

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Receber
Este exemplar corresponde a entrega final
da Tese defendida por JERUSA DE SOUZA
ANDRADE e aprovada pela Comissão Julga-
dora em 08.08.91.
Campinas, 18 de agosto de 1991.

Jerusa de Souza Andrade

Curvas de maturação e características
nutricionais do camu-camu *Myrciaria dubia*
(H.B.K.) Mc Vaugh cultivado em terra firme na
Amazônia Central Brasileira.

ANDRADE

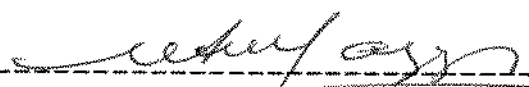
Jerusa de Souza Andrade
Engenheira Agrônoma

21/91
Prof. Dra. Maria Antonia Martins Galeazzi
Orientadora

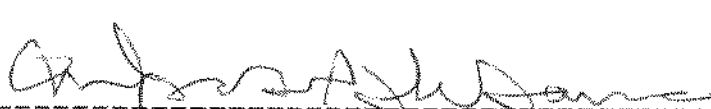
Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de
Doutor em Ciência de Alimentos.

2105629

BANCA EXAMINADORA



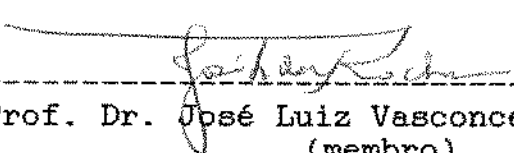
Profa. Dra. Maria Antonia Martins Galeazzi
(orientadora)



Profa. Dra. Maria Isabel Fernandes Chitarra
(membro)



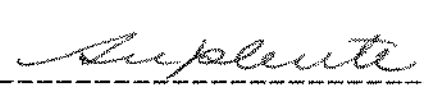
Profa. Dra. Vânia Déa de Carvalho
(membro)



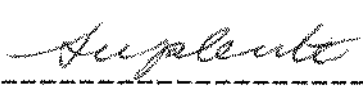
Prof. Dr. José Luiz Vasconcellos Rocha
(membro)



Prof. Dr. Yong Kun Park
(membro)



Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia
(membro)



Profa. Dra. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix
(membro)

Campinas, 08 de agosto de 1991

Ao Carlos e aos nossos filhos
Leonardo, Leandro e Carlinhos

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, em especial à Faculdade de Engenharia de alimentos - FEA, pela oportunidade concedida, para a realização do curso.

A Professora Dra. Maria Antonia Martins Galeazzi, pela orientação que nos proporcionou, contribuindo para que atingíssemos nossos objetivos.

Ao biólogo Carlos Gomes Aragão, pela ajuda em todas as etapas desse trabalho.

As Coordenadorias de Pesquisa em Ciências Agronômicas-CPCA e em Tecnologia de Alimentos-CPTA do INPA, pelo apoio na efetivação desta pesquisa.

Ao Dr. Willian Antônio Rodrigues, pesquisador da Coordenadoria de Pesquisa em Botânica CPB/INPA, pelos ensinamentos e informações referentes à descrição botânica.

Aos membros da banca examinadora Dra. Maria Isabel Fernandes Chitarra-ESAL, Dra. Vânia Déa de Carvalho-EPAMIG, Dr. José Luiz Vasconcellos Rocha-FEAGRI/UNICAMP, Dr. Yong Kun Park-FEA/UNICAMP, Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia-FEA/UNICAMP e Dra. Marisa de Nazaré Hoelz Jackix-FEA/UNICAMP, pelas correções e sugestões apresentadas.

A Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação-ABIA, pelo fornecimento das cópias e capas deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE QUADROS.....	viii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Amazônia e seus recursos naturais.....	5
2.2. O camu-camu.....	13
2.2.1. Descrição botânica e posição taxonômica.....	13
2.2.2. Sinonímia e nomes vulgares.....	15
2.2.3. Distribuição geográfica e dispersão.....	16
2.2.4. Habitat e condições edafo-climáticas.....	17
2.2.5. Fenologia e variabilidade genética.....	19
2.2.6. Produção e comercialização.....	23
2.2.7. Usos e aspectos tecnológicos.....	25
2.2.8. Composição química.....	28
2.3. Aspectos da maturação e amadurecimento de frutos.....	30
2.3.1. Terminologias e índices de maturidade.....	30
2.3.2. Mudanças associadas com a maturação e amadurecimento.....	37
2.3.2.1. Parâmetros físicos.....	37
2.3.2.2. Ácidos orgânicos.....	40
2.3.2.3. Vitamina C	42

2.3.2.4. Carboidratos.....	45
2.3.2.5. Pigmentos.....	51
2.3.2.6. Compostos fenólicos.....	53
2.3.2.7. Minerais.....	56
2.3.3.8. Respiração.....	57
2.3. Importância nutricional dos frutos.....	63
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3.1. Material.....	65
3.2. Métodos.....	66
3.2.1. Marcação das plantas.....	66
3.2.2. Colheita e transporte.....	66
3.2.3. Preparo do material para análise.....	67
3.2.4. Parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e fisiológico.....	68
3.2.5. Análise estatística.....	77
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4.1. Mudanças durante a maturação e amadurecimento	78
4.1.1. Parâmetros físicos.....	78
4.1.2. pH, acidez e sólidos solúveis.....	84
4.1.3. Vitamina C total.....	90
4.1.4. Carboidratos	94
4.1.5. Extrato etéreo e proteína.....	107
4.1.6. Pigmentos.....	110
4.1.7. Compostos fenólicos.....	122
4.1.8. Minerais.....	128
4.1.9. Respiração.....	133

4.2. Período ideal de colheita	138
4.3. Valor nutricional	144
5. CONCLUSOES.....	152
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	155
7. ANEXO.....	172

INDICE DE QUADROS

Quadro	Página
1. Dimensões da Amazônia e países componentes.....	6
2. Composição química do camu-camu <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh.....	29
3. Conteúdo de ácido ascórbico no fruto e produtos obtidos do camu-camu <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh.....	30
4. Transformações que ocorrem durante o amadurecimento de frutos.....	33
5. Índices de maturidade estabelecidos para alguns frutos e hortaliças.....	35
6. Dados climatológicos no período entre o florescimento e colheita do camu-camu.....	66

INDICE DE TABELAS

Tabela	Página
1. Efeito do estágio de maturação no peso do fruto e partes tissulares e peso específico real do camu-camu.....	79
2. Efeito do estágio de maturação nas percentagens de pericarpo, sementes e umidade do camu-camu.....	82
3. Efeito do estágio de maturação no pH, acidez, °Brix e relação Brix/acidez do camu-camu.....	85
4. Efeito do estágio de maturação nos teores de vitamina C total do camu-camu.....	91
5. Efeito do estágio de maturação no conteúdo de carboidratos do camu-camu.....	95
6. Efeito do estágio de maturação no conteúdo de pectinas e sólidos insolúveis em álcool do camu-camu.....	103
7. Efeito do estágio de maturação nos teores de extrato etéreo e proteína do camu-camu.....	108
8. Efeito do estágio de maturação nos teores de pigmentos do camu-camu.....	111
9. Coloração externa do camu-camu durante o período de maturação.....	114
10. Efeito do estágio de maturação nos teores de compostos fenólicos do camu-camu.....	124
11. Efeito do estágio de maturação na proporção das frações fenólicas do camu-camu.....	125
12. Efeito do estágio de maturação no teor de minerais do camu-camu.....	129
13. Efeito do estágio de maturação no teor de minerais do camu-camu	130
14. Efeito do estágio de maturação na liberação de CO ₂ pelo camu-camu.....	134
15. Efeito do estágio de maturação no índice teórico de maturidade e índice tecnológico do camu-camu.....	139

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curvas de regressão para o peso do fruto e partes tissulares do camu-camu em vários estádios de maturação.....	80
2. Curvas de regressão para as percentagens de pericarpo, sementes e unidade do camu-camu em vários estádios de maturação.....	83
3. Acidez, pH, relação Brix/acidez e curva de regressão para sólidos solúveis do camu-camu em vários estádios de maturação.....	86
4. Curvas de regressão para os teores de vitamina C total do camu-camu em vários estádios de maturação.....	93
5. Curvas de regressão para os teores de carboidratos do camu-camu em vários estádios de maturação.....	96
6. Curvas de regressão para os teores de pectinas e sólidos insolúveis em álcool do camu-camu em vários estádios de maturação.....	104
7. Curvas de regressão para os teores de extrato etéreo e proteína do camu-camu em vários estádios de maturação.....	109
8. Curvas de regressão para os teores de pigmentos do camu-camu em vários estádios de maturação.....	112
9. Camu-Camu aos 56 dias após a antese (estádio 1).....	115
10. Camu-camu aos 71 dias após a antese (estádio 2).....	116
11. Camu-camu aos 85 dias após a antese (estádio 3).....	117
12. Camu-camu aos 95 dias após a antese (estádio 4).....	118
13. Camu-camu aos 104 dias após a antese (estádio 5).....	119
14. Camu-camu aos 113 dias após a antese (estádio 6).....	120
15. Curvas de regressão para os teores de compostos fenólicos do camu-camu em vários estádios de maturação.....	126

Figura	Página
16. Curvas de regressão para as percentagens das frações dos compostos fenólicos do camu-camu em vários estádios de maturação.....	127
17. Curvas de regressão para os teores de minerais do camu-camu em vários estádios de maturação.....	131
18. Curvas de regressão para os teores de minerais do camu-camu em vários estádios de maturação.....	132
19. Curvas de regressão para os teores de CO ₂ liberados pelo camu-camu em vários estádios de maturação.....	136
20. Curvas de regressão para os teores de CO ₂ liberados pelo camu-camu durante o período de estocagem pós-colheita.....	137
21. Curvas de regressão para o índice teórico de maturidade e índice tecnológico do camu-camu em vários estádios de maturação.....	140
22. Fotografias ilustrando a falta de sincronia na frutificação do camu-camu.....	143

RESUMO

A Amazônia detém grande número de espécies frutíferas exóticas em estado silvestre, com pequena parte explorada de forma extrativa ou em agricultura de subsistência. Dentre estas destaca-se o do camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mo Vaugh, de ocorrência silvestre em áreas sujeitas à inundação periódica, cuja domesticação foi iniciada recentemente.

Visando contribuir para o conhecimento do potencial alimentar próprio da Amazônia, trabalhou-se com camu-camu cultivado em terra firme para: acompanhar as mudanças nas características físicas, físico-químicas, químicas, e fisiológica durante a maturação; estabelecer curvas de maturação para predizer o período ideal de colheita; avaliar a importância nutricional do fruto. Camu-camu procedente de plantas em adaptação às condições edafo-climáticas da terra firme, mantidas na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, Textura Argilosa, sob clima equatorial úmido da Amazônia Central Brasileira, foram colhidos aos 56, 71, 85, 95, 104 e 113 dias após a antese e avaliados quanto as características físicas, físico-químicas, químicas e fisiológica.

A análise de variância (teste F a nível de 1% de probabilidade) mostrou que o estágio de maturação apresentou efeito altamente significativo sobre as características do fruto.

O peso do fruto apresentou curva sigmóide simples. O peso do endocarpo acompanhou o padrão apresentado pelo fruto inteiro, o

das sementes aumentou em taxas bem inferiores em relação ao endocarpo e o da casca (epicarpo + mesocarpo) atingiu o máximo aos 95 dias, decrescendo nos estádios subseqüentes.

Carotenóides totais, protopectina, extrato etéreo, proteína e sólidos insolúveis em álcool decresceram. Compostos fenólicos e CO₂ decresceram, porém, aumentaram aos 104 e 113 dias após a antese.

Sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação Brix/acidez açúcares redutores totais, glicose, frutose, pectina solúvel, antocianinas totais e vitamina C aumentaram com a maturação. Pectina total e amido aumentaram atingindo o máximo aos 85 e 95 dias, respectivamente, mas decrescendo nos estádios subseqüentes. Açúcares não redutores mostraram valores mínimos aos 56, 95, 104 e 113 dias e teores não detectáveis nos demais.

Os minerais decresceram atingindo valores mínimos entre 85 e 95 dias, porém, elevando-se nos estádios subseqüentes, exceto o magnésio e nitrogênio, que continuaram a decrescer até aos 113 dias após a antese.

Do ponto de vista nutricional, os estádios de maturação de 104 e 113 após a antese, considerados como sensorialmente aceitáveis, demonstraram que: o camu-camu mostrou-se como fonte insignificante de lipídios, carotenóides, proteína, energia (Kcal), macro e micro minerais. Porém, destacou-se como excelente fonte de vitamina C, com total equivalente a 2,1 a 3,1 g/100g de polpa integral.

A maior porção do fruto foi o endocarpo, que, acrescido da casca (mesocarpo + epicarpo), que também é comestível, proporcionou alto rendimento em polpa (pericarpo). As características de alta succulência, acidez elevada, sabor acentuado e residual, odor pronunciado e forte coloração vermelho-púrpura indicaram sua adequação ao consumo na forma de sucos.

Os dados confirmaram o valor nutricional, sensorial e tecnológico do camu-camu e permitem indicar a sua utilização, sobretudo nas áreas de ocorrência silvestre, e/ou, onde a adaptação e comercialização forem viáveis.

MATURATION CURVES AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF CAMU-CAMU
Myrciaria dubia (H.B.K.) MC VAUGH CULTIVATED IN THE UPLAND OF
BRASILIAN CENTRAL AMAZON.

SUMMARY

The Amazon has great numbers of exotic fruit species in wild state, with a little part being used in extractive form or as subsistence agriculture. Among those species outstands camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh which occurs as a wild species in areas subjected to periodical flooding, and domestication of which has been initiated recently.

Aiming to contribute to the Knowledge of its potential as a food in the Amazon itself, we worked with camu-camu cultivated in the upland to: follow the changes in physical, physico-chemical, chemical and physiological characteristics during maturation; establish curves of maturation to predict the ideal time of fruit harvest; appreciate the nutritional value of fruit.

Camu-camu fruits from plants in adaptation to the soil climatic conditions of upland, kept in the Tropical Fruits Experimental Station of Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), in red-yellow podsolic soils, clay texture, under humid atorial climate of Brazilian Central Amazon, were harvested at 56, 71, 85, 104, and 113 days after anthesis and evaluated for: physical, physico-chemical, chemical and physiological characteristics.

Analyses of variance (F test at 1% confidence level) showed a highly significant effect of ripening stage on fruit physical and chemical properties.

Fruit weight presented a simple sigmoidal curve. Endocarp weight followed the same pattern of whole fruits, but weight of seeds increased in smaller ratios than that of endocarp. The weight of skin (epicarp and mesocarp) reached its maximum at 95 days decreasing thereafter.

Total carotenoids, protopectins, ether extract, protein and insoluble solids in alcohol decreased. Phenolic compounds and CO₂ decreased but started resume increasing at 104 and 113 days after anthesis.

Soluble solids, titrable acidity, pH, Brix/acidity ratio, total reducing sugars, glucose, fructose, soluble pectin, total anthocyanins and vitamin C increased with maturation. Total pectin and starch increased, reaching their maximum values at 85 and 95 days, respectively, but reducing thereafter. Nonreducing sugars showed minimum values at 56, 95, 104 and 113 days and non detectable values during other stages.

Minerals decreased and reached their minimum values at 85 and 95 days, but increased in the following stages, except magnesium and nitrogen which decreased continually up to 113 days after anthesis.

At the nutritional point of view, the maturation stages of 104 and 113 days after anthesis, considered to be organoleptically acceptable, showed that: camu-camu was a non-significant source of

lipids, carotenoids, proteins, energy (kcal), and macro and microminerals. However, it outstands as an excellent source of vitamin C, having total amount ranging from 2.1 to 3.1 g/100 g of whole flesh.

The largest part of the fruit is the endocarp, which when added to the skin (mesocarp + epicarp) becomes also edible, giving a high yield of flesh (pericarp). The characteristics of juicy, high acidity, conspicuous and residual taste, pronounced smell, and deep red-purple color point to its consumption in the form of juices.

Data confirm the nutritional, organoleptic, and technological values of camu-camu and allow its indication, especially in they areas where it is wild or even in they areas where its adaptation and commercialization are viable.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia abrange 58,5% do território brasileiro, sendo composta por regiões sujeitas à inundação periódica, que, para sua exploração, requer adoção de culturas de ciclo curto e/ou resistentes à inundação durante grande parte do ano, e, pela terra firme, que se caracteriza pela presença da selva que requer intocabilidade em algumas áreas e condições específicas de manejo em outras, para que o equilíbrio ecológico seja conservado.

Os grandes vazios demográficos e núcleos populacionais isolados interligam-se com os principais centros de produção e consumo por via fluvial, cuja excelência, sujeita a grandes distâncias e ausência de infra estrutura para movimentação de produtos perecíveis, não é atingida.

A falta de tradição agroindustrial na Amazônia decorre das peculiaridades do ecossistema, irregularidade e extrativismo da matéria-prima, dificuldades de escoamento dos bens produzidos e/ou beneficiados. O potencial de seus recursos naturais renováveis, provém da grande diversidade de espécies, aproveitadas de forma extrativa ou em agricultura de subsistência.

A ocupação da Amazônia vem-se consumando, porém de maneira desordenada, com assistência insuficiente para que se torne viável, evidenciando que, desta forma, a capacidade de absorver a

população migrante de maneira auto-sustentável é limitada.

Atualmente deparam-se situações antagônicas: o pensamento ecológico que alerta para a intocabilidade e fragilidade do ecossistema; em contrapartida, situam-se a necessidade do desenvolvimento auto-sustentado, o assentamento dos migrantes, a instalação de novas fronteiras agrícolas, o êxodo da população nativa sem condições de sobrevivência, e a insustentabilidade do extrativismo.

Por constituir-se em uma região singular, a agroindústria na Amazônia só é viável com dimensões e características próprias. O inverso das regiões desenvolvidas, onde a indústria de alimentos condiciona a produção agrícola a determinadas áreas geográficas e o trabalho é direcionado para a adequação das matérias-primas aos processos e ao objetivo final, na Amazônia a estratégia mais conveniente a curto prazo, é a de se adaptar a tecnologia convencional às características da grande diversidade de espécies tropicais exóticas, não excluindo a dificuldade de conexão com economias externas e peculiaridades dos fatores ecológicos, econômicos e sociais.

A diversidade vegetal dos trópicos e em particular da Amazônia, é levantada por pesquisadores, e divulgada em vários segmentos. Essa avaliação de uma parcela mínima dos frutos tropicais exóticos mostra sua importância como fonte de uma, ou de várias frações essenciais à nutrição humana.

Dentre os frutos silvestres, de ocorrência principalmente na Amazônia Central e Ocidental, situa-se o camu-camu *Myrciaria dubia*

(H.B.K.) Mc Vaugh. Dados de composição, valor nutricional, produção e fenologia no habitat silvestre procedem da Amazônia Peruana, onde o consumo é corrente em vários segmentos da população.

Nos últimos anos, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, conduz pesquisas de adaptação, manejo, fenologia e produção do camu-camu em terra firme, bem como a divulgação do valor nutricional e potencial à comercialização e industrialização.

Fato que merece ser ressaltado, é a semelhança do ecossistema e dos meios de sobrevivência do amazônida no Brasil e no Peru. No entanto, o camu-camu constitui uma exceção, pois o seu grande consumo na selva peruana não é observado no Brasil. A questão de hábitos alimentares não é explicada: por que o camu-camu, um fruto de sabor agradável, aparência muito atrativa, grande produção e larga ocorrência, proporcionando excelente suco, não é consumido pela população da Amazônia Brasileira, que a ele tem acesso?

O conhecimento científico das propriedades sensoriais, nutricionais e tecnológicas do camu-camu, para que seja recomendado aos órgãos de difusão de tecnologias, extensão, e à população em geral, justifica o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de manejo agrícola, fisiologia e bioquímica do fruto, tecnologia de pós-colheita e processamento a nível artesanal e/ou industrial. Seria a forma de obter conhecimento e tecnologias adequadas à região, consolidar experiências e culturas existentes, aproveitar as condições de matéria-prima e meio-ambiente

disponíveis, contribuir para a melhoria dos hábitos alimentares e desenvolvimento agroindustrial a nível de médios e pequenos empreendimentos.

Visando contribuir para o conhecimento do potencial alimentar próprio da Amazônia, trabalhou-se com camu-camu cultivado em terra firme para: acompanhar as mudanças nas características físicas, físico-químicas, químicas, e fisiológica durante a maturação; estabelecer curvas de maturação para predizer o período ideal de colheita; avaliar a importância nutricional do fruto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Amazônia e seus recursos naturais

A Amazônia atinge dimensões internacionais abrangendo os países Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela, totalizando 7583,7 km² (Quadro 1). No Brasil, ocupa 58,5% do território, sendo caracterizada pelo clima tropical úmido, presença da maior floresta tropical e bacia hidrográfica do planeta, e ecossistemas distintos: a terra firme, de solos de baixa fertilidade com manchas dispersas de terras férteis; e as várzeas, periodicamente inundáveis, que são depositórios de sedimentos de fertilização natural provenientes dos Andes e carregados pelos tributários do Amazonas (GIUGLIANO et alii, 1978; CNPq, 1984; SAMANEZ-MERCADO, 1990).

No Brasil, do ponto de vista de relevo e solo, constitui-se de baixo platô, seccionada no sentido leste-oeste pela calha do rio Solimões-Amazonas, recortada oblíquamente pelos seus afluentes (GIUGLIANO et alii, 1978). Seu meio natural é constituído de rios e lagos diferenciados por águas escuras e claras, e grandes extensões de selva, cuja biomassa se desenvolve e mantém pela reciclagem de nutrientes.

QUADRO 1. Dimensões da Amazônia e países componentes.

PAIS	SUPERFICIE TOTAL Km ²	AMAZONIA		
		SUPERFICIE AMAZONICA Km ²	% DA SUPERFICIE DO PAIS	% DA SUPERFICIE DA SUB-REGIAO
Brasil	8511,9	4982,0	58,5	63,4
Bolívia	1098,5	824,0	75,0	10,5
Peru	1285,2	651,0	51,0	8,3
Venezuela	912,0	419,0	46,0	5,3
Colômbia	1138,3	406,0	36,0	5,1
Guiana	214,9	214,9	100,0	2,7
Suriname	142,8	142,8	100,0	1,8
Equador	270,6	123,0	45,0	1,6
Guiana Francesa	91,0	91,0	100,0	1,2
Total	13665,2	7853,7	67,9	100,0

Fonte: SAMANEZ-MERCADO (1990).

A Amazônia é a maior reserva de recursos naturais renováveis (CNPq, 1984; SAMANEZ-MERCADO, 1990). A região cobre 7,8 milhões de km², dos quais 6,3 milhões são de área florestal. Suas selvas representam cerca de 56% do total mundial de bosques latifoliados e contém alguns dos mais complexos ecossistemas da terra com centenas de milhares de espécies de flora e fauna, muitas das quais não identificadas (SAMANEZ-MERCADO, 1990). O noroeste é a região florística mais rica, e, no entanto, uma região tão grande e diversificada, com uma estimativa de, no mínimo, 60.000 espécies, tem participação relativamente pequena no suprimento de plantas utilizadas comercialmente (SCHULTS, 1977). Algumas alcançam posição de destaque na agricultura tropical e outras são economicamente importantes apenas na região. De origem amazônica e de outras terras baixas tropicais destacam-se: seringa, timbó,

abacaxi, cacau, guaraná, graviola, bacuri, biribá, carnaúba, cupuaçu, castanha-do-Brasil, sapucaia, maracujá, urucum (LEON, 1968; SCHULTS, 1977; CLEMENT et alii, 1982; CAVALCANTE, 1988).

