do organismo contra infecções e intoxicações, no equilíbrio dos hormônios sexuais, na formação das substâncias intercelulares e no aumento da resistência ao frio e ao calor.

O consumo da vitamina C está portanto indicado, não só para a manutenção da normalidade fisiológica do organismo, mas especialmente nos estados agudos e crônicos da hipovitaminose C (COUCEIRO, 1986).

A ausência de ácido ascórbico na dieta causa o escorbuto, doença que se caracteriza por alterações patológicas nos dentes, nas gengivas e nos tecidos conjuntivos em geral (SGARBIERI, 1987).

A experiência médica, adquirida através da pesquisa e do controle terapêutico, comprova que a vitamina C é empregada com sucesso, em altas doses, como medicação coadjuvante em grande número de estados patológicos, tais como: gripe, resfriado, afecções pulmonares, tuberculose, doenças do fígado (hepatopatias) e afecções das vias biliares (hepatite, cirrose, etc.). Também resultados positivos são obtidos no tratamento de: reumatismo, estresse, doenças febris, diabetes, choque pós-operatório, choque traumático,

hemorragias, bem como na prevenção e cura de algumas formas de câncer (COUCEIRO, 1986).

Ainda, segundo o mesmo autor, a debilidade e irritabilidade, a fadiga, a impotência sexual, dores musculares e articulares, perda de apetite, doenças infecciosas, tendências exageradas para hemorragias, notadamente as nasais, gengivais, musculares e das articulações; atraso na cicatrização de feridas e na formação dos ossos e do calo ósseo; anemias e distúrbios cardiovasculares, dores de cabeça, transtornos digestivos, perda de peso, inflamações das extremidades, etc., são quadros clínicos que estão associados à carência da vitamina C.

A vitamina C participa da formação de aminas aromáticas (norepinefrina e seretonina) que são neuro transmissores importantes. Por isso, acredita-se que a deficiência de vitamina C possa afetar ainda o funcionamento do sistema nervoso, o que explica os sintomas neurológicos dos indivíduos escorbúticos (SGARBIERI, 1987).

Conhecidas as importantes funções da vitamina C no nosso organismo, pode-se citar, como complementação, vários trabalhos onde são encontradas comprovações da eficiência da acerola na alimentação humana, inclusive seu valor terapêutico, senão vejamos.

O valor do suco de acerola, como única fonte de vitamina C na dieta de 30 crianças na 1ª infância, mostrou um rápido aumento de nível de ácido ascórbico no plasma sanguíneo e um desenvolvimento muito bom para sua idade e peso (CLEIN, 1956).

Foi possível a cura rápida de uma criança de 8 meses, sofrendo de escorbuto agudo, quando tratada exclusivamente com geléia de acerola (ASENJO & GONZALEZ-ALVAREZ, 1955).

Houve resposta positiva no nível de vitamina C em pessoas idosas, quando tratadas com suco de acerola (BOWERS & KUBIK, 1965).

É significativo salientar que nenhuma reação alérgica ocorreu durante os tratamentos, mesmo em crian-

ças alérgicas a suco de laranja (CLEIN, 1956).

2.10 - Importância econômica

Já desde 1956, MOSCOSO se refere à acerola como um produto de considerável importância econômica em Porto Rico. Grandes plantios industriais vêm sendo estabelecidos e cada vez mais aumenta o interesse das indústrias em processar este fruto, dada a sua riqueza em ácido ascórbico.

Um dos primeiros usos comerciais do suco de acerola, foi como complementação de outros sucos infantis, como fonte natural de vitamina C. Alguns pediatras têm a opinião de que alimentos infantis não devem ser enriquecidos com produtos sintéticos se se dispõe da vitamina natural (CLEIN, 1956).

No entanto, MOSCOSO (1956) afirma que o uso do suco de acerola não se limita a produção de alimentos infantis. Ácido ascórbico é também importante como um antioxidante, para preservar a cor de frutas secas e frigorificadas. O emprego de ácido ascórbico juntamente com ácido cítrico é de grande valia na preservação do escurecimento que ocorre durante a secagem e congelamento de muitas frutas. O fruto da acerola pode ser utilizado de várias maneiras, muito embora, pelo fato de ter pouca resistência física e ser perecível, ele deve ser usado logo após a colheita.

Para consumo doméstico, o fruto além de ser consumido como fruto fresco, pode ser usado como suco, geléia, sorvete, creme gelado, compota, xarope para uso em bebidas ou para ser servido em várias sobremesas.

O suco de acerola pode também ser usado vantajosamente, segundo LEDIN (1958), como agente enriquecedor no processamento de numerosos sucos e néctares de frutos pobres em vitamina C (maçã, pera, cereja, lima, abacaxi e pêssego). Ele melhora o "flavor" e a cor de certos tipos de suco de laranja com baixo teor de sólidos. Na proporção de 1.10 pro-

duz um suco que tem mais vitamina C que um copo médio de suco de laranja.

O suco mistura bem com rum e gim para fazer uma refrescante bebida e pode ser fermentado para fazer vinho (MOSCOSO, 1956).

Pode-se novamente lembrar, que um pomar com 200 árvores, com idade de 4 anos, teria um rendimento total de 45 kg de vitamina C (SIMÃO, 1971). Já LEDIN (1958) faz este mesmo cálculo para 200 árvores, com idade de 3 a 4 anos, produzindo anualmente nada menos que 120 lb ($\approx$ 54 kg) de vitamina C expressa como ácido ascórbico e ácido desidroascórbico.

Observa-se a importância econômica destes valores, sabendo que só a vitamina C representa hoje no Brasil, o maior volume isolado de importações de insumos farmacêuticos (QUÍMICA E DERIVADOS, 1985).

Segundo informações de técnicos da MAISA, conceituada empresa agrícola, localizada no Rio Grande do Norte, e que exporta o fruto congelado para o Japão, a acerola é cotada atualmente no mercado internacional, a US\$ 1,5/kg da fruta inteira.

MATSUI (1986), nos fornece informações, sobre o valor econômico de acerola, comparado ao da laranja e do café, de fevereiro de 1986 (TABELA 9).

Acrescente-se ainda, que a produção de acerola pode também tornar-se uma boa fonte econômica, produzindo vitamina C natural cristalina (MOSCOSO, 1956).

2.11 - Industrialização da acerola

O elevado teor de ácido ascórbico da acerola, possibilita usar o suco como uma fonte de vitamina C, para enriquecer outros sucos e néctares. Esta possibilidade fez com que SANCHEZ-NIEVA (1955) estudasse procedimentos de enlata-

TABELA 9 - Valor econômico da acerola comparado ao da laranja e do café.

Cultura	Área ocupada (ha)	Custo da formação (Cz\$)	Número de pés	Renda (Cz\$)
Acerola	1	49.000,00	830	2.000.000,00
Café	10	550.000,00	33.200	2.000.000,00
Laranja	66	1.780.000,00	13.200	2.000.000,00

FONTE: MARINO NETTO (1986).

mento e conservação da qualidade do produto.

Este autor estudou as modificações que o suco de acerola sofre durante extração, processamento e enlatamento. Ele usou frutos maduros, mas ainda firmes. O suco foi obtido em prensa hidráulica, depois centrifugado e filtrado. A pasteurização ("flash-pasteurization") do suco, em um trocador de calor tubular, à temperatura de 88 °C, por 45 segundos, causou somente uma leve perda de ácido ascórbico (menos que 2 %). O suco foi então enlatado, seguido de inversão da lata por 1 minuto e rápido resfriamento. Quando o suco foi estocado à temperatura ambiente (27 a 29 °C), a perda de ácido ascórbico durante 1 ano variou de 53,5 a 81,5 %. A perda de ácido ascórbico foi minimizada pela estocagem à 7 °C pois, neste caso, a máxima perda observada foi cerca de 21 % durante 1 ano. Nenhuma mudança significativa foi observada em açúcares redutores, acidez total ou pH sob estas condições (temperatura ambiente ou 7 °C). Somente o ácido ascórbico foi afetado.

FITTING & MILLER (1960) estudaram também a retenção de ácido ascórbico em suco de acerola congelado e engarrafado, com e sem açúcar. As garrafas foram estocadas à temperatura ambiente mas protegidas da luz. Os resultados, sumarizados na TABELA 10, mostram que todos os sucos congelados, quer preparados por extração a quente ou a frio, com frutos maduros ou parcialmente maduros, retiveram aproximadamente a mesma percentagem (82 a 87 %) de ácido ascórbico, no final de 8 meses de estocagem. O produto engarrafado, por outro lado, reteve somente cerca de 60 % do ácido ascórbico ao fim do mesmo tempo de estocagem. Nem diluindo o suco com água, nem adicionando açúcar, pareceu afetar a estabilidade do ácido ascórbico no produto congelado. A retenção de ácido ascórbico em sucos engarrafados e congelados e em mistura com outros sucos, após 8 meses de estocagem, são mostrados na FIGURA 5.

O aquecimento e enlatamento, de acordo com SANCHEZ-NIEVA (1955), alteram o "flavor" do suco de acerola. O agradável "flavor" do suco fresco, se altera com o aquecimento,

TABELA 10 - Retenção de ácido ascórbico em suco de acerola (congelado e engarrafado, com e sem açúcar.

Método de estocagem e tipo de suco	0 meses	3 meses		6 meses		8 meses	
	Ácido ascórbico (mg/100 ml)	Ácido ascórbico (mg/100 ml)	Retenção (%)	Ácido ascórbico (mg/100 ml)	Retenção (%)	Ácido ascórbico (mg/100ml)	Retenção (%)
Suco de acerola (extração quente)							
Congelado:							
Maduro sem açúcar	1105	999	90	945	86	925	84
Maduro com açúcar (1:4)	855	819	96	773	90	745	87
Parcialmente maduro sem açúcar	1215	1095	90	1034	85	981	82
Parcialmente maduro com açúcar (1:4)	940	856	91	805	86	791	84
Engarrafado:							
Maduro com açúcar (1:4)	875	688	79	626	72	540	62
Parcialmente maduro com açúcar (1:4)	1180	919	78	805	68	720	61
Suco de acerola (extração a frio)							
Congelado:							
Suco puro, açúcar (1:4)	1312	1180	90	1105	84	1101	84
1:1 água-suco, açúcar (1:4)	796	756	95	718	90	654	82
1:1 água-suco, açúcar (1:3)	775	744	96	731	93	660	85

FONTE: FITTING & MILLER (1960).

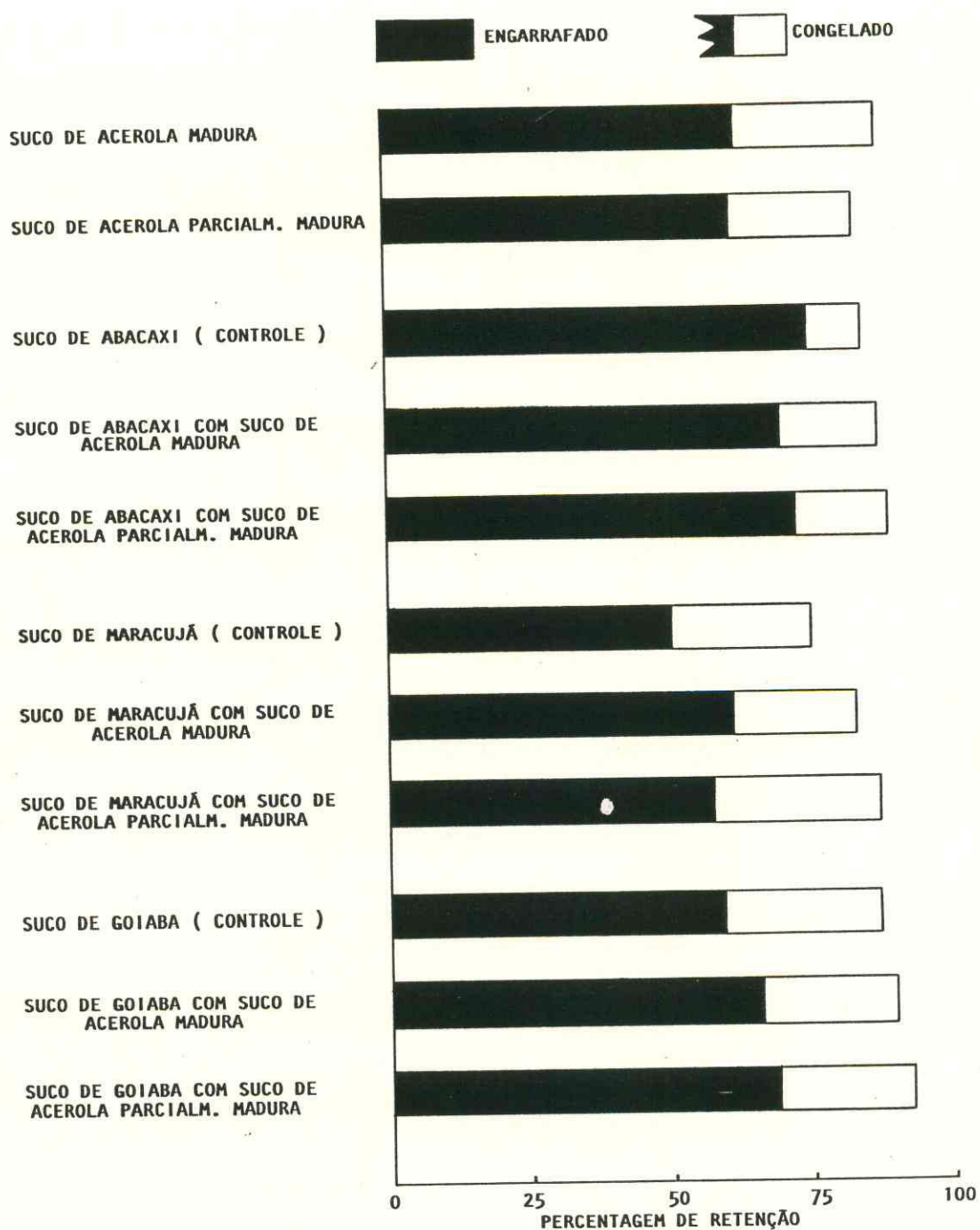


FIGURA 5 - Retenção de ácido ascórbico em sucos congelados e engarrafados, após 8 meses de estocagem.

possibilitando o desenvolvimento de um "flavor de feno". Esta mudança não impediu o uso do suco como fonte de ácido ascórbico. O citado autor, mostrou ainda que, a adição de suco de acerola, aquecido, a produtos como néctar de pera e abricó e suco de "grape fruit", não causou mudança apreciável no "flavor", quando misturado com uma parte do suco de acerola e vinte e sete partes do produto a ser enriquecido. Esta quantidade de suco de acerola aumenta o conteúdo de ácido ascórbico da mistura, a um nível de 50 a 60 mg/100 ml. (Ele também observou que o suco de acerola congelado, sem pasteurização, sofre menos mudança e retém ácido ascórbico levemente melhor por um período de 1 ano. O congelamento também evita mudanças na cor e "flavor".)

Segundo SANTINI & HUYKE (1956), depois da pasteurização, a cor vermelha do suco de acerola muda para amarelo, e depois de vários meses, à temperatura ambiente, ele torna-se marrom e produz CO_2 , o que provoca a expansão da lata. Esta mudança de cor limita o uso do suco de acerola e se faz necessário determinar a causa.

(Os autores evidenciam ainda, que a cor vermelha do suco se deve a uma antocianina que foi identificada como malvina. Eles isolaram e cristalizaram este pigmento.)

Pelas evidências, eles sugerem que ocorrem duas reações não enzimáticas principais no suco de acerola, que envolvem o pigmento ou pigmentos presentes. Na primeira reação, a cor vermelha é perdida; na segunda, desenvolve-se um pigmento marron. É sugerida também a participação do ácido ascórbico nestas reações.

Mais uma vez, os citados autores comprovaram que a pasteurização praticamente não altera o conteúdo de ácido ascórbico, e que, depois de 60 dias, há uma perda da ordem de 18 % para as amostras estocadas à temperatura ambiente, conforme TABELA 11, e uma perda menor, da ordem de 6 %, quando as amostras são estocadas à 0 °C.

Em relação à liofilização da acerola, LEME et al (1973) estudaram a estabilidade do ácido ascórbico e do β -caroteno em acerola liofilizada. Nos dois ensaios realiza-

TABELA 11 - Mudanças no teor de ácido ascórbico de suco de acerola, estocado à temperatura ambiente.

