

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS

**β- CAROTENO, VITAMINA C E OUTRAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE
DE ACEROLA, CAJU E MELÃO EM UTILIZAÇÃO NO MELHORAMENTO
GENÉTICO .**

LUCELENA PETRONILIO AGUIAR

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre

Orientador :Prof. Dra **Dorasilvia Pontes Lima**

FORTALEZA - CE

2 0 0 1

LUCELENA PETRONILIO AGUIAR

Dissertação apresentada para obtenção do grau de MESTRE

Comissão Julgadora:

Orientadora - Prof. Dra. Dorasilvia Pontes Lima

1º Examinador - Dr. Ricardo Elesbão Alves

2º Examinador- Prof. PHD. Geraldo Arraes Maia

Fortaleza, Setembro de 2001

A imaginação é mais importante que o conhecimento, porque este é limitado, ao passo que aquela abarca o mundo inteiro, abrindo estradas ao progresso. É estritamente falando um fator real na pesquisa científica.

Albert Einstein

A DEUS

Aos meus pais Vicente e Zulmira

As minhas irmãs Rosária, Conceição,

Altaide, Margareth, Silvana e Elizabeth

Aos meus sobrinhos Frederico, Ana Carolina e Ana Beatriz.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), em associação com a Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa (FUNCAP) pelo apoio financeira para a realização do curso.

A Embrapa Agroindústria Tropical, pelas condições fornecidas para a realização do trabalho.

A Professora Dorasilvia Pontes Lima pela amizade e boa disponibilidade para orientação.

Ao Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical Ricardo Elesbão Alves pela co-orientação e dedicação para a realização desta pesquisa.

Ao Professor Geraldo Arraes Maia pelo incentivo durante o curso e observações à conclusão deste trabalho.

Às pesquisadoras da Embrapa Agroindústria Tropical, Waldelice Oliveira de Paiva e Heloisa Almeida Cunha Filgueiras pelo apoio e sugestões na realização desta dissertação.

Ao agrônomo Carlos Farley H. Moura e a pesquisadora Maria do Socorro Rocha Bastos pela amizade e conselhos.

A todos os colegas do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio e amizade.

Ao Professor Frederico Bezerra, e amigas de curso Luciana, Marta e Diana, pela palavra amiga sempre presente.

A todos aqueles que colaboraram de forma amiga durante o curso e realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELA	viii
LISTA DE FIGURA	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1- INTRODUÇÃO	01
2- REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Frutos Tropicais	04
2.1.1. Acerola	04
2.1.2. Caju	05
2.1.3. Melão	08
2.2. β - caroteno e Vitamina C como nutrientes funcionais.	09
2.3. β -caroteno	12
2.3.1. Propriedades e funções	12
2.3.2. Biossíntese dos carotenóides	14
2.3.3. Absorção, conversão de provitamina A e metabolismo	17
2.3.4. Carência de vitamina A e recomendação nutricional	19
2.4. Vitamina C	21
2.4.1. História e características químicas	21
2.4.2. Biossíntese da vitamina C	22
2.4.3. Absorção, metabolismo e função	23
2.4.4. Carência de vitamina C, recomendação nutricional e toxicidade.	24
2.5. β -caroteno, Vitamina C e outras características de qualidades em frutos tropicais.	26
2.5.1. β - caroteno	26
2.5.2. Vitamina C	32
2.5.3. Outras características de qualidade	34
2.5.3.1. Antocianina	34
2.5.3.2. Sólidos solúveis	36

2.5.3.3. Acidez e pH	37
2.5.3.4.. Relação sólidos solúveis / Acidez Total Titulável	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1. Matéria-prima	40
3.1.1. Acerola	40
3.1.2. Caju.	41
3.1.3. Melão	41
3.2. Caracterização físico-química e química dos frutos	42
3.2.1 β -caroteno	42
3.2.2. Vitamina C total	42
3.2.3. Antocianina	42
3.2.4. pH	43
3.2.5. Sólidos solúveis total (SST)	43
3.2.6. Acidez total titulável (ATT)	43
3.2.7. Relação SST/ATT.	43
3.2.8. Delineamento experimental e Análise estatística	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. Acerola	49
4.1.1 Vitaminas	51
4.1.1.1 β - caroteno	51
4.1.1.2 Vitamina C total	52
4.1.2 Outras características de qualidade	53
4.1.2.1. Antocianina	53
4.1.2.2 pH	54
4.1.2.3 Sólidos solúveis total (SST)	55
4.1.2.4 Acidez total titulável (ATT)	56
4.1.2.5 Relação SST/ATT.	57
4.2. Caju	61
4.2.1 Vitaminas	61
4.2.1.1 β - caroteno	61
4.2.1.2 Vitamina C total	62

4.2.2 Outras características de qualidade	64
4.2.2.1. Antocianina	64
4.2.2.2 pH	65
4.2.2.3 Sólidos solúveis total (SST)	66
4.2.2.4 Acidez total titulável (ATT)	68
4.2.2.5 Relação SST/ATT.	69
4.3. Melão	70
4.3.1 Vitaminas	71
4.3.1.1 β - caroteno	71
4.3.1.2 Vitamina C total	71
4.3.2 Outras características de qualidade	72
4.3.2.1. pH	72
4.3.2.2 Sólidos solúveis total (SST)	72
4.3.2.3 Acidez total titulável (ATT)	73
4.3.2.4. Relação SST/ATT.	73
5 CONCLUSÕES	74
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE	

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Conversão de β -caroteno em Vitamina A	19
02	Recomendações nutricionais (RDA) de Vitamina A	20
03.	Recomendações nutricionais (RDA) de Vitamina C.....	25
04	Concentração de carotenóides em caju da variedade vermelha e amarela	27
05	Comparação dos teores de β -caroteno em frutos em relação com a cenoura.....	31
06	Teor de vitamina C dos frutos tropicais.....	32
07	Progênes de acerolas provenientes de Brasília - DF (BSB), Ibiapina - CE (IBP) e Pacajus - CE (PC) em polinização aberta.....	45
08	Clones de cajueiro anão precoce cultivados sob irrigação (mossoró) e sequeiro (Pacajus).....	46
09	Clones de melão tupã cultivados em Pacajus - Ce avaliados neste experimento de acordo com o percentual de frutos com polpa de coloração salmão.	47
10	Características físico-químicas e químicas dos frutos de 75 progênes de acerola.....	49
11	Coeficiente de correlação das características físico-químicas e químicas dos frutos de 75 clones de acerola.....	59
12	Valores médios obtidos para as características físico-químicas e químicas dos frutos de progênes de melão tupã	70
13	Quadrado médio das análises de variância para as características β - caroteno ,Vitamina C, pH, sólidos solúveis total (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT de progênes de melão tupã	86
14	Valores médios obtidos para as características físico - químicas e químicas dos frutos de clones de cajueiro anão precoce.....	87

15	Quadrado médio das análises de variância para as características β -caroteno , Vitamina C, pH, sólidos solúveis total, acidez total titulável, relação SST/ATT e Antocianina, de clones de pedúnculo de caju anão precoce.....	87
----	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01 Biossíntese de carotenóides	16
02 Clivagem do β -caroteno em Vitamina A	17
03 Síntese do ácido ascórbico a partir da D-glucose com e sem a inversão da cadeia de carbonos.....	22
04 Progênie de acerola em polinização aberta	45
05 Pedúnculo de cajueiro anão precoce clone CCP 76 cultivado sob irrigação . Mossoró, 2000	46
06 Melão Tupã, progênie 15, cultivado em Pacajus	48
07 Distribuição de frequência para a característica β - caroteno dos progênes da acerola	52
08 Distribuição de frequência para a característica Vitamina C das progênes da acerola	53
09 Distribuição de frequência para a característica antocianina das progênes da acerola	54
10. Distribuição de frequência para a característica pH das progênes da acerola	55
11. Distribuição de frequência para a característica Sólidos Solúveis Total (SST) das progênes da acerola	56
12. Distribuição de frequência para a característica Acidez Total Titulável (ATT) das progênes da acerola	57
13. Distribuição de frequência para a característica SST/ATT das progênes da acerola	58
14. β -caroteno em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce.....	61
15 Vitamina C em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce	63
16 Antocianina em pedúnculo de caju anão precoce	64
17 Medida de pH em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce	66
18 Sólidos Solúveis Total em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce	67

19	Acidez Total Titulável em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce	68
20	Relação SST/ATT em pedúnculo de cajueiro anão precoce	69

RESUMO

A avaliação do valor nutritivo de acerola, caju anão precoce e melão tupã (cruzamento do amarelo com cantaloupe) oriundas de plantas selecionadas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Agroindústria Tropical tem como objetivo selecionar plantas para cultivo com melhor potencial para consumo in natura e processamento industrial. Foram selecionadas 75 progênes de acerola, 09 clones de caju e 28 progênes de melão tupã, colhidos na maturidade comercial e realizadas as análises as determinação do teor de β -caroteno e vitamina C, e outras características de qualidade através das análises físico-químico de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH e antocianina.

A acerola, de procedência de Tianguá-CE e Pacajus-CE e Brasília-DF, o experimento com progênes foi instalado no delineamento experimental de bloco ao acaso com 75 tratamento (progênes) e duas repetições.

Nos cajus, oriundos de Pacajus-CE e Mossoró-CE, o experimento com clones foi instalado no delineamento inteiramente casualizado com 9 tratamento (clones) e três repetições, sendo o CCP 76 utilizado como testemunha.

Para o melão, procedentes de Pacajus-CE, o experimento foi instalado no delineamento experimental de bloco ao acaso com 28 tratamento (progênes) e quatro repetições (blocos I, II, III, IV), sendo cada bloco composto de dois frutos.

Nas análise de β -caroteno, foi utilizada a metodologia da AOAC 941.15 com modificações, e da vitamina C o método de Strohecker & Henning (1967).

Os teores de β -caroteno dos frutos estudados variaram de 3,54 a 11,28 $\mu\text{g/g}$, 1,09 a 1,93 $\mu\text{g/g}$ e 0,60 a 2,28 $\mu\text{g/g}$, para acerola, caju e melão, respectivamente.

Com relação a vitamina C, a acerola apresentou uma variação de 843,03 até 2322 mg/100g, o caju de 112,38 até 209,16 mg/100g e melão de 10,27 até 17,17 mg/100g.

Pode-se concluir que os frutos tropicais estudados são boas fontes de vitamina C e o teor de β -caroteno encontrado é baixo em relação a cenoura e

outros frutos como o buriti, mamão e pêsego, mas contribuem para melhorar os níveis de vitamina A da dieta do nordestino, tornando-se promissor o aumento de seu teor nos frutos provenientes de melhoramento genético.

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO

O conteúdo de vitaminas de um alimento é um dos fatores mais importantes na determinação da qualidade. As vitaminas podem ocorrer na natureza como tal ou sob a forma de precursores ou provitaminas que são ingeridas com os alimentos. O organismo humano pode promover a síntese de algumas vitaminas a partir dos alimentos ingeridos, enquanto outras não podem ser sintetizadas sendo necessário o fornecimento através da dieta. A ausência destes nutrientes no organismo ou utilização inadequada resulta em enfermidades carenciais específicas.

Os frutos são excelentes fontes de nutrientes reguladores, pela riqueza em vitaminas, minerais, água e fibras. As vitaminas que compõem os frutos incluem principalmente as do complexo B, a vitamina C e a vitamina A (Franco 1995). O conteúdo de vitamina A de um fruto pode variar de 0,004 µg/g em carambola branca a 200 µg/g no pequi (parte amarela), enquanto que a vitamina C varia de 4 mg/100g a 1.600 mg/100g para jambo rosa e acerola, respectivamente (Franco 1995; Nogueira 1991). Diante do valor nutritivo que possui os frutos, o guia alimentar da pirâmide elaborado pelo Departamento de Agricultura dos EUA recomenda o consumo diário de 2 a 4 porções de frutas (EUA 1992).

A deficiência de vitamina A é a maior causa de mortalidade infantil em países em desenvolvimento atingindo aproximadamente 1 a 5 milhões de pessoas, principalmente lactentes e crianças em idade pré-escolar (Mahan e Escott- Stump 1998). O ser humano também não é capaz de sintetizar o ácido ascórbico, dependendo de seu fornecimento através da alimentação. A vitamina C tem múltiplas funções, sendo importante para prevenir a resistência as infecções através da atividade imunológica (Franco 1995).

A aceroleira é uma fruteira de grande interesse nutricional e medicinal, que poderá ser utilizada para aumentar a resistência as infecções através da atividade imunológica produzida pela alta concentração de vitamina C, com teores entre 756 a 1.025 (Cruz et al 1995). O caju e o melão embora não apresentem um conteúdo de vitamina C tão alto quanto a acerola, são boas fontes deste nutriente com valores de 165,56 mg/100g (Assunção 2000) e 28 mg/100g (Eitenmiller et al

1995), respectivamente. Estes frutos são também fontes de precursores de retinol (vitamina A), principalmente o β -caroteno, e de vitaminas do complexo B, como niacina, riboflavina e tiamina (Chitarra 1990; Franco 1995).

Apesar dos frutos serem boas fontes de vitaminas, eles podem ter seus teores aumentados quando submetidos ao melhoramento genético com ênfase no valor nutritivo. A partir deste pensamento, a Embrapa Agroindústria Tropical iniciou o programa de melhoramento genético em aceroleiras, caju e melão, visando maior conteúdo de vitamina C e provitamina A (β -caroteno).

Os trabalhos de melhoramento genético com cajueiro e acerola foram iniciados no Ceará em 1965 e 1995, respectivamente. Em 1983, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) lançou os clones dos cajueiros de Pacajus CCP76. Este clone é o mais cultivado para a produção de pedúnculo para comercialização in natura, servindo de estudo para vários experimentos realizados na Embrapa Agroindústria Tropical.

Para o melão, o programa de melhoramento genético teve início em 1996, objetivando unir as qualidades dos melões amarelo (mais resistente ao transporte) e cantaloupe (maior teor de vitamina A), desenvolvendo assim o melão tropical, ou seja, um melão proveniente do cruzamento do amarelo com cantaloupe, possuindo portanto alta resistência e maior valor nutritivo.

Para o Brasil, principalmente o Nordeste que apresenta um grande contingente populacional de baixa renda colaborando com uma dieta pobre e desequilibrada, a produção de frutos como acerola, caju e melão tem um grande papel social por contribuir para a melhoria da nutrição e saúde da população.

O ácido ascórbico e β -caroteno, com funções antioxidantes, são considerados nutrientes funcionais. Portanto, é importante quantificar os valores destes nutrientes em frutos oriundos do melhoramento genético, visando selecionar aqueles mais ricos como fonte destas.

Em vista do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o valor nutritivo de acerolas, pedúnculos de caju anão precoce e melão oriundos de plantas selecionadas pelo programa de melhoramento da Embrapa Agroindústria Tropical através da determinação dos teores de β -caroteno e vitamina C além de outras características de qualidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Frutos Tropicais

2.1.1. Acerola

A aceroleira, cuja no científico é controverso, sendo denominada de *Malpighia glabra* L. ou *M. puniceifolia* L (Asenjo 1980), possui origem tropical e requer calor e umidade para produzir. O Brasil ocupa o primeiro lugar mundial em produção, consumo e exportação de acerola (Araújo e Minami 1994). No Norte e Nordeste do Brasil, ela produz continuamente ao longo de todo o ano, por essas regiões satisfazerem as condições de produção (AGRIANUL 1996). Este fruto possui pH ácido, baixo teor de lipídio, de proteína, de fibra e de açúcar; alto conteúdo de umidade e taninos, razoável teor de ferro e elevado teor de ácido ascórbico (Nogueira 1991). O alto teor de vitamina C presente neste fruto é o motivo que o torna de grande interesse nutricional .

O conteúdo de ácido ascórbico, na acerola, é bastante variado. Varia com o clone (planta oriunda da reprodução assexuada), métodos culturais, manejo da colheita e métodos de processamento. Foi constatado que os frutos das plantas reproduzidas através de sementes apresentam um teor de ácido ascórbico mais baixo do que os frutos produzidos de plantas enxertadas (Silva 1994). Durante a formação do fruto ocorre um rápido aumento do Ácido ascórbico, devido às condições ótimas do sistema enzimático responsável pela síntese (Campillo e Asenjo 1957), atinge o pico entre o 16° e o 18° dia após a antese, ou abertura do botão floral (Silva 1994), e diminui durante a maturação, devido a atuação, principalmente, da enzima ácido ascórbico oxidase (Butt 1980). A variação do ácido ascórbico depende também do tipo de solo, chuvas durante o ciclo da planta, fertilidade e aplicação de adubos, variações da temperatura, ponto de colheita (Carvalho e Manica 1993), localização do fruto na planta (Beltrão 1991). Segundo Silva (1994), aumentos na quantidade de ácido ascórbico têm sido observado em frutos expostos diretamente a luz solar durante os estádios de desenvolvimento e nos frutos das plantas crescidas nas mais alta intensidade da luz.

A avaliação de qualidade para plantios comercial tem-se baseado, principalmente nas características da planta (porte e tipo de copa) e do fruto, ou seja, tamanho, sabor, consistência, coloração vermelho-púrpura e rendimento da polpa (Bosco et al 1994). Porém, nos clones, em estações experimentais são avaliadas outras características adicionais, tais como: número de frutos, sólidos solúveis, pH, floração, frutificação, teores de vitamina C (Alves e Menezes 1994). Além de sua riqueza em vitamina C a fruta é rica em minerais, vitaminas do complexo B e β -caroteno. Estes parâmetros são importantes na seleção de plantas para formação de novos pomares objetivando alta produtividade e boa qualidade de frutos.

A Embrapa Agroindústria Tropical iniciou em 1995 um programa de melhoramento de aceroleiras em pomares comerciais selecionando plantas matrizes, em um plantio comercial formado a partir de sementes, que apresentaram as características de qualidade de planta e frutos. Os resultados genéticos obtidos foram favoráveis, uma vez que as características de qualidade passam de sementes para clones. A partir destes resultados, o programa de melhoramento genético tem sido incrementado através da introdução de novos clones. Atualmente, novos padrões de qualidade serão introduzidos, como maior ênfase no valor nutritivo destes produtos, ou seja, selecionar aqueles que apresentam maior conteúdo de vitamina C e provitamina A (β -caroteno).

2.1.2. Caju

O cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) pertence à família *Anacardiaceae*. Esta espécie é nativa da América Tropical que compreende do México ao Peru e Brasil (Wait e Jamielson 1986).

O Brasil é o 2º produtor mundial de castanha de caju, e os principais estados produtores são o Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (Figueiredo 2000). No Nordeste brasileiro, há uma subutilização do pedúnculo, pois o principal produto de comercialização é a castanha (Paiva et al 1998). No entanto, a utilização do pedúnculo torna-se também uma boa fonte de renda, principalmente

quando aproveitado industrialmente para a produção de sucos, doces, e outros produtos alimentícios.

A melhoria da cajucultura vem sendo feita através do emprego de clones de cajueiro anão precoce, que permite além do aumento da produtividade e melhoria na qualidade da castanha, o aproveitamento do pedúnculo pelo cultivo dentro das modernas técnicas de produção (Araújo 1990; Parente et al 1991). As vantagens do plantio de cajueiro anão precoce para comercialização in natura, é que ele tem maior produtividade, e devido ser uma planta de porte baixo permite maior aproveitamento do pedúnculo, já que a colheita é feita manualmente (Alves et al 1998). Isto tem produzido um aumento na comercialização de pedúnculo fresco para consumo in natura, não só nas feiras locais, mas em outras partes do país distante mais de 4.000km do local de produção (Pinto et al 1997). Isto vem sendo facilitado pelo aumento da vida útil pós-colheita pelo uso de tecnologia pós-colheita (refrigeração associada a atmosfera modificada), bem como pela consolidação dos mercados tradicionais (Barros 1996).

Os trabalhos de melhoramento com cajueiro anão foram iniciados no Ceará em 1965, sendo o primeiro lote da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) composto de trinta plantas oriundas de Maranguape-CE. A partir deste material, novos lotes foram desenvolvidos, sendo o principal uma progênie de meio-irmãos, composta por 360 plantas, originárias da matriz de cajueiro precoce (CP) 06, uma planta do lote original que apresentou melhores qualidades agrônômicas (Barros et al 1984)

A partir de 1975, o programa de melhoramento foi intensificado e em 1982 foi instalado o campo de multiplicação da matriz CP 76 e o jardim clonal de cajueiros anão precoce. Em 1983, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) lançou os clones de cajueiros de Pacajus CCP 06 e CCP76 (Embrapa 1991 e Almeida et al 1993b). Em 1987, houve ampliação das áreas de multiplicação dos clones CCP 76 e CCP 09, formando campos de jardim clonal, sendo lançado os clones CCP 09 e CCP 1001, que apresentaram produtividade média superior em até 3,5 vezes à do cajueiro comum (EMBRAPA 1991 e Almeida et al 1993b).

Porém, apesar do aumento de produtividade em relação ao cajueiro comum, foi constatado que a desuniformidade dos pomares torna a produção abaixo do potencial da espécie (Barros et al 1984), devido a baixa qualidade genética dos pomares, uma vez que a representatividade geográfica do germoplasma existente é limitada, pois 82% das plantas são originárias de Pacajus-CE (EMBRAPA 1991). Para aumentar a variabilidade genética existente, Barros et al (1984) utilizaram a introdução do material genético coletado no território de Roraima, prospecção no estado do Ceará, nas zonas de ocorrência da planta, aplicação de mutagênicos químico em sementes do clone CCP 06, estando as plantas em avaliação, e formação de campo de cruzamento natural.

Do germoplasma disponível no Brasil, os acervos de cajueiro anão precoce merecem destaque, por serem exclusivos do país e representarem, a curto prazo, avanços tecnológicos capazes de promover mudanças nos atuais sistemas de produção da cultura (Embrapa 1991). Com este tipo é possível a obtenção de maiores produtividades em razão da existência de clones melhorados, além de possibilitar maior produção pelo aproveitamento do pedúnculo já que o rendimento da colheita é bem mais significativo (Araújo e Silva 1995).

Atualmente, o programa de melhoramento genético da Empraba visa alcançar, além de alta produtividade em curto tempo, produtos com excelente qualidade, priorizando para isto, as pesquisas para atender às demandas atuais da cajucultura com enfoque na fruticultura irrigada e aproveitamento do pedúnculo para o consumo *in natura* (Barros et al 1996).

O clone de cajueiro anão precoce CCP-76 é o mais cultivado para a produção de pedúnculo para comercialização *in natura*, servindo de estudo para vários experimento realizado na Embrapa Agroindústria Tropical (Moura 1998; Alves 1999; Figueiredo 2000).