De acordo com ESQUINAS ALCAZAR (1982), os recursos genéticos vegetais utilizados ou potencialmente utilizáveis, podem agrupar-se nas seguintes categorias: espécies cultivadas (variedades comerciais, variedades locais tradicionais, linhagens de melhoramento, outras combinações genéticas) e espécies silvestres (de uso direto, indireto ou potencial). A riqueza em recursos genéticos é maior em países de agricultura subdesenvolvida. Nos sistemas primitivos de agricultura, há maior número de cultivos e também maior variedade destes. O grande número de cultivos de que dispõem as regiões em desenvolvimento é resultado da domesticação das plantas silvestres, que se adaptaram a condições ecológicas e a hábitos de consumo, respondendo às necessidades alimentícias (LEON et alii, 1979).

Segundo KERR & CLEMENT (1980), as cultivares de plantas alimentícias encontradas na Amazônia, diferentes da população selvagem nas matas, foram selecionadas pelos índios. Os índios sul-americanos domesticaram grande número de plantas comestíveis nos últimos 20 a 10 mil anos de ocupação do continente, e cerca de 4000 a 1000 anos para as plantas domesticadas na Amazônia. Que técnicas de cultivo, preparo, conservação e obtenção de espécies melhoradas de frutos, raízes, legumes e cereais contribuíram e contribuem para que as populações tenham maior independência do ambiente (homeostasia) e, conseqüentemente, maior estabilidade.

CLEMENT et alii (1982), afirmam que a relação de espécies frutíferas da flora amazônica, que tem contribuição no desenvolvimento da região, pode ser ampliada através de estudos das espécies nativas de uso restrito. A selva tropical oculta vasta quantidade de frutas, castanhas, raízes, caules, folhas, etc. que têm potencial alimentício (ARKOLL, 1982). SCHULTS (1977), sugere a necessidade de pesquisas na floresta equatorial úmida com propósito de descobrir novas plantas potencialmente domesticáveis.

No entanto, pelas características de fragilidade do ecossistema e peculiaridades regionais, a intervenção humana tem levado a não conservação das espécies silvestres de uso direto, indireto ou potencial (CNPq, 1984). Além da destruição direta de populações de fruteiras em diferentes locais, a migração dirigida ou espontânea de pessoas com hábitos alimentares distintos, não familiarizados com os frutos regionais, influenciam o sistema de comercialização local (CLEMENT et alii, 1982). Constituindo a principal fração do mercado consumidor, suas preferências por frutos extra-amazônicos, leva o comércio local a maiores taxas de importação e comercialização geralmente de frutos tropicais não exóticos (CEPA, 1990; SIC, 1990). Segundo LEON et alii (1979), a conservação de germoplasma nativo sofre também as influências das mudanças sociais, pois, para os nativos, o consumo de produtos importados de outras regiões é sinal de prestígio social, levando-os a desprezar e abandonar os produtos regionais.

É importante ressaltar que, na maioria dos casos, a adoção de um cultivo estrangeiro não melhora os aspectos nutricionais nem resulta em alimento mais barato ou fácil de preparar. Em hortaliças e frutos, tem sido provado, em diferentes lugares dos trópicos, que a adoção de espécies européias não implica em melhoria na qualidade de vitaminas e minerais em relação às nativas; também não resulta em mais economia na produção, comercialização ou preparo para o consumo. Porém, desde há muito, o prestígio dos cultivos estrangeiros está associado com as classes dominantes, reforçado pela propaganda comercial e pelas campanhas de extensão agrícola e nutrição (JAFFÉ et alii, 1950; LEON et alii, 1979).

A característica comum em todos os países da região amazônica é a presença, em proporção maior ou menor, de populações indígenas. Ao longo do processo histórico, a incorporação dos territórios amazônicos aos respectivos Estados Nacionais, situações de interação entre as sociedades indígenas e as correspondentes sociedades majoritárias, e, de um modo geral, a repercussão desse processo sobre as populações indígenas, têm criado situações novas para estas populações, que vão desde condições de relativo isolamento, até a integração dessas populações às correntes migratórias, observando-se em alguns casos a redução das condições necessárias à sua sobrevivência (CNPq, 1984).

KERR & CLEMENT (1980), pesquisando os hábitos alimentares e de cultivo em algumas aldeias de tribos amazônicas, verificaram

que os índios amazônicos obtêm proteínas com facilidade através da caça e pesca e vitaminas pelo consumo de frutos. Os autores apresentam uma relação variada (34 espécies) de frutos cultivados nas aldeias, e ressaltam que os frutos são consumidos normalmente como alimento e não como remédio.

Um diagnóstico da realidade alimentar e nutricional mostrou a influência das condições sociais e econômicas na saúde e estado nutricional de um segmento da população do Estado do Amazonas, o mais extenso estado da Amazônia Brasileira. Neste, GIUGLIANO et alii (1978), verificaram que a produção local de alimentos não atende às necessidades urbanas, levando à importação; que a disponibilidade de alimentos e os dados clínicos e de consumo, confirmaram a suficiência de macronutrientes e a deficiência de vitaminas e minerais decorrente do baixo consumo de verduras e legumes.

Os autores ainda verificaram que a população rural, na sua maioria ao longo dos rios e lagos, satisfaz a maior parte das necessidades alimentares através da autoprodução; essa autoprodução e consumo leva a distorções nos dados oficiais de produção e consumo. Além do peixe e farinha, a carne, ovos e frutos e, em menor proporção, as verduras, fazem parte da alimentação. A dieta média per capita calculada pela oferta mostrou-se adequada em macronutrientes e excedente em proteína; porém, a baixa oferta de verduras sugeriu uma dieta deficiente em vitaminas e minerais.

Manaus, capital do maior estado da Amazônia Brasileira, absorve grande parte da produção de diversos municípios, havendo predominância de frutos tropicais em relação aos temperados. A quantidade de frutos regionais apresenta grande flutuação anual, em decorrência dos períodos de safra (FIBGE, 1989; CEPA, 1990).

O desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, dimensionado à singularidade dos fatores ecológicos, econômicos e sociais, constitui-se, atualmente, em elemento básico para a ocupação da Amazônia, levando os países componentes do Pacto Amazônico a somar esforços para esse bem comum. O Tratado de Cooperação Amazônica foi assinado em 03 de julho de 1978, em Brasília, Brasil, pelos Ministros das Relações Exteriores dos Países Amazônicos: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela (CNPq, 1984).

Os termos de cooperação contêm os objetivos, o âmbito de aplicação, finalidades, condições específicas de funcionamento do tratado e de seus artigos. Com relação à cooperação científica e tecnológica, é proposto um programa de cooperação que tende a lograr um desenvolvimento integral e harmônico da Amazônia. As linhas de pesquisas prioritárias dos países amazônicos englobam cobertura vegetal (zoneamento, botânica, bioquímica, biofísica, avaliação sensorial, fitotecnia, sanidade, melhoramento, tecnologias apropriadas etc.) e sistemas de produção (cultivo e comparação de plantas nativas e exóticas, policultivos e produção agroindustrial de origem vegetal e animal) (CNPq, 1984).

Nesse pacto, os países amazônicos objetivam pesquisas que fomentam a identidade regional da Amazônia tanto no seu interior, como no contexto nacional; sugerem levantamentos de grupos de plantas ou animais visando testar hipóteses sobre a história evolutiva da biota amazônica; propõem intensificar pesquisas sobre a produção de cultivos perenes com potencial agroindustrial para a produção de sucos, conservas, óleos, concentrados protéicos, vitaminas e produtos medicinais, considerando as peculiaridades e o potencial de cada país; objetivam, também, estudar os etnoconhecimentos, incluindo várias tecnologias, bem como, localizar e analisar áreas de contacto interétnico e estudar sistemas de colonização e os movimentos das fronteiras sócio-econômicas (CNPq, 1984).

Segundo SAMANEZ-MERCADO (1990), o desafio da Amazônia é tarefa cheia de dificuldades. A enormidade de sua dimensão geográfica, a estrutura política multinacional, a diversidade biológica, a persistência de generalizações e mitos, as ameaças à ecologia, a necessidade de aproveitar racionalmente a região, a exuberância superficial e a pobreza subjacente, assim como muitos outros fatores, se agregam formando uma somatória complexa. No entanto, conhecer e conservar à perpetuidade esse patrimônio, constitui o aspecto fundamental para seu desenvolvimento sustentável.

2.2. O camu-camu

2.2.1. Descrição botânica e posição taxonômica

Segundo Mc VAUGH (1969), GUTIERREZ RUIZ (1969) e RODRIGUES (1990, com. pes.), o camu-camu é um arbusto com até 8 m, raramente até 13 m de altura, glabra ou subglabra quando adulta, diminuta e às vezes muito esparsamente hispídula nos ramos e na face ventral dos pecíolos, com tricomas agudos e claros de cerca de 0,2 mm de comprimento. Folhas opostas, simples, pecioladas. Lâminas foliares lanceoladas ou elípticas, freqüentemente subinequilateras de 3,0 a 10 cm, raramente até 12 cm de comprimento, 1,0 a 4,5 cm de largura, glabras, glandulosas, agudas ou gradualmente acuminadas no ápice, arredondadas ou subcuneadas na base; nervura mediana larga, plana ou convexa na página superior, um tanto elevada na página inferior; nervuras primárias em número de 16 a 30, muito finas e obscuras nas folhas adultas ou levemente impressas em ambas as páginas e reunidas por uma nervura submarginal de 3 a 7 cm de comprimento. Pecíolos curtos de 3 a 9 mm de comprimento e cerca de 1 mm de espessura.

Inflorescências axilares ou supra-axilares, até 1 mm acima da base do pecíolo; pedúnculos de 1,0 a 1,5 mm de comprimento, com bordas ciliadas de cerca de 1,5 cm de comprimento e largura; pedicelos de até 1,5 mm de comprimento e cerca de 1 mm de espessura; bractéolas persistentes, amplamente ovais e

arredondadas no ápice, unidas em suas margens basais num involúcro cupuliforme de 0,5 mm de altura na linha central, 2,0 a 3,5 mm de comprimento e 1,5 a 2,0 mm de largura; hipantos sésseis, amplamente obcônicos, 2,5 a 3,0 mm de comprimento; cálice globoso, ou subgloboso glabro, com pontos glandulosos; 4 lóbulos ovais, tomentosos na fase superior e obtusos no ápice; corola com 4 pétalas glandulosas, brancas, alternadas com as sépalas, unguiculadas, oval-rombóides, bruscamente acuminadas e obtusas no ápice, providas de nervuras ramificadas desde a base, pilosas em ambas as faces; estames até 125, de 7 a 10 mm de comprimento; anteras de 0,5 a 0,7 mm de comprimento; estiletes de 10 a 11 mm de comprimento.

Frutos globosos, de 10 a 32 mm de diâmetro, róseos a vermelho-escuros e até púrpuros-negros com pontos glandulosos na superfície, ápice coroado pela cicatriz do cálice, que é saliente e em forma circular; polpa ácida; 2 ou 3 sementes por fruto, reniformes, elipsóides, 6 a 15 mm de comprimento, 5,5 a 11,0 mm de largura nitidamente aplanadas, cobertas por uma malha de fibrilas.