Amostras	Ácido ascórbico (em mg por 100 ml de suco)			
	0 (fresco)	0 (depois pasteurização)	30 dias	60 dias
I	1442	1440	1264	1177
II	1025	1014	877	806
III	1257	1254	1122	1061
IV	1342	1318	1168	1106

FONTE: SANTINI & HUYKE (1956).

dos, constatou-se que a perda de ácido ascórbico durante a liofilização foi de 6,4 e 3,6 % e que a perda média mensal foi de 1,1 e 0,9 % durante o armazenamento realizado à temperatura ambiente por períodos de 4 a 9 meses. Quanto ao β -caroteno, a perda durante a liofilização foi nula e durante o armazenamento, as perdas médias mensais foram de 3,0 e 1,9 %. O produto desidratado contém, em média, 11 % de ácido ascórbico considerando-se as perdas mínimas e 5 % de β -caroteno. O alto conteúdo de ácido ascórbico e β -caroteno no produto final desidratado e o excelente sabor da polpa reconstituída, em relação à polpa fresca, faz com que a liofilização seja considerada um processo superior de desidratação tanto no aspecto nutritivo como no das propriedades organolépticas. Verifica-se, no entanto, que o custo deste processo é mais elevado.

Devido à limitação existente, em relação ao uso do suco de acerola, por causa do escurecimento e perda de "flavor" que este sofre, durante a pasteurização e enlatamento, SANTINI JR. & NEVAREZ (1955) propõem um método para extrair e cristalizar o ácido ascórbico da acerola, usando resinas trocadoras de íons. Uma resina trocadora de cátion é usada para baixar o pH do suco para 2,0 e uma resina trocadora de ânion é usada para absorver o ácido ascórbico. Este é extraído da resina com uma solução de HCl. O rendimento obtido em escala de laboratório foi elevado e se espera que, em um processo comercial, o rendimento seja em torno de 88 %. Este processo de cristalizar o ácido ascórbico da acerola provou ser de alto custo.

3 - MATERIAL

A matéria-prima utilizada neste trabalho consistiu de frutos de acerola de três clones, cultivados em plantios experimentais da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Caucaia-CE. Estes clones foram denominados de UFC, Mt Gr (Matos Grande) e Mt Peq (Matos Pequeno), tendo em vista suas características em relação ao tamanho do fruto e fonte de obtenção das mudas.

As aceroleiras foram plantadas em períodos diferentes: o clone UFC em abril de 1988 e os clones Mt Gr e Mt Peq em abril de 1989. A região em que foram plantadas apresenta clima de região litorânea e precipitação média anual de 1970,8 mm. Tem solo do tipo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico e altitude considerada ao nível do mar.

O plantio possui irrigação do tipo microaspersão (6-12 l/dia) e adubação orgânica.

Os frutos foram sempre colhidos manualmente, no início da manhã, em estágio de maturação, entre parcialmente maduros e maduros e acondicionados em recipientes, dentro de caixas de isopor, para que não sofressem danos durante o transporte. Em seguida, os frutos foram então lavados, selecionados e processados. Todos os frutos utilizados na caracterização física, química e físico-química, foram colhidos durante a safra de dezembro/90.

4 - MÉTODOS

4.1 - Obtenção da polpa

Os frutos ao serem recebidos, no laboratório da Fábrica Escola da UFC, foram lavados com água corrente, a fim de retirar resíduos de areia e alguma sujidade que estivesse agregada. Logo em seguida foi feita, uma seleção dos frutos, para separação daqueles que estivessem machucados ou já amolecidos devido ao avançado grau de maturação ou alguma injúria sofrida no transporte.

Depois da seleção, utilizou-se um desintegrador de laboratório, dotado de hélice plástica, para a obtenção da polpa. Em seguida, a polpa foi peneirada (peneira de aço inox de 20 mesh), para separar as sementes e uniformizar a polpa.

4.2 - Tratamento da polpa por diferentes processos de conservação

Com o objetivo de estudar a estabilidade da polpa, obtida do clone que apresentou maior teor de ácido ascórbico e investigar principalmente a retenção de vitamina C no produto, foram utilizados dois métodos de conservação, quais sejam, pasteurização e congelamento.

Estes métodos consistiram, inicialmente, em realizar um pré-aquecimento na polpa a 80 °C por 2 minutos, sendo em seguida feito o acondicionamento em garrafas de 200 ml e fechamento por encapsuladeira manual.

No método da pasteurização depois do pré-aqueci-

mento, enchimento e fechamento, o material foi aquecido em banho-maria, à temperatura de 100 °C durante 15 minutos. Em seguida, foi feito o resfriamento com água corrente e armazenamento à temperatura ambiente.

No método de conservação, por congelamento, tomou-se a polpa, depois de ser realizado também o pré-aquecimento, enchimento e fechamento, procedeu-se o resfriamento com água corrente até ser atingida a temperatura ambiente para, logo depois, ser armazenado em congelador a uma temperatura de (-18 °C).

Este estudo de estabilidade da polpa, submetida a processo de preservação por alta e baixa temperatura, foi realizado no período de 90 dias, sendo procedidas análises de pH, acidez, sólidos solúveis, tanino e ácido ascórbico, em intervalos de 15 dias.

A FIGURA 6 mostra o fluxograma do processo de obtenção e conservação da polpa, por pasteurização e por congelamento.

4.3 - Liofilização da polpa

A polpa de acerola, sem sofrer pré-aquecimento, foi formulada com adição de amido de milho, na proporção de 12 % em peso e em seguida submetida à liofilização (liofilizador Virtis, a uma pressão de 760 mmHg, durante 24 h). A polpa liofilizada foi triturada em gral e depois peneirada, usando-se peneiras de aço inox de 60 mesh. Após a peneiragem, o material foi então encapsulado, utilizando-se encapsuladeira manual e cápsulas de gelatina. Cada cápsula continha 250 mg de polpa liofilizada. Este encapsulamento foi feito com a ajuda do pessoal técnico da Faculdade de Farmácia da UFC.

A escolha do teor de amido na formulação em 12 %, decorreu de várias tentativas, onde utilizaram-se proporções como 8 %, 10 % e 15 % e através da avaliação de todos

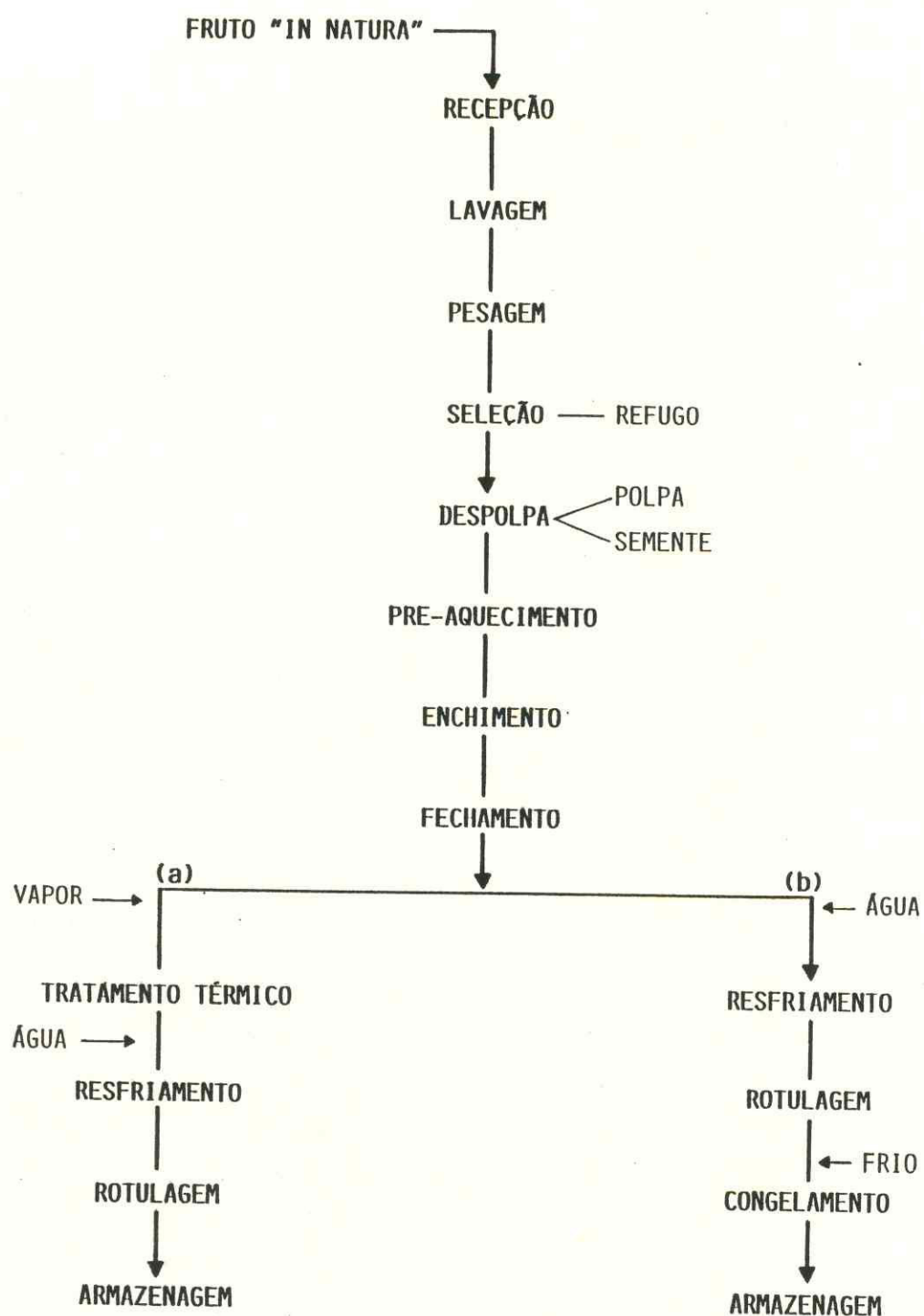


FIGURA 6 - Fluxograma de obtenção e conservação da polpa de acerola (*Malpighia glabra* L.)

a) conservação por alta temperatura

b) conservação por baixa temperatura

os resultados, em relação ao aspecto do material obtido, o teor de umidade, o rendimento e o teor de vitamina C, verificou-se ser de 12 % a proporção mais indicada.

A FIGURA 7 mostra o fluxograma de obtenção do produto liofilizado.

4.4 - Determinações físicas

4.4.1 - Dimensões

As medidas de diâmetro maior e diâmetro menor no fruto foram realizadas com auxílio de um paquímetro metálico de marca MAUb.

4.4.2 - Pesos

Os pesos dos frutos, polpa e sementes foram determinados com o auxílio de balança analítica Mettler, modelo P1000, com capacidade de 300 g.

4.4.3 - Volume

O volume dos frutos foi determinado por imersão dos mesmos em água destilada, à temperatura de 28 °C, em proveta graduada, através da diferença de altura da coluna líquida, antes e depois da imersão do fruto na mesma.

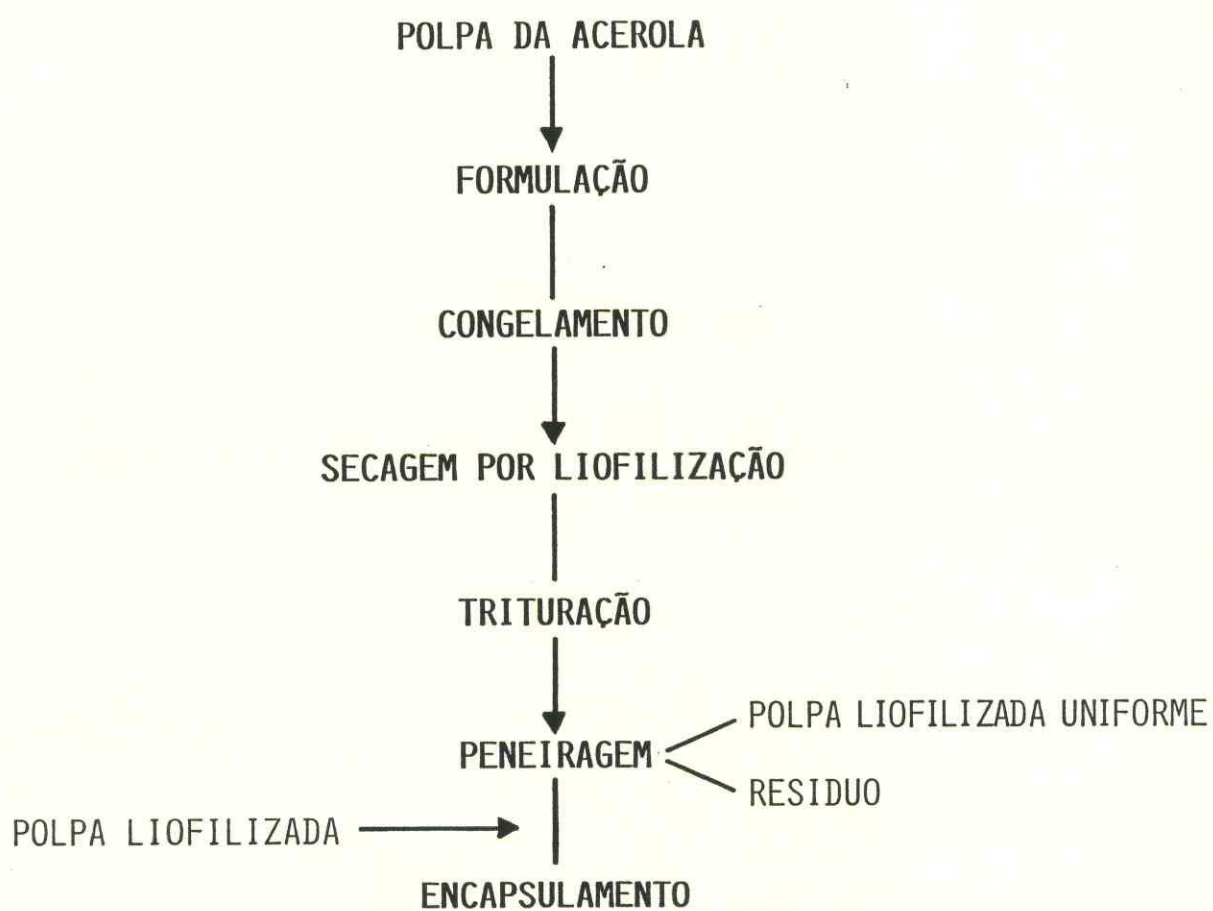


FIGURA 7 - Fluxograma de obtenção da polpa de acerola liofilizada.

4.4.4 - Densidade

A densidade dos frutos foi obtida através da relação entre peso e volume.

4.4.5 - Rendimento

Para obtenção do rendimento de polpa do fruto, relacionou-se o peso dos frutos com o peso da polpa obtida.

A percentagem de refugo foi obtida relacionando-se o peso dos frutos com o peso das sementes e a perda foi determinada por diferença, sendo atribuída aos resíduos retidos na peneira.

Foi calculado também o rendimento da polpa liofilizada, relacionando-se o peso da polpa congelada, submetida à liofilização e o peso do pó obtido.

4.5 - Determinações químicas e físico-químicas

4.5.1 - Preparo da amostra

A polpa utilizada, para a caracterização química e físico-química do fruto, foi obtida por processo já descrito e manuseada ainda fresca, nas dosagens de ácido ascórbico, tanino, pH, sólidos solúveis e acidez titulável total. As demais análises forem realizadas em polpa congelada.

Para o estudo da estabilidade da polpa, foram analisadas amostras processadas, pelos processos de conservação descritos, em intervalos de 15 dias, durante 90 dias. Neste estudo acompanhou-se a estabilidade química do produto, dosando-se periodicamente a quantidade de ácido ascór-

bico, tanino, acidez, pH e sólidos solúveis.

Na polpa liofilizada, foram realizadas apenas as determinações de umidade, teor de ácido ascórbico e rendimento do processo.

4.5.2 - pH

As medidas de pH foram efetuadas em pH metro Micronal, modelo B374, aferido à temperatura de 25 °C.

A amostra de polpa utilizada nesta determinação foi diluída na proporção de 1:4.

4.5.3 - Sólidos solúveis

Uma pequena porção da polpa, já homogeneizada, foi colocada no prisma de um refratômetro aus-JENA Modell I, obtendo-se a leitura em °Brix, à temperatura de 28 °C.

4.5.4 - Acidez titulável total

Esta determinação foi realizada, segundo técnica descrita nas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Pesou-se cerca de 3 g da amostra homogeneizada, a qual foi diluída em 100 ml de água destilada.

No Erlenmeyer, contendo a amostra diluída foram adicionadas algumas gotas do indicador fenolftaleína. Para a titulação, usou-se hidróxido de sódio 0,1 N até a obtenção da coloração rósea tênue.

No cálculo da acidez, aplicou-se a fórmula indicada a seguir, onde o resultado é dado em percentagem de áci-

do málico.

$$\text{Acidez titulável total (\% de ácido málico)} = \frac{100 \times V \times f \times 0,067045}{P}$$

onde: V = número de ml de NaOH 0,1 N gasto na titulação

f = fator da solução de NaOH 0,1 N

P = número de gramas da amostra analisada

4.5.5 - Relação °Brix/acidez (grau de doçura)

Obtida pela relação entre os resultados determinados nos itens 4.5.3 e 4.5.4.

4.5.6 - Ácido ascórbico

As determinações de ácido ascórbico foram efetuadas, seguindo-se o método colorimétrico descrito por PEARSON (1976).