O pedúnculo de caju anão precoce variam de 160 a 252 mg/100g de vitamina C (Moura 1998), sendo rico também em minerais como cálcio, ferro e fósforo (Franco 1995).

No caju, os teores de vitamina A, avaliado através de carotenóides é baixo, da ordem de 37,5 a 107,5 mg/100g (Cecchi e Rodriguez-Amaya 1981). Porém, colabora com esta vitamina na dieta nordestina, o que o torna um fruto adequado

para o desenvolvimento de variedades melhoradas, levando vantagens na melhoria da saúde e bem-estar da população (Akinyele e Keshinro 1980).

2.1.3. Melão

O Brasil é o 23º produtor mundial de melão (Pimentel 2000), sendo a região de Mossoró-Baraúna, Rio Grande do Norte, o principal pólo produtor (Menezes 2000).

A produção nacional de melão tem aumentado substancialmente nos últimos 16 anos. Porém, este aumento não se observa com a exportação, que sofreu uma redução de 50% entre 1995 e 1996, isto talvez seja devido a perda da competitividade em relação às preferências do mercado externo (Paiva, 1998b), sendo o melão cantaloupe preferido na América do Norte e Europa (McCreight et al 1993).

A produção brasileira de melão concentrou-se, durante muitos anos, no melão amarelo. Esta preferência condicionou os melhoristas a utilizar germoplasma do grupo *inodorus* que apresentassem frutos com as características do melão amarelo, tornando a base genética do melão brasileiro bastante estreita. Portanto, um programa de melhoramento genético de melão que vise melhor adaptação ao cultivo nas condições do Nordeste, precisa ampliar esta variabilidade (Paiva 1998a)

Apesar da região Nordeste ser a maior produtora de melão, as sementes híbridas melhoradas e adaptadas para o Nordeste são restritas. Desta forma, as pesquisas de melhoramento genético do meloeiro na Embrapa Agroindústria Tropical surgiram para atender esta demanda (Paiva 1998b).

Os principais melões produzidos comercialmente pertencem a dois grupos: *Cucumis melo inodorus* Naud (melão amarelo), e *C. melo cantaloupensis* Naud (melão reticulado e melão cantaloupe). O primeiro grupo, melão amarelo, são inodoros, a polpa tem coloração variando entre branca e verde-clara e apresenta elevado teor de açúcares, são resistentes às condições de transporte e têm longa vida pós-colheita (McCreight et al 1993; Menezes 1996). O segundo grupo, melão cantaloupe, apresenta polpa de coloração alaranjada ou salmão, às vezes verde,

com sabor mais doce que o anterior, e são bastantes aromáticos (McCreight et al 1993; Menezes 2000), o que os torna mais preferido pelos consumidores, além de apresentarem teores de vitamina A até 113 vezes maiores que os melões amarelos (Robinson e Decker-Walters 1999), porém de baixa conservação pós-colheita (Menezes 1996).

Em 1996 a Embrapa Agroindústria Tropical iniciou o programa de melhoramento genético do melão, com objetivo de desenvolver o melão tropical, ou seja, um melão que apresente a epiderme enrugada, de coloração amarelo ouro e a polpa de coloração salmão, contentando o produtor e o consumidor. Para iniciar o programa, uma população com essas características foi selecionada a partir de outra população, sintetizada pela recombinação natural entre 62 genótipos que mostravam bastante variação para porte da planta, rusticidade, precocidade, produção e características de frutos. Esta população (G2 31.21) recebeu o nome de tupã, sendo proveniente do cruzamento do melão amarelo com cantaloupe, e foi cultivada em casa de vegetação e as plantas autofecundadas para obter as progênies S1 (tupã1 a tupã10), que foram cultivadas no Campo Experimental de Pacajus, no Município de Pacajus-CE, mostrando muita variação para as características de qualidade. Quando a população tupã foi autofecundada e recombinada duas plantas apresentaram polpa totalmente salmão e foram denominadas tupã α e tupã β . Estas plantas foram avaliadas no experimento com progênies de melão amarelo, e a partir destas progênies foram feitas outras autofecundações e formação de híbridos gerando outras progênies, objetivando obter outras que tenham as melhores características dos melões amarelo e cantaloupe (Paiva et al 2000; Paiva 2001), ou seja, selecionar linhagens homozigotas para polpa salmão e combiná-las, através de cruzamento, com outra linhagem amarela que apresente frutos característicos do tipo, para obter híbridos amarelo com polpa cantaloupe (Paiva et al 2000)

2.2. β -Caroteno e Vitamina C como nutrientes funcionais

A relação entre o consumo de alimentos e o desenvolvimento de enfermidades crônicas tem sido bastante estudado, gerando o conceito de que saúde é um bem que pode ser controlado pela alimentação. Na década de 80, o comércio destes alimentos ganhou maior impulso, com produtos chamados pelos britânicos de “Health Foods”. Estes produtos eram isentos de glúten, pobres em calorias, baixo teores de sódio e outros, mas a preocupação era controlar os níveis de determinados nutrientes (Neumann 2000).

O Japão é o país com maior interesse pelos alimentos funcionais. Neste país, esta categoria de alimentos recebeu o nome de “Foods for Special Health Use”. Alimentos que demonstrem capacidade de regular funções corporais, de forma a auxiliar na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose, e caronariopatias (Cândido 1995; Pourchet-Campos 1998). Dentre as diferentes classes de alimentos funcionais, destaca-se as vitaminas, principalmente aquelas antioxidantes, como vitamina C e β -caroteno (Bianchi 1999; Neumann 2.000). Estes alimentos funcionais podem ser naturais ou enriquecidos artificialmente, sendo mais comum o uso de vitaminas, como vitamina C e vitamina A e minerais. (Pourchet-Campos 1998).

Dentre os componentes alimentares mais investigados como preventivos de câncer figuram a vitamina A, vitamina C e vitamina E. Cerca de 25 classes de diferentes substâncias químicas possuem atividade anticancerígena e antimutagênica, e são encontradas em todas as categorias de alimentos, especialmente frutas e verduras (Cândido 1995; Bianchi 1999).

Rodriguez-Amaya (1997) e Bianchi (1999) relatam que as células do corpo humano estão sujeitas a uma série de processos oxidativos, capazes de provocar danos ao DNA e a macromoléculas como lipídios e proteínas. O acúmulo destes danos pode levar ao aparecimento de câncer (mutação e estímulo da divisão celular), doenças cardiovasculares (oxidação de lipoproteínas de baixa densidade-LDL e alterações tecidual) e cataratas (oxidação de proteínas). Para remoção dos radicais livres, além da superóxido dismutase, o organismo utiliza antioxidantes, como o ácido ascórbico, α -tocoferol e outros compostos. A vitamina

E (tocoferol) é o principal antioxidante nas membranas celulares, pois atua diretamente sobre radicais derivativo do oxigênio, oxigênio “singlet”, produtos de lipoperóxido, e radicais superóxidos formando radical tocoferol inócuo. A vitamina C interage com o tocoferol, regenerando o tocoferol reduzido. Portanto, a relação vitamina C e tocoferol pode ser biologicamente mais importante que os níveis absoluto de vitamina C. Esta vitamina é solúvel em água e pode reagir com radicais superóxido, hidroxila e oxigênio “singlet”.

Os carotenóides são capazes de sequestrar espécies de radicais livres tal como oxigênio singlet ($^1\text{O}_2$) e Oxigênio triplet ($^3\text{O}_2$). Além disso, por sequestrar espécie reativas, os carotenóides podem atuar também como antioxidantes e desta forma, proteger as células e organismo de danos oxidativos (Krinsky 1994; Shahidi 1998) motivo que os coloca na lista dos nutrientes funcionais capazes de prevenir doenças cardiovasculares, inibir o câncer e fortalecer o sistema imunológico (Simpson 1983; Krinsky 1994; Bendich 1994; Rodriguez-Amaya 1985 e 1997; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997; Shahidi 1998). Teoricamente, todo carotenóide com sistema similar de dupla ligação conjugada na cadeia é capaz de atuar como antioxidante (Shahidi 1998). O β -caroteno é o composto que mais eficientemente elimina oxigênio “singlet”, atuando como antioxidante.

Portanto, os antioxidante incluem uma variedade de compostos capazes de evitar a peroxidação lipídica e a formação de radicais livres. Dentre as vitaminas encontra-se a vitamina E e vitamina C, e no grupo de pigmentos encontra-se os carotenóides. Dentre os carotenóides com atividade antioxidante cita-se o licopeno, encontrado no tomate; e o β -caroteno, encontrado na cenoura (Bobbio 1995; Bianchi 1999).

A atuação dos antioxidantes nas doenças cardiovasculares é devido aos perigos da peroxidação dos lipídios. Apesar de constatado que os antioxidantes reduzem a peroxidação lipídica, ainda não se sabe quais as quantidades ideais para suplementação e cuidados deve serem tomados com a ingestão excessiva (Cândido e Campos 1997). O excesso de vitamina C pode levar ao aumento dos níveis plasmático de oxalato e consequente formação de cálculos renais, desarranjos intestinais e diarréias (Cândido e Campos 1997; Mahan 1998).

Bendich (1994) em estudo de revisão, relata que a ingesta dietética média de β -caroteno é de 1,5 mg/dia, mas a recomendação dietética do National Câncer Institute e do American Cancer Society para adultos saudáveis é de 5-6 mg/dia. Entretanto, indivíduos expostos a maiores stress oxidativos, tal como os fumantes, podem requerer maiores níveis de ingesta de β -caroteno e outros nutrientes antioxidantes.

O mercado de antioxidantes e de alimentos que os contém está experimentando um expressivo crescimento devido à correlação com a prevenção de câncer (Cândido 1995). Estudos revelam que os indivíduos com alto consumo de frutas e verduras ricas em carotenóides tem menor risco a certos tipos de câncer; além de menor risco as doenças cardiovasculares, degeneração macular e cataratas. Estes efeitos benéficos deve-se a atividade antioxidante dos carotenóides, através da desativação de radicais livres e pela capacidade de sequestrar oxigênio singlet, cuja capacidade está ligado ao sistema de duplas ligações conjugadas. Porém, ainda são contraditórios os resultados de pesquisas com suplemento de alta doses de β -caroteno, mas o consumo de alimentos ricos em carotenóides é geralmente recomendado, uma vez que está associado a uma diminuição de duas vezes no risco de câncer. Os dados relativos a tumores de cólon, de mama, de pele não são consistentes, sugerindo que o β -caroteno poderá ser efetivo em alguns tipos de câncer, mas não de todos os tipos (Simpson 1983; Krinsky 1994; Bendich 1994; Rodriguez-Amaya 1997).

Os estudos evidenciam que a vitamina C pode estar prevenindo o câncer pela inibição de nitrosaminas, inibindo a ativação de carcinógenos, auxiliando na desintoxicação de carcinógenos, estimulando a resposta imune e inibindo a fase de promoção. Mas não existe dados suficientes na literatura para confirmar estas suposições (Rodriguez-Amaya 1997).

2.3. β -caroteno

2.3.1 Propriedades e funções

Os carotenóides compreendem a maior classe de pigmentos naturais, e foi isolado pela primeira vez em 1831, na cenoura. Em 1919 descobriu-se que havia uma relação entre os carotenóides e a vitamina A e em 1930 estabeleceu-se que os carotenóides podem se transformar em vitamina A no organismo animal (Lehninger 1985; Carvalho 1993). A conversão só ocorre quando o organismo necessita desta vitamina, evitando a potencial toxidez de vitamina A em excesso (Rodriguez-Amaya 1997). Estruturalmente a vitamina A (retinol) é metade de β -caroteno com uma molécula adicional de água no fim da cadeia lateral (Rodriguez-Amaya e Pastore 1997). Esses pigmentos podem existir na forma livre, como cristais ou sólidos amorfos, em solução ou dispersos no meio lipídico e também na forma combinada, associada às proteínas e clorofila (Shanhidi 1998; Andreolla et al). Na polpa de frutas encontra-se normalmente esterificados com ácidos graxos (Andreolla et al)

Os carotenóides possuem propriedades e exercem ações e funções especiais, as quais são intimamente ligadas às suas estruturas. A estrutura básica é um tetraterpeno de 40 carbonos, formado por oito unidades isoprenóides de cinco carbonos, ligados de tal forma que a molécula é linear e simétrica, com a simetria invertida no centro, sendo o aspecto estrutural um sistema extenso de duplas ligações conjugadas, referido como cadeia poliênica (Rodriguez-Amaya 1997; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997; Brasil e Guimarães 1998; Shahidi 1998). Este sistema pode ser modificado através da hidrogenação, isomerização, ciclização e introdução de substituintes ou combinação destes processos, o que resulta em uma diversidade de estruturas (Rodriguez-Amaya e Pastore 1997; Shahidi 1998).

A isomerização consiste na modificação da estrutura primária estável trans, para a forma cis, que tem menor potencial biológico, resultando portanto em menor teor de vitamina e perda de cor (Rodriguez-Amaya 1985; Godoy e Rodriguez-Amaya 1994). A isomerização é comum quando as amostras são

expostas a luz, calor, ácidos e superfícies ativas. Porém, cis-isômeros podem ocorrer naturalmente (Davis 1976; Godoy e Rodriguez-Amaya 1994; Krinsky 1994; Rodriguez-Amaya 1997). A ciclização destes carotenóides ocorre somente nas extremidades, formando anéis β (beta) e ϵ (epsilon) (Rodriguez-Amaya 1997; Brasil e Guimarães 1998). A oxidação é a principal causa da deterioração de carotenóides devido estes serem de natureza insaturada. À medida que se saturam as duplas ligações essas se rompem facilmente e a cor característica do carotenóide desaparece (Fennema 1993; Brasil e Guimarães 1998).

Para apresentar atividade vitamínica, um carotenóide precisa ter em sua molécula um anel β -ionona não substituído e uma cadeia lateral poliênica de pelo menos 11 carbonos. (Bauernfeind 1972; Rodriguez-Amaya 1985 e 1989; Carvalho 1993; Brasil e Guimarães 1998). O β -caroteno é a pró-vitamina A mais importante, tanto em termo de biopotência como pela sua larga ocorrência (Krinsky 1994; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997; Mahan e Escott-Stump 1998; Brasil e Guimarães 1998). O β -caroteno possui dois anéis β -ionona ligados por uma cadeia poliênica de 22 carbonos e possui atividade vitamínica igual a 100%. Os demais carotenóides com atividade pró-vitamina A incluem α -caroteno, γ -caroteno, β -zeacaroteno, β -criptoxantina, α -criptoxantina possuem mais ou menos 50% da atividade de β -caroteno (Simpson 1983; Rodriguez-Amaya 1985, 1989 e 1997; Carvalho 1993; Godoy e Rodriguez-Amaya 1994).

A capacidade dos carotenóides de absorver luz deve-se ao sistema de ligações duplas conjugadas (Davis 1976; Krinsky 1994; Rodriguez-Amaya 1997; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997; Brasil e Guimarães 1998). Quanto maior o número de insaturações conjugadas, mais intensa é a cor do composto (Rodriguez-Amaya 1989). São necessárias, pelo menos, sete duplas ligações para que o carotenóide seja colorido, tornando-o responsável pelas cores atraentes das frutas, flores, peixes, etc., além de servir como corante alimentício (Rodriguez-Amaya 1997).

2.3.2. Biossíntese de carotenóides

Os carotenóides, nas plantas, se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas. A mudança de cor no amadurecimento dos frutos é causada pelo desaparecimento das clorofilas, que enquanto presente, mascaram a cor dos outros pigmentos. No amadurecimento dos frutos, os carotenóides associados com a clorofila podem ou não serem degradados, ou terem sua concentração mantida ou mesmo aumentada. Esta mudança está correlacionada com a degeneração do cloroplasto que se transforma em cromoplastos, e a síntese “*de novo*” de carotenóides é estimulada e induzida pela interação de diferentes fitohormônios, como o etileno (Minguez-Mosqueira e Gallardo-Guerreo 1995; Brasil e Guimaraes 1998). Embora no processo de maturação dos frutos seja comum a biossíntese de carotenóides (Rodriguez-Amaya 1985 e 1997; Alves 1993; Figueiredo 2000), o amadurecimento não envolve necessariamente a carotenogênese (Minguez-Mosqueira e Gallardo-Guerreo 1995)

A biossíntese de carotenóides inicia-se a partir do acetato. Duas moléculas de acetil CoA unem-se para formar aceto-acetil CoA. Este condensa-se com outra molécula de acetil coA para formar o β -hidroxi- β -metil glutaril CoA, o qual é reduzido e forma o ácido mevalônico (MVA). Este composto em presença de adenosina trifosfato (ATP) é convertido em ácido mevalônico fosfato e novamente fosforilado formando o mevalônico pirofosfato (MVAPP). Posteriormente ocorre etapas de descarboxilação e desidratação que formam uma unidade de isopreno de cinco carbonos, o isopentil pirofosfato (IPP), sendo este isomerizado em dimetilalil pirofosfato (DMP) e depois o IPP e o DMP se condensam para formar o geranil pirofosfato. Estas 10 unidades de carbonos, por uma continuada condensação formam unidades de 20 carbono, o geranil-geranil-pirofosfato (GGPP) (Bauernfeind 1972; Britton 1988 citado por Cavalcante 1991). Duas moléculas de GGPP irão formar o fitoeno, que sofre várias reações de desaturação originando o fitoflueno, ζ - caroteno ou seus isômeros assimétricos, neurosporeno e licopeno (Simpson 1983; Britton 1988; Cavalcante 1991). A formação de α e β -criptoxantina, luteína e zeaxantina, ocorre com a introdução de grupos hidroxilas no carbono 3 do anel do carotenóide, no final da sequência

biossintética. A luteína sofre epoxidação e forma 5,6-momoepóxi-luteína, zeaxantina, anteraxantina e violaxantina (Goodwin 1976; Cavalcante 1991). Depois da formação do fitoeno, sucessivas desidrogenações e ciclizações resultam em compostos como o β -caroteno e subsequente oxigenação forma as xantofilas (Simpson 1983) (Figura 01).

Figura 01: Biossíntese de carotenóides

2.3.3 Absorção, conversão de provitamina A e metabolismo

Para realizar sua função de vitamina A no organismo, o β -caroteno é quebrado oxidativamente pela mucosa intestinal em duas moléculas de retinal (Bauernfeind 1972; Krinsky 1994; Montgomery 1994; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997), que são reduzidas para retinol (todo-trans retinol) ou oxidada para ácido retinóico (Bauernfeind 1972; Rodriguez-Amaya 1985). Alternativamente, pode ocorrer clivagem nas extremidades da cadeia, formando apocarotenóides (β -apo-8', β -apo-10', β -apo-12' e β -apo-14') e eventualmente retinal que será convertido em retinol (Bauernfeind 1972; Simpson 1983; Rodriguez-Amaya 1985; Rodriguez-Amaya e Pastore 1997) (Figura 02).

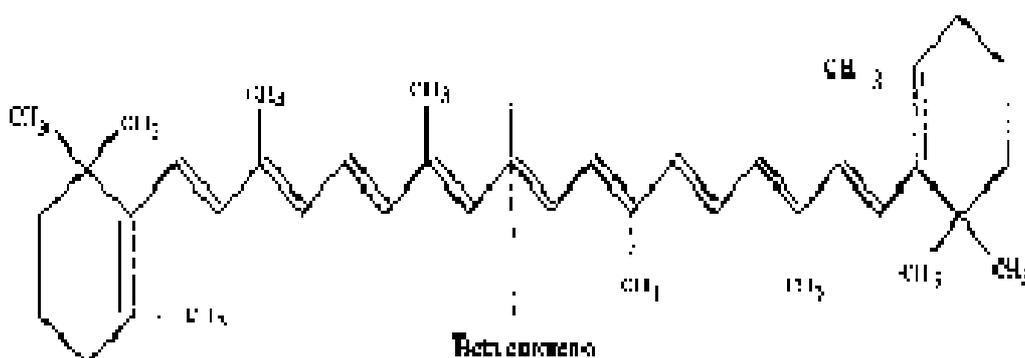


Figura 02: Clivagem de β -caroteno em vitamina A

Segundo Bobbio (1992) e Brasil e Guimarães (1998) a molécula de β -caroteno, por conter dois anéis de β -ionona, deveria ser convertido em duas moléculas de vitamina A, mas este fato não foi observado experimentalmente, sugerindo que metade da molécula é perdida durante a conversão, ou então que de cada duas moléculas de β -caroteno absorvidas, apenas uma é transformada em vitamina A.

Durante a digestão dos carotenóides o alimento sofre ação de esterases, lipases e proteases o qual libera os pigmentos por serem solúveis em sais biliares. Na mucosa da célula o carotenóide pode ser oxidativamente clivado para retinol ou em menor grau absorvido intacto (Simpson 1983). O retinol sintetizado, é absorvido na mucosa intestinal e passa para o sangue ou alternativamente pode ser esterificado com um ácido graxo de cadeia longa, como o palmitato, e então é transportado pela linfa até o fígado onde será estocado (Rodriguez-Amaya 1985). Estoque de retinol também ocorre nos tecidos gordurosos, córtex adrenal e outros órgãos (Bauernfeind 1972; Simpson 1983). Quando a quantidade de vitamina A supera a capacidade do fígado de armazená-la, a taxa de absorção diminui, por isto, os carotenóides não induzem a hipervitaminose A. O fígado é capaz de acumular uma grande quantidade de esteres de retinila, que são liberados no sangue, conforme a necessidade, após serem reconvertidos em retinol (Rodriguez-Amaya 1985).

O retinol é transportado pelo sangue aos tecido, por uma proteína plasmática ligadora de retinol. Quando essa proteína contém retinol, ela se liga a pré-albumina, uma proteína presente no plasma sanguíneo, formando um complexo proteína-proteína que protege o retinol. O retinol é removido da proteína ligadora plasmática pelas células da retina, e é oxidado a retinal que irá participar do ciclo visual (Montgomery 1994)

O excesso de carotenóides na dieta é excretado nas fezes ou depositado na pele, levando a carotenermia sem danos à saúde. Porém, a vitamina A, ingerida como tal, é tóxica quando em excesso (Rodriguez-Amaya 1985).

Cada micrograma (μg) de β - caroteno, corresponde a 0,16 μg de retinol. Na Tabela 01 pode-se observar as diversas medidas de conversões β -caroteno em vitamina A.

Tabela 01: Conversões de β - caroteno em vitamina A.