O camu-camu apresenta a seguinte posição taxonômica de acordo com TAKHTAJAN (1980):

DIVISÃO : MAGNOLIOPHYTA (Angiospermae)
 CLASSE : MAGNOLIOPSIDA (Dicotyledones)
 SUBCLASSE : Rosidae
 SUPERORDEM: Myrtanae
 ORDEM : Myrtales
 FAMÍLIA : Myrtaceae

GENERO : Myrtaciaria
 ESPÉCIE : dubia (H.B.K.) Mc Vaugh

2.2.2. Sinonímia e nomes vulgares

Myrciaria dubia (Humboldt, Bonpland & Kunth) Mc Vaugh, apresenta a seguinte sinonímia, segundo Mc VAUGH (1969).

- *Psidium dubium* K.B.K., Nov. Gen. & Sp. 6 : 152. 1823
- *Eugenia divaricata* Benth., Jour. Bot. Hook. 2 : 319. 1840
- *Myrciaria phylliracoides* Berg, Linnaea 27:334. 1856
- *Myrciaria divariacata* (Benth.) Berg, Linnaea 27:334. 1986
- *Myrciaria paraensis* Berg, Mart., Fl. Bras. 14(1):364. 1857
- *Myrciaria riedeliana* Berg, Mart., Fl. Bras. 14(1):598. 1959
- *Myrciaria caurensis* Steyerm., Fieldiana. Bot. 28: 1020. 1957

Por sua dispersão, ao longo de rios e lagos da Amazônia, uma região extensa, e que abrange países distintos, o camu-camu é conhecido por uma série de nomes; os mais comuns são:

- Araçá d'água: nos rios Maçangana em Ariquemes e Urupá em Ji-Paraná-Brasil (FERREIRA, 1986).
- Araçá de igapó: rio Negro, Madeira, Tocantins e Javari-Brasil (SUAREZ MERA, 1987).
- Caçari: região da Amazônia Central Brasileira (FERREIRA, 1986); e noroeste da Amazônia Brasileira (CAVALCANTE, 1988).
- Camocamo: no Peru (GUTIERREZ-RUIZ, 1969).
- Camu-camu: Amazônia Ocidental Brasileira região de Manaus

na Amazônia Central (KEEL & PRANCE, 1979; FALCAO et alii, 1990) e região do alto Solimões (informações pessoais de habitantes da região); sul da Flórida U.S.A (WHITMAN, 1974) e toda a região de selva baixa da Amazônia Peruana (ALVARADO VERTIZ, 1968; SUAREZ MERA, 1987).

- Guayabito e/ou guayabato: bacia do Orenoco na Venezuela (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987).

- Guayabo: rio Orenoco-Colômbia (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987).

2.2.3. Distribuição geográfica e dispersão.

A área de distribuição do camu-camu estende-se desde a região central do Estado do Pará nos rios Trombetas, Cachorro e Mapuera. No rio Javari e afluentes, Maçangana em Ariquemes e Urupá em Ji-Paraná, Estado de Rondônia. Passando pelo médio e alto Amazonas e pelo alto Solimões, atinge toda a selva baixa da Amazônia Peruana, principalmente nos tributários do Amazonas, e alta e média Bacia do Orenoco na Venezuela e também Colômbia (ALVARADO VERTIZ, 1969; Mc VAUGH, 1969; KELL & PRANCE, 1979; SUAREZ MERA, 1987). Nativo da Bacia Amazônica, foi introduzido e é cultivado em terra firme ao Sul da Flórida (WHITMAN, 1974).

Por constituir-se em alimento para a ictiofauna distribuída nos igapós e margens dos grandes rios e afluentes, esta é responsável pela dispersão das sementes a grandes distâncias, estabelecendo comunidades populacionais quando em condições propícias. As espécies da ictiofauna de maior importância na

dispersão são o tambaqui, pacu, matrinhã e curimatá. É possível também, a dispersão, a grandes distâncias, por patos selvagens, garças, mergulhões, etc. que, do ponto de vista evolutivo, apresentam eficientes mecanismos e estratégias de dispersão (SUAREZ MERA, 1987).

2.2.4. Habitat e condições edafo-climáticas.

De ocorrência nativa na Amazônia, é próprio de regiões periodicamente inundáveis, como as várzeas e margens de rios e lagos, com mais freqüência em águas claras do que nas escuras, com variações de pH entre 4,0 até 7,5. As populações são mais escassas em áreas de corredeiras e cachoeiras; porém, sobre substratos rochosos resistem a correntezas dos rios, tais como, Trombetas, Cachorro, Mapuera - PA e Javari e afluentes - RO (CLEMENT, 1986; SUAREZ MERA, 1987).

No habitat silvestre, desenvolve-se em substratos aluviais, de textura limosa, argilosa, limo-argilosa, limo-arenosa, e em solos pouco drenados (CALZADA BENZA, 1980; SUAREZ MERA, 1987).

No estado nativo, o camu-camu vegeta à margem dos rios e lagos com parte de seu tronco submerso até uma altura de 30 a 40% de sua estatura total (CALZADA BENZA, 1980). Segundo PETERS & VASQUEZ (1986/87), o camu-camu é extremamente tolerante à inundação podendo permanecer submerso em água durante 4 ou 5 meses.

Estudos da vegetação de um igapó de água preta na Amazônia Central, cerca de 1 km de Manaus, uma floresta sob severo "stress" ambiental, solo pobre e inundação sazonal, revelaram a dominância da espécie *Myrciaria dubia*. As espécies distribuíam-se diferentemente ao longo do gradiente de umidade. Apesar de algumas espécies apresentarem a tendência de distribuição zonal, os limites das zonas não foram abruptos (KEEL & PRANCE, 1979). Os autores sugerem que a distribuição das espécies seja resultado de diferenças fisiológicas para tolerância à inundação e ressaltam a necessidade de pesquisas sobre as várias estratégias adaptativas à inundação e seca sazonal e o potencial reprodutivo da floresta.

O camu-camu foi introduzido na Flórida U.S.A em 1964 (WHITMAN, 1974). As plantas foram cultivadas em solo arenoso ácido e submetidas à irrigação 3 vezes por semana. O único problema observado foi a queimadura das extremidades das folhas durante os meses secos de inverno. A primeira frutificação ocorreu em setembro de 1972 em quantidade suficiente para curvar muitos galhos até o chão.

CALZADA BENZA (1980), reporta que trabalhos realizados na Sub-Estación Agrícola de San Roque (Iquitos) têm demonstrado ser possível o desenvolvimento do camu-camu em terras altas da Amazônia, desde que se mantenha alta umidade no solo o ano todo.

Em 1980, O INPA introduziu o camu-camu em sua lista de prioridades, objetivando a introdução e adaptação do camu-camu às condições edafo-climáticas de terra firme. Utilizando germoplasma procedente de Iquitos-Peru e solo Podzólico Vermelho Amarelo,

textura argilosa, com relevo suave ondulado, e vegetação original de floresta tropical úmida circundando a área experimental, num clima classificado como "Afi" (sistema de Köppen) com médias anuais de 2.478 mm de chuva e 25,5°C de temperatura, a performance do camu-camu é avaliada através de estudos de espaçamento, adubação, aspectos fenológicos e ecológicos, tipos de poda, seleção de matrizes, e análise química e tecnológica dos frutos (CHAVEZ FLORES, 1988; FALCAO et alii, 1990).

Segundo CHAVEZ FLORES (1988), o camu-camu tem demonstrado razoável adaptação à terra firme, podendo desenvolver-se em solos pobres e ácidos com pH entre 4,0 e 4,5. Não aceita sombreamento e prefere temperaturas máximas entre 28 a 35°C, mínimas de 17 a 22°C e uma precipitação média anual de 2800 mm. FALCAO et alii (1990), afirmam que o camu-camu pode adaptar-se às condições edafo-climáticas das terras firmes da Amazônia Central; porém, sua floração e frutificação são influenciadas pelo regime de chuvas.

2.2.5. Fenologia e variabilidade genética

A época da folhagem do camu-camu é em função do fluxo hidrológico. A medida que as águas descem, aparecem as primeiras gemas foliares, e, após o término da frutificação (época de novas cheias dos rios) as plantas são submergidas, perdendo completamente as folhas (SUAREZ MERA, 1987). Em terra firme a mundança foliar ocorre durante todo o ano, embora ocorram maior senescência e queda de folhas no final da safra e

acentuado aparecimento de folhas novas no início da floração (FALCAO et alii, 1990).

Nas regiões inundáveis, a floração vai de setembro a novembro, ou seja, 2 a 3 meses após a descida das águas, dependendo do regime hidrológico da região (SUAREZ MERA, 1987). FALCAO et alii (1990), afirmam que em terra firme a floração ocorre quase o ano inteiro com picos durante a estação seca até o início da estação chuvosa. No entanto, SUAREZ MERA (1987) afirma existir duas fases de floração: a principal denominada de "floração forte", que ocorre de setembro a novembro (coincide com a de regiões inundáveis), e a secundária, conhecida como "floração fraca", nos meses de abril-maio.

Em regiões alagadas, as plantas começam a florescer quando o diâmetro basal atinge 2 cm. A floração não é sincronizada, ocorrendo em etapas dentro de uma mesma planta. As gemas florais são produzidas primeiramente na parte distal das ramas mais altas, e, após sua abertura e polinização, outras gemas saem em lugar próximo, nas mesmas ramas. A floração segue desta maneira desde as ramas superiores até às inferiores. Assim, a planta pode apresentar ao mesmo tempo, gemas florais, flores e frutos em vários estádios de desenvolvimento. Podem sair até 12 flores em cada nó, havendo também a formação de flores no tronco e ramas grossas das plantas adultas. A antese ocorre no início da manhã e as flores permanecem receptíveis à polinização pelo período de 4 a 5 horas. Após a polinização, os estames murcham e toda a corola seca, caindo no dia seguinte (PETERS & VASQUEZ, 1986/87).

Durante a antese, o estilete sai primeiro e os estames várias horas após, demonstrando um protógino evidente. Resultados de experimentos de polinização indicam ser este mecanismo muito efetivo para evitar a autogamia. No momento da liberação do pólen pelos estames, o estigma não está mais receptivo à polinização. A dicogamia do camu-camu, no entanto, não descarta a possibilidade de autofecundação por "geitonogamia" devido à falta de sincronia floral. Pólen de outras flores da mesma planta podem efetuar a polinização. Experimentos demonstraram que, 91% de flores polinizadas com pólen de outras flores da mesma planta formaram frutos, podendo-se concluir que o camu-camu apresenta alogamia facultativa, mas não obrigatória, e não possui mecanismo de incompatibilidade genética (PETERS & VASQUEZ, 1986/87).

Além do vento, as abelhas são as polinizadoras mais efetivas para esta espécie, atraídas por nectários que exudam fragância doce e agradável. *Melipona fuscopilara* e *Trigona portica* são as polinizadoras mais comuns observadas por PETERS & VASQUEZ (1986/87). Além de uma série de insetos da ordem hymenoptera, estas duas espécies foram também as mais freqüentes observadas por FALCAO et alii (1990), quando da abertura das flores de camu-camu em terra firme.

Em termos gerais, segundo PETERS & VASQUEZ (1986/87), o camu-camu no habitat natural apresenta 46% de polinização, e que 15% dos frutos imaturos abortam antes de chegar à maturidade. Em camu-camu em terra firme, FALCAO et alii (1990) obtiveram um percentual médio de pegamento (média de 3 anos) de 32% e 29% em

plantas não adubadas e adubadas, respectivamente; sendo que, em um dos anos de estiagem menos acentuada, as médias foram de 38% nas não adubadas e 36% nas adubadas.