4.5.6.1 - Preparo dos reagentes

a) Solução padrão de ácido ascórbico - preparou-se uma solução de ácido ascórbico a 0,1 %, em solução de ácido oxálico a 0,4 %.

b) Soluções de trabalho - tomou-se, respectivamente, 1, 2, 3, 4 e 5 ml da solução padrão de ácido ascórbico e completou-se cada volume para 100 ml, em balão volumétrico, usando a solução de ácido oxálico a 0,4 %. Estas soluções continham, respectivamente, 1, 2, 3, 4 e 5 mg de ácido ascórbico por 100 ml.

c) Solução corante padrão - dissolveram-se 12 mg de

2,6-diclorofenolindofenol em água quente e completou-se o volume para 1000 ml, filtrando-se posteriormente.

4.5.6.2 - Elaboração da curva padrão

a) Ajustou-se o espectrofotômetro com água destilada, em um comprimento de onda de 520 nm.

b) Ao tubo nº 1, adicionou-se 1 ml da solução de ácido oxálico 0,4 % e 9 ml da solução corante padrão. Agitou-se, introduziu-se o tubo no aparelho e efetuou-se a leitura (L_1) num intervalo de tempo de no máximo 15 segundos. Reajustou-se o aparelho para zero, usando agora outro tubo (tubo nº 2) contendo, 1 ml de cada solução de trabalho e 9 ml de água destilada, (L_0). Fez-se uma segunda leitura, adicionando-se ao tubo nº 3, 1 ml de cada solução de trabalho e 9 ml da solução corante padrão (L_2). Imediatamente, adicionou-se ainda ao tubo nº 3, alguns cristais de ácido ascórbico puro e fez-se novamente a leitura (L_{2a}). Construiu-se uma curva padrão, grafando nas abcissas a concentração de ácido ascórbico (mg/100 ml) e nas ordenadas o resultado de $L_1 - (L_2 - L_{2a})$, para cada solução.

4.5.6.3 - Análise da amostra

Pesou-se cerca de 2 g de polpa e adicionou-se 200 ml de ácido oxálico 0,4 %. Feita a homogeneização durante 2 minutos, o material foi filtrado. Como a polpa de acerola tem elevado teor de ácido ascórbico, foi necessária uma segunda diluição, para que a leitura ficasse dentro da faixa do gráfico da curva padrão. Tomaram-se então, 20 ml do filtrado e diluiu-se para um volume de 100 ml usando ácido oxálico 0,4 %. Foram procedidas as leituras de L_1 , L_2 e L_{2a} no espectrofotômetro, como descrito no item 4.5.6.2.

Para o cálculo dos resultados, utilizou-se a fórmula $L_1 - (L_2 - L_{2a})$. Com o valor obtido, fez-se uso do gráfico da curva padrão, encontrando-se o correspondente valor de ácido ascórbico em mg/100 ml da solução.

4.5.7 - Taninos

O teor de taninos foi determinado, segundo o método colorimétrico de Folin-Denis, recomendado pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1975.

4.5.7.1 - Preparo dos reagentes

a) Solução de Folin-Denis - foram homogeneizados em 750 ml de água destilada, 100 g de tungstato de sódio, 20 g de ácido fosfomolibdico e 50 ml de ácido fosfórico a 85 %. Aqueceu-se sob refluxo durante 2 h, esfriou-se e completou-se o volume para 1000 ml.

b) Solução saturada de carbonato de sódio - pesaram-se 35 g de carbonato de sódio anidro, que foi diluído em 100 ml de água destilada à temperatura de 70-80 °C.

c) Solução padrão de ácido tânico - pesou-se 0,1 g de ácido tânico e diluiu-se para 1000 ml de água destilada.

4.5.7.2 - Elaboração da curva padrão

Em balões volumétricos de 100 ml, foram pipetadas alíquotas de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ml da solução padrão de ácido tânico. Em seguida, foram adicionados a cada balão, 70 ml de água destilada e 5 ml da solução de Folin-Denis. Após agitar, adicionaram-se 10 ml da solução saturada de carbonato

de sódio anidro, completou-se o volume e após 30 minutos de repouso, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a 760 nm.

Com os valores obtidos das absorbâncias, nas diferentes concentrações, construiu-se uma curva padrão utilizada para análise das amostras.

4.5.7.3 - Análise da amostra

Pesou-se cerca de 5,5 g da amostra e diluiu-se com 200 ml de água destilada. Aqueceu-se a solução por 15 minutos a 60 °C. Esfriou-se em água corrente, homogeneizou-se a solução e filtrou-se em seguida.

Em balão volumétrico de 100 ml, adicionaram-se 10 ml do filtrado e completou-se o volume com água destilada. Uma segunda diluição foi realizada, ainda em balão de 100 ml tomando-se agora 5 ml desta solução anterior, pelo fato da polpa de acerola apresentar teor de tanino bem elevado. A esta 2ª diluição, foi adicionado 5 ml da solução de Folin-Denis e 10 ml da solução de carbonato de sódio saturada, completando-se o volume para 100 ml com água destilada. Deixou-se em repouso por 30 minutos, filtrou-se e, em seguida, procedeu-se a leitura a 760 nm, utilizando-se a curva padrão para expressar os resultados.

4.5.8 - Umidade

Foi empregado o método recomendado pelo AOAC (1975).

Pesaram-se, aproximadamente, 2,5 g de amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada que, em seguida, foi colocada em estufa a vácuo a 68 °C, onde o material foi dessecado até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100 g da amostra.

4.5.9 - Proteína

Foi determinada através do processo de Kjeldahl, com a modificação de Winkler, segundo MARKLEY & HANN (1925).

Pesou-se cerca de 0,5 g de amostra e transferiu-se para um balão de Kjeldahl, adicionando-se ainda 6 ml de H_2SO_4 concentrado e 1,5 g da mistura catalítica (preparada misturando 9,5 g de Na_2SO_4 com 1,5 g $CuSO_4$). Efetuou-se a digestão, deixou-se esfriar e acrescentaram-se 25 ml de água destilada, para dissolver os sais. Adicionaram-se 15 ml de NaOH 13 N e destilou-se cerca de 2/3 do volume inicial, utilizou-se como solução receptora 20 ml de ácido bórico e 50 ml de solução indicadora (verde de bromocresol e vermelho de metila, 1:1). Após a destilação, titulou-se o borato de amônia, usando solução de H_2SO_4 0,1 N de fator conhecido.

O cálculo do percentual de proteína foi feito através da fórmula:

$$\text{Proteína \%} = \frac{V \times 0,14 \times f \times 6,25}{P}$$

onde: V = volume de H_2SO_4 gasto na titulação

f = fator da solução de H_2SO_4 - 0,1 N

P = peso da amostra analisada

4.5.10 - Lipídios

Empregou-se o método descrito nas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Amostras dessecadas contendo cerca de 2 g, foram pesadas em cartuchos de celulose e cobertos com algodão. A extração com hexano, por 24 h, efetuou-se em extrator contínuo de Soxhlet, cujo balão foi previamente tarado. Evaporou-se o solvente, colocando o balão com resíduo em estufa

a 105 °C até peso constante. O teor de lipídios foi calculado com a relação entre o peso seco do resíduo no balão de extração (lipídios extraídos) e o peso da amostra, sendo o resultado expresso então em percentagem.

4.5.11 - Fibra

Empregou-se o método citado por WINTON & WINTON (1958).

Cerca de 2 g de amostra dessecada e desengordurada foi colocada em erlenmeyer de 500 ml, juntamente com 200 ml de ácido sulfúrico 1,25 %, previamente aquecido. O frasco foi aquecido sob refluxo durante 30 minutos. Filtrou-se e lavou-se o resíduo com água destilada quente.

Este resíduo foi transferido para o mesmo erlenmeyer com auxílio de 200 ml de solução de hidróxido de sódio a 1,25 %, anteriormente aquecida. Novamente o frasco foi aquecido sob refluxo até a ebulição por 30 minutos. Em seguida, filtrou-se com papel de filtro de cinza conhecida, previamente dessecado em estufa a 105 °C e tarado.

O resíduo foi lavado sucessivas vezes com água destilada quente, até que o filtrado não apresentasse alcalinidade. Logo após, foram feitas três lavagens com álcool etílico e três com éter etílico. Deixou-se o éter volatilizar e o resíduo foi posto em estufa à 105 °C, até alcançar peso constante.

Incinerou-se o resíduo em forno mufla a 550°C, utilizando um cadinho de porcelana previamente tarado. Deixou-se esfriar e pesou-se até peso constante.

O teor de fibra da amostra foi calculado pela diferença entre a fibra total e a fração mineral da fibra.

4.5.12 - Cinza

Foi determinada segundo o método descrito nas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Cerca de 5 g de amostra foram pesados em cadinho de porcelana previamente tarado. Em seguida, a amostra foi levada para ser evaporada em banho-maria e posteriormente carbonizada diretamente em bico de Bunsen. Feita a carbonização, a amostra foi incinerada em forno mufla à 550 °C até a cinza apresentar-se totalmente branca.

O teor de cinza foi obtido pela diferença entre o peso do cadinho com a cinza e o peso bruto do cadinho, após a incineração. Relacionou-se o resultado para 100 g da amostra.

4.5.13 - Açúcares redutores, em glicose

Empregou-se a técnica citada pelas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Pesaram-se cerca de 5 g da amostra em um béquer de 250 ml. Adicionaram-se 50 ml de água destilada e aqueceu-se em banho-maria por 5 minutos. Após resfriar a amostra, transferiu-se para um balão volumétrico de 100 ml e completou-se o volume. Filtrou-se em seguida, transferindo o filtrado para uma bureta de 25 ml.

Em um erlenmeyer de 250 ml, adicionaram-se 10 ml de cada solução de Fehling e 40 ml de água destilada. Aqueceu-se a ebulição. Iniciou-se a titulação, gotejando-se a solução contida na bureta até descoramento total e formação de precipitado vermelho tijolo, colocando-se próximo ao final da titulação, algumas gotas do indicador azul de metileno a 0,2 %, para melhor visualização do ponto final da reação.

Para o cálculo da percentagem dos açúcares redutores em glicose, empregou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Açúcares redutores, em glicose \%} = \frac{100 \times A \times a \times F}{P \times V}$$

onde: A = volume (ml) a que a amostra foi diluída

a = número de gramas de glicose correspondente a 10 ml das soluções de Fehling

P = peso da amostra em gramas

V = volume (ml) de solução da amostra gasto na titulação

F = 0,686 = fator de correção para o ácido ascórbico.

4.5.14 - Açúcares não redutores, em sacarose

Para esta determinação, utilizou-se a técnica citada pelas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Retirou-se uma alíquota de 25 ml da solução da amostra preparada para açúcares redutores, após a filtração, e transferiu-se para um balão volumétrico de 100 ml. Adicionaram-se 5 ml de ácido clorídrico concentrado e aqueceu-se em banho-maria à temperatura de 70-80 °C, durante 30 minutos. Após resfriar a amostra, procedeu-se a neutralização com solução saturada de carbonato de sódio e completou-se o volume com água destilada. Transferiu-se a solução para uma bureta de 25 ml e procedeu-se a titulação a quente, como descrito para açúcares redutores.

Os resultados foram expressos em sacarose %, através da seguinte fórmula:

$$\text{Açúcares não redutores, em sacarose \%} = \left| \frac{100 \times A \times a}{S \times V} - B \right| \times 0,95$$

onde: A = volume (ml) a que a amostra foi diluída

a = número de gramas de glicose correspondente a 10 ml das soluções de Fehling

S = número de gramas da amostra usada na inversão

V = volume (ml) de solução da amostra gasto na titulação

B = número de gramas de glicose % obtidos em açúcares redutores.

4.5.15 - Minerais

O ferro e o fósforo foram determinados a partir da solução clorídrica das cinzas, de acordo com as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

As cinzas obtidas, como descrito anteriormente (no item 4.5.12.), adicionaram-se cerca de 3 ml de ácido clorídrico 1:1 e aqueceu-se até a ebulição. Adicionou-se, em seguida, uma pequena quantidade de água destilada e filtrou-se para um balão volumétrico de 100 ml. Repetiu-se esta operação de adição de HCl 1:1, aquecimento e adição de água destilada ao cadinho para logo depois, filtrar-se novamente no mesmo filtro.

Lavou-se sucessivas vezes o cadinho com água destilada, em seguida, transferindo-a para o balão volumétrico. Completou-se o volume, obtendo-se assim, a solução clorídrica das cinzas.

O cálcio não foi dosado a partir desta solução, pois foi determinado por método de absorção atômica.

4.5.15.1 - Ferro

Determinação feita conforme método colorimétrico descrito nas Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Em um balão de 50 ml, colocaram-se 20 ml da solução clorídrica das cinzas, 1 ml de ácido clorídrico concentrado, 1 ml de cloridrato de hidroxilamina a 10 %, 5 ml de solução tampão de acetato de amônio e 2 ml de solução de ferantrolina a 0,1 %. Completou-se o volume com água destilada, agitou-se e deixou-se em repouso por 30 minutos.

Depois deste tempo, efetuou-se a leitura da transmitância das amostras, em espectrofotômetro a 510 nm. A quantidade de ferro (mg/100 g) foi determinada através de curva padrão, previamente estabelecida.

4.5.15.2 - Cálcio

Foi determinado por método de absorção atômica, exposto por WALSH (1955).

Pesou-se 1 g de polpa úmida, em um bēquer, e adicionaram-se 10 ml de ácido nítrico concentrado. Aqueceu-se à temperatura de 120 °C, em placa de aquecimento, durante 40 minutos. Em seguida, adicionaram-se 4 ml de ácido perclórico, elevando a temperatura para cerca de 220 °C (gradativamente). Procedeu-se a leitura em aparelho de absorção atômica - Perkin-Elmer 400 de feixe duplo, calculando-se o teor de cálcio em mg/100 g de acordo com medidas de solução padrão de concentrações conhecidas.

4.5.15.3 - Fósforo

Empregou-se o método colorimétrico vanadato-molibdato, descrito por PEARSON (1976).

Transferiram-se 10 ml da solução clorídrica das cinzas para um balão volumétrico de 50 ml. Adicionou-se 1 ml de solução de hidróxido de amônio 1:1, 2 ml de solução de ácido nítrico 1:2 e 20 ml de solução de molibdato de vanadato de amônia. Completou-se o volume com água destilada, agitou-se e deixou-se em repouso por 30 minutos. Decorrido este tempo, procedeu-se a leitura da transmitância, em espectrofotômetro a 470 nm. Determinou-se o teor de P em mg/100 g, usando uma curva padrão previamente elaborada.

4.6 - Análise estatística

A análise estatística, relacionada com a caracterização física, química e físico-química dos três diferentes clones de acerola (UFC, Mt Peq e Mt Gr), foi do tipo descritivo, onde cada determinação ou medida teve seu conjunto de observações sumarizados pela média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Em relação à análise estatística aplicada ao estudo da estabilidade da polpa de acerola, tomou-se por base um experimento com dois fatores, classificados de forma hierárquica, sendo um subfator do outro, de acordo com PERES & SALDIVA (1982). Especificando melhor, o fator tempo, com 7 níveis (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90) funcionou como subfator do fator temperatura com 2 níveis (alta e baixa). As variáveis submetidas à análise de variância, dentro do experimento aqui especificado, foram acidez, tanino e vitamina C. As variáveis pH e °Brix, não foram analisadas neste contexto, por apresentarem variabilidade nula em cada nível de tempo e temperatura. Caso na análise de variância o fator tempo versus temperatura apresentasse um efeito significativo, aplicava-se o teste de Dunnet, de acordo com BOX et al (1978), para se verificar a partir de que tempo a estabilidade deixava de existir.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Determinações físicas e rendimento

As medidas físicas dos 50 frutos tomados ao acaso, tais como, peso do fruto, diâmetro maior, diâmetro menor, volume e densidade dos clones UFC, Mt Peq e Mt Gr, estão apresentadas nas TABELAS 12, 13 e 14, respectivamente.

A TABELA 15 apresenta as médias, desvios padrões e coeficientes de variação para todas as medidas determinadas.

Comparando os pesos obtidos dos 50 frutos (TABELAS 12, 13 e 14) observa-se as seguintes variações para cada clone: UFC; 3,6 - 6,4 g (peso médio = 4,78 g); Mt Peq: 2,6 - 7,4 g (peso médio = 3,80 g) e Mt Gr: 3,8 - 9,4 g (peso médio = 6,16 g).

Os três clones apresentam uma variação de 2,6 a 9,4 g em relação ao peso, estando de acordo com os resultados obtidos por SIMÃO (1971), que afirma que o peso dos frutos de acerola varia de 2 a 10 g, mas um pouco abaixo dos níveis citados por CLEIN (1956), de 7 a 12 g e de AROSTEGUI et al (1955) e MEDEIROS (1969), de 9 a 12 g.