Unidades	Conversões	Referências
1 UI de vitamina A	0,6 μg de β - caroteno 0,3 μg de retinol 0,3 μg de acetato de vitamina A 0,54 μg de palmitato de vitamina A 1 USP (unidade farmacopéia dos Estados Unidos).	IAL 1985 Rodríguez-Amaya 1989 Carvalho 1993
1 Equivalente retinol (ER)	1 μg de retinol 6 μg de β - caroteno 12 μg de outros carotenóides pró-vitamina A (50% de atividade vitamínica) 3,33 UI de atividade de vitamina A a partir do retino 10 UI de atividade de vitamina A a partir do β - caroteno	Rodríguez-Amaya 1989 Carvalho 1993 Mahan 1998

2.3.4. Carência de vitamina A e recomendação nutricional

A atividade pró-vitamínica A dos carotenóides os tornam compostos de grande importância, principalmente em países subdesenvolvidos, onde a hipovitaminose A é um problema nutricional (Andreolla et al; Rodríguez-Amaya 1985), levando ao aparecimento de “cegueira noturna”, e em caso mais graves ao endurecimento da córnea (xeroftalmia). Esta vitamina é também necessária ao crescimento e aumento da resistência as doenças (Brasil e Guimarães 1998).

A deficiência de vitamina A é a maior causa de mortalidade infantil em países em desenvolvimento atingindo aproximadamente 1 a 5 milhões de pessoas, principalmente lactentes e crianças em idade pré-escolar (Mahan e Escott- Stump 1998).

O Brasil possui uma variedade de alimentos ricos em pro-vitamina A, alimentos estes que devem ser utilizados na solução definitiva do problema de deficiência de vitamina A, já que a administração de preparações farmacêuticas desta vitamina deve ser considerada como uma medida de emergência para casos graves, decorrentes de subnutrição generalizada e prolongada. Para solução deste problema, é necessário que a dieta também seja adequada em gordura e proteína já que a insuficiência destes nutrientes impede a utilização de pro-vitamina e vitamina A pelo organismo (Rodriguez-Amaya 1985).

A recomendação mínima desta vitamina para prevenir sintomas de deficiência é de 500 a 600 μg de retinol. A FAO/OMS recomenda 750 μg de retinol para adultos e a legislação brasileira adotou a recomendação de 1500 μg de retinol (Rodriguez-Amaya 1985). Na tabela 02 estão agrupadas as recomendações diárias para margem de segurança adotada pela NAS-NRC (National Academy of Sciences- National Research Council), assumindo que metade seja proveniente do retinol e a outra metade de β -caroteno.

Tabela 02.: Recomendações Nutricionais (RDA) de Vitaminas A.

Grupos	Idade (Anos)	Vitamina A (μg de Retinol)
Recém – nascidos	0,0-0,5	375
	0,5-1,0	375
Crianças	1-3	400
	4 -6	500
	7 -10	700
Homens	11 -14	1.000
	15 -51+	1.000
Mulheres	11 – 14	800
	15 - 51+	800
Gestação		800
Lactação	1º sem	1.300
	2º sem	1.200

Fonte: De Food and Board, National Research Council, National Academy of Sciences: Recommended Dietary Allowances, 10 ed. Washington, DC, National Academy Press, 1989. IN: MAHAN, 1998.

2.4. Vitamina C

2.4.1. História e características químicas

O ser humano não é capaz de sintetizar o ácido ascórbico, dependendo de seu fornecimento através da alimentação. Deve-se a Szent-György, em 1932, o isolamento de uma substância redutora, denominada ácido hexurônico, sendo cinco anos depois provado ser o ácido ascórbico e dois anos após este ácido foi obtido sinteticamente em forma fisiologicamente ativa (Franco 1995; Mahan 1998).

Quimicamente a vitamina C é uma lactona do ácido derivado de um monossacarídeo, pertencendo à classe dos carboidratos (Brasil e Guimarães 1998), tendo como forma principal o ácido L-ascórbico, um poderoso agente redutor e que aparentemente funciona numa variedade de reações de hidroxilação. É reversivelmente oxidado no organismo em ácido L-dihidroascórbico. Na forma oxidada possui completa atividade de vitamina C (Franco 1995).

É a vitamina mais facilmente degradável. Os principais fatores capazes de degradar o ácido ascórbico (oxidação) são: meio alcalino, oxigênio, calor, ação da luz, metais (Fe, Cu, Zn) e a enzima oxidase do ácido ascórbico. A oxidação leva a formação do furaldeído, composto que polimeriza facilmente, com formação de pigmentos escuros (Sgarbiere 1987; Brasil e Guimarães 1998). A forma reduzida do ácido ascórbico, a qual é mais ativa, é prontamente oxidada em ácido dehidroascórbico que ainda possui poder vitamínico. Porém, a próxima etapa da oxidação é irreversível, formando o ácido dicetogulônico que não apresenta função de vitamina (Sgarbiere 1987; Mahan 1998).

A estabilidade da vitamina C aumenta com o abaixamento da temperatura e a maior perda se dá durante aquecimento de alimentos, porém, existe casos de perda durante o congelamento, ou armazenamento dos alimentos a baixas temperaturas. Também há perdas de vitamina C na lixiviação de alimentos, sendo a perda ainda maior quando a lixiviação é feita com aquecimento (Brasil e Guimarães 1998).

2.4.2 Biossíntese da vitamina C

A síntese de ácido ascórbico (AA) depende de um adequado suprimento de hexose que é o açúcar precursor, e da atividade fotossintética. Daí porque nos frutos a concentração de ácido ascórbico depende do grau de exposição solar (Mapson).

Vários são os caminhos para a síntese de ácido ascórbico, sendo o mais comum os originados da D-glucose e D-galactose. Sem questionar, o mais importante material para a síntese é D-glucose (Figura 03), o qual contém os requisitados seis átomos de carbonos, algumas ou todas as propriedades estereoquímicas (Crawford e Crawford 1980; Mapson.)

Figura 03: Síntese do ácido ascórbico a partir da D-glucose, com e sem a inversão da cadeia de carbonos.

Na figura 03 pode-se verificar a biossíntese de ácido ascórbico (AA) através da D-glucose por dois caminhos, um no qual ocorre inversão dos carbonos da cadeia, e o outro na qual não há inversão. No primeiro, quando ocorre inversão dos carbonos da cadeia, onde o C-1 torna-se o C-6, a D-glucose é reduzida em C-1 e oxidada em C-5 para formar o ácido 2-Oxo- L- gulônico, o qual por lactonização dar-se ácido ascórbico. Quando a D-glucose é convertida sem a completa inversão da cadeia de carbonos, a D-glucose pode ser oxidada em C-1 e C-2, e a estereoquímica de C-5 pode ser invertida; isto constitui uma outra série de síntese de AA (Crawford e Crawford 1980; Mapson).

2.4.3 Absorção, metabolismo e função

O ácido ascórbico é absorvido na parte superior do intestino delgado, passando para a corrente circulatória e distribui-se pelos tecidos em quantidades variáveis. Em adultos, a dose proporcional absorvida depois da administração de uma dose oral de 180mg é de 75% da dose administrada. Administrado em altas doses, como 12g a absorção é de apenas 16%. A absorção pode ser diminuída em dietas ricas em zinco ou pectina, e aumentadas por substâncias contidas nos extratos cítricos naturais (Franco 1995; Mahan 1998).

Após absorvido, o ácido ascórbico passa rapidamente para dentro dos tecidos das adrenais, dos rins, do fígado e do baço, a maioria dos quais parece estar em equilíbrio com os níveis séricos. A biodisponibilidade de vitamina C natural é semelhante a suplementar (Mahan 1998).

As quantidades excessivas ingeridas acima do nível de saturação de vários tecidos são excretadas na urina como ácido oxálico, embora, em ingestão maiores que 100g/dia excessos sejam excretados como ácido ascórbico ou exalados como dióxido de carbono (Franco 1995; Mahan 1998).

Várias são as funções do ácido ascórbico, ele pode aumentar a absorção do ferro reduzindo o íon férrico a ferroso no trato intestinal através da atividade

imunológica; possui habilidade de perder e captar H⁺ e dá um papel essencial no metabolismo; tem importante papel na cicatrização de feridas, hemorragias puntiformes, fraturas, contusões, sangramentos gengivais. A vitamina C em altas doses, especialmente durante o esforço muscular intenso de breve duração exerce efeito benéfico sobre a resistência a fadiga. Está envolvida na hidroxilação de prolina para forma hidroxiprolina na síntese de colágeno e é essencial para a oxidação da fenilalanina e tirosina (Lehninger 1985; Franco 1995; Mahan 1998).

2.4.4 Carência de vitamina C, recomendação nutricional e toxicidade.

O homem não sintetiza ácido ascórbico por problemas genéticos, necessitando de ingestão constante de vitamina C. A deficiência desta vitamina causa o escorbuto. Os sintomas aparecem quando os níveis séricos caem abaixo de 0,2 mg/dl e se caracteriza por gengivas inchadas e inflamadas, perda dos dentes, perda de cabelos, pele seca e pruriente devido a problemas de formação dos colágenos. O indivíduo apresenta anemia por dificuldade em usar o ferro armazenado (Franco 1995; Mahan 1998; Brasil e Guimarães 1998).

A vitamina C participa da formação de aminas aromáticas (serotonina e norepinefrina) que são neuro transmissores importantes, por isto, indivíduos escorbúticos apresentam sintomas neurológicos (Sgarbiere, 1987).

A recomendação de vitamina C varia com a idade e estado fisiológico do indivíduo. Na Tabela 03, pode-se verificar que a RDA de vitamina C é de 60mg para indivíduos adultos (Mahan 1998).

Tabela 03: Recomendações Nutricionais (RDA) de Vitamina C

Grupos	Idade (anos)	Vitamina C (mg)
Recém – nascidos	0,0-0,5	30
	0,5-1,0	35
Crianças	1-3	40
	4 -6	45
	7 -10	45
	11 -14	50
Homens	15 -51+	60
Mulheres	11 – 14	50
	15 - 51+	60
Gestação Lactação		70
	1° se m	95
	2° se m	95

Fonte: De Food and Board, National Research Council, National Academy of Sciences: Recommended Dietary Allowances, 10 ed. Washington, DC, National Academy Press, 1989. IN: MAHAN, 1998.

Atualmente foi sugerido nova recomendação, sendo para mulheres de 75 mg e homens de 90 mg. Nível máximo deste nutriente foi definido para 2.000 mg (EUA 2000).

O comum uso excessivo deste nutriente leva a problemas de toxicidade caracterizado por diarreia, devido efeito osmótico da vitamina não absorvida passando pelo trato intestinal (Mahan 1998).

2.5. β -Caroteno, Vitamina C e outras características de qualidade em frutos tropicais

2.5.1. β -Caroteno

Os frutos e hortaliças são excelentes fontes de precursores do retinol, os carotenos (principalmente α e β), os quais correspondem a apenas cerca de 10% dos pigmentos carotenóides totais presentes nos produtos (Chitarra e Chitarra 1990). Em melões Cantaloupe, a intensidade de coloração laranja da polpa é devido principalmente a pigmentos carotenóides, dos quais o β -caroteno é o principal componente (Curl 1966; Pratt 1971; Menezes 1996), sendo encontrado também em cultivares de melão de polpa alaranjada o β -criptoxantina e α -caroteno (Homnava 1990). Desta forma, o melão cantaloupe é boa fonte de vitamina A, com 7,5 $\mu\text{g/g}$ (Eitenmiller et al 1985).

Durante a maturação dos frutos, o conteúdo de β -caroteno aumenta, devido à síntese dos pigmentos carotenóides (Rodriguez-Amaya 1985 e 1997; Mercadante e Rodriguez-Amaya 1998). Os pigmentos carotenóides podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados, simultaneamente, com a degradação desta (Chitarra e Chitarra 1990; Lester e Eisschen 1996).

Em muitos frutos carotenogênicos, o amadurecimento é acompanhado de biossíntese de carotenóide, o que consideravelmente aumenta os carotenóides pro-vitaminicos A, e pode continuar aumentando na pós-colheita, nos frutos intactos. Naqueles que permanecem verdes após maduros ou que a antocianina é pigmento predominante, o conteúdo de carotenóide tende a diminuir durante a maturação (Rodriguez-Amaya 1997).

Assunção (2000), ao estudar pedúnculos do cajueiro provenientes da região de Valinhos-SP, utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), identificou os seguintes carotenóides: luteína, β -criptoxantina, cis- β -criptoxantina, ζ -caroteno, α -caroteno, β -caroteno, fitoflueno, 9-cis- β -caroteno e 13-cis- β -

caroteno. A concentração nas variedades vermelhas e amarelas podem serem observadas na Tabela 04.

Tabela 04: Concentração de carotenóides em caju da variedade vermelha e amarela.

Carotenóides	Caju vermelho	Caju Amarelo
Luteína (µg/g)	0,09 a 0,15	0,07 a 0,15
β-criptoxantina (µg/g)	0,07 a 0,08	0,08 a 0,11
cis-β-criptoxantina (µg/g)	0,04 a 0,07	0,05
ζ-caroteno (µg/g)	0,05	-
α-caroteno (µg/g)	0,18 a 0,58	0,20 a 0,54
β-caroteno (µg/g)	0,44 a 0,68	0,18 a 0,58
Fitoflueno (µg/g)	0,06 a 0,11	0,04 a 0,11
9 + 13 cis-β-caroteno (µg/g)	0,09 a 0,20	0,06 a 0,15
Valor total de vitamina A (µg/g)	11,80 a 18,00	5,59 a 16,35

Fonte: Assunção (2000).

Cecchi e Rodriguez-Amaya (1981) avaliando a composição de carotenóides em suco de caju, provenientes do Ceará, Pará e São Paulo, verificaram que há uma pronunciada diferença entre os sucos de frutos vermelho, cujo conteúdo de carotenóide totais é de 3,1 a 3,6 µg/g sendo bem maior que o tipo amarelo, cujo conteúdo foi de 1,2 a 1,6 µg/g. Desta forma, a cor dos pedúnculos foram diretamente dependentes da quantidade total de carotenóides. A composição quantitativa dos frutos do mesmo tipo, mas de diferentes estados foram similares, indicando que o efeito geográfico não foi crítico, porém maior número de amostras para confirmar estes resultados são necessárias. Quando consideraram os pigmentos individuais, os níveis de β-caroteno foram três vezes maiores nos pedúnculos vermelhos (1,6 a 1,8 µg/g) quando comparados com os frutos amarelos (0,5 a 0,6 µg/g). Os autores identificaram ainda os seguintes

carotenóides: criptoxantina (0,5 a 1,0 $\mu\text{g/g}$), α -caroteno (traços a 0,3 $\mu\text{g/g}$), ζ -caroteno (traços), cis- β -caroteno (0,1 a 0,5 $\mu\text{g/g}$).

Em trabalho desenvolvido por Andreolla et al, em polpa de caraguatá, utilizando a metodologia de Rodriguez e col., com modificações; identificaram três carotenóides: β -caroteno, β -criptoxantina e luteína. Os carotenóides totais apresentaram em média 1,09 $\mu\text{g/g}$ da amostra, sendo o β -caroteno o principal carotenóide (48,62%). A luteína correspondeu a 20,69% e a β -criptoxantina 30,6% do total de pigmento da polpa. Os valores médios de vitamina A do caraguatá foram 0,12 μg de retinol e 0,348 μg de retinol por grama de polpa, provenientes do β -caroteno e β -criptoxantina, que são carotenóides pró-vitâmicos A.

A pitanga figura entre os frutos que possuem maiores quantidades de carotenóides totais (225 $\mu\text{g/g}$) e tem um excelente valor de vitamina A (991 ER/100g). O licopeno (73 $\mu\text{g/g}$) é o principal carotenóide, representando 32% dos carotenóides totais. Dentre aqueles que possui atividade de vitamina A, encontra-se o β -caroteno (9.5 $\mu\text{g/g}$), o β -criptoxantina (47.0 $\mu\text{g/g}$) e o γ -caroteno (52.7 $\mu\text{g/g}$) (Cavalcante,1991). Com relação a mesma fruta, Godoy e Rodriguez-Amaya (1994), encontraram os seguintes resultados: trans- β -caroteno ($3.7 \pm 0,6$ $\mu\text{g/g}$), trans- β -criptoxantina ($12,3 \pm 1,1$ $\mu\text{g/g}$) e trans- γ -caroteno ($0,4 \pm 0,1$ $\mu\text{g/g}$).

No trabalho de Godoy e Rodriguez-Amaya (1994), os autores observaram que em cinco amostras de acerola, duas apresentaram traços de trans- α -caroteno, o trans- β -caroteno foi de $3,4 \pm 0,2$ $\mu\text{g/g}$ e trans- β -criptoxantina de $0,4 \pm 0,1$ $\mu\text{g/g}$.

O buriti, destaca-se como um fruto rico em provitamina A, sendo sua maior concentração em trans- β -caroteno ($359,8 \pm 32,5$ $\mu\text{g/g}$), seguido do trans- α -caroteno ($80,1 \pm 9,0$ $\mu\text{g/g}$), e outros como trans- γ -caroteno, trans- β -zeacaroteno, 13-cis- β -caroteno, 13-cis- α -caroteno e 9-cis- β -caroteno (Godoy e Rodriguez-Amaya 1994),

Como a forma trans dos carotenóides tem mais atividade pró-vitaminica que aos cis-isômeros, necessitando separação dos isômeros na quantificação desta vitamina, Godoy e Rodriguez-Amaya (1994), realizando estudos de ocorrência de cis-isômeros de provitamina A em frutas brasileiras verificaram que

não há cis-isômeros em cajá, mamão, maracujá, pitanga e acerola. Encontraram traços de 13-cis- β -caroteno em loquat, manga e piqui. Frutas como buriti, mamey, nectarina e pêssego tiveram 0,1 a 4,2 μ g/g 13-cis- β -caroteno e 0,1 a 1,0 μ g/g 9-cis- β -caroteno. As frutas foram classificadas em dois grupos: aquelas que tem β -caroteno como principal provitamina (buriti, loquat, mamey, manga, maracujá e acerola) onde o conteúdo médio variou de 3,4 a 359,8 μ g/g e aquelas que o principal provitamina A é a β -cryptoxantina (cajá, nectarina, mamão, pêssego, piqui e pitanga) cujo conteúdo médio varia de 3,9 a 16,9 μ g/g. Os autores concluíram que a separação de isômeros não é importante em frutas fresca, uma vez que a superestimação é apenas de 3 a 10% do equivalente de retinol (ER) quando os isômeros não são separados.

Lester e Eischen (1996) avaliando o teor de β -caroteno, por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), em melão cantaloupe, observaram que houve uma variação de 5,3 a 33,8 μ g/g do peso fresco, variando com o tipo de solo (arenoso e argiloso) e cultivar (Cruiser e Primo), e com o tamanho do fruto. O teor de β -caroteno é maior em frutos do cultivar Primo, aqueles com maior tamanho, e quando cultivados em solo argiloso.

Rodriguez-Amaya (1997) observou que o melão cantaloupe, dos Estados Unidos, analisado por HPLC, apresenta variação de 16 a 216 μ g/g de β -caroteno, superior a cenoura do Brasil, com 34 μ g/g de β -caroteno, porém é importante verificar que a cenoura também possui 22 μ g/g de α -caroteno que é pró-vitaminico. O buriti figurou entre os alimentos mais rico em β -caroteno, com 360 μ g/g da parte comestível. Os alimentos analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) tiveram resultados mais altos que quando os mesmos foram analisados por cromatografia em coluna aberta (OCC). Também foi observado que os alimentos brasileiros tiveram conteúdo de β -caroteno mais alto no inverno quando comparados com o verão. Além disso, as frutas possuem conteúdo de β -caroteno mais baixo que os vegetais.

Mercadante et al (1997) analisando carotenóides em manga, no cultivar Keitt, por HPLC e Espectrofotometria de Massa, identificou os seguintes carotenóides: β -caroteno (all-trans) β -criptoxantina (all-trans and cis), zeaxantina

(all-trans), isômeros de luteoxantina, violaxantina (all-trans and cis) e neoxantina (all-trans and cis). Os principais carotenóides identificados foram β -caroteno (15.1 $\mu\text{g/g}$), all-trans-violaxantina (21.11 $\mu\text{g/g}$) e 9-cis violaxantina (10.1 $\mu\text{g/g}$)

Mercadante e Rodriguez-Amaya (1998) avaliando o efeito do amadurecimento, cultivar e processamento na composição dos carotenóides de manga produzidas no Brasil, e usando HPLC, observaram variação de carotenóides totais de 12,3 para 38,0 $\mu\text{g/g}$ no cultivar Keitt (São Paulo) e de 17,0 para 51,2 $\mu\text{g/g}$ no cultivar Tommy Atkins (Bahia) de frutos “de vez” para o estágio maduro. A alteração do amadurecimento ocorreu principalmente no pigmento violaxantina e β -caroteno. Nas mangas Keitt, all-trans- β -caroteno, all-trans-violaxantina e o 9-cis-violaxantina aumentaram de 1.7, 5.4, e 1.7 $\mu\text{g/g}$ no frutos “de vez” para 6.7, 18.0 e 7.2 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, em frutos maduros. No cultivar de Tommy Atkins, esses carotenóides foram de 2.0, 6.9 e 3.3 $\mu\text{g/g}$ para 5.8, 22.4 e 14.5 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, no amadurecimento. Em ambos cultivares, a pequena quantidade de 13-cis-violaxantina praticamente desapareceu no amadurecimento. Na produção de suco de manga comercial, a violaxantina não foi detectada, auroxantina apareceu em quantidades apreciáveis, e o β -caroteno tornou-se o principal carotenóide.

Portanto, é observado que a composição dos carotenóides variam em função de vários fatores, como o tipo de cultivar, estágio de maturação, clima e localização geográfica, porção analisada, manejo pós-colheita, estocagem e transporte (Rodriguez-Amaya 1989 e 1997).

Na tabela 05 pode-se observar as variações nos teores de β -caroteno dos frutos, comparando-os com a cenoura por ser considerada como boa fonte de pró- vitamina A.

Tabela 05 : Comparação dos teores de β -caroteno em frutos.