Segundo FALCAO et alii (1990), em terras firmes, a frutificação ocorre em períodos mais pronunciados coincidindo com o fim da estação seca e o início das chuvas, sendo de aproximadamente 100 dias o período entre a abertura da flor e o amadurecimento do fruto. CHAVEZ FLORES (1988), afirma que janeiro e fevereiro são os meses de maior produção. SUAREZ MERA (1987), observa que em terra firme, a safra principal vai de dezembro a março, ocorrendo uma secundária no mês de julho, e que, no habitat silvestre inundável, há apenas um período de safra, que se estende de dezembro a março.

De acordo com SUAREZ MERA (1987), ensaios de germinação e propagação demonstraram a grande variabilidade das mudas obtidas de sementes de frutos colhidos em várias regiões da Bacia Amazônica. A variabilidade decorrente da procedência também se fez evidente no tamanho dos frutos, número de sementes, coloração da casca e polpa e na acidez do fruto.

FALCAO et alii (1990), estudando a floração e frutificação, detectaram (independente da adubação) variabilidade quanto à precocidade e adaptação das plantas em terra firme. Pesquisas em mata de terra firme sugerem plasticidade genética na floração e frutificação (safra intermediária), possível de manipulação para a obtenção de duas safras/ ano, traduzindo em atividade econômica mais rentável (SUAREZ MERA, 1987). Variação nas plantas na

Flórida sugere propagação vegetativa de linhagens selecionadas quanto ao vigor da planta e qualidade do fruto (WHITMAN, 1974). Segundo CHAVEZ FLORES (1988), a seleção de matrizes de camu-camu é um dos estudos prioritários na Coordenadoria de Pesquisa em Ciências Agronômicas do INPA.

2.2.6. Produção e Comercialização,

A produção em terra firme inicia-se a partir de 3 a 4 anos pós-plantio definitivo, e varia entre 10 a 15 t/ha/ano se corretamente manejada (CHAVEZ FLORES, 1988).

Trabalhando com 50 plantas selecionadas ao acaso em uma população silvestre próxima a Iquitos-Peru, por um período de apenas 44 dias, e não por toda a temporada, totalizando 4 colheitas, ALVARADO VERTIZ (1969) obteve uma produção média de 12,086 Kg/planta com uma máxima de 19,650 e mínima de 4,090 kg/planta. Observou, também, que o número de frutos/kg variou de 102 a 140, com média de 119. Estimando o rendimento por hectare num espaçamento de 4x4 (625 plantas), com rendimento médio de 12,086 kg/planta, o autor sugere uma produção média para terra firme de 7,6 t/ha.

Acompanhando por 2 anos uma população silvestre de camu-camu em um lago fluvial no rio Ucayali-Peru, PETERS & VASQUEZ (1986/87), detectaram uma densidade de 1.231 plantas/ha, e se considerar a rebrota da profusa ramificação basal, a densidade total da população chega a mais de 1500/ha. Obtiveram alta

correlação entre produção e tamanho das plantas, pois, verificaram que as plantas grandes têm maior produção por árvore; porém, a grande maioria da produção total provém das categorias diamétricas pequenas devido à marcada abundância destas. Concluíram que as populações silvestres são extremamente produtivas, com valores equivalentes a 9,5 e 12,7 t/ha em 1984 e 1985, respectivamente. Considerando que o lago detém mais de 60 ha de camu-camu, sua capacidade produtiva total situa-se entre 600 a 700 t/ano.

O camu-camu é muito consumido na Amazônia Peruana, sendo comercializado nas cidades, principalmente Iquitos, cujo mercado crescente é abastecido por frutos procedentes de populações naturais localizadas até mais de 150 km de Iquitos (PETERS & VASQUEZ, 1986/87). Em Lima é considerado exótico e raro (ALVARADO VERTIZ, 1969).

As populações naturais de camu-camu, são visitadas, uma vez por semana, por pessoas da região, geralmente entre 5 a 6 h da manhã, para que haja tempo para o deslocamento dos frutos ao mercado no mesmo dia. Os frutos são colocados em canoas sem o cuidado de evitar a exposição aos raios solares e o contacto com outros frutos danificados pelo manuseio e, desta forma, transportados à cidade. Em Iquitos as embalagens são caixas de madeira com capacidade de cerca de 4 kg, as quais servem para levá-los ao mercado e passá-los aos comerciantes encarregados de vendê-los ao público. Grande parte é comercializada "in natura", e para as vendas efetuam-se medidas em recipientes de ferro

esmaltado, que contém ao redor de 20 a 30 frutos (varia com o tamanho do fruto) e peso médio de 160 g. São comercializados também na forma de refrescos, sucos e sorvetes por restaurantes e sorveterias (ALVARADO VERTIZ, 1969; SUAREZ MERA, 1987).

ALVARADO VERTIZ (1969), relata que o transporte nas canoas é feito sem as medidas de higiene e cuidados no sentido de evitar a exposição aos raios solares e o contacto com frutos danificados por manuseio inadequado. Fatores tais, como falta de educação, desconhecimento de mercado e dos princípios de conservação e manipulação de alimentos, condições ambientais, hábitos, etc., são fatores que influem no sistema de comercialização em Iquitos. Recomenda cuidados, tais como: utilizar cestos abertos para transporte nas canoas; resfriar os frutos durante o transporte no rio por borrifamento de água; aumentar o período pós-colheita por conservação em refrigeração (5 a 10°C); observar o estágio de maturação colhendo frutos que apresentam um aspecto ligeiramente rosado e não coloração roxa escura que denota "amadurecimento extremo"; comercializar produto de qualidade uniforme mediante classificação por tamanho, estágio de maturação, coloração sanidade, etc.

2.2.7. Usos e aspectos tecnológicos.

Na Amazônia o camu-camu é utilizado pelos índios e caboclos como isca para a pesca e indicador de fartura localizada de peixes na época da queda dos frutos. Na Amazônia Peruana desde épocas

remotas, índios e população nativa consumiam-no "in natura" ou como componentes de bebidas; porém, na parte brasileira seu uso alimentício é desconhecido (SUAREZ MERA, 1987; caboclos e pescadores, com.pes).

Seu consumo na Amazônia Peruana se faz na forma de sorvete, picolé, suco, refresco, geléia, doce, cocktail (com vodka, gin e outras bebidas alcoólicas), vinho, licor, ou para conferir sabor a tortas e sobremesas. Devido a acidez elevada seu consumo "in natura" é restrito (FERREYRA, 1959; ALVARADO VERTIZ, 1969; CALZADA BENZA, 1980; FERREIRA, 1986; CLEMENT, 1986).

Do fruto consomem-se a polpa (endocarpo) e casca (mesocarpo + epicarpo). No processo de preparo, cuidados devem ser tomados evitando danificar a semente, pois isto ocorrendo, obtém-se polpa de sabor amargo (CALZADA BENZA, 1980). As operações do processamento do camu-camu são rudimentares, a nível caseiro, com características que refletem os hábitos e as disponibilidades regionais.

CALZADA BENZA (1980) reporta que, para facilitar a operação de despolpa, aos frutos são adicionados cerca de 20% de água, e, após ligeiro aquecimento, a separação da semente é feita manualmente. Resíduos de polpa ainda aderentes às sementes são retirados através de segunda operação. Separada da semente, a polpa é triturada com casca formando uma pasta homogênea de coloração vermelha intensa. No preparo de néctar esta polpa é misturada com água (1:4 ou 1:5) e açúcar a gosto. De 1 kg camu-camu obtém-se 4 a 5 l de suco.

A extração de polpa pelo caboclo interiorano é feita pelo esmagamento do fruto, maceração em água por 1 ou até 3 dias, prensagem manual em peneira para a retirada da semente e resíduo de casca (epicarpo). Como a coloração do fruto se faz presente apenas no mesocarpo, este processo libera os pigmentos para o endocarpo, tornando-o vermelho e com sabor mais acentuado; aumenta o rendimento em polpa, pois o mesocarpo é dissolvido, liberando-se facilmente do epicarpo (película que constitui o resíduo); e diminui o sabor adstringente (semelhante a noz moscada) mais evidente no mesocarpo. A esta polpa são adicionados água e açúcar, obtendo-se um suco de sabor agradável (GARCIA TORRES & SOTERO-SOLIS, com. pes.)

Despolpa mecânica utilizando despolpadeira Dixie, mod. Indiana - 181215, com malha de 0,027 pol e processamento do suco de camu-camu com ou sem utilização de sorbato de potássio, bem como a avaliação de sua qualidade através de análises químicas e sensoriais, fizeram parte de uma pesquisa encomendada pelo Banco de Fomento Agropecuário do Peru. Os bons resultados desta pesquisa são reportados por ALVARADO VERTIZ (1969), que acredita estar surgindo uma nova perspectiva na exploração desta Myrtaceae.

Nos Estados Unidos o camu-camu importado da América do Sul é processado em forma de tabletes, e comercializado em lojas de comidas macrobióticas como vitamina C natural sob a marca de "camu plus" (WHITMAN, 1974). Porém, segundo CHAVEZ FLORES (1988),

GARCIA TORRES, D. E. & SOTERO SOLIS, V. E. - Professores de La Universidad Nacional de La Amazonía Peruana - Iquitos - Perú.

atualmente a produção está suspensa por falta de matéria-prima.

Tecnologia pós-colheita é recomendada por CALZADA BENZA (1980), quando afirma que a casca delgada exige cuidados no transporte e armazenamento; que, pela mesma razão, o armazenamento não deve ser muito prolongado (3 a 4 dias). Adequado manejo pós-colheita para minimizar a perda de vitamina C é aconselhado por NAKSONE & BOLTON (1984), quando afirmam que pesquisas no Hawai têm demonstrado decréscimo de vitamina C após a colheita de acerola, e observam que atividades bioquímicas similares provavelmente possam ocorrer no camu-camu.

2.2.8. Composição química

Segundo CALZADA BENZA (1980), dentre os muitos frutos da Amazônia Peruana, o camu-camu destaca-se como um dos de maior importância pelo elevado conteúdo de ácido ascórbico e excelente "flavor". Reporta que "passava despercebido na selva, até que, em 1957, o Instituto de Nutrición del Ministerio de Salud del Perú, encontrou teores elevados de ácido ascórbico, cerca de 2700 mg/100 g de polpa e valores ainda superiores na casca. Anos após, o Programa de Frutales Nativos de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, confirmou esta riqueza através de diversas publicações."

Apesar da importância e consumo do fruto pela população nativa da selva peruana (BLASCO LAMENCA et alii, s.d.), os dados sobre a composição do fruto "in natura" e produtos processados são escassos. A revisão de literatura resultou na obtenção dos dados apresentados nos Quadros 2 e 3.

QUADRO 2. Composição química do camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh.

CONSTITUINTES	AUTORES	
	1	2
Calorias	16,0	17,0
Água g%	93,2	94,4
Proteínas g%	0,5	0,5
Carboidratos g%	4,0	4,7
Fibra g%	0,5	0,6
Cinza g%	0,2	0,2
Cálcio mg%	28,0	27,0
Fósforo mg%	15,0	17,0
Ferro mg%	0,5	0,5
Tiamina mg%	0,01	0,01
Riboflavina mg%	0,04	0,04
Niacina mg%	0,61	0,62
Ac. ascórbico reduzido mg%	2089,0	2880,0
Ac. ascórbico total mg%	-	2994,0

Fonte: 1 - Collazzos et alii (1957), citado por ALVARADO VERTIZ (1969)

2 - Roca (1965), citado por GUTIERREZ RUIZ (1969)

RODRIGUEZ et alii (1975), afirmam que nos trópicos o camu-camu compete com a acerola, ambos com cerca de 2,5% de vitamina C. Segundo CLEMENT (1986), o alto conteúdo de vitamina C faz do camu-camu um potencial, na forma de produto exportável para o mercado de produtos naturais do hemisfério norte. Ele poderia ser ótima opção para cultivo em pequenas propriedades e/ou ao longo dos grandes sistemas hidrográficos dos trópicos.