Com relação ao diâmetro, nos três clones estudados, foram encontradas as seguintes variações:

- diâmetro maior: UFC: 1,70 - 2,30 cm; Mt Peq: 1,62 - 2,44 cm; Mt Gr: 1,87 - 2,54 cm.

- diâmetro menor: UFC: 1,46 - 1,92 cm; Mt Peq: 1,20 - 1,90 cm; Mt Gr: 1,60 - 2,21 cm.

Referidos valores citados estão de acordo com os de LEDIN (1958), que afirma que o diâmetro do fruto varia

TABELA 12 - Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (*M. glabra* L.) do clone UFC, escolhidos ao acaso.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
01	4,5	2,13	1,70	5,00	0,90
02	4,7	2,05	1,70	5,00	0,94
03	3,7	1,90	1,64	5,00	0,74
04	4,4	1,98	1,62	5,00	0,88
05	3,6	1,87	1,49	3,25	1,11
06	6,2	2,30	1,87	6,25	0,99
07	6,3	2,28	1,85	7,50	0,84
08	4,3	1,99	1,64	5,00	0,86
09	4,0	1,94	1,52	3,25	1,23
10	5,3	2,00	1,65	5,00	1,06
11	4,6	2,00	1,55	5,00	0,92
12	5,2	2,11	1,70	5,00	1,04
13	5,7	2,22	1,80	5,00	1,14
14	5,6	2,13	1,90	5,00	1,12
15	4,5	1,95	1,72	5,00	0,90
16	3,9	2,02	1,52	2,50	1,56
17	4,3	1,95	1,60	3,75	1,15
18	4,0	1,98	1,60	2,50	1,60
19	5,7	1,70	1,73	7,50	0,76
20	4,7	2,15	1,57	5,00	0,94
21	4,6	2,10	1,66	5,00	0,92
22	5,6	2,12	1,83	6,25	0,90
23	4,7	2,04	1,67	5,00	0,94
24	5,1	2,10	1,63	5,00	1,02
25	4,4	1,98	1,60	5,00	0,88

(continua)

TABELA 12 - Continuação.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
26	4,3	2,08	1,58	5,00	0,86
27	5,0	2,12	1,71	5,00	1,00
28	4,2	2,10	1,59	2,50	1,68
29	4,5	2,00	1,74	3,25	1,38
30	3,7	1,91	1,60	3,25	1,14
31	4,7	2,04	1,74	5,00	0,94
32	5,6	2,08	1,80	5,00	1,12
33	4,9	2,05	1,70	5,00	0,98
34	4,0	1,93	1,60	3,25	1,23
35	5,6	2,13	1,80	5,00	1,12
36	4,7	2,08	1,70	5,00	0,94
37	5,7	2,28	1,92	6,25	0,91
38	4,8	2,16	1,74	5,00	0,96
39	3,7	1,91	1,58	3,75	0,99
40	5,9	2,20	1,84	5,00	1,18
41	6,4	2,27	1,76	7,50	0,85
42	4,3	1,95	1,50	3,75	1,15
43	4,5	2,12	1,65	5,00	0,90
44	3,9	2,02	1,46	3,25	1,20
45	3,7	1,80	1,55	2,50	1,48
46	4,5	1,92	1,54	5,00	0,90
47	5,0	2,14	1,80	5,00	1,00
48	5,2	2,25	1,66	5,00	1,04
49	4,7	2,10	1,57	5,00	0,94
50	5,7	2,00	1,74	6,25	0,91

TABELA 13 - Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (*M. glabra* L.) do clone Matos Pequeno (Mt Pequ), escolhidos ao acaso.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
01	3,1	1,78	1,52	2,50	1,24
02	3,6	1,80	1,55	5,00	0,72
03	4,1	1,94	1,68	5,00	0,82
04	3,1	1,64	1,40	2,50	1,24
05	3,2	1,75	1,43	2,50	1,28
06	3,0	1,80	1,25	2,50	1,20
07	6,2	2,40	1,90	6,25	0,99
08	3,8	1,88	1,20	3,25	1,17
09	2,6	1,76	1,35	2,50	1,04
10	5,5	2,20	1,73	5,00	1,10
11	3,4	1,88	1,54	2,50	1,36
12	5,2	2,10	1,78	6,25	0,83
13	3,0	1,79	1,32	2,50	1,20
14	3,0	1,68	1,44	2,50	1,20
15	3,4	1,79	1,55	3,25	1,05
16	3,6	2,00	1,51	3,25	1,11
17	3,0	1,64	1,38	3,25	0,92
18	3,2	1,89	1,58	2,50	1,28
19	3,9	1,98	1,54	3,25	0,98
20	3,2	1,75	1,50	3,25	0,98
21	3,2	1,72	1,46	2,50	1,28
22	5,1	2,22	1,70	5,00	1,02
23	3,7	1,86	1,42	3,25	1,14
24	4,2	2,01	1,60	5,00	0,84
25	4,3	1,91	1,70	3,25	1,32

(continua)

TABELA 13 - Continuação.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
26	4,2	1,96	1,70	5,00	0,84
27	4,2	2,10	1,57	5,00	0,84
28	3,3	1,87	1,43	3,25	1,01
29	2,7	1,62	1,34	2,50	1,08
30	7,4	2,44	1,90	7,50	0,99
31	3,2	1,90	1,52	2,50	1,28
32	3,0	1,76	1,45	2,50	1,20
33	3,8	1,85	1,58	2,50	1,52
34	3,9	1,92	1,57	5,00	0,78
35	4,1	1,97	1,65	2,50	1,64
36	3,3	1,78	1,52	2,50	1,32
37	3,8	1,90	1,55	2,50	1,52
38	3,0	1,82	1,45	2,50	1,20
39	2,7	1,83	1,39	2,50	1,08
40	4,0	1,93	1,58	3,25	1,23
41	4,5	2,05	1,52	5,00	0,90
42	3,1	1,73	1,52	2,50	1,24
43	3,7	2,00	1,57	2,50	1,48
44	4,0	2,07	1,52	5,00	0,80
45	4,7	2,06	1,70	5,00	0,94
46	4,6	2,05	1,58	5,00	0,92
47	4,2	2,00	1,60	5,00	0,84
48	4,0	1,92	1,54	5,00	0,80
49	3,5	1,80	1,48	3,25	1,08
50	3,7	1,92	1,63	2,50	1,48

TABELA 14 - Medidas físicas obtidas de 50 frutos de acerola (*M. glabra* L.) do clone Matos Grande (Mt Gr), escolhidos ao acaso.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
01	5,6	2,30	1,84	5,00	1,12
02	5,7	2,23	1,80	7,50	0,76
03	6,6	2,25	2,10	7,50	0,88
04	6,2	2,33	1,90	5,00	1,24
05	4,4	2,04	1,65	5,00	0,88
06	4,0	1,95	1,60	5,00	0,80
07	5,8	2,10	1,89	5,00	1,16
08	5,7	2,20	1,85	5,00	1,14
09	4,9	2,08	1,71	5,00	0,98
10	5,3	2,05	1,73	5,00	1,06
11	4,3	2,00	1,97	5,00	0,86
12	4,9	2,12	1,72	5,00	0,98
13	3,8	1,87	1,65	5,00	0,76
14	4,7	2,09	1,62	5,00	0,94
15	4,4	2,09	1,61	5,00	0,88
16	6,9	2,34	1,93	7,50	0,92
17	8,0	2,54	2,00	7,50	1,07
18	9,4	2,50	2,20	10,00	0,94
19	5,4	2,10	1,77	5,00	1,08
20	6,5	2,37	1,85	7,50	0,87
21	6,3	2,30	1,90	7,50	0,84
22	7,4	2,41	1,99	7,50	0,99
23	6,8	2,40	1,97	7,50	0,91
24	7,6	2,43	1,89	7,50	1,01
25	5,4	2,25	1,88	5,00	1,08

(continua)

TABELA 14 - Continuação.

Amostra	Peso (g)	Diâmetro maior (cm)	Diâmetro menor (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
26	6,1	2,18	1,88	7,50	0,81
27	6,2	2,20	1,98	7,50	0,83
28	5,5	2,16	1,89	5,00	1,10
29	4,8	2,09	1,80	5,00	0,96
30	5,9	2,32	1,85	5,00	1,18
31	6,8	2,35	2,07	7,50	0,91
32	6,2	2,41	1,90	5,00	1,24
33	5,8	2,29	1,91	5,00	1,16
34	6,5	2,19	1,81	5,00	1,30
35	6,6	2,37	1,74	7,50	0,88
36	8,1	2,44	1,95	7,50	1,08
37	6,0	2,22	1,73	5,00	1,20
38	7,3	2,40	2,08	7,50	0,97
39	7,5	2,43	1,99	7,50	1,00
40	8,2	2,42	2,21	7,50	1,09
41	7,5	2,53	1,90	7,50	1,00
42	6,1	2,19	1,79	7,50	0,81
43	6,1	2,22	1,77	7,50	0,81
44	7,2	2,24	2,07	7,50	0,96
45	7,8	2,45	2,14	7,50	1,04
46	5,2	2,27	1,73	5,00	1,04
47	6,2	2,28	1,89	5,00	1,24
48	5,0	2,17	1,83	5,00	1,00
49	6,2	2,32	1,99	7,50	0,83
50	7,2	2,44	1,77	7,50	0,96

TABELA 15 - Resultados estatísticos obtidos das determinações físicas nos frutos de acerola, dos diferentes clones estudados.

Clones	UFC			Mt Peq			Mt Gr		
	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV
Determinações*									
Peso do fruto (g)	4,78	0,737	15,42	3,80	0,908	23,89	6,16	1,195	19,40
Diâmetro maior (cm)	2,05	0,125	6,10	1,91	0,174	9,11	2,26	0,155	6,86
Diâmetro menor (cm)	1,67	0,112	6,71	1,54	0,142	9,22	1,87	0,147	7,86
Volume (cm ³)	4,77	1,198	25,12	3,62	1,314	36,30	6,30	1,359	21,57
Densidade (g/cm ³)	1,04	0,206	19,81	1,11	0,222	20,00	0,99	0,139	14,04

* Para 50 frutos considerados

$\bar{X}$ = média.

S = desvio padrão.

CV = coeficiente de variação

UFC = Universidade Federal do Ceará.

Mt Peq = Matos Pequeno.

Mt Gr = Matos Grande.

de 1,87 a 2,5 cm, com os de MEDEIROS (1969), 1,3 a 2,8 cm e com os valores de SIMÃO (1971), 1,0 a 2,5 cm, mas um pouco abaixo do valor de AROSTEGUI et al (1955), que foi de 3,13 cm (valor médio).

Analizando os resultados obtidos de peso e diâmetro, pode-se justificar a denominação de Mt Peg (Matos Pequeno) e Mt Gr (Matos Grande), tendo em vista que são os clones que produzem os frutos de menor e maior tamanho, respectivamente.

Em relação ainda à TABELA 15, observa-se que tanto o peso, como o volume e a densidade apresentaram valores de coeficiente de variação elevados, demonstrando destacada irregularidade nestas variáveis, parecendo ser o diâmetro a variável que melhor representa a caracterização física da acerola.

Nas FIGURAS 08, 09 e 10 encontram-se os números de frutos por classes de peso para cada clone, mostrando que em todos, a maior frequência se dá na primeira metade da distribuição.

Os rendimentos de extração de polpa obtidos para cada clone, são mostrados nas FIGURAS 11, 12 e 13, onde se encontrou pequena variação entre os valores dos três clones.

O rendimento de polpa da acerola, que nos três clones apresentou uma média de 71 %, mostrou-se compatível com os valores citados por AROSTEGUI et al (1955) e MOSCOSO (1956). Ambos se referem, que o suco que pode ser extraído do fruto maduro, atinge em média 73 % em peso. ASENJO & MOSCOSO (1950) apresentam também valor médio de 69,6 % para fruto maduro, após obter o suco por extração manual. LEDIN (1958), também afirma que o fruto contém de 60 a 70 % de suco extraível.

Ensaio preliminares, a nível de escala piloto, também foram realizados comprovando que o rendimento de extração de polpa foi da ordem de 70 %.

WENKAM & MILLER (1965) determinaram as porções não comestíveis (refugos) de vários frutos tropicais e informa-

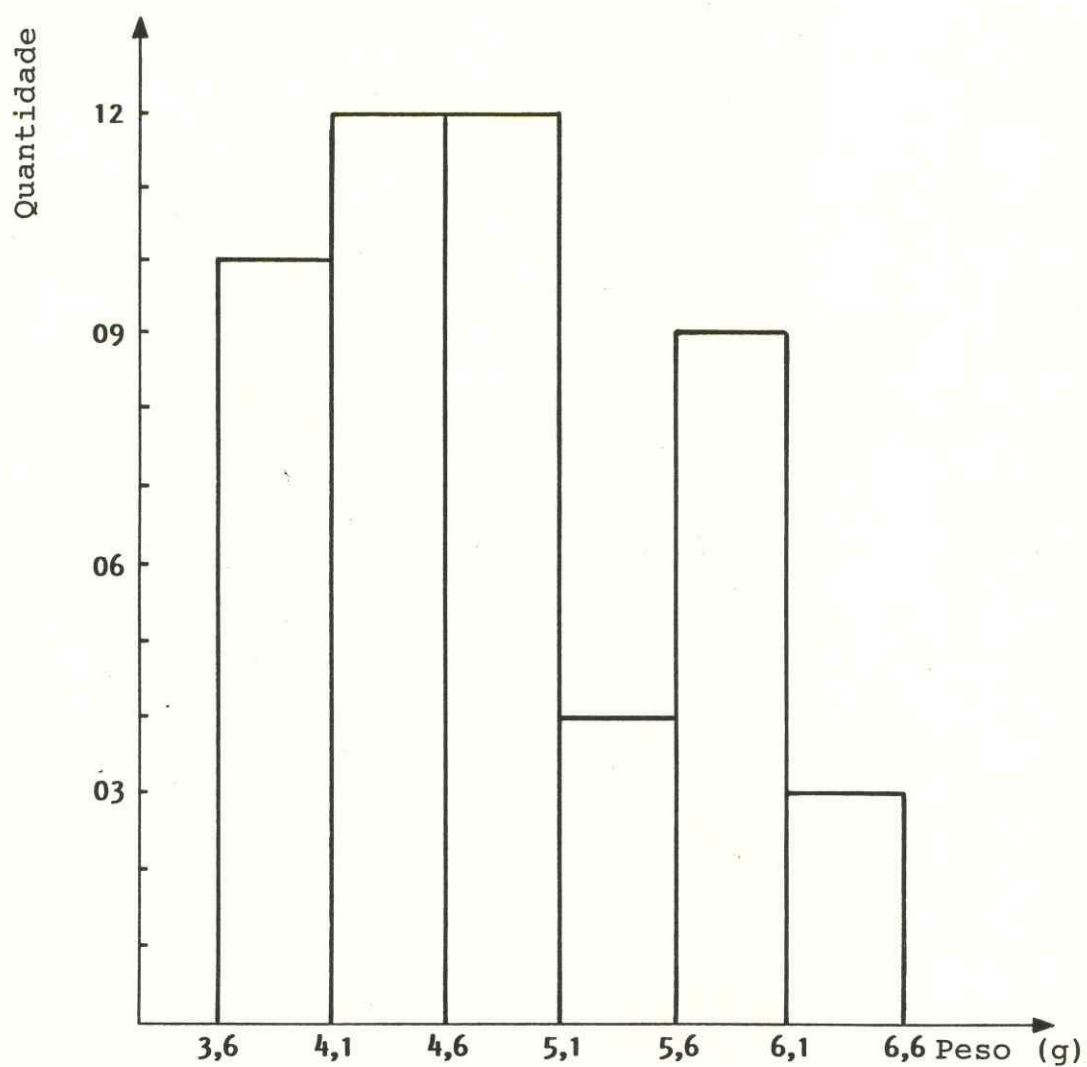


FIGURA 8 - Número de frutos por classes de peso, para 50 frutos de clones UFC, tomados ao acaso.