Frutos	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)
Manga	28,8
Melão orange	20,4
Marmelo	16,2
Nectarina	9,9
Pêssego	8,0
Acerola	3,4 *
Banana	2,2
Laranja	1,2
Caju vermelho	0,68 **
Uva	0,6
Maçã	0,2

Fontes: * Godoy e Rodriguez-Amaya (1994); Lester e Eischen (1996); **Assunção (2000)

2.5.2. Vitamina C

Cerca de 90% das necessidades de vitamina C do homem, advém de frutos e hortaliças. O caju e melão nacional são uma boa fonte desta vitamina, com teores em torno de 213 mg/100g (Moura 1998) e 29 mg/100g (Franco 1995), respectivamente. O teor médio de ácido ascórbico em melão cantaloupe é de 28 mg/100g (Eitenmiller et al 1985) e no melão variedade valenciano amarelo é de 30 mg/100g (Hecktkueur 1995). O teor de vitamina C no melão aumenta com a concentração de sólidos solúveis totais (Odet 1993; Menezes 1996). A acerola suplanta todas as fontes de vitamina C, com teores entre 1300 a 1600 mg/100g (Nogueira 1991). Na Tabela 06 pode-se observar as diferentes concentrações de vitamina C nos frutos tropicais

Tabela 06: Teor de vitamina C dos frutos tropicais

Frutos	Ácido ascórbico (mg/100g)
Jambo rosa	4,0
Banana prata	17,3
Abacaxi	27,2
Limão	30,2
Caju vermelho	35,0
laranja	47,0
Melão japonês	58,7
Manga rosa	146,0
Caju amarelo	219,7
Acerola	1949,0 *

Fonte : Franco (1995); * Cavalcante (1991)

Durante a maturação dos frutos, o conteúdo de vitamina C em muitos frutos tende a reduzir, na acerola este decréscimo pode chegar a 50% ou mais do teor inicial (Alves 1993). O decréscimo de vitamina C é atribuído à atuação, principalmente, da enzima ácido ascórbico oxidase (Butt 1980)

O decréscimo de vitamina C em função do amadurecimento foi observado por Cruz et al (1995), analisando o teor de ácido ascórbico na acerola, sendo as médias encontrada de 1.393, 1.025 e 756mg /100g de suco, em frutos na fase inicial de maturação, colhidos durante a maturação e na fase final de maturação, respectivamente.

Alves et al (1999) e Figueiredo (2000) observaram aumento contínuo no teor de vitamina C em pedúnculo de cajueiro anão precoce CCP-76 durante a maturação, variando de 28,41 a 135,98 mg/100g e 36,44 a 229,10 mg/100g respectivamente.

Moura (1998) objetivando avaliar a qualidade de pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce sob irrigação, e com potencial para consumo in natura, selecionados a partir de um experimento de competição de clones desenvolvido pela Embrapa, encontrou para o mesmo clone, CCP-76 utilizado como

testemunha, valor de vitamina C de 213,47 mg/100g; e uma variação de 160,34 até 251 mg/100g para os demais clones em estudo.

Figueiredo (2000) relata que estas diferenças para o mesmo pedúnculo, são decorrentes à localização do plantio, climas e regiões distintas, diferentes tratamentos culturais, tipo de solo e uso ou não de irrigação. Rodriguez-Amaya (1985) relata que as frutas nordestinas costumam ter um conteúdo mais alto de β -caroteno que as frutas da região Sudeste, confirmando o efeito climático na composição das vitaminas. Rodriguez-Amaya (1997) acrescenta que mamão formosa da Bahia mostrou ter mais alto conteúdo de β -caroteno (6,1 comparado com 1,4 $\mu\text{g/g}$) e β -criptoxantina (8,6 comparado com 5,3 $\mu\text{g/g}$) do que o mesmo cultivar em clima temperado de São Paulo.

Fonseca et al (1968) estudando os teores de ácido ascórbico em frutas e hortaliças brasileiras encontraram como rica em vitamina C a cabeludinha e acerola. O caju amarelo e vermelho apresentaram teores de vitamina C de 215 mg/100g e 220mg/100g respectivamente. A acerola apresentou, para fruta bem madura, teores de vitamina C de 1.500 a 1.700 mg/100g. No melão, o valor encontrados para vitamina C foi de 64 mg/100g .

Em trabalho desenvolvido por Assunção (2000) com pedúnculo de cajueiro provenientes da região de Valinhos-SP, o autor verificou que as concentrações de vitamina C nas amostras variaram de 94,60 a 165,56 mg/100 para as variedades vermelhas e de 101,11 a 144,28 mg/100g para as amarelas.

Cavalcante (1991) ao estudar acerola provenientes de Pernambuco, Ceará e São Paulo verificou que o teor de vitamina C varia por estado, encontrando para frutos provenientes de Pernambuco, Ceará e São Paulo valores de 2808, 1949 e 1640 mg/100g, respectivamente.

2.5.3. Outras características de qualidade

2.5.3.1. Antocianina

A coloração dos frutos é atribuída aos pigmentos antocianinas, clorofilas e carotenóides. O primeiro encontrado em vacúolos de células paraquimatosas, e

os demais, compartimentalizados em plastídeos (Chitarra e Chitarra 1990; Powrie e Skura 1991) .

A mudança de cor no amadurecimento dos frutos é causada pelo destruição das clorofilas, síntese de carotenóides (Rodriguez-Amaya 1985; Alves 1993; Figueiredo 2000) e antocianina (Alves 1993; Brasil e Guiimarães 1998). Figueiredo (2.000) observou um rápido acúmulo de antocianina nos estádios finais de maturação em pedúnculos de clone de cajueiro anão-precoce CCP-76, sendo de 21,48mg/100g, o que proporcionou uma aparência atrativa, característica do pedúnculo maduro.

Moura (1998) estudando a qualidade de pedúnculo de cajueiro anão-precoce irrigado, encontrou para o CCP 76 conteúdo de antocianina totais de 37,38mg/100, superior ao de Figueiredo (2.000). Os demais clones estudados os valores variaram de 17,56 a 76,07 mg/100g de película. A variação de valores para mesmo clone pode ser atribuída a vários fatores, tais como: condições ambientais, injúrias, maturidade, temperatura e luminosidade (Figueiredo 2000).

As antocianinas são responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes das frutas, flores e folhas que variam de vermelho vivo ao violeta e azul. São sempre encontradas na forma de glucosídios facilmente hidrolisado por aquecimento com HCL 2N, em açúcares e agliconas, denominadas antocianidinas. As antocianinas encontradas em alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: cianidina, pelargonidina e delphinidina (Bobbio 1992; Fennema 1993; Brasil e Guiimarães 1998). Estes pigmentos são solúveis em água e pertencem ao grupo de compostos denominados de flavonóides (Mazza 1997).

A coloração vermelha forte é um fator importante na qualidade dos frutos e seus produtos, sendo afetada pelo conteúdo total de antocianina e sua distribuição, pela quantidade de cromoplastos que armazenam estes pigmentos, pela formação de complexos antocianinas-metais, e pelo pH (Chitarra e Chitarra 1990).

O pH é mais importante fator que afeta a cor das antocianinas. Em diferentes pH esses pigmentos se encontram em diferentes formas e apresentam cores diversas. Em meio ácido as antocianinas encontram-se na forma de sais de

oxônio e são geralmente de cor vermelha brilhante. Com o aumento do pH das soluções, elas passam a ter uma estrutura quinodal, púrpura, e em meio alcalino a cor muda para azul (Chitarra e Chitarra 1990; Fennema 1993; Brasil e Guimarães 1998).

A interação de antocianina com ácido ascórbico causa a degradação de ambos os compostos, com descoloração dos pigmentos, o que também acontece na presença de aminoácidos, fenóis e derivados de açúcares (Brasil e Guimarães 1998). No trabalho de Figueiredo (2000), a diminuição dos teores de antocianina coincide com a degradação de vitamina C ao longo do tempo de armazenamento, sugerindo uma possível interação entre os dois compostos.

O teor de antocianina é de grande importância para a comercialização do pedúnculo de caju *in natura* (Moura1998) e acerola (Alves1996) já que o consumidor prefere cores fortes, tendendo a avermelhado, ou no mínimo alaranjado para caju e vermelho-escuro para acerola; significando que quanto maior o teor de antocianina, maior será a atração do consumidor.

Porém, segundo o IBRAF (1995) a indústria aceita frutos de acerola com coloração mais de 80% rosada, virando para o vermelho. Alves (1999) ao avaliar acerolas congeladas submetidas à aplicação com cálcio encontrou valores de antocianina de 13,5 a16,3mg/100g.

O conteúdo de antocianina nos frutos é bastante variado, sendo no açaí e juçara de 336 e 1347 mg/100g, respectivamente (laderozat et al 1992);e o pêsego apresenta em média de 252,5 mg/100g de polpa (Sandhu et al 1984).

2.5.3.2. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis totais (SST) indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco, que segundo Chitarra e Chitarra (1990) é constituído por 65 a 85% de açúcares; e é utilizado como índice de maturação para alguns frutos. Além disso, na pós-colheita ocorre o processo fisiológico da respiração com modificação dos constituintes nutritivos, em 3 fases: quebra ou hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples; oxidação de açúcares a ácido

pirúvico (ciclo glicolítico); transformação aeróbica do ácido pirúvico e outros ácidos orgânicos em CO₂ e água (ciclo de Krebs).

Segundo Nogueira et al (1994), a percentagem de sólidos solúveis do suco de acerola varia de 5 a 8%, sendo que os maiores teores são encontrados em frutos maduros e os menores em frutos verdes. Nogueira (1991) encontrou valores semelhantes variando de 5,10 a 7,00 °Brix e Pimentel (1996) uma média de 5,46%. Bezerra et al (1994) encontrou uma variação maior, sendo de 6,4 a 14 °Brix; Valores semelhantes foram observados por Moura et al (1997) ao avaliar frutos oriundo de 55 plantas de pomar comercial, durante estação chuvosa, cujos valores variaram de 5 a 8,4 °Brix, sendo a média para este tipo de pomar normalmente 7,0°Brix no período seco; e por Semensato (1997) onde os valores variaram de 5,40 a 8,27 °Brix.

Alves et al (1999) observou aumento gradual no conteúdo de açúcares redutores e de sólidos solúveis em pedúnculos de caju ao longo da maturação e desenvolvimento do clone CCP 76 irrigado, atingindo valores de sólidos solúveis totais superiores a 11 ° Brix.

Moura (1998) ao estudar clones de cajueiro anão precoce sob irrigação, colhidos em agosto, encontrou valores de SST variando de 10,53 a 13,30 ° Brix; e o valor encontrado para o CCP 76 foi de 12,93 ° Brix. Figueiredo (2000) e Silva Júnior e Paiva (1994) encontraram para o CCP 76, maduro, valores semelhantes, ou seja, de 12,44 e 11,90 ° Brix, respectivamente.

O mercado internacional para melões exige frutos muito firme, com conteúdo médio de sólidos solúveis (SS) de pelo menos 9° Brix, pois melões colhidos com SS abaixo são considerados não comercializáveis, e este teor não aumenta após a colheita (Menezes 2000; Filgueiras 2000). O conteúdo de sólidos solúveis recomendado para o melão amarelo e melão cantaloupe é de 10 a 12°Brix e 10 °Brix respectivamente (Filgueiras 2000). Embora o teor de SST seja um fator tradicional usado para assegurar a qualidade do melão, em alguns caso esta característica pode ser considerada como um indicador de qualidade falho, devido a variação entre frutos da mesma planta e, até entre diferentes regiões do mesmo fruto, desta forma, o aroma, sabor e doçura serão fatores de qualidade complementares (Menezes, 1996).

Em trabalho desenvolvido por Paiva e Medeiros et al (2000), objetivando melhorar geneticamente a qualidade dos frutos de uma população de quinze progênies de melão amarelo, verificaram que o valor de sólidos solúveis variou de 5,0 °Brix a 8,6 °Brix.

2.5.3.3. Acidez e pH

Os principais métodos usados para medir a acidez de frutos é a acidez total titulável (ATT), que determina o percentual de ácidos orgânicos, e o pH que mede a concentração hidrogeniônica da solução (Kramer 1973)

Durante amadurecimento dos frutos ocorre redução dos ácidos devido sua utilização como substrato respiratório e na síntese de novas substâncias. O teor de açúcar aumenta e juntamente com o ácido dá o sabor característico do fruto. (Ulrich 1970; Bleinroth 1981).

Dentre os vários ácidos presentes nos frutos, o ácido málico é aquele que predomina em acerola e caju, portanto a acidez total titulável destes frutos deve ser expressa em percentagem de ácido málico (Menezes e Alves 1995). O melão apresenta quantidades substanciais dos ácidos cítricos e málico, mas com predominância do primeiro, sendo a acidez total titulável deste fruto expressa em percentagem de ácido cítrico (Pratt 1971)

Na acerola, a acidez total titulável em frutos maduros de coloração vermelha e amarelas é de 1,11 e 1,10 % (Alves e Menezes 1994 a). Alves, Chitarra e Chitarra (1995) relatam que a ATT varia de 1,65% no início da maturação a 1,08% para frutos maduros. Moura et al (1997) encontrou para frutos maduros uma variação de 0,76 a 1,67% e Bezerra (1994) de 0,7 a 1,5%. Para o pH, os dados da literatura mostra também valores diversificado, ou seja, de 3,41 (Pimentel 1996) e de 3,32 (Ritter 1994; Nogueira 1991). Alves, Chitarra e Chitarra (1995) relatam que o pH praticamente não varia no suco de acerola, mesmo durante a maturação; os valores encontrados por estes autores variaram de 3-3,5 %. Oliva (1995) não encontrou variação durante o período de congelamento por 168 dias, permanecendo de 3,6. Porém Semensato (1997) encontrou uma variação de 2,34 a 3,15, com média geral de 2,78 para frutos in natura e valores

variando de 2,53; 1,91 e 1,87, com 30, 60 e 90 dias de armazenamento sob congelamento, respectivamente

Moura (1998), ao estudar clones de cajueiros anão precoce sob irrigação, encontrou para os clones CCP 76, CCP 09, END 157, END 183 e END 189, valores de pH igual a 4,43; 4,10; 4,25; 4,39 e 4,64 respectivamente. Com relação a ATT o clone END 189 apresentou a média mais baixa (0,27%), sendo que não diferiu da testemunha CCP76 (0,28%). O maior valor foi no clone END 157 (0,40%). Alves et al (1999), encontrou valor de 0,21% ao estudar desenvolvimento e maturação do pedúnculo de caju anão precoce CCP 76 e os achados de Figueiredo (2.000) para o mesmo clone foi de 0,29%

Paiva e Medeiros et al (2000), estudando progênies de melão amarelo, verificaram que o valor de pH variou de 5,4 a 6,2. Valores semelhantes foi encontrado por Bezerra (1999) ao estudar melões híbridos cujo pH variou de 5,5 a 5,7 sendo que esta variação não é significativamente estatística.

Menezes (1996), estudando a caracterização do melão tipo Galia durante maturação, encontrou valor médio de pH de 6,03, e relata que o pH de um fruto sofre pouca variação, devido a própria natureza dos ácidos predominante na seiva vacuolar das células dos frutos. Estes ácidos são di- e tri-básicos e mostram valores múltiplos de pK e capacidade tamponante numa faixa ampla de pH. O autor observou que a acidez total titulável variou de 0,10 a 0,13%

2.5.3.4. Relação sólidos solúveis / Acidez total titulável (RSA)

A relação entre os açúcares e os ácidos orgânicos é utilizado como critério de avaliação do "flavor" em alguns frutos, porém devido muitos constituintes serem voláteis, essa relação é mais indicativa de sabor, porque utiliza-se a acidez titulável e não a acidez total, quando se estabelece esta relação (Chitarra e Chitarra 1990)

Essa relação é um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação de frutos, porque além de indicar o sabor através do balanço açúcares/ácidos, pode-se estabelecer níveis ideais de SST e ATT para que se determine o ponto ótimo de colheita dos frutos (Figueiredo 2000).

Semensato (1997) ao estudar a caracterização físico-química de frutos de genótipos de acerola, encontrou valores médios da relação de SST/ATT variando de 0,32 a 0,95, com média geral de 0,57. Porém Moura et al (1997), encontrou valores médios maiores, ou seja, de 6,15.

Alves et al (1999), estudando o desenvolvimento e maturação do pedúnculo de caju anão precoce CCP-76, verificou que quando o pedúnculo está completamente maduro e pronto para colheita, coincide com a alta relação SST/ATT. Figueiredo (2.000) encontrou para o CCP 76 em estágio 7 de maturação valor da RSA de 43,61; e Moura (1998) de 46,28 ao estudar o mesmo clone.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Acerola, caju e melão foram colhidos manualmente, na maturidade comercial de plantas selecionadas e avaliação pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Agroindústria Tropical.

As acerolas foram selecionadas de plantas, em melhoramento genético, obtidos de um experimento localizados de Brasília-DF, Ibiapina e Pacajus (CE) (Tabela 07; Figura 04)

Na avaliação do pedúnculo de caju foram avaliados clones de coloração externa alaranjada até vermelha, selecionados a partir de experimentos de competição de clones desenvolvidos pela Equipe de Melhoramento de Plantas da Embrapa Agroindústria Tropical, instalados em sistema de sequeiro, no campo experimental de Pacajus-CE, e sob irrigação, na Empresa Mossoró Agroindustrial S.A. (MAISA), em Mossoró (RN) (Tabela 08; Figura 05).

Os melões tupã, cruzamento do amarelo com cantaloupe, foram selecionados de progênies em melhoramento genético, provenientes de Pacajus (CE) (Tabela 09; Figura 06).

Foram avaliadas as seguintes características para identificação de plantas com potencial para formação de novos clones ou progênies, para comercialização in natura e/ou processamento industrial: pró-vitamina A (β -caroteno), vitamina C, pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação SST/ATT, antocianina (acerola e caju). As avaliações foram realizadas conforme metodologia descrita a seguir:

3.1 Matéria - prima

3.1.1 Acerola

Frutos de cada clone foram colhidos em quantidade de aproximadamente 1 kg, acondicionados em caixa de poliuretano, em seguida transportado para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria

Tropical em Fortaleza-CE de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001. Posteriormente os frutos foram selecionados manualmente a fim de que os defeituosos e verdes fossem separados para não afetar a qualidade da polpa destinada as análises. Em seguida, os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno e congelados em ultra-freezer (- 80°C). Para as análises, o descongelamento foi feito gradativamente em geladeira. Após extração da polpa, em centrífuga doméstica, a amostra foi acondicionada em potes plásticos pretos com capacidade de 30ml.

3.1.2 Caju

Foram colhidos 30 cajus de um dos cada nove clones, aleatoriamente no estágio de maturidade comercial, classificado segundo Alves et al (1999) como estágio 7 (textura firme e cor laranja escuro), em seguida transportado para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza-CE em Novembro de 2001, e dentre estes selecionados 21 pedúnculos. Posteriormente os cajus foram congelados inteiros em ultra-freezer (-80°C). Ainda congelados, foram separados em três repetições (7 cada) e cada pedúnculo dividido em 4 partes em sentido longitudinal, de forma que cada grupo foi acondicionado em quatro sacos de polietileno com sete pedaços de diferentes pedúnculos. Para as análises, o descongelamento deu-se gradativamente em geladeira. Após a extração da polpa, em centrífuga doméstica, a amostra foi acondicionada em potes plásticos pretos com capacidade de 30ml.

3.1.3 Melão

De cada 28 progênies colhidas utilizou-se dois frutos por bloco e retirou-se de cada fruto duas fatia de 5cm de largura, acondicionando-as em saco de polietileno. Do primeiro saco de cada bloco extrai-se a polpa das frutas até a região comestível, e homogenizou-se em blender para análise imediata de pH, SST e ATT. O segundo saco de polietileno de cada bloco foi conservado em ultrafreezer (-80°C),

com as fatias íntegras para posterior análise de β -caroteno e vitamina C. Para realização destas análises as amostras foram descongeladas em geladeira, despoldadas, homogenizadas, acondicionadas em potes plásticos pretos.

3.2 Caracterização Físico-químicas e químicas dos frutos:

3.2.1 β caroteno

Analisadas pelo método oficial da AOAC 941.15 com modificações

Em recipiente de aço inox, foram colocados 20ml de suco, 0,050g de $MgCO_3$ (carbonato de magnésio), 20 ml de acetona e 30 ml de hexano. Após homogeneização por 2 minutos, o material foi filtrado, à vácuo, em funil de buchner com papel watman. O papel foi lavado com acetona gelada até ficar descolorido. Em seguida transferiu-se o filtrado para um funil de separação e adicionou-se água e 1 pitada de NaCl. Após um mínimo de três lavagem, transferiu-se o *hexano contendo os pigmentos* para um balão de 25ml contendo 2,25 ml de acetona. Completou-se o volume com hexano. Para separar os pigmentos, as colunas sep pack com sílica foram colocadas sobre um balão volumétrico de 10ml e 1ml da amostra foi introduzida na coluna. Desenvolveu-se a coluna com o solvente acetona - hexano (1:9). Completou-se o balão de 10 ml com o mesmo solvente (acetona-hexano). As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 452 nm utilizando uma curva padrão para β -caroteno e os resultados expressos em $\mu g/g$.

3.2.2 Vitamina C total

As análises foram feitas por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol indofenol 0,02%) até coloração róseo claro permanente, utilizando-se suco diluído (sendo 1g para acerola e caju e 10g para melão) em 50ml de ácido oxálico 0,5% de

acordo com STROHECKER & HENNING (1967). Os resultados foram expressos em mg/100g.

3.2.3 Antocianina totais

As determinações feitas exclusivamente em acerola e caju, foram realizadas de acordo com a metodologia de Francis (1982). Tomou-se 1 g de polpa de acerola, e para o caju uma 1g da película. A película do caju foi retirada das bordas das fatias do frutos partindo da região apical até a basal. Adicionou-se 30ml de solução extratora de etanol 95% + HCL 1,5N (85:15). Posteriormente a amostra foi triturada em homogeneizador de tecido tipo " turrax" por 2 minutos, em velocidade 5, e transferido para um balão volumétrico de 50ml cor ambar, sendo o volume completado com a solução extratora. Para a extração, o material permaneceu uma noite na geladeira. Em seguida filtrou-se para um bequer de 100ml, envolto em papel alumínio e imediatamente foi feito a leitura de absorbância a 535nm. Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa e calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância / 98,2.

3.2.4 pH

Utilizou-se potenciômetro com membrana de vidro, conforme AOAC (1992)

3.2.5 Sólidos solúveis totais (SST)

Por leitura em refratômetro digital Atago modelo PR-101, escala 0 a 45 ° Brix, com compensação de temperatura automática de acordo com metodologia recomendada pela AOAC (1992)

3.2.6 Acidez total titulável (ATT)

Segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), com titulação do suco com solução de NaOH 0,1N e expressa como percentagem de ácido málico para acerola e caju e ácido cítrico para melão.

3.2.7 Relação SST/ATT

Obtida através do quociente entre as duas análises.

3.2.8 Delineamento experimental e Análise estatística.

Os delineamentos experimentais foram instalados de bloco ao acaso, sendo para a acerola 75 tratamentos com duas repetições. Nos clones de pedúnculos de caju utilizou-se 9 tratamento e três repetições, sendo o CCP 76 utilizado com testemunha. No melão tupã, fez-se 28 tratamentos e quatro repetições, sendo cada bloco composto de dois frutos

Os resultados obtidos para acerola, foram submetidos a análises estatísticas (não paramétrica) no programa MSTAT.