QUADRO 3. Conteúdo de ácido ascórbico no fruto e produtos obtidos do camu-camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh.

PRODUTOS	ÁCIDO ASCORBICO (mg/100 g)	
	REDUZIDO	TOTAL
Polpa original	2032	2415
Suco adoçado I	334	1050
Suco adoçado II	579	1041
Geléia sem pectina	917	1680
Geléia com pectina I	250	912
Geléia com pectina II	290	1041
Marmelada	250	706
Marmelada	214	639
Gelados	102	-

Fonte: Roca (1965) citado por ALVARADO VERTIZ (1969) e GUTIERREZ RUIZ (1969).

2.3. Aspectos da maturação e amadurecimento de frutos

2.3.1. Terminologias e índices de maturidade

A vida do fruto é dividida em estádios, cuja delimitação precisa é difícil de se obter, pois os parâmetros não são idênticos em sua natureza e duração (WILLS et alii, 1982). Em geral, as limitações para os índices de maturidade são: variações em nutrição, tamanho do fruto, efeito das estações e clima, posição na árvore, tipo de solo, umidade do solo, métodos de poda e uso de hormônios e pulverizações químicas. A despeito destas

limitações, entretanto, é possível combinar vários índices de maturidade para avaliar precisamente o estágio no qual o fruto deve ser colhido (PANTASTICO, 1975).

Especialistas geralmente adotam as seguintes terminologias, propostas por GORTNER et alii (1967):

- Desenvolvimento: é o período durante o qual novos tecidos são formados (extensa divisão e expansão celular) conduzindo a completa expansão celular e ocorrência de perfeitas mudanças químicas. O período de desenvolvimento compreende os estádios de pré-maturação e maturação, sendo que, em parte desse último, está incluído o amadurecimento.
- Pré-maturação: período de desenvolvimento antes do início dos processos de maturação, e geralmente abrange a metade do intervalo entre a floração e a colheita. Este estágio é caracterizado por extensiva expansão celular e conseqüente aumento de volume.
- Maturação: estágio de desenvolvimento durante o qual o fruto emerge de um estágio incompleto, atingindo crescimento pleno e máxima qualidade comestível. A maturação ocorre com o fruto ainda ligado à planta.
- Amadurecimento: período terminal da maturação, durante o qual o fruto apresenta-se completamente desenvolvido com relação à aparência e qualidades sensoriais. As principais mudanças que ocorrem nesse período são químicas. Para a maioria dos frutos, o amadurecimento pode ocorrer tanto antes como após a colheita; porém, em alguns o amadurecimento só ocorre pós-colheita. O Quadro 4 mostra as principais transformações que ocorrem durante o

amadurecimento de frutos.

- Senescência: período em que o crescimento cessou e os processos bioquímicos de envelhecimento substituem as mudanças químicas do amadurecimento. A senescência é decorrente da limitada capacidade de síntese do vegetal, com as reações tendendo para o catabolismo dentro de um curto período de tempo. A senescência pode ocorrer tanto antes como após a colheita.

WATADA et alii (1984), fazem uma análise dos termos empregados na designação do estágio de maturidade e sugerem distinções entre os frutos amadurecidos ainda ligados à planta daqueles amadurecidos pós-colheita, bem como dos vegetais que não são considerados frutos.

A colheita tem que ser efetuada no estágio próprio de maturidade. Frutos colhidos imaturos ou muito maduros apresentam, respectivamente, amadurecimento irregular e maior susceptibilidade ao apodrecimento e, conseqüentemente, qualidade inferior (PANTASTICO et alii, 1975 b). Entre esses extremos, existem pontos em que o estágio de maturação permite colheitas que prolonguem a vida do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

O estágio de maturação ideal para a colheita é condicionado pelo mercado, transporte e armazenamento. Frutos destinados ao consumo "in natura" imediato poderão ser colhidos até no ponto de amadurecimento completo; porém, se destinados ao processamento industrial, ou se serão sujeitos a longos períodos de transporte e/ou armazenamento, a época de colheita é antecedida (PANTASTICO et alii, 1975 b; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

QUADRO 4. Transformações que ocorrem durante o amadurecimento de frutos

BIODEGRADATIVAS	BIOSSINTÉTICAS
- Destruição do cloroplasto	- Manutenção da estrutura mitocondrial
- Quebra da clorofila	- Formação de carotenóides e antocianinas
- Hidrólise do amido	- Interconversão de açúcares
- Destruição de ácidos	- Aumento de atividade do ciclo de Krebs
- Oxidação de substratos	- Aumento na geração de ATP
- Inativação por compostos fenólicos	- Síntese de aromáticos voláteis
- Solubilização de pectinas	- Aumento na incorporação de aminoácidos
- Ativação de enzimas hidrolíticas	- Aumento na transcrição e tradução
- Início da permeabilização de membranas	- Preservação de membranas seletivas
- Amaciamento da parede celular por indução do etileno	- Formação da via do etileno

Fonte: BIALE & YOUNG (1981).

No processamento industrial, o tipo de produto a ser obtido também condiciona a seleção do estágio ideal para a colheita. Frutos destinados a produção de compotas ou frutos cristalizados requerem estágio maduro-firme. A obtenção de sucos, néctares, doce em massa e geléias comportam frutos em estágio de amadurecimento

mais avançado, porém, sem sinais de senescência (JACKIX, 1988).

Apesar da influência de vários fatores e a arbitrariedade e subjetividade dos índices de colheita, a combinação de vários métodos propicia, com margem de segurança, o estabelecimento do ponto ideal de colheita. A maturidade pode ser determinada por: meio visual (coloração externa da casca, tamanho, etc.); medidas físicas (facilidade de separação ou abscisão, firmeza, gravidade específica); análises físico-químicas e químicas (sólidos solúveis, pH, acidez, relação Brix/acidez, conteúdo de amido); computação (período decorrido após a antese, medida de unidades de calor); e fisiológico (respiração) (PANTASTICO et alii, 1975 b). O Quadro 5 apresenta os índices de maturidade estabelecidos para alguns frutos e hortaliças, segundo REID (1986), citado por CHITARRA & CHITARRA (1990).

De acordo com CARVALHO et alii (1980) e CHITARRA et alii (1980 a b), as mudanças bioquímicas durante o crescimento e desenvolvimento de frutos são importantes na determinação dos índices de maturidade. Na maioria dos frutos, o estudo das mudanças físicas, físico-químicas e químicas associadas com o desenvolvimento determina o ponto apropriado de colheita para o consumo "in natura" e/ou industrialização. As transformações que ocorrem durante o amadurecimento de frutos são estudadas dentro da Ciência de Alimentos, que atua como um ponto de ligação entre a Agronomia e a Tecnologia de Alimentos.

QUADRO 5. Índices de maturidade estabelecidos para alguns frutos e hortaliças.

Índices	Exemplos
- Dias entre a florada e a colheita	Maçãs, peras
- Médias de unidades de calor durante o desenvolvimento	Peras, maçãs, milho doce
- Desenvolvimento da camada de abscisão	Alguns melões, maçãs
- Morfologia e estrutura da superfície	Formação de cutículas em uvas e tomates Brilho em alguns frutos (desenvolvimento de ceras)
- Tamanho	Todos os frutos e muitas hortaliças
- Gravidade específica	Cerejas, melancias, batatas
- Forma	Angularidade de bananas Faces cheias em mangas Compactuação em couve-flor
- Solidez	Alfices, abóboras, couve de bruxelas
- Propriedades da textura: .firmeza	Maçãs, peras, pêssegos, nectarinas, ameixas
.maciez	Ervilhas
- Coloração externa	Todos os frutos, maioria das hortaliças
- Coloração interna e estrutura	Formação de material gelatinoso em tomates Cor da polpa em alguns frutos

continua...

QUADRO 5. Continuação.

Índices	Exemplos
- Fatores de composição	
. Conteúdo de amido	Maças, peras
. Conteúdo de açúcares	Maças, peras, frutos de caroços, uvas
. Acidez, Relação Brix/acidez	Romãs, mamões, cítricos, melões
. Conteúdo de suco	Cítricos
. Conteúdo de óleo e matéria seca	Abacates
. Taninos (adstringência)	Caquis, tâmaras
. Concentração interna de etileno	Maças, peras

Fonte: REID (1986), citado por CHITARRA & CHITARRA (1990).

O período ideal de colheita é determinado através de curvas de maturação. Para a confecção destas, acompanha-se a mudança composicional dos frutos durante a maturação mediante análises físicas, físico-químicas e químicas, traçando-se curvas para os constituintes que significativamente apresentam mudanças com a maturação e amadurecimento. Os pontos máximos ou mínimos dos constituintes de interesse nutricional e/ou industrial, ou correlação entre eles, possibilitam o estabelecimento do período ideal de colheita para o consumo "in natura" imediato e/ou industrialização (PAIVA, 1978; CHITARRA et alii, 1980 a, b; CARVALHO et alii, 1980; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

2.3.2. Mudanças associadas com a maturação e amadurecimento

2.3.2.1. Parâmetros físicos

O crescimento do fruto geralmente se inicia sob rápida multiplicação celular (de curta duração), seguida pela expansão celular que continua até a maturidade. Portanto, o volume do fruto é decorrente do número e tamanho celular. Frutos, tubérculos e outras estruturas têm uma característica morfológica comum; são órgãos de estocagem. Durante o desenvolvimento das estruturas, atuam como centros fisiológicos de absorção e, durante sua ontogenia, carregam nutrientes de outras partes da planta (LODH & PANTASTICO, 1975).

No início do crescimento, as células são constituídas principalmente de protoplasma; porém, durante o crescimento aparecem os vacúolos, ocorrendo o acúmulo de carboidratos e outros compostos formados nas folhas e translocados para os frutos ou sintetizados nestes. Há acúmulo de água, com diluição de substâncias protéicas e síntese de compostos específicos a cada classe de frutos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Durante o crescimento, frutos, tubérculos e outras estruturas funcionam como tecidos de estocagem acumulando grande quantidade de reservas alimentícias. A composição dos acumulados varia com as espécies: amido em tubérculos e banana; gordura no abacate, ácido málico é predominante em maçã, cítrico em citros e abacaxi, ascórbico em acerola e goiaba, tartárico em uvas (LODH &

PANTASTICO, 1975).