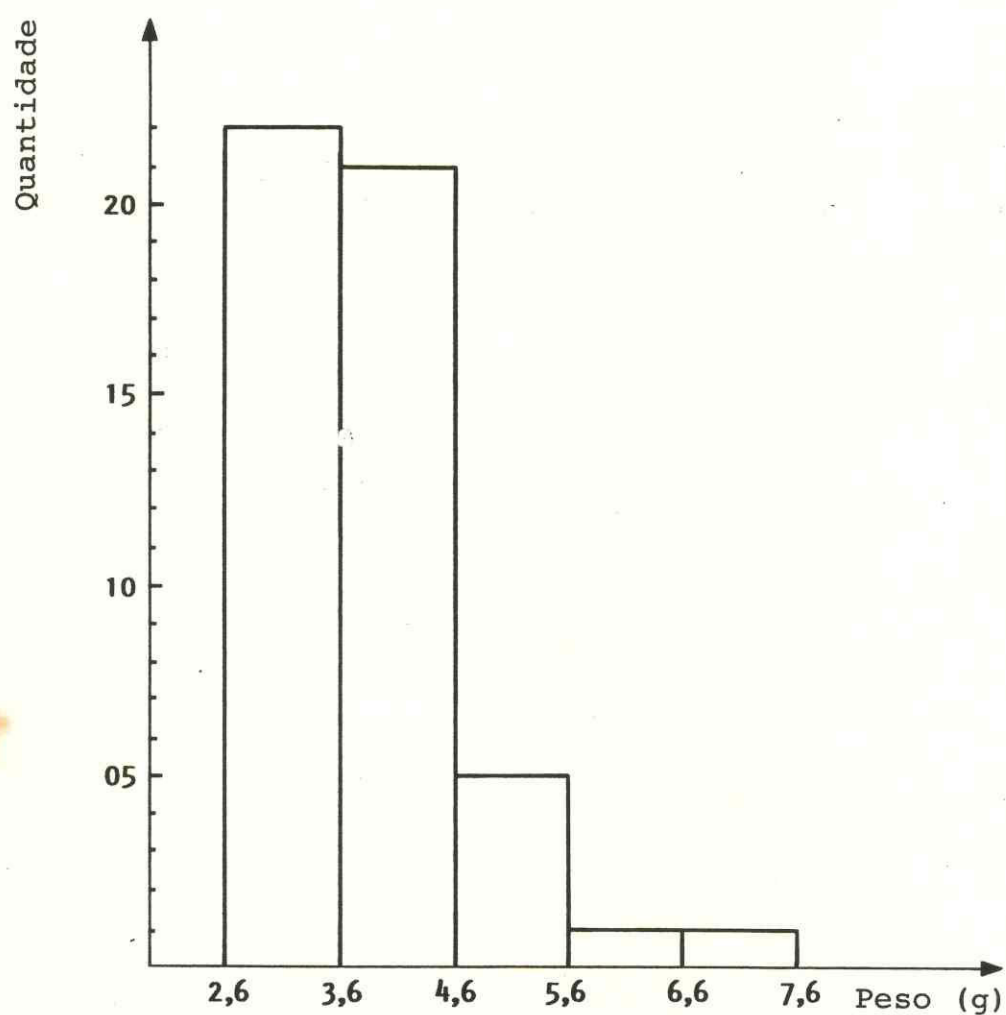


FIGURA 9 - Número de frutos por classes de peso, para 50 frutos do clone Mt Pequeno, tomados ao acaso.

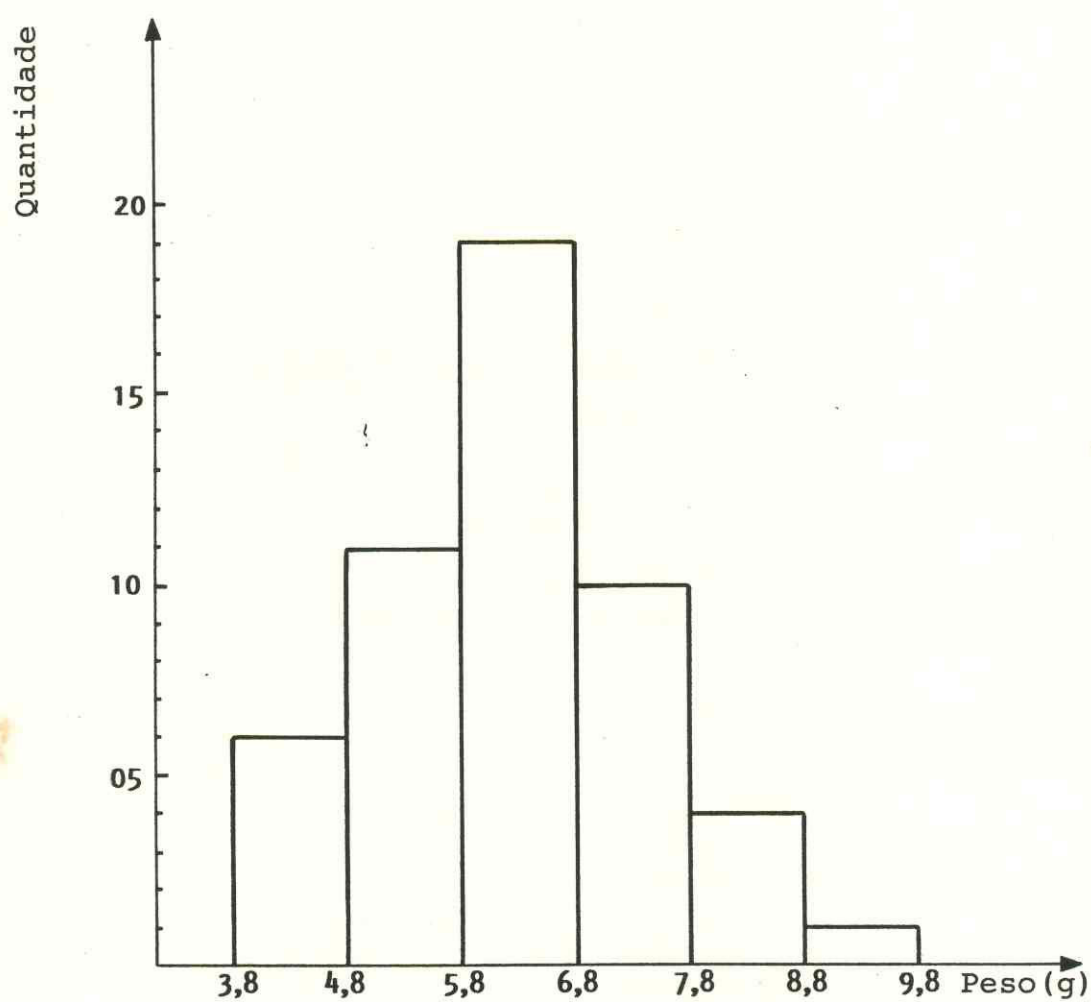


FIGURA 10 - Número de frutos por classes de peso para 50 frutos do clone Mt Gr, tomados ao acaso.

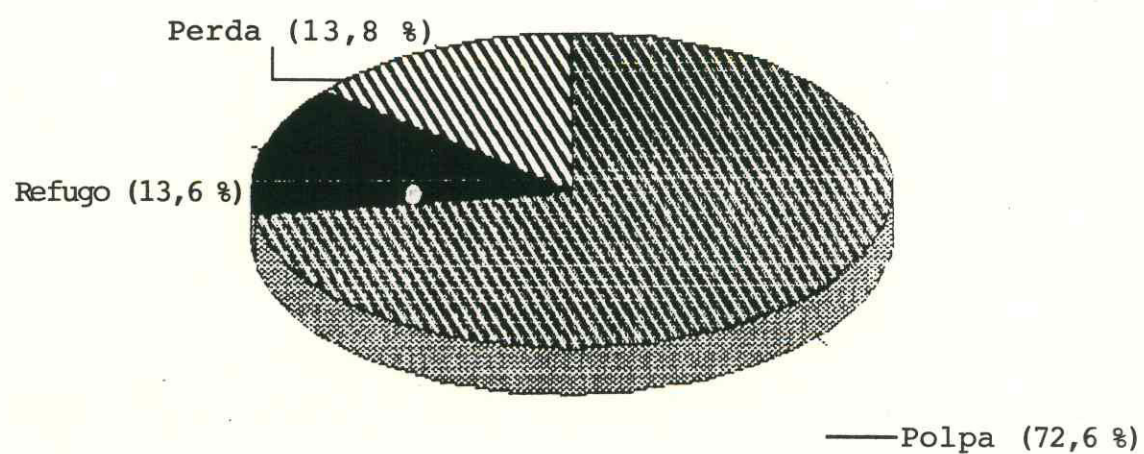


FIGURA 11 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, do clone UFC, obtidos em laboratório.

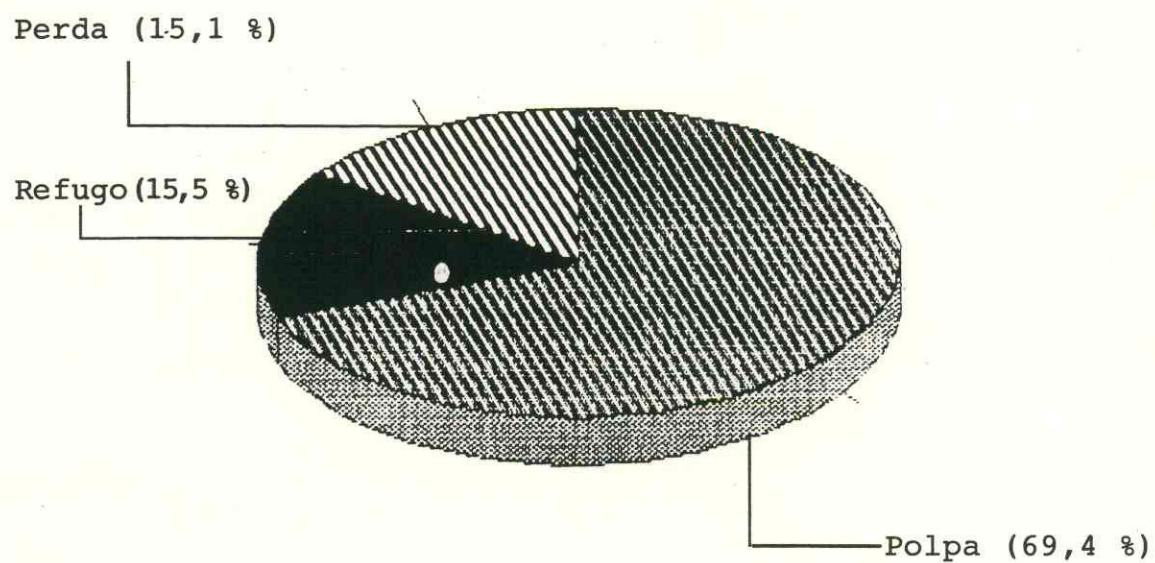


FIGURA 12 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, do clone Mt Peq, obtidos em laboratório.

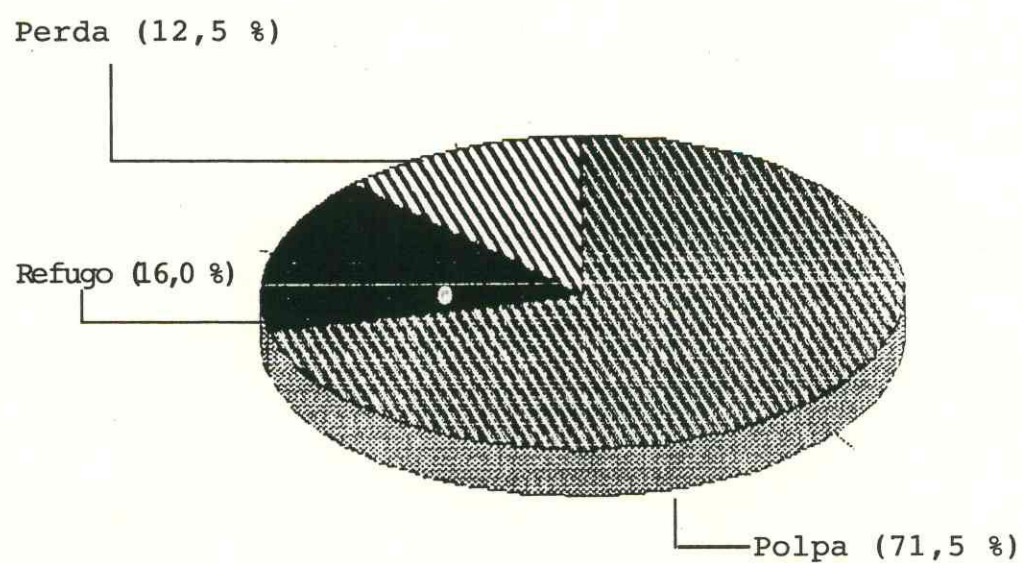


FIGURA 13 - Rendimentos de extração de polpa de acerola, do clone Mt Peg, obtidos em laboratório.

ram ter a acerola 20 % de refugo (semente e talo), o que é inferior aos valores encontrados para outros frutos como abacate (35 %), sapoti (29 %), laranja (49 %), tangerina (32 %) e pitanga (22 %).

PANTASTICO (1975) relata, que o rendimento é um fator muito variável, dependendo das práticas culturais empregadas ou de fatores que reduzem o tamanho e a qualidade do fruto como: irrigação, idade da planta e nutrição mineral.

5.2 - Determinações químicas e físico-químicas

As TABELAS 16 e 17 apresentam, respectivamente, os resultados estatísticos obtidos das análises de composição química e física e das análises químicas e físico-químicas da polpa de acerola, para os três clones estudados.

Analizando comparativamente os resultados obtidos, constata-se que os valores de umidade, proteína e lipídios estão de acordo com a maioria dos frutos tropicais, que apresentam, segundo WENKAM & MILLER (1965), alto conteúdo de umidade (superior a 70 %) e baixo teor de proteína (inferior a 2 %) e de lipídios (inferior a 1 %).

Os teores de umidade obtidos para os três clones (89,09 - 92,33 %) são comparáveis aos valores determinados por DERSE & ELVEHJEM (1954) (92,28 %), FITTING & MILLER (1958) (88,30 - 92,50 %) e WENKAM & MILLER (1965) (91,10 %), sendo superiores aos encontrados por MUNSELL et al (1950) (81,90 - 83,60 %) e WALSECHI & ALMEIDA (1966) (85,43 %).

O conteúdo protéico dos três clones (0,62 - 0,76 %) está próximo aos valores encontrados por WENKAM & MILLER (1965) (0,68 %) e ROCHA (1988) (0,71 %), sendo superiores aos valores de DERSE & ELVEHJEM (1954) (0,39 %) e inferiores aos valores de MUNSELL et al (1950) (1,66 - 1,77 %) e WALSECHI & ALMEIDA (1966) (1,46 %).

GUADARRAMA (1984) afirma que em todos os frutos o

conteúdo de proteínas é baixo, variando desde 1,7 % (do peso fresco) para o abacate a 0,3 % na maçã.

Em relação aos lipídios (0,11 - 0,16 %) os valores encontrados são comparáveis aos determinados por MUNSELL et al (1950) (0,03 - 0,18 %) e WENKAM & MILLER (1965) (0,19 %), sendo inferiores aos de DERSE & ELVEHJEM (1954) (0,34 %) e WALSECHI & ALMEIDA (1966) (0,43 %).

De acordo com a TABELA 16, verifica-se que os teores de fibra dos três clones (0,26 - 0,38 %) encontram-se inferiores aos valores de MUNSELL et al (1950) (0,90-1,20 %), DERSE & ELVEHJEM (1954) (0,43 %) e WENKAM & MILLER (1965) (0,60 %).

CZYHRINCIW (1969) relata que os frutos mais fibrosos são a goiaba com 5,3 %, o caju com 4,32 % e o coco com 3,8 % de fibra. Outros frutos estão numa faixa compreendida entre 0,5 e 1,0 % de fibra. De acordo com esses dados, pode-se admitir que a acerola possui um baixo teor de fibra.

Os teores de cinza encontrados para os três clones (0,36 - 0,41 %) mostraram-se próximos aos de WENKAM & MILLER (1965) (0,45 %) e WALSECHI & ALMEIDA (1966) (0,43 %), sendo inferiores aos valores de MUNSELL et al (1950) (0,77 - 0,82 %) e superiores aos de DERSE & ELVEHJEM (1954) (0,20 %).

Em relação aos minerais, os valores de cálcio variaram de 4,54 a 6,93 mg/100 g nos três clones. Estes valores são inferiores aos de DERSE & ELVEHJEM (1954) (11,7 mg/100 g) e de WENKAM & MILLER (1965) (8,7 mg/100 g).

Segundo WENKAM & MILLER (1965), os frutos de uma maneira geral, são fontes pobres de cálcio, fósforo e ferro. Em relação ao cálcio, o fruto pode ser considerado boa fonte se contiver mais que 30 mg/100 g e uma fonte pobre se contiver menos que 15 mg/100 g. Os frutos considerados como boa fonte de cálcio são a goiaba "Cattley", o mamão e o tamarindo.

Quanto ao teor de fósforo, encontrou-se uma grande variação entre os clones, ou seja, UFC: 17,72 mg/100 g; Mt Peg: 9,70 mg/100 g e Mt Gr: 11,38 mg/100 g. Mesmo assim, os citados valores são comparáveis aos de DERSE & ELVEHJEM

TABELA 16 - Resultados estatísticos obtidos da composição química e física da polpa de acerola, nos três clones estudados.