Os resultado do caju e melão, foram submetidos a análise de variância e quando constatado a significância pelo teste F, os tratamento foram comparados através do teste Tukey ao nível de 5%.

Tabela 07 – Progênieis de acerolas provenientes de Brasília - DF (BSB), Ibiapina - CE (IBP) e Pacajus - CE (PC) em polinização aberta avaliadas neste experimento.

Clones	Procedência	Clones	Procedência	Clones	Procedência
BARBADOS	BSB	FP 27	IBP	III- 56 /4	PC
INADA	BSB	FP 16	IBP	I - 41/ 3	PC
MIRÓ	BSB	AC 31	IBP	III- 41/2	PC
COAPAMA 1	BSB	FP 0	IBP	III- 71/2	PC
OKINAWA	BSB	FP08	IBP	III- 98 /1	PC
OKINAWA	IBP	BV04	IBP	I -23/2	PC
BV -01	IBP	BV 08	IBP	III- 59/1	PC
BV -6	IBP	AC 38	IBP	Flor branca	PC
BV-07	IBP	AC 41	IBP	FP 20	PC
DR. AÉRCIO	IBP	78/1	IBP	I - 90 /3	PC
PF19	IBP	FP 03	IBP	II - 79 / 1	PC
MINAMI	IBP	FP 05	IBP	PC - FS	PC
AC 27	IBP	FP 06	IBP	FP 04	PC
AC 69	IBP	FP 07	IBP	FP 15	PC
AC 71	IBP	FP 10	IBP	BV 03	PC
AC 73	IBP	FP 12	IBP	BV 04	PC
73-A	IBP	C 75	IBP	FP 21	PC
C80	IBP	BV 02	IBP	I 17/1	PC
CL 31	IBP	III - 79 /1	PC	II 30/2	PC
CAMTA	IBP	III- 54 /3	PC	III 71/2	PC
MINEIRA	IBP	FP 2	PC	II 98/4	PC
AC 42	IBP	I- 14 /1	PC	51/1	PC
AC 72	IBP	III- 91 /4	PC	II 63/3	PC
CL 47	IBP	II- 78/4	PC	II 56/2	PC
CL 70	IBP	III- 78/3	PC	III 93/2	PC

Figura 04 – Progênieis de acerola em polinização aberta, 2000

Tabela 08 – Clones de cajueiro anão precoce cultivados sob irrigação (Mossoró) e sequeiro (Pacajus) e avaliados neste experimento.

Clones	Identificação	Destino
CCP 09	Clone do Cajueiro de Pacajus 09	Mossoró
CCP 76	Clone do Cajueiro de Pacajus 76	Mossoró
END 157 (BRS 18)	Endogamia 157	Mossoró
END 183	Endogamia 183	Mossoró
END 189	Endogamia 189	Mossoró
END 90	Endogamia 90	Pacajus
END 160	Endogamia 160	Pacajus
END 277	Endogamia 277	Pacajus
END 351	Endogamia 351	Pacajus



Figura 05 – Pedúnculo de cajueiro anão precoce clone CCP 76 cultivado sob irrigação. Mossoró, RN –2000

Tabela 09 – Clones de melão tupã cultivados em Pacajus - CE e avaliados neste experimento de acordo com o percentual de frutos com polpa de coloração salmão.

Clones	Identificação					
	100% salmão (%)	75% salmão (%)	50% salmão (%)	25% salmão (%)	Verde (%)	Creme (%)
63	63,16	36,84	-	-	-	-
16	20,00	80,00	-	-	-	-
15	62,50	37,50	-	-	-	-
12	50,00	50,00	-	-	-	-
26	42,86	50,00	7,14	-	-	-
14	20,00	53,33	26,67	-	-	-

13	20,00	53,33	26,67	-	-	-
24	33,33	61,09	4,76	-	-	-
51	-	43,75	56,25	-	-	-
85	-	5,56	-	77,78	5,56	-
65	40,00	40,00	15,00	5,00	-	-
11	5,00	80,00	15,00	-	-	-
21	10,53	15,79	15,79	10,33	21,05	26,32
64	10,71	14,29	42,86	7,14	25,00	-
53	34,62	46,15	15,38	-	3,84	-
84	22,58	25,81	22,58	22,58	6,45	-
25	47,06	29,41	5,88	-	11,46	5,88
56	25,00	33,30	33,30	8,30	-	-
22	-	15,00	70,00	-	-	-
66	10,00	25,00	30,00	15,00	20,00	-
83	10,53	21,05	21,05	26,32	21,05	-
54	3,70	33,30	40,74	22,22	-	-
52	42,86	21,43	21,43	7,14	7,14	-
62	8,00	36,00	32,00	4,00	16,00	4,00
23	-	7,14	50,00	28,57	14,29	-
55	55,00	40,00	5,00	-	-	-
82	5,26	21,05	10,53	10,53	56,63	-
61	8,70	26,09	26,09	17,39	17,39	4,35

Figura 06 - Melão tupã progênie 15 cultivado em Pacajus, 2000

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 ACEROLA

Na tabela 10 apresenta-se os resultados médios obtidos de pró-vitamina A e vitamina C e outras características de qualidades para as progênes de acerola. Pode-se verificar que a progênie BV 04, procedente de Pacajus-CE destaca-se por possuir maior teor de β -caroteno. Em relação a vitamina C, o maior valor é encontrado na AC 72. A progênie FS apresentou o maior grau de doçura, avaliados através da relação SST/ATT, enquanto a progênie Minami destaca-se pela melhor cor, avaliada pelo teor de antocianina. De uma forma geral, os resultados demonstram a grande variabilidade genética deste fruto.

Tabela 10 - Características físico - químicas e químicas dos frutos de 75 progênes de acerola.

Clones	β - Caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina C (mg/100g)	Antocianina (.mg/100g)	pH	ATT(%)	SST ($^{\circ}$ Brix)	SS T / ATT
BARBADOS	2,28	1915,10	7,50	3,39	0,99	6,30	6,36
INADA	4,38	1344,34	6,57	3,39	0,91	6,90	7,58
MIRÓ	1,74	1808,28	5,32	3,19	1,41	6,80	4,82
COAPAMA 1	3,62	1481,11	5,20	3,36	0,94	6,10	6,48
OKINAWA (BSB)	1,78	2191,43	0,97	3,21	1,50	3,76 *	2,50
OKINAWA (IBP)	5,59	1754,34	30,66	3,19	1,51	8,40	5,56
BV -01	3,29	1094,75	18,15	3,66	0,94	10,10	10,74
BV -6	5,60	1094,09	0,37 *	3,45	0,93	9,60	10,32
BV-07	1,75	1095,37	10,32	3,52	0,94	6,60	7,02
DR. AÉRCIO	2,84	1656,00	19,46	3,60	0,99	9,80	9,89
PF19	5,78	1654,69	24,74	3,19	1,64	9,60	5,85
MINAMI	3,63	1050,09	38,38 **	3,30	1,20	8,10	6,75
AC 27	2,01	1485,53	14,02	3,26	1,82	13,40	7,36
AC 69	1,37	1582,11	7,38	3,37	1,11	9,60	8,64
AC 71	5,09	1253,13	6,91	3,29	1,24	8,10	6,53
AC 73	2,96	1560,48	14,88	3,43	1,11	8,80	7,92
73-A	3,17	1447,89	13,82	3,48	1,09	8,70	7,98
C80	3,12	1786,63	10,05	3,40	1,35	11,20	8,29
CL 31	3,91	2311,55	12,69	3,14	1,92	11,30	5,88
CAMTA	1,24	1202,88	3,67	3,47	1,02	8,10	7,94
MINEIRA	1,45	1882,62	29,47	3,20	1,45	9,10	6,27
AC 42	3,88	1633,85	25,65	3,41	1,78	11,60	6,51
AC 72	10,97	2322,56 **	11,69	3,30	1,95	11,20	5,74
CL 47	4,92	2299,18	20,87	3,27	2,10 **	10,20	4,85
CL 70	2,45	1156,67	12,43	3,50	1,12	11,20	10,00
FP 27	1,12	1165,44	19,27	3,52	1,33	10,20	7,66
FP 16	1,31	1162,95	12,69	3,47	1,17	9,80	8,37
AC 31	6,39	2182,89	22,02	3,22	2,08	13,00	6,25

FP 0	4,17	1442,68	32,04	3,43	1,30	10,40	8,00
FP08	1,75	1182,76	7,50	3,31	1,41	11,60	8,22
BV 08	1,67	1073,27	9,37	3,41	1,30	9,20	7,07
AC 38	1,65	1457,71	9,08	3,40	1,21	9,50	7,85
AC 41	2,24	1154,49	9,58	3,41	1,21	8,90	7,35
78/1	5,89	1373,30	13,54	3,38	1,45	10,10	6,96
FP 03	5,61	964,12	9,07	3,59	0,95	7,90	8,31
FP 05	2,04	1364,30	9,89	3,42	1,20	7,40	6,16
FP 06	3,23	943,31	3,08	3,37	0,94	8,30	8,82
FP O7	2,57	1788,19	11,14	3,33	1,77	9,00	5,08
FP 10	0,91	892,26	5,68	3,44	1,02	7,50	7,35
FP 12	3,55	1336,66	5,31	3,35	1,63	8,30	5,09
C 75	2,84	1785,03	10,17	3,56	1,71	8,80	5,14
BV 02	6,12	1250,02	3,23	3,43	1,54	7,50	4,87
BV 04 (IBP)	4,83	1399,25	15,28	3,30	1,45	9,90	6,82
BV 04 (PC)	11,30**	1451,43	20,65	3,36	1,33	11,30	8,49
II - 79 / 1	1,09	1265,39	8,86	3,21	1,24	10,20	8,22
III - 79 /1	0,53	1385,75	7,03	3,23	1,42	10,20	7,18
III- 54 /3	5,83	1791,86	9,08	3,28	1,09	11,40	10,45
FP 2	2,46	843,03 *	10,05	3,40	0,89 *	10,60	11,91
I- 14 /1	1,76	1770,98	16,69	3,33	1,38	13,70	9,92
III- 91 /4	2,43	2121,75	12,79	3,12	1,59	11,60	7,29
II- 78/4	7,09	1951,29	26,34	3,14	1,48	11,70	7,90
III- 78/3	5,32	1521,92	17,44	3,21	1,48	10,30	6,95
III- 56 /4	1,19	2299,34	13,61	3,15	1,71	11,80	6,90
I - 41/ 3	1,14	1500,38	3,95	3,42	1,01	12,30	12,17
III- 41/2	3,78	1419,76	15,99	3,30	1,20	13,20	11,00
III- 71/2	5,65	1966,62	13,02	3,35	1,42	11,30	7,95
III- 98 /1	2,20	1545,11	20,13	3,38	1,24	11,10	8,95
I -23/2	3,70	1597,23	14,14	3,09	1,44	9,40	6,52
III- 59/1	2,72	1660,10	23,43	3,40	1,22	12,10	9,91
Flor branca	1,96	1868,02	26,47	3,21	1,66	12,40	7,46
FP 20	5,38	1414,80	21,14	3,18	1,60	11,50	7,18
I - 90 /3	0,30*	1859,11	17,41	3,49	1,73	13,20	7,63
FS	1,95	689,75	10,04	3,65 **	0,98	14,10 **	14,38**
FP 04	1,55	1062,12	6,71	3,40	1,58	11,04	6,98
FP 15	1,99	1077,92	13,76	3,56	1,31	10,70	8,16
BV 03	7,24	987,29	2,46	3,55	1,09	10,60	9,72
FP 21	3,07	856,74	5,03	3,45	1,12	9,30	8,30
I 17/1	2,46	1806,34	9,74	3,26	1,81	8,50	4,69
II 30/2	3,59	1199,73	17,75	3,34	1,38	8,70	6,30
III 71/2	6,99	1345,61	9,73	3,62	1,32	8,60	6,51
II 98/4	3,55	1324,04	16,91	3,30	1,45	10,60	7,31
51/1	2,64	1490,90	21,53	3,08 *	1,47	10,90	7,41
II 63/3	1,94	1357,24	12,55	3,32	1,31	8,90	6,79
II 56/2	10,50	1820,75	18,79	3,35	1,82	8,40	4,61 *
III 93/2	10,39	1494,60	11,1	3,28	1,70	10,80	6,35
M	3,605	1489,73	13,51	3,35	1,36	9,89	7,52
±	±	±	±	±	±	±	±
SD	2,425	384,19	7,77	0,13	0,30	1,94	1,93

* Mínimo - ** Máximo . BSB (Brasília-DF);IBP (Ibiapaba-Ce); PC (Pacajus-Ce)

4.1.1. Vitaminas

4.1.1.1 β -caroteno

A média de β -caroteno encontrado nos frutos avaliados neste experimento variaram entre um mínimo de 0,3 $\mu\text{g/g}$ e um máximo de 11,28 $\mu\text{g/g}$, sendo a média geral de 3,54 $\mu\text{g/g}$. Um percentual de 5,33% dos 75 clones estudados, apresentaram frutos com concentração de β -caroteno superior a 9,6 $\mu\text{g/g}$ e 38% inferior a 2,4 $\mu\text{g/g}$.

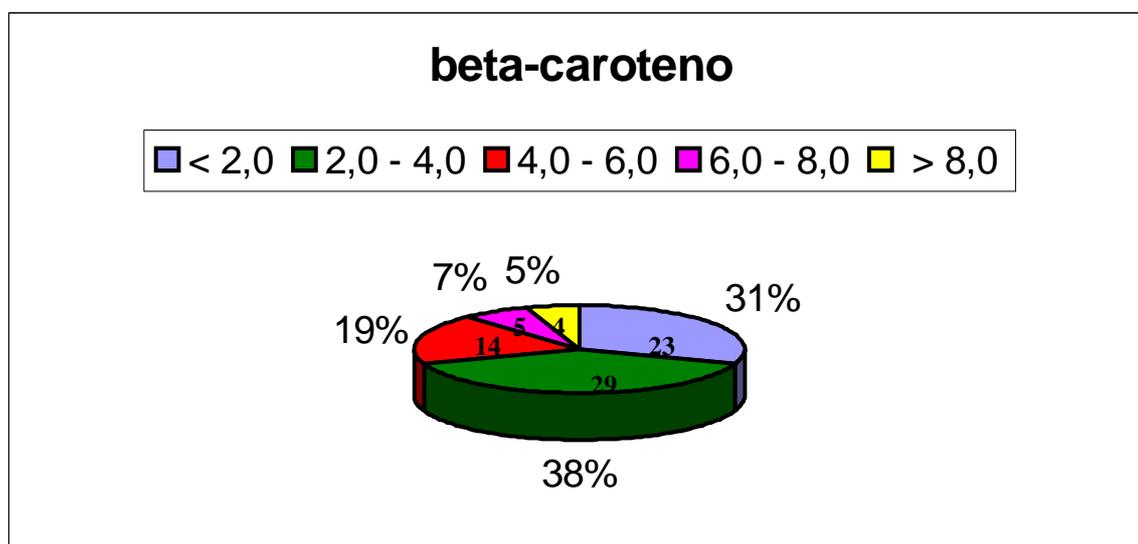


Figura 07 - Distribuição de frequência para a característica β -caroteno ($\mu\text{g/g}$) das progênies de acerola

No trabalho de Godoy e Rodriguez-Amaya (1994), em cinco amostras de acerola, o trans- β -caroteno foi de 3,4 $\mu\text{g/g}$ e trans- β -criptoxantina de 0,4 $\mu\text{g/g}$, sendo o total de 3,8 $\mu\text{g/g}$, semelhante ao encontrado neste trabalho.

A forma trans dos carotenóides tem mais atividade pró-vitáminica que aos cis-isômeros, porém Godoy e Rodriguez-Amaya (1994), realizando estudos de ocorrência de cis-isômeros de provitamina A em frutas brasileiras verificaram que não há cis-isômeros em acerola. Embora neste trabalho tenha-se empregado metodologia da AOAC (com modificações) que considera todos os carotenóides

pró-vitaminico como β -caroteno, o principal carotenóide da acerola é o β -caroteno ultrapassando os 90% do total de carotenóides totais (Cavalcante 1991), desta forma, pode-se observar que os resultados encontrado não divergem dos da literatura.

O teor de β -caroteno da acerola, quando comparada com os demais frutos, cuja variação é de 0,2 $\mu\text{g/g}$ a 28,8 $\mu\text{g/g}$ para maçã e manga respectivamente (Lester e Eischen 1996), figura como de boa qualidade, e associada ao alto conteúdo de vitamina C, a torna um fruto de grande importância nutricional

4.1.1.2 Vitamina C

A concentração média geral de ácido ascórbico, em frutos maduros, dos diversos clones foram de 1489,73 mg /100g, com variação mínima de 843,03 e máxima de 2.322 mg/100g, sendo que apenas 9% estão abaixo de 1000 mg/100g e acima de 2.000 mg/100g. Os resultados estão compatível com os obtidos por Nogueira (1991) (1398,43 a 1607,00 mg/100g), Cruz et al (1995) (756 a 1.025 mg/100g) e Pimentel (1996) (1437,78 mg/100g).

Semensato (1997), para nove genótipos de acerola cultivadas em Goiás encontrou valores médios de 823 a 1.503 mg/100g, com média geral de 1.115 mg/100g. As variedades de frutos com maior teor de ácido ascórbico são indicado para industrialização (Nogueira 1991), uma vez que os processos tecnológicos levam a perdas desta vitamina. Porém o alto valor nutritivo ainda é bastante significativo no final dos processamentos (Leme Jr et al 1973; Nogueira 1991). Semensato (1997) cita que segundo o IBRAF (1995) o teor mínimo de vitamina C requerido é de 1.200 mg/100g. Portanto, dos 75 clones estudados apenas 20 clones não seriam adequados para a indústria quando utilizados sozinhos.

Nogueira (1991), ao formular polpa de acerola liofilizada com objetivo de produzir capsulas de vitamina C, encontrou dosagem de vitamina C de 6.011mg/100g (sendo a variação in natura de 1398,43 - 1607,00mg/100g). Cada cápsula continha aproximadamente 15mg de vitamina C. Resultados semelhantes poderão ser encontrados nos clones selecionados nesta pesquisa, uma vez que um dos objetivos da seleção é o fornecimento de material para a indústria de liofilização (Embrapa 2001).

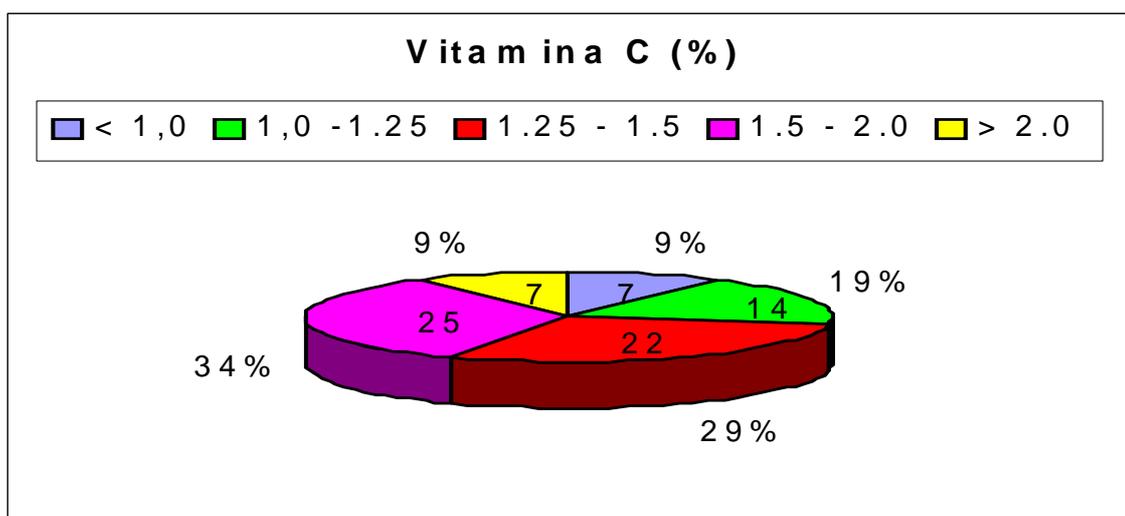


Figura 08 - Distribuição de frequência para a característica Vitamina C das progênies de acerola

4.1.2 Outras características de qualidade

4.1.2.1 Antocianina

Para esta característica foi encontrado, neste experimento, valores mínimo de 0,37mg/100g e máximo de 38,38mg/100g, com média geral de 13,51 mg/100g, porém, apenas 9% dos clones estudados apresentaram valores abaixo de 5,0mg/100g. Pode-se observar que a média dos resultados é compatíveis com os encontrados por Alves (1999) para o mesmo fruto cuja valores variaram de 13,5 - 16,3mg/100g .

Segundo ALVES (1996) a coloração comercial é vermelho-escuro., portanto, quanto maior o teor de antocianina, melhor a aceitação do produto.

Porém, segundo o IBRAF (1995) a indústria aceita frutos com coloração mais de 80% rosada, virando para o vermelho.

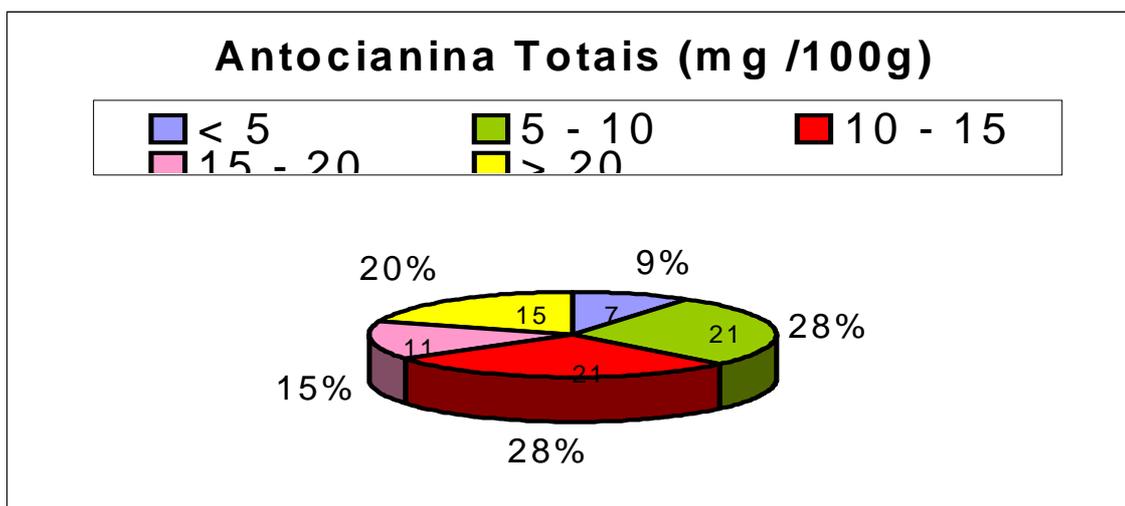


Figura 09 - Distribuição de frequência para a característica antocianina das progênies de acerola

4.1.2.2 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) variou de 3,09 a 3,66, com média de 3,35, no entanto 37 % dos clones estudados produziram frutos com pH abaixo de 3,3 e apenas 4% apresentaram pH acima de 3,6. Estes resultados são compatíveis com a literatura sendo de 3,41 segundo Pimentel (1996). Ritter (1994) e Nogueira (1991) encontraram valores semelhantes de 3,32. Semensato (1997) encontrou valores mais baixos, com média geral de 2,78. Alves et al (1992) e Alves, Chitarra e Chitarra (1995) relatam que o pH não varia no suco de acerola, mesmo durante a maturação, e Oliva (1995) não encontrou variação durante o período de congelamento por 168 permanecendo de 3,6. Entretanto, Semensato (1997) encontrou valores variando de 2,53; 1,91 e 1,87, com 30, 60 e 90 dias de armazenamento, sob congelamento, respectivamente

A acerola é uma fruta ácida, com possibilidades de utilização industrial de geléias e doces, sem a necessidade de adição de ácidos no processamento (Semensato 1997).