O crescimento pode ser acompanhado por um ou mais parâmetros, tais como diâmetro, volume, peso fresco, peso seco, em diferentes intervalos durante o período de desenvolvimento. Seguem os padrões genéticos da espécie; porém, é influenciado por suprimento de água, nutrição da planta, temperatura, etc. Taxas de crescimento reduzidas ocorrem quando a capacidade de evaporação da atmosfera e as taxas de transpiração são altas. Com "deficit" elevado de água, o movimento desta para os frutos é reduzido e até mesmo revertido, minimizando o crescimento. O intervalo entre a antese e o amadurecimento varia com as espécies; porém, na maioria, é cerca de 15 semanas. Durante esse período o fruto aumenta milhares de vezes em peso e volume (LODH & PANTASTICO, 1975; VALIO, 1986; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Há diferenças quanto a taxa de crescimento e tamanho final do fruto. As taxas variam desde 0,01 a 0,02 cm³/dia em azeitona a 35 cm³/dia em melão. Curvas sigmóides simples e dupla representam o crescimento de fruto tipo baga e drupa, respectivamente. O crescimento de uma baga mostra uma suave forma sigmóide, onde distinguem-se 3 fases: crescimento inicial lento (1 a 2 semanas após a polinização), rápido aumento exponencial (por cerca de 3 semanas) e declínio final (até a maturação). Maçã, pera, tâmara, abacaxi, banana, abacate, morango, laranja, tomate e melão são exemplos desse tipo de crescimento (LODH & PANTASTICO, 1975; VALIO, 1986; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Crescimento cíclico é observado em pêssego, nectarina, ameixa, cereja, figo, framboeza, uva, azeitona e goiaba, os quais apresentam uma sigmóide dupla com 3 fases de crescimento, onde o mesocarpo, endocarpo e sementes não se desenvolvem simultaneamente. No período inicial, há rápido crescimento, o pericarpo e as sementes aumentam em tamanho e peso, ocorrendo um período de divisão celular seguido de rápido aumento de volume no pericarpo; o endocarpo e as sementes atingem o tamanho máximo. No período 2 a taxa de crescimento total é reduzida, iniciando-se um rápido endurecimento do endocarpo; a redução da taxa de crescimento total é decorrente da estabilização do mesocarpo; o embrião se desenvolve rapidamente. No período 3 o crescimento em tamanho e peso atinge as mesmas taxas do período 1; há o aumento em volume celular e espaços intercelulares na polpa (mesocarpo) e o amadurecimento ocorre a partir do fim desse período (LODH & PANTASTICO, 1975; VALIO, 1986).

Frutos em desenvolvimento atuam como fortes centros de atração metabólica, carreando nutrientes para seus tecidos. A competição por nutrientes em diferentes partes do fruto é responsável pelo crescimento cíclico. O crescimento diferencial no fruto é resultante de variações temporárias entre as capacidades de vários tecidos de atuar como centros fisiológicos de atração de nutrientes. O endurecimento do endocarpo (período 2) na drupa, requer nutrientes para esse processo, causando redução de crescimento no mesocarpo nesse período (VALIO, 1986).

O tipo e a velocidade de crescimento variam com as espécies de frutos. Hopping (1976) mencionado por LUH & WANG (1984), estudando o desenvolvimento de Kiwi, verificou um rápido aumento de peso e volume no estágio 1 (0 a 58 dias), crescimento lento no estágio 2 (58 a 76 dias) e um crescimento rápido (76 a 160 dias).

Em abacaxi produzido na Índia, CHADHA et alii (1972), verificaram aumento gradual no peso até aos 75 dias após o florescimento, seguido de rápido aumento até 150 dias e estabilizando-se aos 165 dias. Uma curva sigmóide simples foi também observada em goiaba, por (LODH & PANTASTICO, 1975).

2.3.2.2. Ácidos orgânicos

Ácidos orgânicos são compostos intermediários do metabolismo respiratório de frutos e são estocados nos vacúolos das células. Evidências indicam que parte dos ácidos orgânicos é translocada das folhas e raízes para os frutos. Em uvas a acidez é maior no centro da baga onde o tecido vascular é mais desenvolvido (LODH & PANTASTICO, 1975; WILLS et alii, 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Os compostos ácidos são numerosos e de composição química variada. Encontram-se na forma livre ou combinada com sais, ésteres, glicosídeos etc. Os mais comuns em frutos são o cítrico, málico, ascórbico, tartárico, clorogênico, oxálico e cafeico; porém, mais de 30 outros ácidos já foram identificados. (ULRICH, 1970; PANTASTICO, 1975; WILLS et alii, 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Clima e nutrição da planta têm efeitos sobre a concentração de ácidos orgânicos. Temperaturas noturnas baixas estimulam a formação dos ácidos orgânicos e as altas causam decréscimo. No entanto, o ácido cítrico necessita de temperaturas mais altas para ser metabolizado. N, K e Mg exercem influência no conteúdo desses ácidos (EVANGELISTA, 1990).

Estudando o efeito das estações na composição química do Kiwi (*Actinidia chinensis*), REID et alii (1982) verificaram que as concentrações de ácido málico e quínico decresceram durante a primeira etapa de crescimento do fruto, elevando-se ao máximo após o fruto atingir o tamanho total, decrescendo depois levemente. A do ácido cítrico elevou-se linearmente durante o crescimento do fruto, declinando após o estágio de completo desenvolvimento em tamanho.

Geralmente os ácidos orgânicos acumulados durante a maturação declinam no período do amadurecimento, devido à utilização na cadeia respiratória ou conversão a açúcares. Considerados como fonte de reserva energética para o fruto, sua utilização ocorre no período de grandes atividades metabólicas, ou seja, o amadurecimento (WILLS et alii, 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Apesar das mudanças na acidez, as variações do pH são mínimas em decorrência da capacidade tamponante da polpa. Por suas características químicas, os ácidos comumente encontrados em frutos, tais como cítrico, málico e succínico, por serem ácidos fracos, apresentam ligeira tendência em ceder íons para o meio aquoso. Quando estes íons são liberados no meio celular, a

presença da região composta por um par ácido-base conjugado, age como tampão, opondo-se a mudanças no pH (CONN & STUMPH, 1987).

2.3.2.3. Vitamina C

O ácido ascórbico é um componente universal das células de frutos e vegetais. Segundo MAPSON (1970), é impossível selecionar plantas tendo como base a relação taxonômica, pois nem todas as espécies da mesma família apresentam altas concentrações. No entanto, a família Mirtaceae destaca-se por suas espécies ricas em vitamina C, tais como: goiaba, uvaia, cabeludinha, pintaga, camu-camu e acerola (JAFFÉ et alii, 1950; BRUNE et alii, 1966 a b; BRUNE et alii, 1968; CAMBRAIA et alii, 1971; ASENJO, 1980; ESTEVES et alii, 1984 c; CLEMENT, 1986; CHAVEZ FLORES, 1988). Segundo RODRIGUEZ et alii (1975), a acerola compete com o camu-camu, sendo que estas duas espécies apresentam cerca de 2,5% de vitamina C.

Os vegetais sintetizam o ácido L-ascórbico utilizando-se como precursor uma hexose (glicose), preferencialmente via ácido D-galacturônico. A seqüência da biossíntese do ácido ascórbico é apresentada por MAPSON (1970), PHAN et alii (1975) e GOODWING & MERCER (1985). O conteúdo varia com as espécies vegetais, cultivares, tratos culturais, intensidade luminosa e estágio de maturação.

Diferença clonal é mostrada por ASENJO (1980), quando reporta que, no Havaí, clones de acerola apresentaram correlação negativa entre peso e conteúdo de ácido ascórbico, o mesmo não ocorrendo

com clones de Porto Rico. Outra fonte de variação é apontada por Nakasone et alii (1968), quando verificaram que acerolas de pé franco apresentaram teores de ácido ascórbico ligeiramente inferiores aos de plantas enxertadas.

DEL CAMPILLO & ASENJO (1957), estudaram a distribuição de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico e ácido dicetogulônico em acerola nos seguintes estádios de desenvolvimento: estádio 1 (botão floral), estádio 2 (fruto rudimentar), estádio 3 (fruto verde com 40% do tamanho do fruto maduro), estádio 4 (fruto verde com 70% do tamanho do fruto maduro) e estádio 5 (fruto maduro com coloração vermelha). Verificaram o acúmulo brusco de ácido ascórbico, cerca de 300%, do estádio 1 para o 2. A concentração máxima foi detectada no estádio 4, cerca de 2.802,00 mg/ 100g. O estádio 1 apresentou 19% deste total e o 2 ao redor de 78%, enquanto que no estádio 5 o conteúdo decresceu, retendo apenas 63% do máximo.

Na primeira etapa, a síntese de ácido ascórbico depende do adequado suprimento de açúcares (hexoses) e, por conseguinte, da atividade fotossintética. O decréscimo na atividade fotossintética, induzido pela intensidade luminosa, reflete em baixos níveis de ácido ascórbico. Assim como na concentração de pigmentos e outros compostos, o teor de ácido ascórbico varia com a intensidade luminosa, à qual o fruto está sujeito (PANTASTICO, 1975; CARVALHO et alii, 1984).

Segundo SITES & REITZ (1950 b), laranja "Valencia" colhida no ápice da copa e exterior da árvore, a concentração de vitamina

C é maior do que no fruto do interior e das ramas inferiores. Quando colhidas ao mesmo tempo, laranjas de coloração verde possuem menor teor do que laranjas coloridas. Frutos do ponto cardeal de maior insolação apresentam maiores teores, de vitamina C.

NAKASONE et alii (1966), estudando o efeito de 5 diferentes níveis de intensidade luminosa na biossíntese do ácido ascórbico em acerola, verificaram que plantas que se desenvolviam sob a luz direta eram superiores e que o conteúdo de ácido ascórbico declinava proporcionalmente à queda de luminosidade.

Em tomates, CARVALHO et alii (1984) não obtiveram diferenças significativas durante o amadurecimento. Observaram, porém, que o amadurecimento pós-colheita proporcionou teores significativamente inferiores em relação aos amadurecidos na planta, e atribuíram à insolação a causa dessa diferença. O efeito da insolação no conteúdo de vitamina C do fruto também foi observado em laranja "Valencia" por SITES & REITZ (1950 b).

Em frutos, as enzimas ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo oxidase e peroxidase são responsáveis pela destruição do ácido ascórbico. Com a ácido ascórbico oxidase ocorre a reação direta entre enzima, substrato e oxigênio molecular. As outras atuam indiretamente. A fenolase catalisa a oxidação de mono e di hidroxifenóis, e as quinonas formadas reagem com o ácido ascórbico. Citocromo oxidase oxida o citocromo C, e a forma oxidada do citocromo reage diretamente com o ácido L-ascórbico. Peroxidase, em combinação com compostos fenólicos, utiliza o

peróxido de hidrogênio para efetuar a oxidação. No fruto intacto estes sistemas enzimáticos são controlados, tornando-se ativos com a desorganização celular resultante de danos mecânicos, ataque de doenças ou senescência (MAPSON, 1970).

2.3.2.4. Carboidratos

Durante os estádios iniciais de crescimento do fruto, os óvulos em desenvolvimento são nutridos em parte, pelo ovário, suas partes auxiliares, sépalas, brácteas e receptáculo, que, geralmente, são verdes e capazes de realizar a fotossíntese. Apesar de os frutos realizarem fotossíntese, sua principal fonte de nutrição é a folha. O principal açúcar transportado das folhas para o fruto é a sacarose, porém outros açúcares e seus derivados são também translocados. (WHITING, 1970; GOODWIN & MERCER, 1985).

Enquanto parte do açúcar translocado para os frutos jovens é usada na síntese de substâncias pécticas e outros componentes da parede celular, a outra é convertida em produtos de reserva. Pela interconversão dos açúcares dá-se a biossíntese de outros compostos, ocorrendo também a provisão de energia para as atividades celulares (WHITING, 1970). O balanço entre os vários componentes carbônicos regula a taxa de importação de carbono para o fruto e até afeta a taxa de assimilação pelas folhas (DINAR & STEVENS, 1981; GOODWIN & MERCER, 1985).

Embora a sacarose seja um açúcar de translocação, apenas em alguns frutos sua concentração excede a dos açúcares redutores

(WHITING, 1970). A concentração e proporção dos açúcares variam com a espécie e com o estágio de maturação. WILLS et alii (1982), reportam as proporções destas frações em diversos frutos em estágio de amadurecimento comercial, cujos teores mínimos e máximos são observados em tomates e tâmaras, respectivamente. No entanto, para os mesmos frutos, os dados reportados por CHITARRA & CHITARRA (1990) são significativamente superiores.

O aumento contínuo de açúcares e a redução nos teores de amido indicam a conversão deste polissacarídeo em açúcares mais simples. Os açúcares redutores no tomate maduro (50 a 70% do total de matéria seca) e a hidrólise do amido desempenham importante função na grandeza do "pool" de sólidos solúveis. A conversão a amido e sua quebra, formação de componentes da parede celular, ácidos orgânicos e respiração, determinam os níveis líquidos de glicose e frutose no fruto maduro (DINAR & STEVENS, 1981).