Determinações*	Clones	UFC			Mt Peq			Mt Gr		
	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV	
Umidade (%)	89,10	0,040	0,04	92,33	0,010	0,01	90,61	0,079	0,09	
Proteína (% N x 6,25)	0,76	0,202	26,58	0,62	0,108	17,42	0,76	0,099	13,03	
Lipídios (%)	0,12	0,015	12,50	0,11	0,012	10,91	0,16	0,021	13,13	
Fibra (%)	0,38	0,031	8,16	0,30	0,021	7,00	0,26	0,036	13,85	
Cinza (%)	0,38	0,031	8,16	0,36	0,040	11,11	0,41	0,030	7,32	
Cálcio (mg Ca/100 g)	6,93	0,163	2,35	6,25	0,156	2,50	4,54	0,318	7,00	
Ferro (Mg Fe/100 g)	0,80	0,157	19,63	0,51	0,006	1,18	0,94	0,172	18,30	
Fósforo Mg P/100 g)	17,72	4,498	25,38	9,70	2,542	26,21	11,38	1,900	16,70	
Açúcares redutores (%)	3,49	0,023	0,67	2,84	0,057	2,01	3,94	0,131	3,31	

* Média de 3 determinações.

TABELA 17 - Resultados estatísticos obtidos das análises químicas e físico-químicas da polpa de acerola, nos três clones estudados.

Determinações*	Clones	UFC			Mt Peq			Mt Gr		
	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV	
pH	3,32	0,000	0,00	3,32	0,000	0,00	3,34	0,000	0,00	
Sólidos solúveis (°Brix)	6,60	0,000	0,00	5,10	0,000	0,00	7,00	0,000	0,00	
Acidez titulável total (ácido málico %)	1,49	0,031	2,08	1,24	0,035	2,80	1,41	0,012	0,85	
Brix/acidez	4,43	0,116	2,62	4,10	0,100	2,44	5,00	0,058	1,16	
**Vitamina c (mg/100 g)	1607,00	132,286	8,23	1398,43	119,992	8,58	1510,12	115,743	7,66	
Tanino (%)	1,94	0,172	8,87	1,39	0,119	8,57	1,74	0,130	7,47	

* Média de 3 determinações.

** Média de 8 determinações.

(1954) (10,9 mg/100 g) e os de WENKAM & MILLER (1965) (16,2 mg/100 g).

Analisando os valores encontrados para ferro (0,51 a 0,94 mg/100 g), pode-se classificar a acerola como uma fonte regular de ferro pois, segundo WENKAM & MILLER (1965), os frutos para serem considerados como boas fontes deste mineral precisam apresentar níveis superiores a 1,0 mg em 100 g de fruto comestível.

No que concerne aos conteúdos de glicídios redutores dos três clones em estudo (2,84 - 3,94 %) observa-se certa semelhança com aqueles encontrados por ASENJO & MOSCOSO (1950) (2,8 a 3,7 mg/100 ml) e aos de SANTINI (1952) (3,7 a 3,9 mg/100 ml),

Segundo HULME (1970), o teor de açúcar de frutos de espécies diferentes, pode variar consideravelmente com o solo, variedade e condições climáticas durante sua vida na planta. Em adição, frutas climatéricas em particular, podem mostrar consideráveis mudanças no conteúdo de açúcar entre a colheita e o pleno desenvolvimento.

Em relação aos açúcares não redutores, estes não foram detectados pois, como explicam SANTINI & HUYKE (1956), a sacarose está presente na acerola em muito pequenas quantidades, não podendo ser avaliada por métodos rotineiros de análise quantitativa.

Quanto aos valores de pH, mostrados na TABELA 17, (3,32 a 3,34 %), observa-se que os mesmos são comparáveis aos encontrados por ASENJO & MOSCOSO (1950) (3,10 a 3,30 %), BROWN (1966) (3,20 a 3,50 %), NAKASONE (1968) (3,50 %) e ROCHA (1988) (3,30 %).

Os teores de sólidos solúveis (°Brix) que se situaram na faixa de 5,10 a 7,00 %, estão próximos aos valores determinados por ASENJO & MOSCOSO (1950) (5,13 a 6,60 %) e por BROWN (1966) (7,0 %), porém um pouco acima do encontrado por ROCHA (1988) (4,70 %).

HULME (1970) afirma que, os tecidos dos frutos maduros têm a característica de reter uma grande quantidade de carboidratos na forma solúvel. WENKAM & MILLER (1965)

acrescentam que os carboidratos nos frutos estão presentes principalmente como amido e açúcares utilizáveis. As calorias são derivadas mormente dos carboidratos, pois muitos frutos são pobres em proteína e gordura. Comparando com igual peso de outros alimentos, muitas frutas como, acerola, frutas cítricas, morango, maçã, melancia fornecem poucas calorias à alimentação, o que é fator importante em dietas de baixas calorias.

A acidez titulável total da acerola, em percentagem de ácido málico, variou na faixa de 1,24 a 1,49 %. Observou-se que esta variação correspondeu à do ácido ascórbico encontrada, ou seja, o clone que apresentou menor valor de acidez (clone Mt Peq) foi o que teve menor teor de ácido ascórbico, enquanto que os outros clones (UFC, Mt Gr) que tiveram maior percentual de acidez titulável total, também o tiveram de ácido ascórbico.

Segundo ASENJO (1959A), a acidez do suco varia proporcionalmente ao conteúdo de vitamina C. Esta variação, ainda que direta, não é linear, o que indica a presença de outros ácidos. SANTINI (1952A), aplicando o método de Hartman para ácidos polibásicos, demonstrou que o ácido levomálico constitui 50 % dos ácidos totais no suco de acerola.

Examinando-se os valores encontrados para tanino (1,39 a 1,94 %) nos três clones estudados, observa-se que a acerola possui elevado teor de tanino, superior ao de muitos frutos tropicais, inclusive o caju (1,05 %), segundo MEDINA et al (1978), como também o mamão (0,19 %), (BAYMA, 1986), o sapoti (0,34 %) (LIMA, 1983) e o umbu (1,26 %), (BISPO, 1989).

Segundo POTTER (1968), os taninos são realmente considerados importantes devido sua adstringência e sua influência no "flavor". Excessiva adstringência causa uma sensação ácida na boca, a qual é produzida quando o alimento contém elevado conteúdo de tanino.

De acordo com TERREL (1971), os frutos nos quais o tanino está presente, quando expostos ao ar, tornam-se escuros. Este escurecimento pode ser reduzido ou adiado, atra-

vés do uso de inibidores ou antioxidantes, tal como o ácido ascórbico. Daí, o uso de frutas cítricas para reduzir o escurecimento, quando dos cortes de maçãs, peras, pêssegos e outros frutos que contêm altas quantidades de tanino.

O teor médio de vitamina C para os diferentes clones, foi de 1607 mg/100 g (1182 - 2279 mg/100 g) para UFC; 1398 mg/100 g (1052 - 1963 mg/100 g) para Mt Peq e 1510 mg/100 g (1127 - 2181 mg/100 g) para Mt Gr, estando numa faixa compreendida entre 1052 mg/100 g e 2279 mg/100 g. Estes resultados mostram-se compatíveis com os de ASENJO & MOSCOSO (1950) (1338 a 2360 mg/100 g), AROSTEGUI et al (1955) (1325 a 2250 mg/100 g) e FITTING & MILLER (1958) (1330 a 2560 mg/100 g); embora levemente superiores aos de SANTINI JR & HUYKE (1956) (1025 a 1442 mg/100 g) e de NAKASONE (1968) (1437 a 1577 mg/100 g).

HARRYS & VON LOESECKE (1960) explicam que, apesar da quantidade de ácido ascórbico em algumas plantas ser controlada por fatores hereditários, ela é afetada também, pela temperatura, intensidade da luz e conteúdo de umidade, e que, talvez o exemplo mais extremo da influência dos fatores genéticos no conteúdo de ácido ascórbico apareça na acerola, pois há valores deste nutriente, diferindo de cerca de 300 vezes para este fruto.

Um outro aspecto a ser ainda mencionado é que as polpas obtidas dos três clones estudados, apresentaram colorações diferentes, sendo a polpa do clone Mt Peq de cor vermelha, a do clone UFC de cor laranja e a do clone Mt Gr de cor laranja mais clara, sugerindo assim, diferentes teores e/ou tipos de pigmentos presentes.

5.3 - Análise de estabilidade da polpa

As TABELAS 18 e 19 apresentam os resultados das análises químicas e físico-químicas da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, respectivamente,

TABELA 18 - Resultados da análise de estabilidade da polpa de acerola, preservada por alta temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Determinações*	Tempo de armazenagem (dias)						
	0	15	30	45	60	75	90
pH	3,23	3,21	3,28	3,27	3,25	3,25	3,17
Sólidos solúveis (°Brix)	5,10	5,30	5,00	5,20	5,00	5,00	5,00
Acidez titulável total (% ácido málico)	1,15	1,19	1,11	1,10	1,18	1,12	1,11
Tanino (%)	1,40	1,24	1,26	1,21	1,37	1,38	1,30
Ácido ascórbico (mg/100 g)	1182	1024	1160	1061	1028	1053	1054

* Média de três determinações.

TABELA 19 - Resultados da análise de estabilidade da polpa de acerola, preservada por baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Determinações*	Tempo de armazenagem (dias)						
	0	15	30	45	60	75	90
pH	3,23	3,15	3,33	3,27	3,21	3,22	3,17
Sólidos solúveis (°Brix)	5,10	5,00	5,20	5,20	5,00	5,10	5,00
Acidez titulável total (% ácido málico)	1,15	1,23	1,13	1,11	1,15	1,14	1,16
Tanino (%)	1,40	1,26	1,37	1,24	1,48	1,30	1,51
Ácido ascórbico (mg/100 g)	1182	1074	1191	1187	1143	1156	1134

* Média de três determinações.

realizadas para o estudo de estabilidade deste produto.

As variáveis de pH e °Brix, como foi explicado anteriormente, não foram verificadas pela análise de variância. Mesmo assim, pode ser observado pelos valores das médias do pH grafadas na FIGURA 14 que, no tratamento por baixa temperatura, houve uma pequena variação no período de 15 e 30 dias, permanecendo no entanto, praticamente constante, até os 90 dias em ambos os tratamentos. Provavelmente, esta variação deveu-se a uma homogeneização incompleta.

Em relação aos resultados obtidos para sólidos solúveis (°Brix), os mesmos permaneceram constantes nos dois tipos de tratamento, durante toda a fase de armazenagem do produto (FIGURA 15).

No que diz respeito à acidez titulável total, verificaram-se variações nos resultados da polpa, submetida aos dois tratamentos, no decorrer do período de armazenagem (FIGURA 16).

Através da análise de variância (TABELA 20) observou-se diferença significativa ao nível de 5 % entre os tratamentos, encontrando-se no tratamento a baixa temperatura, uma média ($\bar{x} = 1,153$) estatisticamente superior à média obtida para o tratamento a alta temperatura ($\bar{x} = 1,137$). Com a aplicação do teste de Dunnet (TABELA 21), verifica-se que, no processo de conservação a baixa temperatura, apenas no tempo de 15 dias ocorreu uma variação significativa em relação à média no tempo zero, enquanto que para a polpa preservada por alta temperatura, não houve variação significativa para nenhum dos valores ao longo do tempo de armazenagem, implicando daí, em estabilidade referente aos valores de acidez neste tratamento.

SANCHEZ-NIEVA (1955) realizou estudos de estabilidade de acidez de suco de acerola pasteurizado, estocado à temperatura ambiente (29 °C), por um período de 9 meses, não encontrando alterações significativas. Neste experimento citado, as amostras foram analisadas apenas mensalmente.

HULME (1970), investigou a enzima málica, que está ligada à descarboxilação do malato e que está presente na

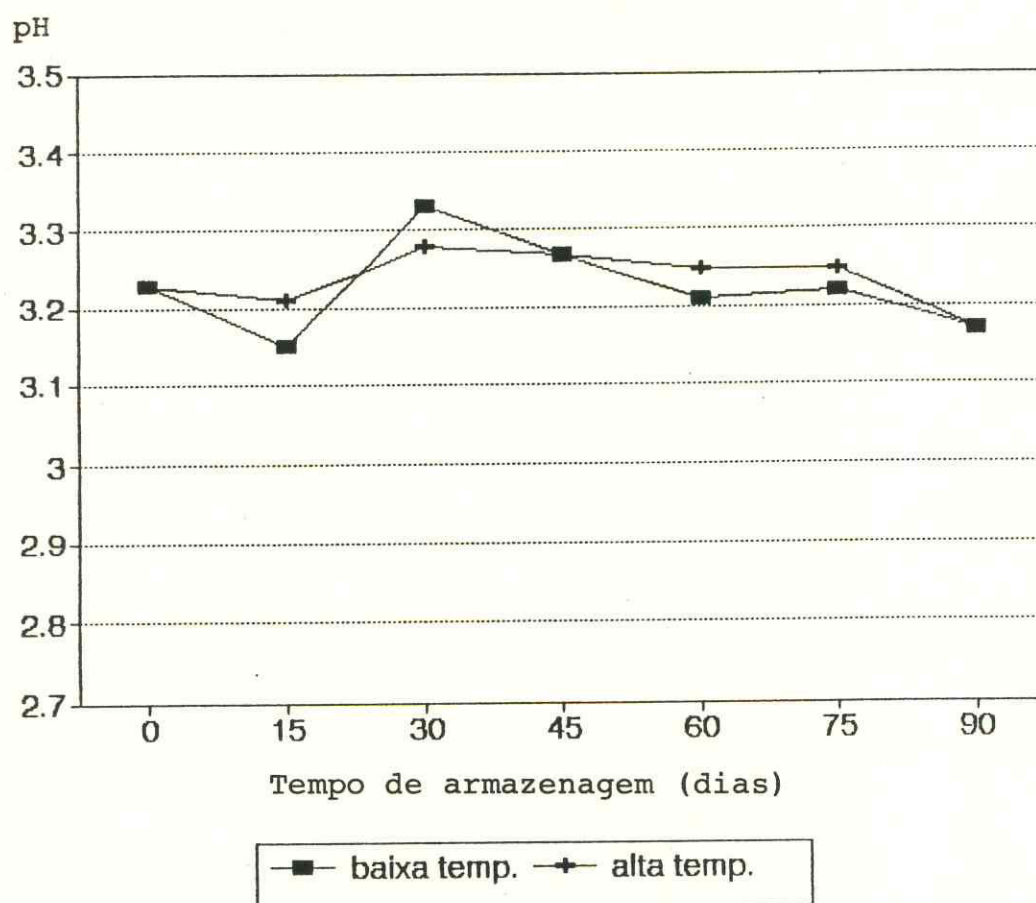


FIGURA 14 - Variações dos conteúdos de pH na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

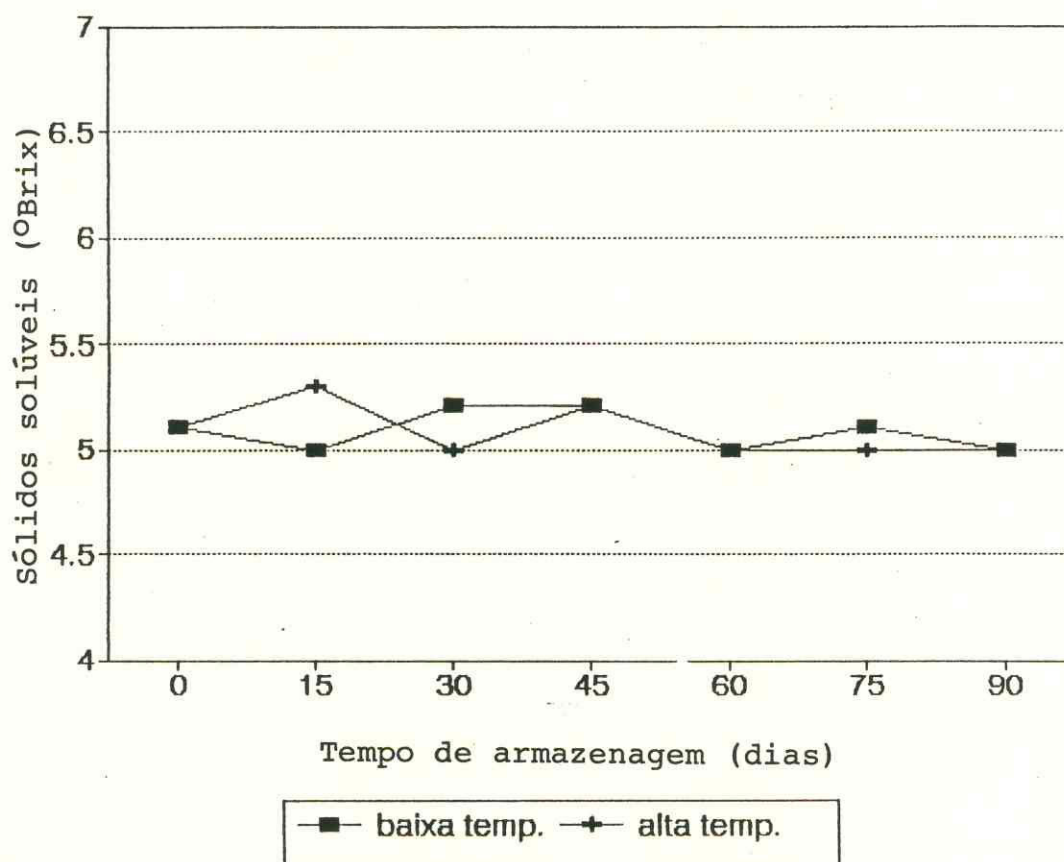


FIGURA 15 - Variações dos conteúdos de sólidos solúveis (°Brix) na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