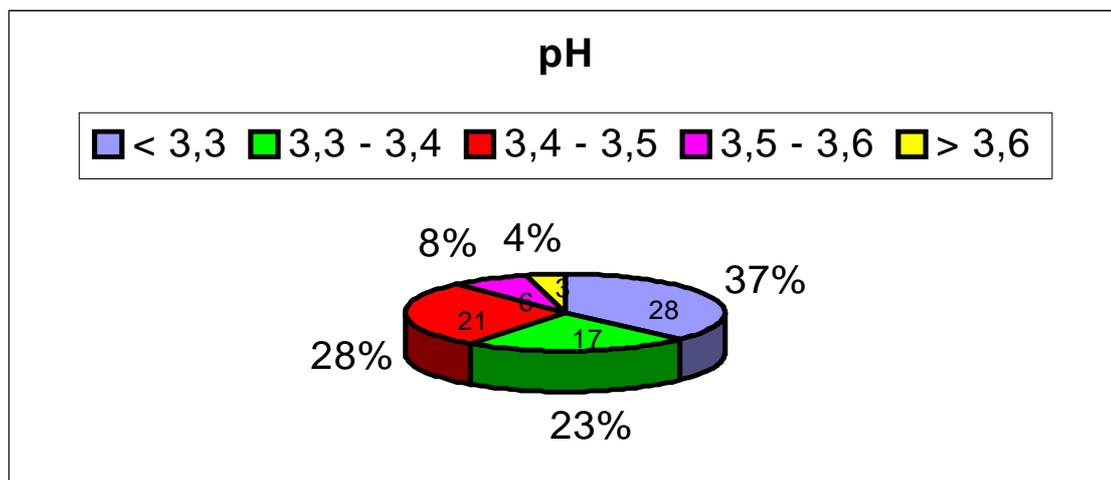


Figura 10 - Distribuição de frequência para a característica de pH das progênies de acerola

4.1.2.3. Sólidos solúveis totais (SST)

Neste experimento, a concentração média de sólidos solúveis encontrada foi de 9,89 °Brix, com variação de 3,76 a 14,10 °Brix demonstrando grande heterogeneidade entre os clones estudados. Resultados semelhantes foram encontrados por Nogueira (1991) (5,10 a 7,00 °Brix); Bezerra et al (1994) (6,4 a 14°Brix); Semensato (1997) (5,40 a 8,27 °Brix) e Moura et al (1997) (5 a 8,4 °Brix).

Moura et al (1997) atribui estas diferenças de valores devido esta característica sofrer influências de diversos fatores, especialmente excesso de chuvas ou irrigação, onde o SST fica abaixo de 5,0 °Brix.

Segundo o IBRAF (1995) o teor de sólidos solúveis exigido para comercialização é entre 7 e 7,5 °Brix. Portanto, apenas 13% dos frutos não são adequados para este fim.

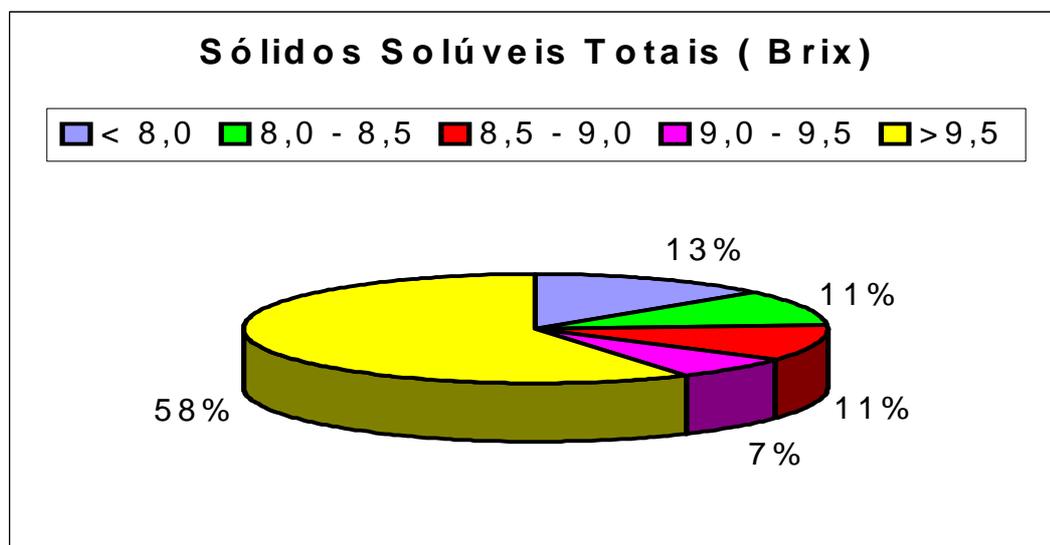


Figura 11 - Distribuição de frequência para a característica SST das progênies de acerola

4.1.2.4. Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável (ATT), acidez do suco (% de ácido málico), varia de 1,65% no início da maturação a 1,08% para frutos maduros (Alves, Chitarra e Chitarra, 1995). Moura et al (1997) encontrou para frutos maduros uma variação de 0,76 a 1,67% e Bezerra et al (1994) de 0,7 a 1,5%.

Neste trabalho houve uma variação de 0,89 a 2,10% para frutos maduros, sendo que 56% dos clones produziram frutos com acidez acima de 1,3%.

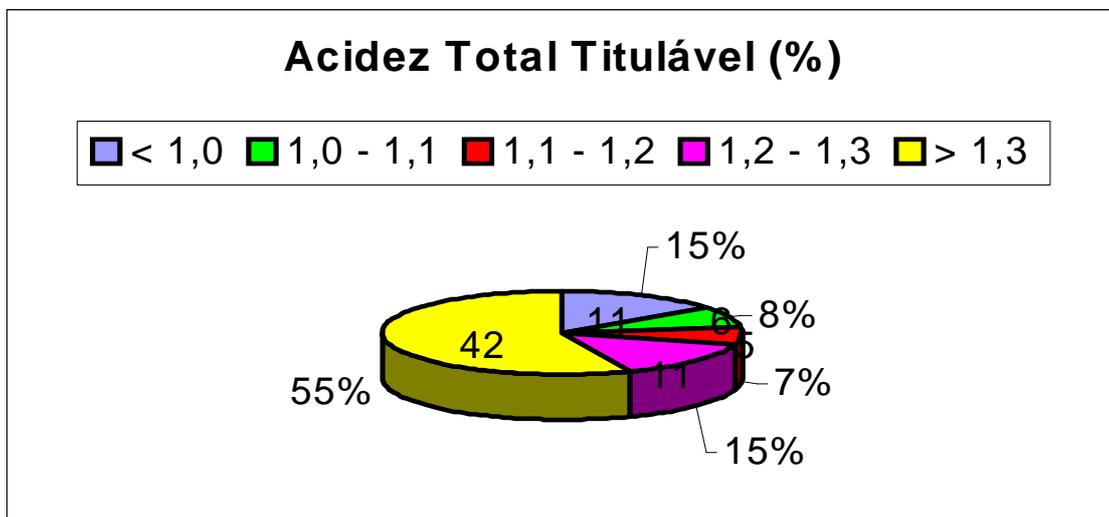


Figura 12- Distribuição de frequência para a característica ATT das progênies de acerola

4.1.2.5. Relação SST/ATT

A relação SST/ATT avalia o grau de doçura de um fruto, sendo aqueles com maior relação mais doces e normalmente mais maduros. Neste trabalho, esta relação variou de 2,50 a 14,38, com média geral de 7,52, sendo que 16% obtiveram valores acima de nove. Semensato (1997) encontrou valores inferiores, variando de 0,32 a 0,95, com média geral de 0,57. A média deste experimento foi próximo com o resultado de Moura et al (1997) cujo valor médio encontrado foi de 6,15.

As variações ocorridas na relação SST/ATT não estão relacionadas ao grau de maturação, pois todos os frutos foram colhidos no mesmo estágio de desenvolvimento, mas em função da heterogeneidade dos clones.

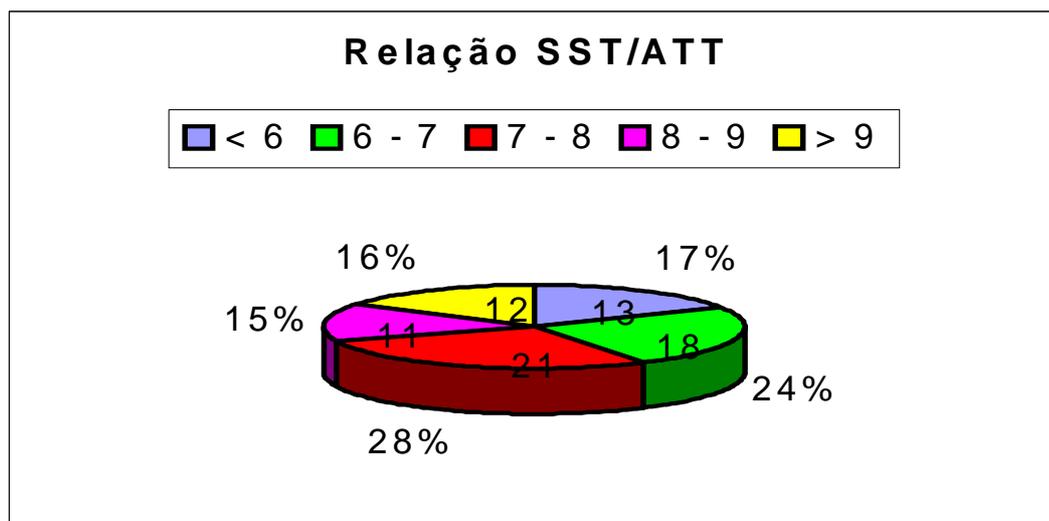


Figura 13 - Distribuição de frequência para a característica SST/ATT das progênies de acerola

A Tabela 11 mostra os coeficientes de correlação das características físico - químicas e químicas dos frutos de 75 clones de acerola, podendo-se notar como principais correlações, o teor de vitamina C e β -caroteno com acidez total titulável dos frutos.

TABELA 11 - Coeficientes de correlação das características físico - químicas e químicas dos frutos de 75 clones de acerola.

Variáveis	β -caroteno	Antocianina	Vitamina C	pH	SST/ATT	ATT
SST	0.041 ns	0.329 **	0.132 ns	- 0.082 ns	0.541 **	0.289 *
ATT	0.268 *	0.323 **	0.661 **	- 0.561 **	- 0.622 **	
SST/ATT	- 0.167 ns	- 0.057 ns	- 0.460 **	0.458 **		
pH	- 0.085 ns	- 0.252 *	- 0.580 **			
Vitamina C	0.179 ns	0.267 *				
Antocianina	0.161 ns					
β -caroteno						

** , * e ns = significativo ao nível de 1% (altamente significativo), 5% (significativo) e não significativo, respectivamente.

A análise de correlação mostrou que existe uma relação positiva, significativo a 5% entre β -caroteno e ATT, indicando que frutos ácidos podem conter um maior teor de β -caroteno.

As frutas mais ácidas (ATT) possuem maiores teores de vitamina C, sendo a correlação de 0,661 significativa a 1%; o mesmo foi observado por Moura et al (1997) ao analisar 55 plantas de acerolas provenientes de plantio comercial e que deram origem as plantas aqui estudadas, com uma correlação de 0,732.

A Acidez titulável é uma das principais características para identificar o sabor do fruto e sendo significativo com a relação SST/ATT e pH. Estes resultados são compatíveis com o encontrado por Moura et al (1997), cuja resposta a correlação ATT e a relação SST/ATT e ATT com pH foi de -0,847** e - 0,728**, respectivamente.

A correlação da antocianina com as demais característica mostrou que uma relação positiva é constatada para as características antocianina e SST,

pois a antocianina estão comumente ligadas aos açúcares (Brasil e Guiimarães 1998).

4.2 CAJU

4.2.1 Vitaminas

4.2.1.1 β - caroteno

Pela Figura 13 pode-se observar que todos os clones estudados mostram que os valores encontrado das médias para β -caroteno possui relação estatisticamente significativa com o caju anão precoce CCP 76 que apresentou 1,2 $\mu\text{g/g}$. O valor mínimo e máximo das média para esta característica foi de 1,07 $\mu\text{g/g}$ e 1,93 $\mu\text{g/g}$ para os clones END 277 e END 183 respectivamente.

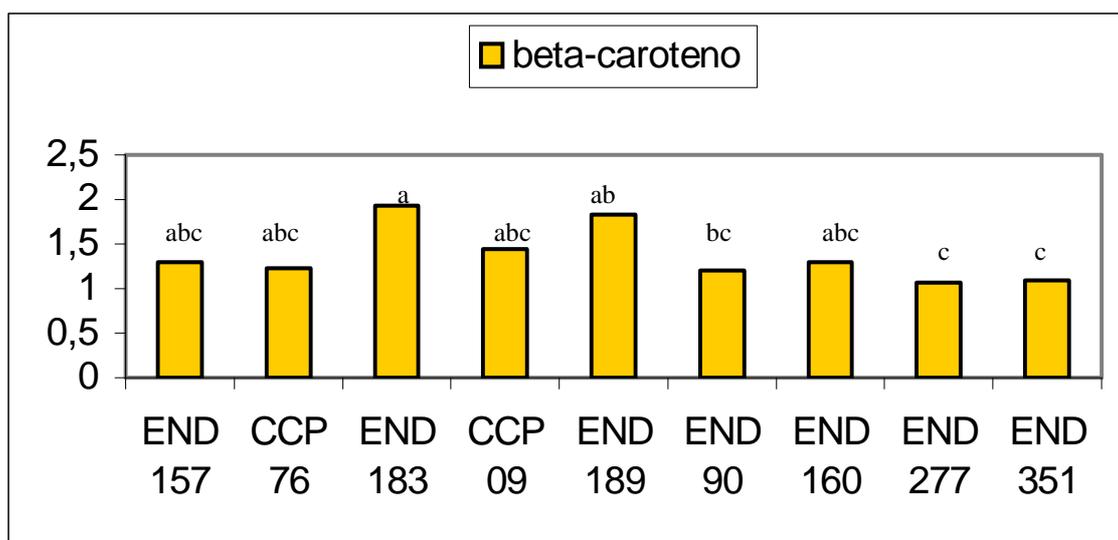


Figura 14 - β - caroteno ($\mu\text{g/g}$) em pedúnculos de clones de cajueiro anão precoce

Os pigmentos carotenóides podem apresentar cor laranja, amarela ou vermelha. No caju estes pigmentos podem estar presente nos pedúnculos verdes e tornar-se visível pela degradação da clorofila, ou também terem seu conteúdo aumentado com a maturação do pedúnculo (Chitarra e Chitarra 1990). Figueiredo (2.000) observou que durante o desenvolvimento e maturação do pedúnculo de caju, o conteúdo de carotenóides totais aumentou gradativamente

Assunção (2.000) ao estudar caju vermelho e amarelo, utilizando HPLC verificou que os carotenóides pró- vitamínicos é bastante variado nestes frutos, encontrando β -criptoxantina, cis- β -criptoxantina, α -caroteno, β - caroteno e 9 + 13 cis- β - caroteno. O valor para β - caroteno variou de 0,44 a 0,68 $\mu\text{g/g}$ e 0,18 a 0,58 $\mu\text{g/g}$, para as variedades vermelhas e amarelas, respectivamente. O valor total de vitamina A foi variou de 1180 a 1800 ER/100g (vermelho) e 559 a 1635 ER/100g (amarelo).

Cecchi e Rodriguez-Amaya (1981) avaliando o conteúdo de carotenóides em caju, baseado em absorção spectra, observaram que os conteúdos de β -caroteno foram três vezes maiores nos pedúnculos vermelhos (1,6 a 1,8 $\mu\text{g/g}$) quando comparados com os pedúnculos amarelos (0,5 a 0,6 $\mu\text{g/g}$), sendo o valor de vitamina A total de 12 ER/100g.

Pode-se observar neste trabalho, o qual foi utilizado caju entre alaranjado a vermelho (1,2 $\mu\text{g/g}$), que os resultados foram semelhantes ao Cecchi e Rodriguez-Amaya (1981) para caju vermelho. Porém, divergiram dos resultados encontrados por Assunção (2.000).

O valor de β -caroteno era esperado uma vez que o caju possui outros carotenóides pró-vitamínico além do β -caroteno que provavelmente foram quantificados juntos, e segundo Rodriguez-Amaya (1985) as frutas nordestinas costumam ter um conteúdo mais alto de β -caroteno que as frutas de São Paulo.

4.2.1.2 Vitamina C

Neste experimento o clone CCP 76, utilizado como testemunha, apresentou conteúdo de vitamina C de 176,89 mg/100g, não diferindo estatisticamente dos demais clones pelo teste de Tukey. Os valores médios variaram de 112,38 mg/100g para o clone END 160 a 209,16 mg/100 para o END 189. A média geral foi de 161,83 mg/100g

A média dos valores de vitamina C encontrados neste experimento para o clone CCP-76, foi menor que os achados de Figueiredo (2.000) (229,10 mg/100g) e Moura (1998) (213,47 mg/100g) e maior que os observados por Alves (1999) (135,98 mg/100g).

Moura (1998) encontrou para os clones CCP 09, END 157, END 183 e END 189 valores de 160,34; 251,86; 247,93; e 227,76 mg/100g, respectivamente, ou seja, valores acima dos encontrados neste trabalho.

Figueiredo (2.000) e Moura (1998) atribuíram estas diferenças para os mesmos pedúnculo, à localização do plantio, climas e regiões distintas, diferentes tratos culturais, tipo de solo e uso ou não de irrigação.

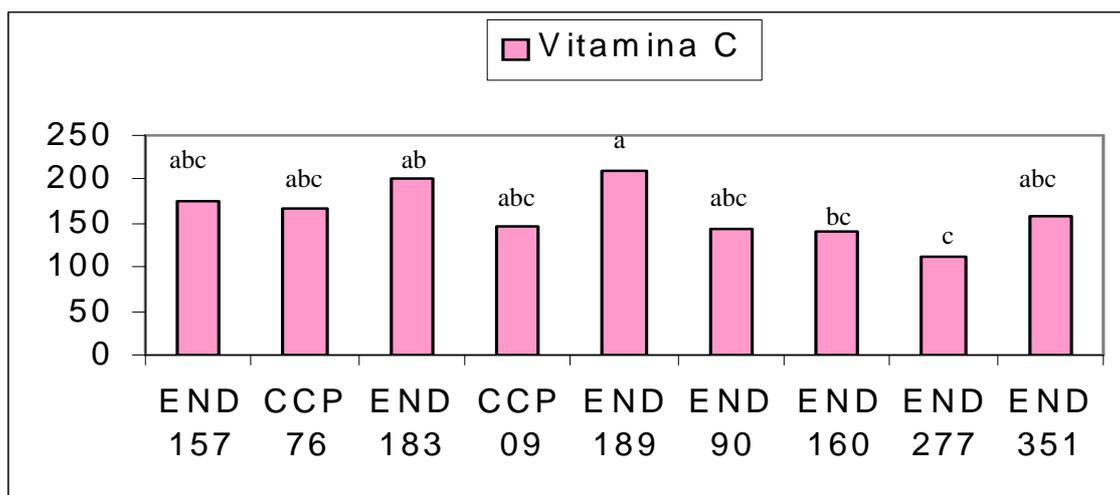


Figura 15 - Vitamina C total (mg/100g) em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce

Assunção (2.000) ao analisar vitamina C em caju, verificou que as concentrações nas amostras variaram de 94,60 a 165,56 mg/100 para a variedade vermelha e de 101,11 a 144,28 mg/100g para as amarelas.

Pode-se observar que os valores de vitamina C encontrados neste trabalho estão compatíveis com dados da literatura para pedúnculos melhorados geneticamente (Figueiredo 2000; Moura 1998; Alves 1999) e acima dos apresentados por Assunção (2000), o que ressalta a importância do melhoramento genético na qualidade nutritiva dos alimentos.

4.2.2. Outras características de qualidade

4.2.2.1 Antocianinas

Os valores encontrados para esta característica variaram de no mínimo 6,93 mg/100g para o CCP 76 e no máximo de 19,74 mg/100g para o END 90. O clone CCP 76 diferiu estatisticamente apenas dos clones END 90 (19,74 mg/100g) e do END 189 (14,90 mg/100g).

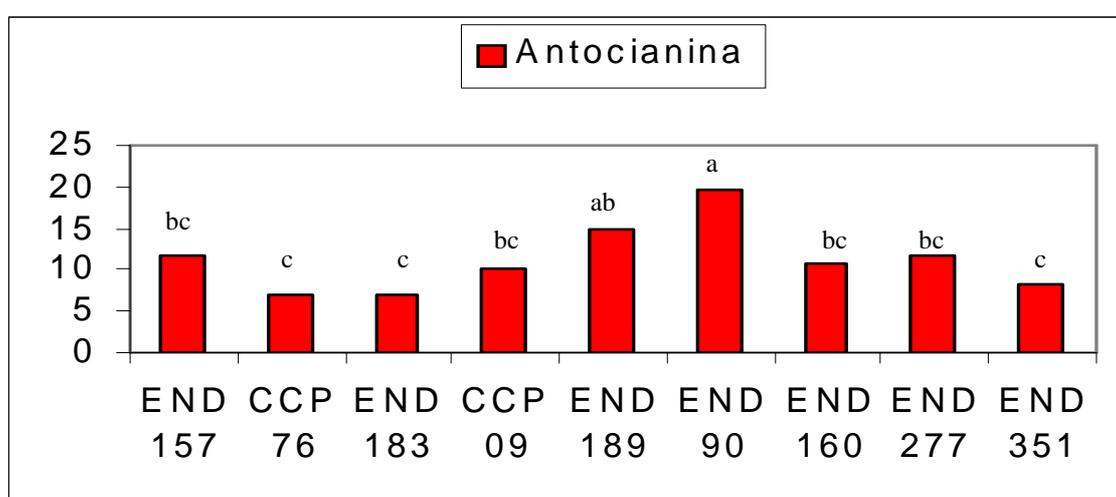


Figura 16 - Antocianina (mg/100g) em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce

Moura (1998) e Figueiredo (2.000) encontraram conteúdo de antocianina totais para o pedúnculo maduro do CCP 76 de 37,38 mg/100 e 21,48 mg/100g, respectivamente, sendo bem acima do encontrado neste experimento.

Os clones CCP 09 (10,01 mg/100g), END 157 (11,59 mg/100g), END 183 (7,04 mg/100g), e END 189 (14,90 mg/100g), apresentaram em Moura (1998) os seguintes valores, respectivamente: 17,58; 59,08; 17,56 e 76,07mg/100g de polpa, divergindo portanto dos resultados deste estudo.

Moura (1998) ao analisar antocianina observou a característica externa dos pedúnculos, verificou a cor predominante e retirou a película da região que mais caracterizava a cor do clone. Neste experimento a película foi retirada sempre de

uma mesma região independente de ser ou não a cor predominante do pedúnculos, o que justifica a divergência dos resultados para os mesmos materiais.

A variação de valores para os mesmos clones pode ser atribuída a vários fatores, tais como: condições ambientais, injúrias, maturidade, temperatura e luminosidade (Figueiredo 2.000). Neste experimento, Isto pode ser atribuído a problemas climáticos, ou seja, falta de chuvas que interferiram na safra do Estado do Ceará no período da colheita, o que limitou o número de amostras neste experimento.

Moura (1998) relata que o teor de antocianina é de grande importância para a comercialização do pedúnculo de caju *in natura*, pois o consumidor prefere a cor vermelha, significando que quanto maior o teor de antocianina, maior será a atração do consumidor.

Com relação aos outros frutos, o caju possui teor de antocianina ainda baixo, pois no açaí e juçara estes valores chegam a 336 e 1347 mg/100g, respectivamente (Laderezat et al 1992); enquanto que o pêssego possui média de 252,5 mg/100g de polpa (Sandhu et al 1984).

4.2.2.2 pH

Os valores mínimos e máximo encontrados para esta característica foram de 4,1 e 4,81 para os clones END 277 e END 351, respectivamente. A média geral foi de 4,41. Na figura 4.11 pode-se verificar que o clone CCP 76 (4,51) difere a nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey dos clones END 351 (pH 4,81), END 160 (pH 4,25) e END 277 (pH 4,15).

Figueiredo (2.000) encontrou para o clone CCP 76 valores de pH 4,94 para pedúnculo verde (estágio 1) e pH 4,53 para o fruto maduro (estágio 7). Moura (1998), ao estudar clones de cajueiros anão precoce sob irrigação, encontrou para os clone CCP 76, CCP 09, END 157, END 183 e END 189, valores de pH igual a 4,43; 4,10; 4,25; 4,39 e 4,64 respectivamente.

Neste experimento, os resultados encontrados foram um pouco acima aos da literatura para os mesmos clones, mas não divergiram significativamente. O pH

do caju é o fator que menos influência sofre com o tipo de clone, nos achados deste trabalho o coeficiente de variação foi de 1,97%, sendo o mesmo valor encontrado por Moura (1998)

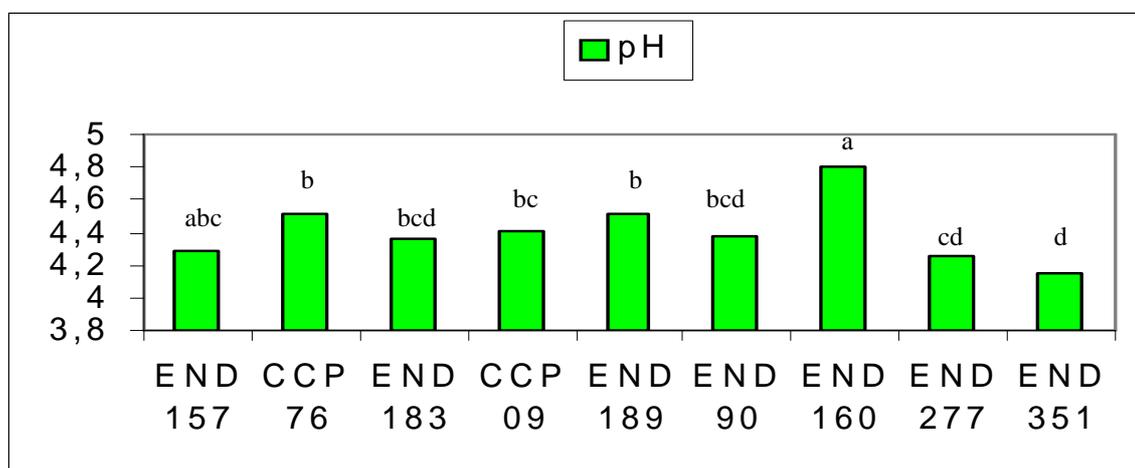


Figura 17 - Medida de pH em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce

4.2.2.3 Sólidos solúveis total (SST)

Neste experimento, o clone CCP 76, usado como testemunha, apresentou valor de 12,56 °Brix e não diferiu estatisticamente dos demais clones estudados. Os valores mínimo e máximo foi de 12,0 °Brix e 14,8 °Brix para os clones END 277 e END 189, respectivamente.

O resultado para o testemunha, foi semelhante ao encontrado por Alves et al (1999) (11 °Brix); Moura (1998) (12,93 °Brix); Figueiredo (2000) (12,44 ° Brix) e Silva Júnior e Paiva (1994) (11,90 °Brix)

Quando se compara os resultados dos clones deste experimentos, com aqueles comuns aos estudos de Moura (1998), verifica-se que em geral os valores aqui apresentados são maiores, ou seja: CCP 09 de 14,46 °Brix; END 157 de 13,30 °Brix; END 183 de 14,10 °Brix e END 189 de 14,86 °Brix. Os valores encontrados por Moura (1998), para os mesmos clones, foram de 11,50 °Brix; 13,30 °Brix; 11,73 °Brix e 11,33 °Brix, respectivamente.

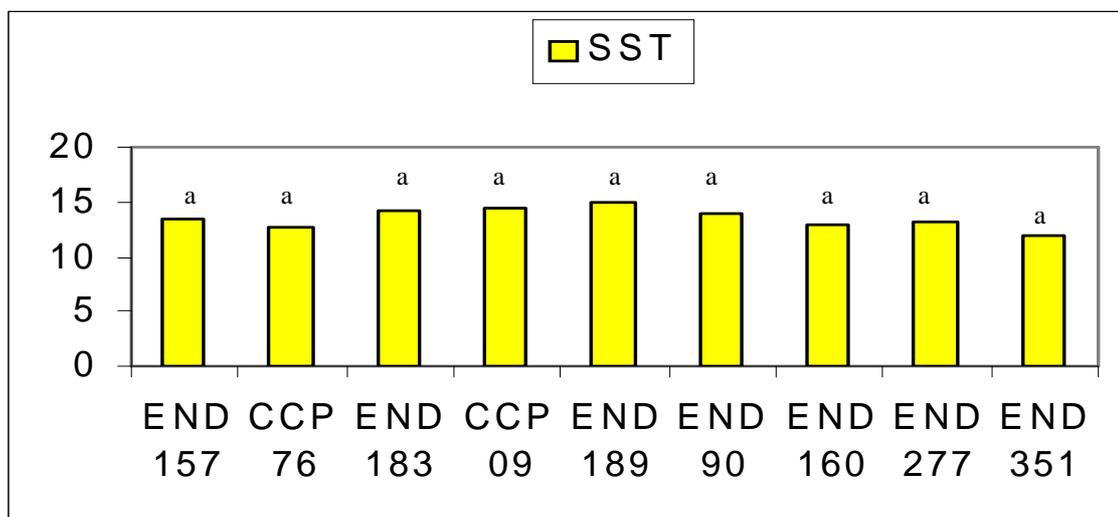


Figura 18 - Sólidos Solúveis Totais em pedúnculos de clones de cajueiro anoão precoce

Os menores valores encontrados neste experimentos foram para os clones que se encontravam em sistema de sequeiro, ou seja, END 90 (14,06 °Brix), END 160 (13,23 °Brix), END 351 (12,90 °Brix) e END 277 (12,00 °Brix). Moura et al (1997) ao estudar acerola, e Moura (1998) ao estudar caju, atribuiu as diferenças de valores para SST a diversos fatores, especialmente excesso de chuvas ou irrigação, onde o SST fica reduzido devido a diluição dos sólidos pela maior quantidade de água na célula. No caso deste experimento, não se trata da quantidade de água que a planta tenha recebido, mas provavelmente do período da colheita, da diversidade de material encontrado, ou por outros fatores.

4.2.2.4 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi de 0,31% para o testemunha CCP76, sendo próximo ao encontrado por Figueiredo (2.000) (0,29%), Moura (1998) (0,28%) e

Alves et al (1999) (0,21%) para o mesmo clone. Neste experimento, apenas o clone END 277 diferiu, do testemunha CCP 76, a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os valores mínimo e máximo encontrados para esta característica foram de 0,27% (END 351) e 0,46% (END 277), respectivamente.

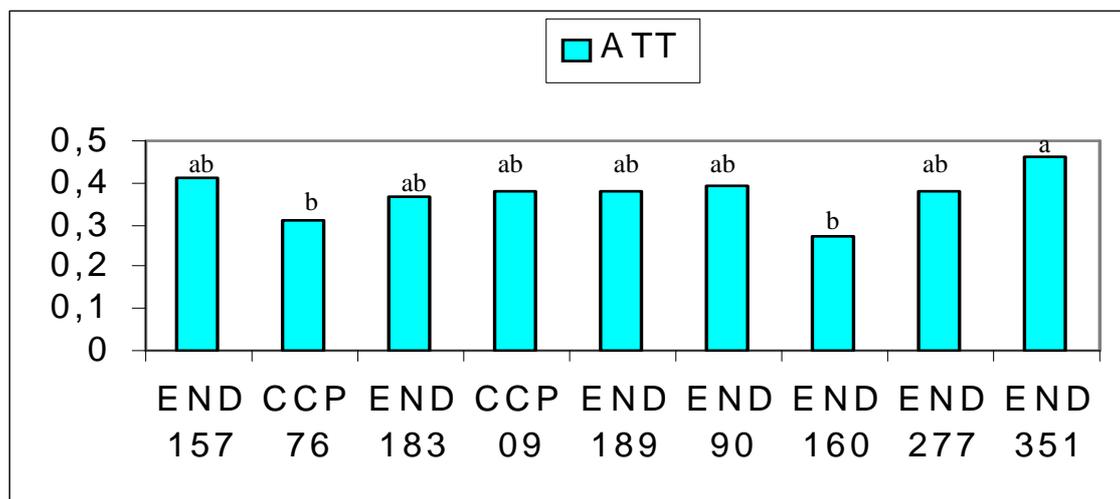


Figura 19 - Acidez Total Titulável em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce

Moura (1998), encontrou para o clone END 189 a menor média (0,27%), sendo que não diferiu da testemunha CCP76 (0,28%) e o maior valor foi no clone END 157 (0,40%). Neste experimento, os valores encontrados para o END 189 e END 157 foi de 0,38% e 0,41%, respectivamente; mostrando resultados compatíveis.

4.2.2.5 Relação SST /ATT

A relação SST/ATT no pedúnculo de caju aumenta com o desenvolvimento e maturação, devido ao aumento dos sólidos solúveis e a estabilidade da ATT (Alves, 1999). O valor médio encontrado neste experimento para o clone CCP 76, foi de 40,53, sendo compatível com o valor médio encontrado por Figueiredo (2.000) (43,61- estágio 7) e Moura (1998) (46,28) ao estudar o mesmo clone.

Na Figura 19 pode-se observar que apenas os clones END 157 (pH 32,53) e END 277 (pH 26,87) diferem a nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey do CCP 76. Portanto, os pedúnculos utilizados neste experimento encontra-se em estágio ótimo de maturação.

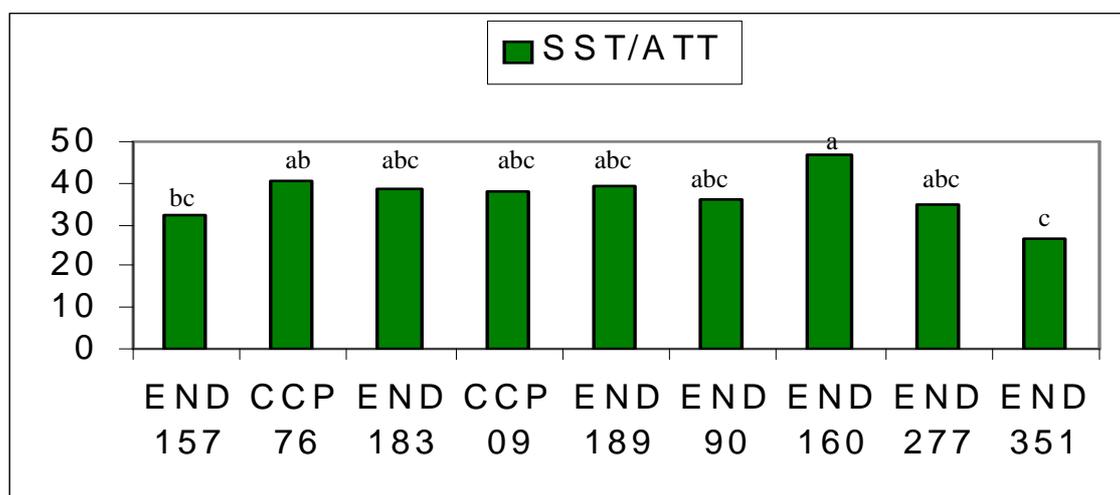


Figura 20 – Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável em pedúnculo de clones de cajueiro anão precoce

4.3. MELÃO

Na tabela 12 apresenta-se os resultados obtidos para pró-vitamina A e vitamina C e outras características de qualidades para as progênies de melão. Pode-se verificar que a progênie 63, destaca-se por possuir maior teor de β -caroteno. Em relação a vitamina C, o maior valor é encontrado na progênie 13. O grau de doçura dos frutos, avaliados através da relação SST/ATT, mostrou que a progênie 63 é a que possui melhor sabor. De uma forma geral, os resultados demonstram a grande variabilidade genética no cruzamento de cantaloupe com melão amarelo.

Tabela 12 - Valores médio obtidos para as características físico - químicas e químicas dos frutos de progênies de melão tupã

Tratamentos (Progênies)	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina C (mg/100g)	PH	SST ($^{\circ}$ Brix)	ATT(%)	SS T / ATT
63	2,28 a	10.27 b	6.49 a	9.00 ab	0.07 a	139,09 a
16	2,04 ab	11.94 b	6.62 a	8.55 ab	0.13 a	101.65 ab
15	1,98 abc	14.55 ab	5.10 a	7.85 ab	0.08 a	94.65 ab
12	1,86 abcd	14.24 ab	6.47 a	7.35 ab	0.08 a	93.11 ab
26	1,74 abcd	12,72 ab	6.38 a	6.35 ab	0.07 a	93.92 ab
14	1,56 abcd	11.68 b	6.55 a	7.62 ab	0.08 a	108.38 ab
13	1,44 abcd	17.17 a	6.61 a	6.25 b	0.08 a	74.62 ab
24	1,44 abcd	13.88 ab	6.23 a	7.25 ab	0.07 a	100.22 ab
51	1,33 abcd	12.46 ab	6.25 a	8.95 ab	0.10 a	89.12 ab
85	1,32 abcd	12.67 ab	6.53 a	8.32 ab	0.09 a	86.40 ab
65	1,26 abcd	12.73 ab	6.41 a	8.20 ab	0.09 a	89.79 ab
11	1,26 abcd	12.91 ab	6.46 a	7.56 ab	0.10 a	75.44 ab
21	1,20 abcd	13.93 ab	6.69 a	7.22 ab	0.08 a	83.41 ab
64	1,14 abcd	12.06 b	6.43 a	10.40 a	0.08 a	120.14 ab
53	1,14 abcd	11.40 b	6.02 a	6.80 ab	0.08 a	81.44 ab
84	1,08 abcd	12.40 ab	6.31 a	8.87 ab	0.09 a	94.37 ab
25	1,02 abcd	11.58 b	6.20 a	5.80 ab	0.07 a	80.06 ab
56	.1,02 abcd	12.28 b	4.74 a	7.83 ab	0.09 a	91.19 ab
22	0,96 bcd	13.61 ab	6.22 a	7.32 ab	0.08 a	90.83 ab
66	0,90 bcd	12.46 ab	6.38 a	9.25 ab	0.07 a	126.18 ab
83	0,84 bcd	10.81 b	6.24 a	7.07 ab	0.08 a	91.95 ab
54	0,78 bcd	11.29 b	5.85 a	8.22 ab	0.13 a	65.37 b
52	0,78 bcd	13.53 ab	6.28 a	7.70 ab	0.08 a	84.81 ab
62	0,72 cd	12.14 b	6.42 a	8.72 ab	0.08 a	109.37 ab
23	0,66 d	13.33 ab	6.31 a	8.57 ab	0.09 a	95.70 ab
55	0,66 d	10.71 b	6.22 a	7.10 ab	0.08 a	91.01 ab
82	0,66 d	12.43 ab	6.31 a	8.72 ab	0.09 a	94.76 ab
61	0.60 d	11.09 b	6.07 a	8.40 ab	0.12 a	77.48 ab

Média seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4.3.1 Vitaminas

4.3.1.1 β -caroteno

Na tabela 08 pode-se verificar que existe diferenças entre as progênes quanto aos teores de β -caroteno, com valor máximo de 2,28 $\mu\text{g/g}$ e o mínimo de 0,66 $\mu\text{g/g}$. Lester e Eischen (1996) e Rodriguez-Amaya (1997)) citam para melão cantaloupe valores de β -caroteno de 5,3 a 33,3 $\mu\text{g/g}$ e 16 a 216 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Pode-se observar que os valores encontrado neste trabalho para cruzamento de cantaloupe com melão amarelo são bem menores que aqueles para melão cantaloupe, porém maiores do que os encontrados para melão amarelo, onde em análises prévia a este experimento, realizada na Embrapa, os resultados apresentaram apenas traços deste nutriente. Paiva (2000) relata que se esta variabilidade verificada for de origem genética é provável que se consiga aumentar estes valores.

Como um dos objetivos do programa de melhoramento genético é aumentar os teores de vitaminas dos frutos, é viável o retrocruzamento de frutos do tipo amarelo com o tipo cantaloupe, possibilitando que a seleção conduza a frutos amarelo com polpa cantaloupe com maiores teores de vitamina A e/ou β -caroteno nas próximas gerações de progênes.

Em melões Cantaloupe, o β -caroteno é principal pigmento encontrado (Curl 1966; Pratt 1971), porém também estão presentes o β -criptoxantina e α -caroteno (Homnava 1990), que são provitamina A.

4.3.1.2 Vitamina C

Na tabela 08 pode-se verificar que as variações nos teores de vitamina C, foi no máximo de 17,17 mg/100g e no mínimo de 10,27 mg/100g, sendo um pouco abaixo do esperado para melão cantaloupe que segundo Eitenmiller et al (1985) é de 28 mg/100g. Porém, os resultados são satisfatórios para esta primeira etapa de melhoramento, pois é possível aumentar estes teores com

novos cruzamentos genéticos e melhores condições de cultivo, uma vez que a composição das vitaminas dependem de vários fatores como, a variedade cultivada, condições climáticas e geográficas, estágio de maturação no tempo da colheita, dentre outros (Rodriguez-Amaya 1997).

4.3.2 Outras características de qualidade

4.3.2.1 pH

As diferenças nos valores de pH encontrados para as progênies oriundas de misto de melão amarelo com cantaloupe não foram significantes estatisticamente. A variação foi de 6,69 a 4,74 para valores máximo e mínimos, respectivamente.

No trabalho de melhoramento genético desenvolvido por Paiva e Medeiros et al (2000), em progênies de melão amarelo, os valores de pH variaram de 6,2 a 5,4.

Pode-se observar que não existe grande diferença para esta característica entre melões amarelo e os mistos de amarelo com cantaloupe.

Menezes (1996) atribui esta pouca variação no pH devido a própria natureza dos ácidos predominante na seiva vacuolar das células dos frutos. Estes ácidos são di- e tri- básicos e mostram valores múltiplos de pK e capacidade tamponante numa faixa ampla de pH

4.3.2.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os resultados para esta característica variaram no mínimo de 6.25 °Brix e máximo de 10.40 °Brix com média de 7,90°Brix. Pode-se observar na tabela 08 que apenas as progênies 63 (9 °Brix), progênie 64 (10,4 °Brix) e progênie 66 (9,25 °Brix), apresentam teores de sólidos solúveis adequados para comercialização, ou seja, no mínimo de 9 °Brix, (Menezes 2000; Filgueiras 2000).

As progênies de tupã apresentaram valores de sólidos solúveis menores que os recomendado para o melão amarelo (10 a 12 °Brix) e melão cantaloupe

(10° Brix) (Filgueiras, 2000). Porém Menezes (1996) relata que característica como o aroma, sabor e doçura serão fatores de qualidade complementares, já que os valores de sólidos solúveis podem sofrer variações entre frutos da mesma planta e, até entre diferentes regiões do mesmo fruto.

Porém, observa-se que apenas as progênies 64 (10,4 °Brix) e progênie 13 (6,25 °Brix) apresentaram resultados que diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

No trabalho de melhoramento genético desenvolvido por Paiva e Medeiros et al (2000), em progênies de melão amarelo, os valores de sólidos solúveis variaram de 5,0 °Brix a 8,6 °Brix. Como os melões analisados neste experimento é resultado do cruzamento de amarelo com cantaloupe, pode-se observar que houve uma melhora no valor mínimo para esta característica quando o amarelo é melhorado geneticamente pelo cantaloupe.