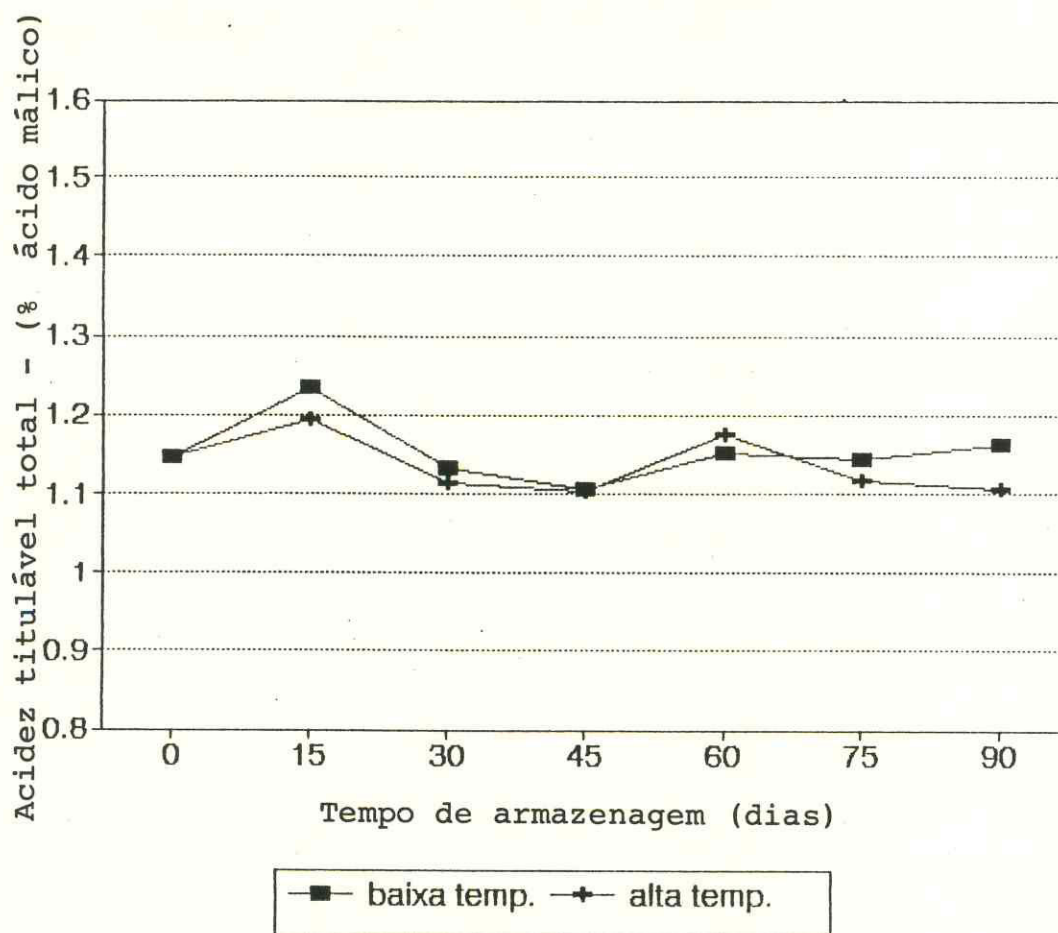


FIGURA 16 - Variações dos conteúdos de acidez titulável total (% ácido málico) na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

TABELA 20 - Análise de variância dos valores de acidez titulável total da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Temperatura	1	0,00292	0,00292	5,833	0,021*
Tempo x temperatura	12	0,05113	0,00426	8,522	0,000*
Resíduo	28	0,01400	0,00050	-	-
Total	41	0,06805	-	-	-

* Significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

TABELA 21 - Médias relacionadas a análise de acidez titulável total da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Dias	Temperatura baixa		Temperatura alta	
	$\bar{X}$	$ \bar{X}_0 - \bar{X}_1 $	$\bar{X}$	$ \bar{X}_0 - \bar{X}_1 $
0	1,147	-	1,147	-
15	1,233	0,086*	1,193	0,046
30	1,133	0,014	1,113	0,034
45	1,107	0,040	1,103	0,044
60	1,150	0,003	1,177	0,030
75	1,143	0,004	1,117	0,030
90	1,160	0,013	1,107	0,040

D = 0,050 (valor da estatística de Dunnet)

* - significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

maçã em grandes quantidades. O referido autor verificou que esta enzima aumenta sua atividade durante o período de respiração climatérica na maçã e na pera. A acerola assemelha-se a estes frutos pela presença de ácido málico e, também pelo alto teor de tanino.

Analisando os valores de tanino obtidos da polpa, preservada por alta e baixa temperatura, observa-se pequenas variações nos dois tratamentos ao longo do tempo de armazenagem (FIGURA 17).

Pelo estudo da análise de variância (TABELA 22), verifica-se que os valores de tanino, diferem significativamente a nível de 5 % de probabilidade, quando a polpa de acerola é submetida a temperaturas diferentes, isto é, em baixa temperatura, a média de tanino (1,366 %) é estatisticamente superior àquela encontrada para o tratamento da polpa a alta temperatura (1,310 %). Aplicando-se o teste de Dunnet (TABELA 23), observa-se que no método de preservação por baixa temperatura, ocorre variação significativa a nível $\alpha = 0,05$, nos tempos de 15 e 45 dias de armazenagem do produto. Enquanto que no método de alta temperatura, esta variação também ocorreu no tempo de 30 dias.

Esta flutuação estatisticamente significativa a 5 % de probabilidade no teor de tanino, deve estar ligada a falta de especificidade do método utilizado nesta determinação, pois segundo TELES (1974) os métodos disponíveis para dosagem de taninos não são específicos. Referido autor acrescenta que, em seus estudos de estabilidade de suco de caju, encontrou valores aparentemente absurdos, parecendo indicar a presença de interferentes, que seriam responsáveis por seus resultados. O método utilizado por TELES (1974) foi o de Folin-Denis, que foi o mesmo empregado para o presente trabalho. De acordo com SGARBIERI (1987) o reagente de Folin-Denis pode reagir com muitas outras substâncias.

Em relação ao teor de ácido ascórbico, os dados estão grupados na FIGURA 18. Pelo estudo da análise de variância (TABELA 24), tem-se que os valores de vitamina C diferem quando a polpa de acerola é submetida a temperaturas

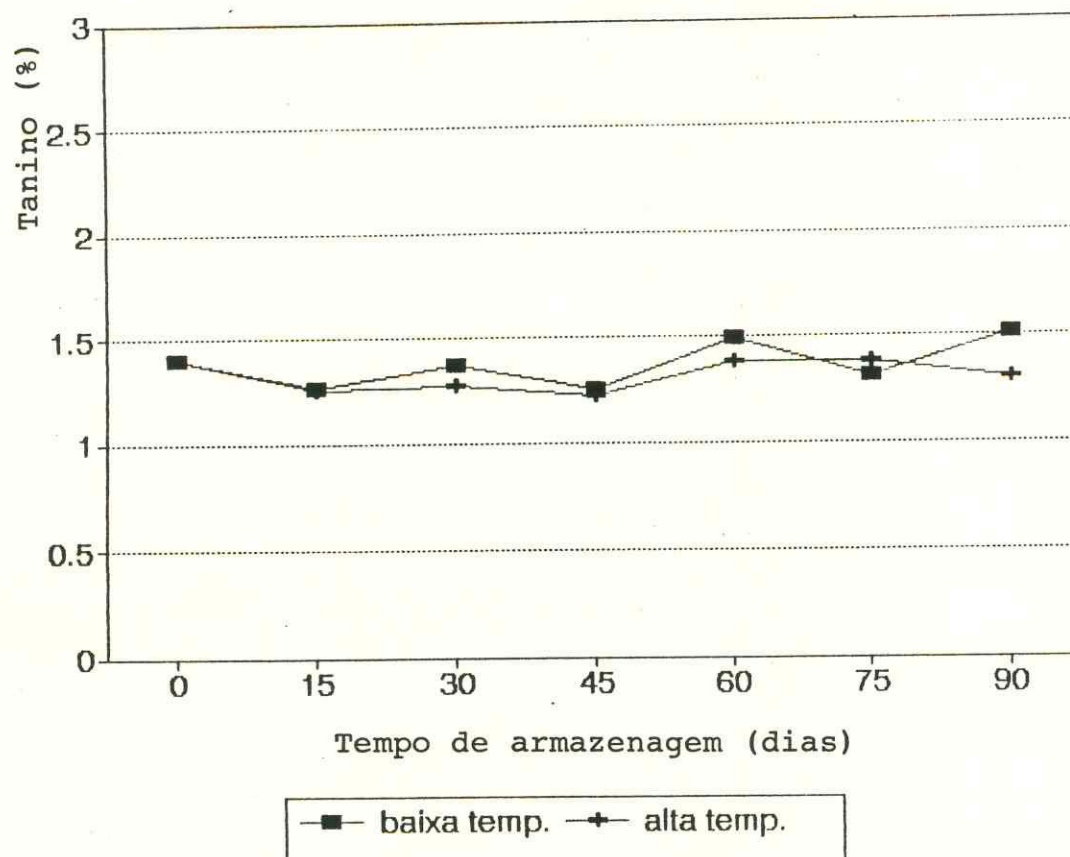


FIGURA 17 - Variações dos conteúdos de tanino na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

TABELA 22 - Análise de variância dos dados relativos à estabilidade do tanino da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, no período de 90 dias de armazenagem.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Temperatura	1	0,03372	0,03372	9,460	0,005*
Tempo x temperatura	12	0,30039	0,02503	7,031	0,000*
Resíduo	28	0,09980	0,00356	-	-
Total	41	0,43391	-	-	-

* Significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

TABELA 23 - Médias relacionadas a análise de tanino da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

Dias	Temperatura baixa		Temperatura alta	
	$\bar{X}$	$ \bar{X}_0 - \bar{X}_1 $	$\bar{X}$	$ \bar{X}_0 - \bar{X}_1 $
0	1,400	-	1,400	-
15	1,257	0,143*	1,243	0,157*
30	1,370	0,030	1,263	0,137*
45	1,240	0,160*	1,213	0,187*
60	1,483	0,083	1,373	0,027
75	1,303	0,097	1,377	0,023
90	1,510	0,110	1,297	0,103

D = 0,133 (valor da estatística de Dunnet)

* - significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

diferentes, ou seja, em baixa temperatura, a média de vitamina C (1150 mg/100 g) é estatisticamente superior, a nível de 5 % de probabilidade, àquela encontrada para a polpa preservada a alta temperatura (1080 mg/100 g).

Quanto à estabilidade da vitamina C ao longo do período estudado, a análise de variância mostra que não existe diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade, isto é, a vitamina C mostrou ótima estabilidade no decorrer do tempo em que foi analisada, em ambos os tratamentos.

Este resultado difere dos demais, encontrados para outros frutos, principalmente nos processos de conservação por alta temperatura, pois se sabe que o calor é um dos fatores capazes de degradar o ácido ascórbico (SGARBIERI, 1987). Isto confere a acerola, uma certa superioridade em relação aos outros frutos, no que diz respeito ao processamento térmico.

Segundo HULME (1970), alguns flavonóides, em grandes doses, agem como antioxidantes, protegendo o ácido ascórbico. DAMODARAN & NAIR (1936), isolaram um tanino da groselha da Índia (*Phyllanthus emblica*), o qual inibe a oxidação do ácido ascórbico. JACKSON & WOOD (1959), mostraram que compostos fenólicos existentes em rosas silvestres são efetivos na inibição da oxidação do ácido ascórbico catalisada pela ácido ascórbico oxidase, fenolase e peroxidase. A presença do elevado teor de tanino na acerola pode ter grande importância na conservação da vitamina C, mesmo depois da polpa ser submetida a tratamento de alta temperatura.

A superioridade do processo de baixa temperatura, em relação ao de alta temperatura, pode ser facilmente justificada, pois segundo GRISWOLD (1972), o congelamento por si só tem pouco ou mesmo nenhum efeito sobre o valor nutritivo dos alimentos, sendo constatado que as perdas de ácido ascórbico são sempre baixas quando a temperatura é mantida a - 18 °C.

Ainda como parte dos resultados encontrados, foi observado uma mudança de cor na polpa de acerola submetida à

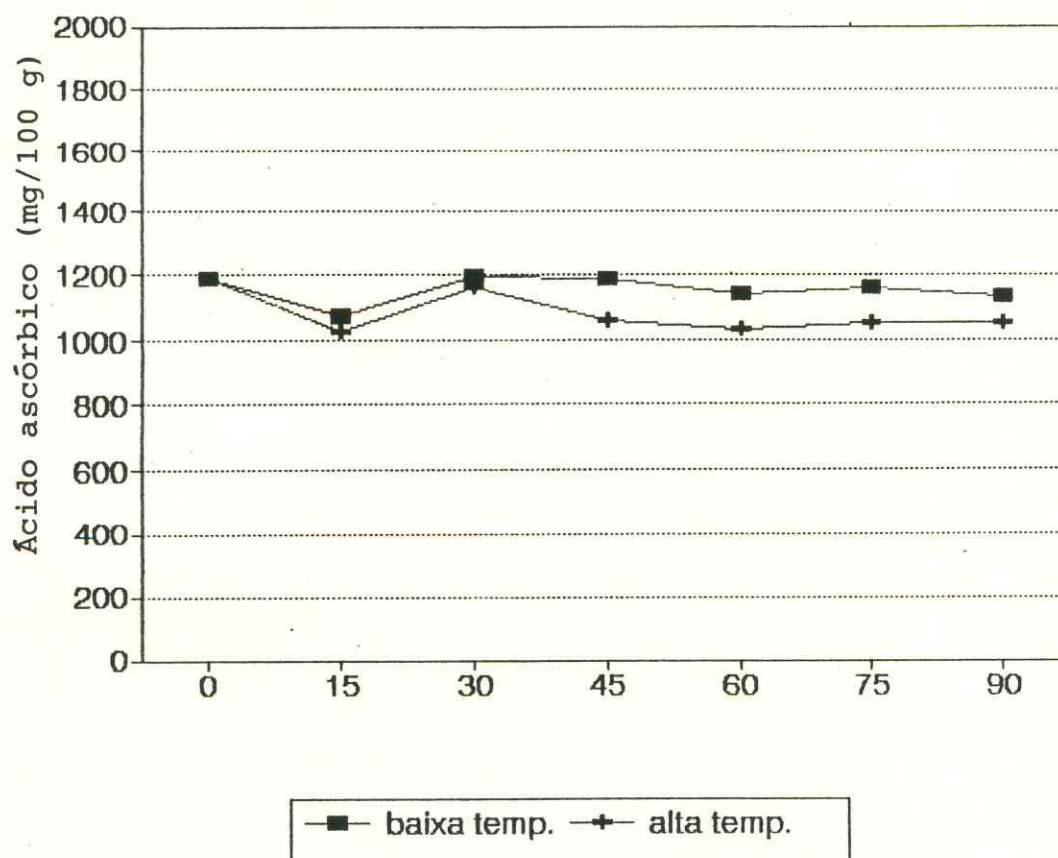


FIGURA 18 - Variações dos conteúdos de ácido ascórbico na polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, durante um período de 90 dias de armazenagem.

TABELA 24 - Análise de variância dos dados relativos à estabilidade da vitamina C da polpa de acerola, preservada por alta e baixa temperatura, no período de 90 dias de armazenagem.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Temperatura	1	50821,9286	50821,9286	9,1605	0,005*
Tempo x temperatura	12	105062,3810	8755,1984	1,5781	0,155
Resíduo	28	155342,6667	5547,9524	-	-
Total	41	311226,9763	-	-	-

* significativo ao nível $\alpha = 0,05$.

pasteurização. A polpa depois de aquecida, torna-se mais clara e durante a armazenagem à temperatura ambiente, vai tornando-se mais escura. Observou-se também, uma diminuição de "flavor" na polpa pasteurizada. A polpa submetida ao congelamento apresentou melhor textura, melhor aroma e melhor estabilidade de cor.

SANCHEZ-NIEVA (1955), observou que a cor do suco de acerola muda de vermelho para laranja ou amarelo quando aquecido. Este autor explica, que esta mudança de cor pode ser atribuída à decomposição do pigmento provavelmente antocianina, o qual exibe um comportamento similar quando aquecido em presença de ácido ascórbico.

SANTINI JR. & HUYKE (1956), sugerem que estas mudanças de coloração no suco de acerola devem-se a duas reações não enzimáticas envolvendo os pigmentos. Na primeira reação, a cor vermelha é perdida e na segunda desenvolve-se um pigmento marron. É sugerida também a participação do ácido ascórbico nestas reações. Estas reações são inibidas a baixas temperaturas, por isto estas mudanças não acontecem com a polpa submetida ao congelamento.