4.3.2.3 Acidez Total Titulável (ATT)

As diferenças nos valores para esta característica, em progênies oriundas de misto de melão amarelo com cantaloupe, não foram significantes estatisticamente. Os valores mínimos e máximo foram de 0,07% (progênies, 26, 24,25, 63 e 66) e 0,13% (progênies 54), respectivamente, com média geral de 0,08%..

Menezes (1996) observou variação de 0,10 a 0,13% para acidez total titulável em melão Galia. Embora neste experimento tenha-se trabalhado com um misto do amarelo com cantaloupe, pode-se observar que resultados não diferem da média encontrada na literatura.

4.3.2.4 Relação SST/ATT

Os valores encontrados para esta característica foi no máximo de 139,09 para a progênie 63 e no mínimo de 65,37 para a progênie 54. Os valores encontrados para as demais progênies não diferiram estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este trabalho e de acordo com os resultados obtidos nos respectivos ensaios, pode-se concluir:

1. A acerola e pedúnculo de caju como fontes de vitamina C, ultrapassam as RDA. O melão tuoã, cruzamento do amarelo com polpa cantaloupe, o valor de vitamina C ainda é baixo, mas os resultados são satisfatórios para a primeira etapa de melhoramento genético.
2. Os valores de β -caroteno dos frutos estudados é baixo com relação a cenoura e outras frutas como, mas contribuem para melhorar nos níveis de vitamina A da dieta na região Nordeste.
3. Dos frutos estudados, a acerola apresentou melhor conteúdo de β -caroteno com média geral de 3,60 $\mu\text{g/g}$, seguida do caju e melão, com 1,37 $\mu\text{g/g}$ e 1,22 $\mu\text{g/g}$, respectivamente.
4. Os frutos provenientes dos cruzamento de melão amarelo com cantaloupe apresentaram teores de vitaminas abaixo do melão cantaloupe, porém em novos cruzamentos esses frutos demonstram serem promissores no aumento do seus conteúdos vitamínicos.
5. Através dos dados obtidos neste estudo pode-se concluir que a acerola, proveniente do melhoramento genético, por possuir alto conteúdo de vitamina C destaca-se dentro do grupo de alimento funcional.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLLA, A. et al. **Carotenóides pró-vitamínicos A do fruto caraguatá (*Bromelia balansae* Mez.) nativo do Estado de Mato Grosso do Sul**. XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- Campo Grande -MS.
- AGRIANUL. Acerola - **Nem tudo que é azedo é vitamina C**. FNP- consultoria & comércio, p 101-104, 1996.
- AKINYELE, I.O.; KESHINRO, O.O. Tropical fruits as sources of vitamin C. **Food Chemistry**, London, v.5, p.163-167, 1980.
- ALVES, R.E. **Acerola (*Malpighia emarginata* D.C) Fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada** . Lavras: UFL, 1993. (Dissertação de Mestrado).
- ALVES, R.E; MENEZES, J.B .Caracterização pós-colheita de acerolas vermelhas e amarelas colhidas em pomar comercial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., 13, Salvador, 1994. **Resumos....** Salvador, SBF, 1994 a .v.1.,p.99-100.
- ALVES, R.E.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Postharvest physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D. C) fruits: maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.370, p.223-229,1995.
- ALVES, R.E. Características das frutas para exportação. In: GONZATTI NETO, A et al. **Acerola para exportação**: procedimento de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA / FRUTEX, 1996. P.9-21.
- ALVES, R.E.; BEZERRA, F.C.; ABREU, F.A.P., et al. Development and maturation of the apple of early dwarf cashew tree CCP-76. **Acta Horticulturae**, Leuven, 485; p.255-30, 1999.
- ALMEIDA, J.I.L de; ARAÚJO, F.E. de; LOPES, J.G.V. et al. **Evolução do cajueiro anão precoce na estação experimental de Pacajus, Ceará**. Fortaleza: EPACE, 1993b.17p. (documento, 6).
- ARAÚJO, J.P.P. de; SILVA, V.V. da. **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995.292p.
- ARAÚJO,P.S.R.; MINAMI,K. **Acerola** . Campinas: Fundação Cargill, 1994.81p.
- ASENJO, C.F. Acerola. In: NAGY, S; SHAW, P. E. **Tropical e subtropical fruits: composition, properties and uses**. Westport: AVI, 1980. p-341-374

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemistry**. 12ed. Washington: AOAC, 1992.1115p.
- ASSUNÇÃO, R.B.; MERCADANTE, A.Z. Caju in natura (*anacardium occidentale* L) – carotenóides e vitamina C. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS. Fortaleza, 2.000. **Resumos....** Fortaleza, SBCTA, 2000. v.2, p (5)101.
- BARROS, L.M; ARAÚJO, F.E. de.; ALMEIDA, J.I.L. de. et al. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza: EPACE, 1984. 67p. (documento 3).
- BARROS, L.M; PAIVA,J.R.; CRISÓSTOMO,J.R. et al. Comportamento de clones de cajueiro anão (*anacardium occidentale* L) sob irrigação no semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, 1996, Curitiba. **Resumos...** Curitiba, SBF, 1996. P.113.
- BAUERNFEIND, J.C. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. **J. Agr. Food Chem.**, 20 (3): 456-473, 1972.
- BENDICH, A. Recent advances in clinical research involving carotenoids. **Pure & Appl. Chem**, 66 (5): 1017-1024, 1994.
- BEZERRA, F.M. **Crescimento e desenvolvimento de melões híbridos**. Mossoró: ESAM, 199p. 31p. (Dissertação de Mestrado).
- BEZERRA, J.E.F. Avaliação de clones de aceroleira na região do Vale do Rio Moxotó-PE. I- Plantas juvenis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., 13, Salvador, 1994. **Resumos....** Salvador, 1994. v.1., p. 85-86.
- BIANCHI, M.L.P. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.** 12 (2): 123-130, 1999. (artigo de revisão).
- BLEINROTH, E.W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. **Frutos tropicais, manga**. São Paulo: ITAL, 1981. P.243-292.
- BOBBIO, P. A ; BOBBIO, F. O. **Introdução à Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992.
- BOBBIO, P.A ; BOBBIO, F. O. **Química e processamento dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1995.
- BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S.P.; BARREIRO NETO, M. Características fenológicas de plantas de aceroleiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., 13., Salvador. 1994. **Anais...** Salvador: SBF,1994. p.87.

- BRASIL, I.M.; GUIMARÃES, A.C.L. Curso de especialização por tutoria a distância. Curso de Processamento de Sucos e Polpas Tropicais. Módulo 5: **química e bioquímica do processamento**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS / UFPB, 1998.
- BRITTON, G. Biosynthesis of carotenoids. In: Goodwin, T.W. "**Plants Pigments**". p61. Academic Press, Londres, 1988
- BUTT, V.S. **Direct oxidase and related enzymes**. In: STUMPF, P.K.; CONN, E. E. The biochemistry of plants: a comprehensive treatise. New York: Academic press, 1980. v.2, p.81-123.
- CAMPILO, A.; ASENJO, C.F. The distribution de ascorbic acid, dehidroascorbic acid and diketogulonic acid in the acerola fruits at different stages of development. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Pieras, v.41, p.161-166, 1957.
- CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos funcionais - uma revisão. **Bol. SBCTA**, 29 (2): 193-203, Jul/Dez 1995.
- CARVALHO, P.R.N. **Análise de vitaminas em alimentos**. ITAL (instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 1993.
- CARVALHO, R.I.N.; MANICA, I. Características físicas, químicas e respiração de acerola (*Malpighia glabra* L.) em três estágios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.15, n.2, p.21-26, 1993.
- CAVALCANTE, M.L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A na pitanga (*Eugenia uniflora*) e acerola (*Malpighia glabra*)**, Rio de Janeiro: UFRJ, 1991. (Dissertação de mestrado)
- CECCHI, H.M. ; AMAYA, D.B.R. Carotenoid Composition and Vitamin A value of fresh and Pasteurized Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) Juice. **Journal of Food Science**, vol .46, p.147-149, 1981.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 320p. 1990.
- CRAWFORD, T.C; CRAWFORD, S. A . Syntheses of L-Ascorbic Acid. Advances in carbohydrate, Chemistry and Biochemistry. In: Academic Press, 1980
- CRUZ, V.D. et al. Variações no teor de ácido ascórbico de acerola (*M.glabra*.L) em função do estágio de maturação e temperatura de estocagem. **Arq.Biol.Tecnol**, v.38, n.2, p.331-337, 1995.
- CURL, A.L. The carotenoids of muskmelon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, p.759-761, 1966.

- DAVIS, B.H. Carotenóides. In: **Chemistry and Biochemistry of Plant Pigment**. Academic Press. London. 2nd ed. p.39-164,1976.
- EITENMILLER, R. et al. Nutrient composition of Cantaloupe and Honey Dew melons. **Journal of food Science**, Chicago, v.50, n.1, p137-138, 1985.
- EMBRAPA. **Programa Nacional de Pesquisa de Caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1991. 59p (Documento, 05).
- EMBRAPA. A wmay continua investindo no Brasil. *Jornal Nacional de Pesquisa de Agroindústria tropical*. Fortaleza-Ce, n.79, Jul/ 2001.
- EUA. Departamento de Agricultura, 2000
- FENNEMA, OWER R. **Química de los alimentos**. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 1993.
- FIGUEIREDO, R.W. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio**. São Paulo: USP, 2000. 149p. (Tese de doutorado).
- FILGUEIRAS, H.A.C et al. **Melão pós-colheita: colheita e manuseio pós-colheita**. Frutas do Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento/ EMBRAPA. Brasília- DF, 2000. p. 23 – 43.
- FITTING, K.O.; MILEER, C.D. variation in the ascorbic acid content of individual fruits of the acerola. Hawaii: **Farm Science**, v.7, n.2, p.7, 1958.
- FONSECA, H. et al. Teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Archivos Latinoamericano de nutricion**. São Paulo, p 09-15, 1968.
- FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P.(ed) **.Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p.181-207.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ed., Atheneu, São Paulo, 1995. 307p.
- GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurrence of cis-Isomers of Provitamin A in Brazilian Frutis. **J. Agric. Food Chem**. 42 : 1306-1313, 1994.
- GOODWIN, T.W. Distribution of carotenoids. In: **Chemistry and Biochemistry of plant pigment** . T.W. Goodwin 2^a ed. Vol.1, p.225. Londres , 1976.
- HECKTKEUER, L.H.R et al. Características físicas e químicas do melão. **Rev. Bras. Frutic.**, 17 (2):29-37,1995.

- HOMNAVA, A.; ROGERS, W.; EITENMILLER, R.R. Provitamina A activity of Specialty fruit marketed in the United States. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.3, p.119-133, 1990.
- IADEROZAT, M.; BALDINI, I.S.D.; BOVI, M.L.A. Anthocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea*, Mart) and juçara (*Euterpe edulis*, Mart). **Tropical Science**, London, v.32, p.41-46, 1992.
- IAL Normas Analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo: IAL, 1985. v.1, 371p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Soluções fruta a fruta: acerola**. São Paulo, 1995. 59p.
- KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B.A. **Quality control for the food industry**. Westport: AVI, 1973. v2, p.157-227.
- KRINSKY, N. The biological properties of carotenoids. **Pure & Appl. Chem**, 66 (5): 1003-1010, 1994.
- LEHNINGER, A.L. Vitaminas e microelementos na função de enzimas in: **Princípios da bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1985. Cap 10, p185-202.
- LESTER, G.E.; EISCHEN, F. Beta-carotene content of postharvest orange-fleshed muskmelon fruit: effect of cultivar, growing location and fruit size. **Plant Foods for Human Nutrition**. V.49,p.191-197, 1996.
- MAHAN,L.K.; ESCOTT-STUMP,S. **krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia..** 9ed. São Paulo: Roca, 1998.
- MAZZA, G. Anthocyanins: Structure, stability and analyses. In: RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; PASTORE, G.M. **Ciência dos alimentos: avanços e perspectivas na América Latina**. Campinas: Cargill, 1997, p.8-19.
- McCREICHT, J.D.; NERSON, H.; CRUMET, R. Melon Cucumis melo L. In: **Genetic Improvement of vegetable** . GKALLO AND B. O. BERGH. Pergamon Press., 1993, cap.20, p. 267-294.
- MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p. (documentos,17)
- MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita do melão tipo galia durante a maturação e o armazenamento**. Lavras: UFLA, 1996. 157p. (Tese de Doutorado)

- MENEZES, J.B. et al. **Melão pós-colheita: características do melão para exportação**. Frutas do Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento/ EMBRAPA. Brasília- DF, 2000. p.13-22.
- MERCADANTE, A.Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; BRITTON, G. HPLC e Mass Spectrometric Analysis of carotenoids from Mango. **J. Agric. Food. Chem.** 45: 120-123,1997
- MERCADANTE, A.Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Effects of ripening, cultivar differences, and processing on the carotenoid composition of mango. **J. Agric. Food. Chem.** 46: 128-130, 1998.
- MONTGOMERY, R. et al. **Bioquímica: uma abordagem dirigida por casos**. Traduzido: Misako Uemura Sampaio. Quinta edição. Livraria Editora Artes médicas. Capítulo 1- nutrição. Pág 1-23 (p.477), 1994.
- MOURA, C.F.H. et al. Fruit physicochemical characteristics of acerola (*Malpighia emarginata*) clones in commercial orchards. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**. Guatemala, v.41, p.194-198.1997.
- MOURA, C.F.H. **Qualidade de pendúnculo de clones de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L. var. *nanum*) irrigados**. Fortaleza: UFC, 1998. 56p. (Dissertação de Mestrado).
- MINGUEZ-MOSQUEIRA, I.; GALLARDO-GUERRERO, L. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. **Journal of food science and agricultural**, London, v.69, p.1-6, 1995.
- NEUMANN, A.I.C.P et al. Alimentos saudáveis, Alimentos funcionais, Fármaco alimentos, Nutracêuticos... Você já ouviu falar?. **Higiene Alimentar**, 14 (71): 19-23, Abril, 2.000.
- NOGUEIRA, C.M.C.D. da C. **Estudo químico e tecnológico da acerola (*Malpighia glabra* L)**. Fortaleza: UFC, 1991, 117 p (tese de mestrado) .
- NOGUEIRA, R.J.M.C. et al. Avaliação físico-química de fruto de acerola (*M. glabra*.L) em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., 13, Salvador, 1994. **Resumos....** Salvador, 1994. v.1. p.106-107.
- OLIVA, P.B. **Estudo do armazenamento da acerola in natura e estabilidade do néctar de acerola**. Campinas – UEC, 1995.103p. (Dissertação de Mestrado).
- ODET, J. **Le melon**. Paris: Ctifl, 1993, 295p.

- PAIVA, J.R. et al. Seleção preliminar de clones de cajueiro anão precoce para produção de pedúnculo em cultivo irrigado. Ciências Agronômica, Fortaleza, 1998.
- PAIVA, W.O et al. **Melhoramento populacional do meloeiro para cultivo na região Nordeste.** EMBRAPA: pesquisa em andamento. N.43, Dezembro,1998a, p.1-3
- PAIVA, W.O et al. **Obtenção de híbrido de melão adaptados as condições da região Nordeste.** EMBRAPA: pesquisa em andamento. N.42, Dezembro,1998b, p.1-3
- PAIVA, W.O et al. Seleção de linhagens de melão amarelo e com polpa cantaloupe In: XV Encontro de Genética do Nordeste (ENGENE), Fortaleza, Anais, **Resumos D-077**, p.160, 2000.
- PAIVA, W.O; MEDEIROS, D.O. et al. Avaliação de caracteres de frutos em progênies de melão amarelo. In: XV Encontro de Genética do Nordeste (ENGENE), Fortaleza, Anais, **Resumos D-O14**, p.97, 2000.
- PAIVA, W.O. **Melão tupã: origem e melhoramento genético.** EMBRAPA. Fortaleza, abril, 2001 (não publicado)
- PIMENTEL, M.L. **Influência do processamento sobre a vitamina C do suco de acerola (Malpighia glabra L).** Fortaleza: UFC, 1996, 83p (tese de mestrado) .
- PIMENTEL, C.R.M.P.; ALVES,R.E.; FILGUEIRAS, H. A . C. **Melão pós-colheita: mercado internacional : situação atual e perspectivas.** Frutas do Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento/ EMBRAPA. Brasília- DF, 2000. P. 9 -12.
- PINTO, S.S.A.; ALVES,R.E.; MOSCA,J.L. et al. Quality of the apple of some Brazilian early dwarf clones (Anacardium occidentale L) for fresh consumption. **Proceeding of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Guatemala, v.41, 1997 (NO PRELO)
- POURCHET-CAMPOS, M.A. Um século de progresso em nutrição e alimentos. **Bol. SBCTA**, 32 (1): 1-10, Jan / Ago., 1998.
- PRATT, H.K. Melons. In: HULME,A .C. **The biochemistry of fruts and their produts.** London: Academic Press, 1971, v.2, p.207-232.
- RITTER, U.G. **Obtenção de bebida dietética a partir do suco de acerola (Malpighia glabra L).** Fortaleza: UFC, 1994, 147 p (tese de mestrado) .
- ROBINSON, R.W.; DECKER-WALTERS, D.S. **Cucurbits.** CAB, International, Oxford, UK, 1999. 226p.

- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Os carotenóides como precursores de vitamina A .**Boi SBCTA**, Campinas, 19 (4):227-242, out/dez. 1985.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. **Journal of Micronutrient Analysis** . V.5: 191-225, 1989.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Carotenóides and Food preparation: the retention of provitamina A carotenoids in prepared, processed, and stored food**. Campinas: UEC. São Paulo, Brasil, 1997. p. 88
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; PASTORE, G.M. **Carotenóides: estruturas, propriedades e funções** in: Ciência de Alimentos: Avanços e perspectivas na América Latina. Campinas, Fundação Cargill, 1997.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; PASTORE, G.M. **Alimentação e câncer: fatores de indução e/ou promoção e de prevenção da carcinogênese** in: Ciência de Alimentos: Avanços e perspectivas na América Latina. Campinas, Fundação Cargill, 1997.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; PASTORE, G.M. Avanços em alimentos Fisiologicamente Funcionais in: **Ciência de Alimentos: Avanços e perspectivas na América Latina**. Campinas, Fundação Cargill, 1997.
- SANDHU, S.S.; DHILLON, B.S.; BRAR, W.S. Changes in phenolics and anthocyanins in developing fruits of early and late maturing peach cultivars. **Prog. Hort**, v.16, n.3-4, p.257-264, 1984
- SEMENSATO, L.R. **Caracterização física-química de frutos de genótipo de acerola (Malpighia sp), cultivados em Anápolis-Go, processamento e estabilidade de seus produtos**. Goiânia - UFG, 1997. 74 p.(Dissertação de Mestrado).
- SHAHIDI, F. et al. Carotenoid Pigments in seafoods and aquaculture. **Critical Reviews in food science**. 38 (1):1-67, 1998.
- SILVA, J.J. M. Fatores que afetam o conteúdo do ácido ascórbico da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Caderno de agricultura**. Ano 1 , n.1, 1994. p23.
- SILVA JÚNIOR, A.; PAIVA, F.F.A. **Estudo físico e físico-químico de clones de cajueiro anão precoce**. Fortaleza:EPACE,1994. (boletim de pesquisa, 23).
- SIMPSON,K.L. Relative value of carotenoids as precursors of vitamin A. **Proc. Nutr.Soc.** 42 :7. 7-17, 1983
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- SGARBIERE, V.S. **Alimentação e Nutrição**. São Paulo: UNICAMP,1987.

ULRICH, R. Organic acids, in: HULME, A .C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: academic press,1970. v.1, p.89-118.

WAIT, A.J.; JAMIESON,G.I. The cashew: its botany and cultivation. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, p.253-257, 1986.

APÊNDICE

Tabela 13 - Quadrado médio das análises de variância para as características β - caroteno - β -C (ER), Vitamina C –VC (mg/100g), acidez total titulável – ATT (% de ácido málico), pH, sólidos solúveis total – SST ($^{\circ}$ Brix), relação SST/ATT (RSA) de progênies de melão tupã.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médio					
		β -C	VC	pH	SST	ATT	RSA
Tratamentos	27	0.0235 **	7.9358 **	0.6983ns	4.1454 *	0.0010ns	992.70 ns
Resíduos	82	0.0064	3.1745	0.7633	2.1421	0.0010	730.23
Coeficiente de variação (%)		39.21	14.15	13.99	18.50	35.28	28.77

** =F significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela 14 - Valores médio obtidos para as características físico - químicas e químicas dos frutos de clones de cajueiro anão precoce.

Clones	β - Caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina C (mg/100g)	Antocianina (mg/100g)	pH	SST ($^{\circ}$ Brix)	ATT(%)	SS T / ATT
END 157	1,29 abc	175,56 abc	11.59 bc	4.29 bcd	13.3 a	0.41 ab	32,53 bc
CCP 76	1,23 abc	167,89 abc	6.93 c	4.51 b	12.56 a	0.31 b	40,53 ab
END 183	1,93 a	200,51 ab	7.04 c	4.36 bcd	14.1 a	0.37 ab	38,32 abc
CCP 09	1,44 abc	147,30 abc	10.01 bc	4.41 bc	14.46 a	0.38 ab	38,12 abc
END 189	1,83 ab	209,16 a	14.90 ab	4.52 b	14.86 a	0.38 ab	39,12 abc
END 90	1,20 bc	144,81 abc	19.74 a	4.38 bcd	14.00 a	0.39 ab	35,89 abc
END 160	1,29 abc	141,94 bc	10.69 bc	4.81 a	12.9 a	0.27 b	46,86 a
END 277	1,07 c	112,38 c	11.61 bc	4.25 cd	13.23 a	0.38 ab	34,89 abc
END 351	1,09 c	156,97 abc	8.17 c	4.15 d	12.00 a	0.46 a	26,87 c

Média seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 15 - Quadrado médio das análises de variância para as características β -caroteno - β -C (ER), Vitamina C –VC (mg/100g), Antocianina – ATC (mg/100g), acidez total titulável – ATT (% de ácido málico), pH, sólidos solúveis total – SST ($^{\circ}$ Brix), relação SST/ATT (RSA) de clones de pedúnculo de caju anão precoce

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados médio						
		β -C	VC	ATC	pH	SST	ATT	RSA
Tratamentos	8	0,2848 **	2747.5192**	50.0041**	0.1103**	2.6533ns	0.0088*	92.0195**
Resíduos	18	0.0608	505.3155	32.425	0.0075	12.985	0.0025	18.8974
Coeficiente de variação (%)		17,90	13.89	16.09	1.97	8.44	13.43	11,74

*, **, ns =F significativo a 5%, 1% , e não significativo, respectivamente.