SANCHEZ-NIEVA (1955) constatou também, que o aquecimento altera o "flavor" do suco de acerola. Mesmo assim, esta mudança não impede o uso deste suco como fonte de ácido ascórbico.

O fato mais importante é realmente a retenção de ácido ascórbico na polpa de acerola, seja quando submetida à pasteurização ou ao congelamento.

Esta estabilidade do ácido ascórbico constatada neste trabalho, foi também observada por FITTING & MILLER (1960), que verificaram que sucos de acerola congelados retêm de 82 a 92 % de ácido ascórbico, depois de 8 meses de estocagem, enquanto que o suco pasteurizado retém cerca de 60-70 %, no mesmo tempo.

5.4 - Acerola liofilizada como fonte complementar de alimento

A polpa de acerola, formulada com amido de milho

(agente agregante), na proporção de 12 % e liofilizada, segundo condições já apresentadas (item 4.3), apresentou os seguintes resultados:

Rendimento	: 16 % (resíduo fibroso 4 %)
Dosagem de vitamina C:	6011 mg/100 g
Umidade	: 8 %.

As cápsulas de gelatina utilizadas no encapsulamento deste material, comportam em torno de 250 mg. A partir daí, pode-se afirmar que, cada cápsula produzida contém aproximadamente, 15 mg de vitamina C.

Este foi um estudo preliminar, que deverá ter continuidade com o acompanhamento da estabilidade do produto obtido.

Há necessidade de maiores estudos com a acerola, avaliando aspectos do ponto de vista nutricional e econômico, com o objetivo de se utilizar da melhor forma todo o potencial vitamínico desta fruta.

6 - CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- a acerola possui pH ácido, baixo teor de proteína, de lipídio, de fibra e de açúcar, alto conteúdo de umidade e de tanino, razoável teor de ferro e elevado teor de ácido ascórbico;

- o diâmetro, pode ser citado, como a medida de maior precisão dentre as que foram analisadas (peso, volume e densidade), demonstrado por seus baixos valores de coeficiente de variação obtidos;

- os clones estudados diferenciam-se em alguns aspectos;

- o clone Mt Gr apresentou frutos de maior tamanho e menor densidade;

- o clone UFC apresentou frutos com maior teor de cálcio, de fósforo e de ácido ascórbico;

- o clone Mt Peg apresentou frutos com maior teor de umidade e menor teor de proteína e açúcares; este clone produziu polpa de coloração vermelha mais intensa;

- o rendimento de extração de polpa alcançado, mostrou-se bom, embora se possa otimizar o processo para diminuição de perdas;

- em relação ao estudo de estabilidade, verificou-se que a polpa preservada por baixa temperatura, apresentou melhor resultado durante o período de 90 dias de armazenagem, do que por alta temperatura;

- a vitamina C mostrou-se estável no produto, durante o período em que foi avaliada, em ambos os processos de conservação;

- a polpa submetida ao tratamento pelo calor, so-

freu escurecimento gradual quando comparado com o mesmo produto conservado por congelamento;

- O elevado teor de ácido ascórbico da acerola precisa ser melhor aproveitado, dado seu valor terapêutico, apresentando-se como alternativa, para o aproveitamento do potencial vitamínico desta fruta, as cápsulas elaboradas com polpa de acerola liofilizada.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEROLA, A bomba C da medicina - A cerejeira do Caribe. Revista Chácaras e Quintais, v. 92, n. 4., p.151-152, out. 1955.
- ACEROLA, A fruta mais rica em vitamina C. A Lavoura, v. 8, p.22-25, jan./fev. 1986.
- ACEROLA, A pequena notável. Campo & Lavoura, v. 132, p.15, maio, 1987.
- ACEROLA, Caminho aberto no Paraná. Guia Rural, v.4, n. 8, p.58, ago. 1990.
- ACEROLA, Cresce em Limeira. Química e derivados, v.20, n. 227, p.75, out. 1985.
- ACEROLA, Fruto com alto teor de vitamina C. Dirigente Rural, v.24, n.6, p.20-24, jun. 1985.
- ACEROLA, Os segredos da germinação. Guia Rural, v.44, nov. 1990.
- AHMED, S. Barbados ar. West Indian cherry. The Punjab Fruit Journal, s.n.t.
- AROSTEGUI, F., ASENJO, C.F., MUÑIZ, A.I., ALEMANY, L. Observations and data on a promising selection of West Indian cherry, *Malpighia puniceifolia* L. J. Agric. Univ. P.R., v.39, n.2, p.51-56, april, 1955.
- ASENJO, C.F. Acerola. In: NAGY. S., SHAW, P.E. Tropical and

Subtropical fruits: composition, properties and uses.
Westport, Connecticut: AVI, p.341-374, 1980.

____, ALVAREZ, O.G., KING JR, R.R., Human availability sisties
of the vitamin C in the acerola (*Malpighia punicifolia* L.).
Fed. Proc., v.14, n.1, p.427, 1955.

____, Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia
punicifolia* L.). Ciência, Mex., v.19, n.6-7, p.109-118,
1959A.

____, FREIRE DE GUZMÁN, A.R. The high ascorbic acid content
of the West Indian cherry. Science, v.103, p.219, 1946.

____, MOSCOSO, C.G. Ascorbic acid content and other
characteristics of the West Indian cherry. Food. Res. v.
15, p.103-106, 1950.

____. Vitamina C in acerola and rose hips. J. Agric. Univ.
P.R., v.43, n.4, p.212-213, 1959B.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - Official
methods of analysis of the Association of Official Analytical
Chemists. 20 ed., Washington, 1975.

BAYMA, A.B. Estudo de produtos industrializáveis do mamão
(*Carica papaya* L.) cultivar solo. Fortaleza: Universidade
Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos,
1986. 113p. (Tese de mestrado).

BION, F.M., TEIXEIRA, S.M.F.G. Estudo químico - fisiológico
das vitaminas. In: CHAVES, N. Nutrição básica e aplicada.
Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978. p.94-
125.

- BISPO, E.S. Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1989. 119p. (Tese de mestrado).
- BOBBIO, P.A., BOBBIO, F.O. Introdução à química de alimentos. Campinas: Fundação Cargill, 1985.
- BOX, G.E.P., HUNTER, W.G., HUNTER, J.S. Statistics for experiments. New York: John Wiley & Sons, 1978.
- BOWERS, E.F., KUBIK, M.M. Vitamin C levels in old people and the response to ascorbic acid and to the juice of the acerola (*Malpighia punicifolia* L.), Br. J. Clin. Pract., v. 19, n.3, p.141-145, 1965.
- BROWN, B.I. Observations on physical and chemical properties of acerola fruit and puree. Queens J. Agric. Anim. Sci., v.23, p.599-604, 1966.
- CHAN JR, H.T., LEE, C.W.Q. Identification and determination of sugars in soursop, rose apple, mountain apple and surinam cherry. Journal of Food Science., v.40, n.4, p. 892-893, 1975.
- CLEIN, N.W. Acerola juice. The richest known source of vitamin C. J. Pediatr., v.48, p.140-145, 1956.
- COUCEIRO, E.M. Acerola - Malpighia glabra L. - Fabulosa fonte de vitamina C natural. Recife-PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1986. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 10., 1986, Natal-RN.
- _____. Diversos boletins editados em 1984. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia.

- CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. São Paulo: Edgard Blucher 1973, v.1.
- CZYHRICIW, W. Tropical fruit technology. In: Advance in food research. New York: Academic Press, 1969, v.17, p.153-207.
- DAMODARAN, M., NAIR, K. 1936. Apud HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press, 1970. v.1.
- DEL CAMPILLO, A., ASENJO, C.F. The distribution of ascorbic acid, dehydroascorbic acid and diketogulonic acid in the acerola fruit at different stages of development. J. Agric. Univ. P.R., v.41, p.141-166, 1957.
- DERSE, P.H. ELVEHJEM, C.A. 1954. Nutrient content of acerola, a rich source of vitamin C. Apud ASENJO, C.F. Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) Ciência, Mex., v.19, n.6-7, p.109-118, 1959A.
- FENNEMA, O.R. Introducción a la ciencia de los alimentos. Barcelona: Editorial Reverté, 1985, 445p.
- FITTING, K.O., MILLER, C.D. The stability of ascorbic acid frozen and bottled acerola juice alone and combined with other fruit juices. Food. Research, v.25, p.203-210, 1960.
- _____, _____. Variation in the ascorbic acid content of individual fruits of the acerola Hawaii Farm. Science, v.7, n.2, p. 7, 1958.
- FONSECA, H., NOGUEIRA, J.N., MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbico e β -caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. Arch. Latinoamer. Nutr., v.19, n.1, p.9-16, 1969.
- GLASGOW, S.K. Potential fruits crops in Jamaica, Proc. Carib. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci., v.9, n.13, p.93-115, 1965.

- GOMES, R.P. Fruticultural brasileira, São Paulo: Nobel, 1987.
- GRISWOLD, R.M. Estudo experimental dos alimentos. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1972, 469p.
- GUADARRAMA, A. Algunos cambios quimicos durante la maduración de frutos de semeruco (*Malpighia puniceifolia* L.) R. Fac. Agron. Univ. Centr. Venez., v.13, n.1-4, p.111-128, 1984.
- GUIA RURAL ABRIL. As culturas de A até Z. Jun. 1987. p.255.
- GUIA RURAL POMAR. São Paulo: Abril, s.d.
- HARRIS, R.S. von LOESECKER, H. Nutritional evaluation of food processing. New York-London: John Wiley & Sons. 1960.
- HULE, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press 1970, v.1.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo, 1985.
- JACKSON, G.A.D., WOOD, R.B. 1959. Apud HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products., London: Academic Press 1970, v.1.
- JACKSON, G., 1963. Ascorbic acid content of some *Malpighia* ssp. Apud GUADARRAMA, A. Algunos cambios quimicos durante la maduración de frutos de semeruco (*Malpighia puniceifolia* L.) R. Fac. Agron. Univ. Centr. Venez. v.13, n.1-4, p.111-128, 1984.
- JACKSON, G.C., PENNOCK, N. Fruit and vitamin C production of five and six-year-old acerola trees. J. Agric. Univ.P.R., v.42, p.196-205, 1958.

LEME JR, J. A vitamina C em algumas plantas brasileiras e exóticas. Separata da Revista de Agricultura., Piracicaba, v.26, n.9-10, 1951.

_____, FONSECA, H., NOGUEIRA, J.N. Variação do teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em cereja das Antilhas (*Malpighia puniceifolia* L.) liofilizada. Arch. Latinoamer. Nutr., v. 23, n.2, p.207-215, 1973.

LEDIN, R.B. A comparison of three clones of Barbados Cherry and the importance of improved selections for commercial plantings. Florida State Hort. Soc. Proc., v.69, p.293-297, 1956.

_____. The Barbados or West Indian Cherry. Florida: Agric. Exp. Stn., 1958, 27p. (Bulletin, 594).

LIMA, D.P. Sapoti (*Achras sapota* L.): Caracterização do fruto e de produtos industrializados. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1983. 121p. (Tese de mestrado).

LUNA, J.V.U. Instruções práticas para o cultivo de frutas tropicais. Salvador: EPABA, 1984. (Circular Técnica, 9).

MARINO NETTO, L. Acerola, A cereja tropical. São Paulo: Nobel, 1986.

MARKLEY, K.S., HANN, R.M. A comparative study of the Gunning-Arnold and Winkler boric acid modifications of the Kjeldahl method for the determination of nitrogen. J. Assoc. Offic. Agr. Chem., v.8, p.455-567, 1925.

MATSUI, S. 1986. Apud MARINO NETTO, L. Acerola, A cereja tropical. São Paulo: Nobel, 1986.

MEDEIROS, R.B. de. Teores de ácido ascórbico, ácido dehi-

droascórbico e ácido dicetogulônico na acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) verde e madura. Revista Brasileira de Medicina., v.26, n.7, p.398-400, 1969.

MEDINA, J.C., BLEINROTH, E.W., BERNHARDT, L.W. HASHIZUME, T., RENESTO, O.V., VIEIRA, L.F. Caju. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978 (Série Frutas Tropicais, 4).

MIYASHITA, R.K., NAKASONE, H.V., LAMOUREUX, C.H. Reproductive morphology of acerola (*Malpighia glabra* L.) Hawaii Agr. Exp. Sta Bull., v.63, 1964. 31p.

MOSCOSO, C.G. West Indian Cherry - Richest Known source of natural vitamin C. Economic Botany, v.10, n.3, p.280-294, July/Sep. 1956.

MUNSELL, H.E. et al. 1950. Composition of food plants of Central America III. Apud ASENJO, C.F. Acerola. Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses. Westport, Connecticut: AVI, p.341-374, 1980.

MURPHY, E. Vitamin C and Light. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., v.36, p.498-499, 1939.

MUSSER, R.S., COUCEIRO, E.M., ALBUQUERQUE, M.H. Efeitos do ácido naftaleno acético no cruzamento de estacas semilenhosas da acerola em sistema de microaspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987. Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura 1987, v.1, p.79-83.

MUSTARD, M.J. The ascorbic acid content of some *Malpighia* fruits and jellies. Science, v.104, p.230-231, 1946.

_____, STAHL, A.L. The freezing preservation of some tropical and subtropical fruits. Proc. Fla. State Hort. Soc., v.

61, p.275-279, 1948.

NAKASONE, H.Y., MIYASHITA, R.K., YAMANE, G.M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.) Proc. Am. Soc. Hort. Sc., v.89, p.161-166, 1966.

_____,_____,_____. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars Hawaii Agr. Exp. Sta., Circular, v.65, 1968, 19p.

PANTASTICO, E.R.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport: AVI, 1975. 560p.

PEARSON, D., COX, H.E. The chemical analysis of foods. New York: Chem Publ., 1976.

PERES, C.A., SALDIVA, C.D. Planejamento de Experimentos, São Paulo, SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 5, 1982.

PETTI, I., MEDINA, S. Frutas campeãs em vitamina C. Saúde, v.72, n.9, p.16-27, set. 1989.

PLANTE acerola e colha saúde. Manchete Rural, n.25, p.10-11, abr. 1989.

POTTER, N.N. Food Science. Westport, Connecticut: AVI, 1968. 749p.

PRODUTOR divulga acerola no Paraná. Folha de São Paulo, São Paulo, 8 set 1987. Agrofolha, C. 1-5.

PY, C., FOUQUÉ, A. Les cultures frutières de Porto Rico, Institut Français de Recherches Fruits Outre-Mer, Fruits, v.18, n.7, p.325-336, 1963.

- ROCHA, I.C. Suco de acerola: efeito da temperatura de pasteurização e armazenamento. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 1988. 60p. (Tese de mestrado).
- SANCHEZ-NIEVA, F. Extraction, processing, canning and keeping quality of acerola juice. J. Agr. Univ. P.R., v.39, n.4, p.175-183, oct. 1955.
- SANTINI JR, R. 1952A. Identification and determination of polybasic organic acids present in West Indian (*Malpighia puniceifolia* L.) and in three varieties of guava (*Psidium guajava*) Apud ASENJO, C.F. Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) Ciência, Mex., v.19, n.6-7, p.109-118, 1959A.
- _____, HUYKE, A.S. Identification of the anthocyanin present in the acerola which produces color changes in the juice on pasteurization and canning. J. Agr. Univ. P.R., v. 40, n.3, p.171-178, 1956.
- _____, NEVAREZ, J. Extraction of ascorbic acid from acerolas (*Malpighia puniceifolia* L.) J. Agric. Univ. P.R., v.38, n.4, p.184-189, 1955.
- SGARBIERI, V.S. Alimentação e nutrição. São Paulo: UNICAMP, 1987.
- SIMÃO, S. Manual de fruticultura. São Paulo: Agronômica Ceres, p.477-485, 1971.
- TELES, P.R.S. Estudo do processamento do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.). Campinas: Faculdade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, 1974. 44p. (Tese de mestrado).
- TERREL, N.E. Professional food preparation. United States: John Wiley, 1971.

VITAMINA C em forma de cereja. Saúde, n.3, ago. 1985.

WALSECHI, O., ALMEIDA, J.A. 1966. Guia de composição de frutas. Apud. MARINO NETTO, L. Acerola, A cereja tropical. São Paulo: Nobel, 1986.

WALSH, A. Spectrochim. Acta, v.7, n.108, 1955.

WENKAM, N.S., MILLER, C.D. Composition of Hawaii Fruits, University of Hawaii, 1965, 87p. (Bulletin 135).

WINTON, A.L., WINTON, K.B. Analysis de alimentos. 2 ed. Barcelona. 1958. 1205p.

YAMANE, G.M. NAKASONE, H.Y. Pollination and fruit set studies of acerola (*Malpighia glabra* L.) Hawaii Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., v.78, p.141-148, 1961.