ESTEVES (1981), observou que durante o amadurecimento de goiabas, o decréscimo no conteúdo de amido foi simultâneo ao acréscimo no teor de sólidos solúveis totais e açúcares. A hidrólise do amido em açúcares foi evidenciada pela alta correlação entre os dados.

OKUSE & RYUGO (1981), estudaram as mudanças composicionais durante o desenvolvimento de Kiwi na Califórnia. Verificaram que, estocado no tecido carpelar, o amido era o carboidrato predominante sendo hidrolisado quando o fruto atingiu a maturidade. O fruto imaturo mostrou-se rico em glicose, mas seu nível decresceu enquanto o amido acumulou-se rapidamente (entre

julho e agosto). Subseqüentemente, com o início da hidrólise do amido, o nível de glicose aumentou de maneira brusca até a época da colheita. A frutose apresentou comportamento padronizado, aumentando-se gradualmente desde os estádios de frutos jovens até a colheita.

REID et alii (1982), estudaram o efeito das estações na composição química de Kiwi. Os frutos foram colhidos em intervalos regulares durante a estação. Frutos imaturos apresentaram altas concentrações de amido, o qual foi hidrolisado após o fruto atingir o tamanho completo. Simultaneamente, houve rápido aumento nas concentrações de sacarose, glicose e frutose, que se apresentaram como açúcares majoritários. Esses aumentos refletiram na elevação linear do conteúdo de sólidos solúveis do fruto.

DINAR & STEVENS (1981), verificaram que os níveis de amido (como material de estocagem ou estrutural) cresceram nos primeiros estádios de maturação do tomate, atingindo o máximo 45 dias após a antese e a seguir decresceram, atingindo a zero no amadurecimento completo. Esse decréscimo foi associado com o aumento na atividade de duas alfa amilases e acúmulo de açúcares redutores.

Frutos climatéricos apresentam bruscas transformações no conteúdo de açúcares durante o período compreendido entre a colheita e o amadurecimento comercial (BIALE & YONG, 1981). Os açúcares sofrem variações de acordo com a intensidade respiratória, pois, juntamente com os ácidos orgânicos, são os principais substratos para o metabolismo respiratório.

De forma geral, a concentração de açúcares eleva-se com a maturação e amadurecimento. Das exceções, fazem parte o abacate (WHITING, 1970) e pecan (WOOD & Mc MEANS, 1982) que apresentam decréscimo na concentração de açúcares, tais como, frutose, glicose, sacarose e inositol e aumento em ácidos graxos saturados e insaturados nas diversas partes tissulares. Portanto, o comportamento dos carboidratos é tomado com parâmetro estimativo do estágio de maturação ou amadurecimento dos frutos e varia com as variedades e condições climáticas (CHITARRA et alii, 1980 b).

O teor de sólidos solúveis é utilizado como índice indireto do conteúdo de açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. É constituído por compostos solúveis em água, tais como: açúcares, ácidos, vitamina C, aminoácidos e algumas proteínas. Concentração de sólidos solúveis totais muito superior à de açúcares totais indica a presença dos outros compostos solúveis (KRAMER 1973; CHACON et alii, 1987).

Assim como outros constituintes, a concentração de sólidos solúveis varia com a espécie, cultivar, condições ambientais, estágio de maturação e posição do fruto na árvore (SITES & REITZ, 1949; DRAKE & FELLMAN, 1987).

Para a maioria dos frutos, durante a maturação e amadurecimento há aumento no teor de sólidos solúveis e decréscimo na acidez, resultando em alta relação Brix/acidez. Esta é interpretada como excelente qualidade comestível, indicando o ponto ideal de colheita. Porém, em abacaxi os frutos imaturos apresentam baixas concentrações de açúcares e ácidos, as quais

aumentam simultaneamente com o avanço da maturação, levando a variabilidade mínima na relação de suas concentrações (PAIVA, 1978).

A parede celular vegetal é constituída de hidrocarbonetos de alto peso molecular, tais como celulose, hemicelulose, lignina, substâncias pécnicas e também de monossacarídeos, tais como arabinose e galactose. As substâncias pécnicas são polímeros lineares de ácido galacturônico, contendo número relativamente amplo de grupos carboxílicos esterificados por radicais metil ou isento deles, constituindo-se, respectivamente, os ácidos pectínicos e ácidos pécnicos. Os grupos carboxílicos ácidos ligados ao cálcio formam o pectato de cálcio ou protopectina. As substâncias pécnicas encontram-se na parede primária e lamela média, tendo função cimentante entre as células adjascentes, contribuindo para maior firmeza da parede celular e adesão entre as células (KNEE & BARTLEY, 1981; WILLS et alii, 1982; BOURNE, 1983; GOODWIN & MERCER, 1985).

Com o amadurecimento há decomposição das moléculas poliméricas, diminuindo a força coesiva das células, causando o amaciamento dos tecidos. A protopectina é gradualmente quebrada em frações de peso molecular menor, as quais são mais solúveis em água. A taxa de degradação das substâncias pécnicas é diretamente correlacionada com a taxa de amaciamento do fruto (WILLS et alii, 1982; PROCTOR & PENG, 1989; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Dois processos enzimáticos estão envolvidos em modificações das substâncias pécnicas: despolimerização ou encurtamento da

cadeia do polímero pela ação das enzimas poligalacturonases (PG) e desesterificação ou remoção de grupos metílicos dos polímeros pelas enzimas pectinametilesterases (PE). As pectinas se solubilizam também por separação do cálcio (MATTOO et alii, 1975; KNEE & BARTLEY, 1981; JOHN & DEY, 1986; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A degradação enzimática se processa por cisões das unidades, pela ação da endo e exo poligalacturonase. A pectinametilesterase catalisa a hidrólise da ligação éster do grupo $-COOH_2$, produzindo grupos carboxílicos, os quais podem formar sais por ligações com íons cálcio (HOBSON, 1981; GOODWIN & MERCER, 1985). O teor médio de pectinas nos frutos varia com a cultivar e o grau de amadurecimento (PILNIK & VORAGEM, 1970; PROCTOR & PENG, 1989).

A maior firmeza de pêssegos "clingstone" em relação aos "freestone" é associada ao conteúdo de protopectina e a lenta mudança na constituição péctica durante a maturação. Decréscimo no conteúdo de grupos metílicos e transformação de protopectina em pectina solúvel em água têm sido encontrados em pêssegos "freestone" durante o amadurecimento em maior intensidade que nos "clingstone" (SHEWFELT, 1965). KNEE & BARTLEY (1981) reportam que variedades de pêssego "freestone" possuem altas atividades de endo poligalacturonase e mostram extensivo amaciamento e marcado aumento em pectina solúvel durante o amadurecimento. Variedades "clingstone" têm baixa atividade de endo poligalacturonase e apresentam reduzido amaciamento e solubilização de pectinas.

ESTEVEES et alii (1984 b), detectaram significativo aumento em pectina solúvel e decréscimo de pectina total durante o amadurecimento de goiabas. Segundo PILNIK & VORAGEN (1970), durante o amadurecimento na árvore e armazenamento pós-colheita, maçãs e peras apresentam decréscimo em pectinas.

2.3.2.5. Pigmentos

A coloração é um dos parâmetros mais utilizados para indicar a maturidade dos frutos. Com poucas exceções, durante o amadurecimento ocorre a degradação da clorofila associada com a síntese e/ou revelação de pigmentos na faixa do amarelo a vermelho. Exceto clorofila e carotenóides, os demais pigmentos compreendem dois grupos principais: antocianinas e antoxantinas, que são hidrossolúveis e encontram-se nos vacúolos celulares de vegetais, principalmente nas camadas da epiderme. Por sua coloração forte, geralmente mascaram carotenóides e clorofilas (WILLS et alii, 1982).

A coloração vermelha forte é importante fator de qualidade em frutos e seus produtos. É um atributo altamente complexo afetado pelo conteúdo total de antocianinas, aumento quantitativo da estrutura celular (cromoplastos) armazenadora dos pigmentos, distribuição individual das antocianinas, pH, e a formação de complexos antocianinas-metais e outros compostos. Estes fatores estão sujeitos às influências genéticas e ambientais e dependentes do grau de amadurecimento (TIMBERLAKE, 1981; BEN-ARIE et alii,

1984; PAULL et alii, 1984; SAPERS et alii, 1984; JACKMAN et alii, 1987, a e b; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990), em alguns frutos decíduos, que contém antocianinas na casca, a síntese destes pigmentos requer intensidade e qualidade de luz. A síntese também é controlada pela temperatura, pois aumento ou declínio progressivo desta reduz a capacidade de síntese. A fotossíntese e o metabolismo de carboidratos controlam a síntese de antocianinas e flavonóides.

SAPERS et alii (1983), estudando os fatores que afetam a recuperação de antocianinas no suco de arando ("Cranberries"), verificaram que estas estão localizadas na porção exocarpo da baga. A ruptura da estrutura celular por tratamento de congelamento-descongelamento dos frutos permitiu a migração de antocianinas do exocarpo para o mesocarpo e endocarpo. Como a recuperação das antocianinas não excedeu a 60%, o exame microscópico demonstrou que as células mais internas foram mais severamente dilaceradas do que as da camada correspondente a 3 ou 4 células exteriores. Devido à parede celular compacta e à camada adicional de cutícula, as células externas da epiderme mostraram resistência à liberação dos pigmentos.

Carotenóides são, em geral, pigmentos de coloração amarela à laranja na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas, cuja intensidade de coloração depende da quantidade e tipo de pigmento presente. Os pigmentos carotenóides podem estar presentes no fruto verde, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila (ex.

banana), ou serem sintetizados com a degradação desta (ex tomate). O β -caroteno e a luteína são os dois carotenóides mais abundantes tanto nos frutos verdes como nos maduros. Carotenóides são compostos relativamente estáveis, permanecendo no tecido mesmo que extensiva senescência tenha ocorrido (MATTOO et alii, 1975; WILLS et alii, 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Há uma rápida síntese de carotenóides durante o amadurecimento, apresentando, porém, grande variação entre os diferentes tipos de frutos (MATTOO et alii, 1975). CARVALHO et alii (1984), verificaram um aumento contínuo durante o amadurecimento de tomates.

Estudando a evolução dos carotenóides durante o desenvolvimento de cerejas, OKOMBI et alii (1980), distinguiram duas fases, cujo limite situou-se na 8ª semana após a floração plena. A concentração em carotenóides totais (β caroteno + xantofilas) diminuiu no curso das 3 primeiras semanas e manteve-se regular até a 8ª semana. A partir desta, apresentou um aumento cuja concentração total multiplicou-se por 1,5. Nesse período a xantofila diminuiu e o β caroteno foi o responsável pelo aumento da concentração total.

2.3.2.6. Compostos fenólicos

Os vegetais possuem algumas centenas de compostos fenólicos (substâncias que apresentam radicais hidroxila ligados a um anel benzênico e por isso têm caráter ácido), agrupados em diferentes

classes de acordo com a estrutura química. Algumas dessas substâncias são pigmentos e outras apresentam sensação de adstringência estando relacionadas com coloração e sabor, respectivamente (SCHANDERL, 1970; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Em frutos, estes compostos estão presentes em formas de diferentes graus de polimerização e podem ser separados em frações, de acordo com sua solubilidade em solvente orgânico puro ou diluído. A fração solúvel em metanol absoluto contém compostos simples, de baixo peso molecular como ácido clorogênico e leucoantocianinas. A fração solúvel em metanol diluído, contém compostos de peso molecular intermediário. A fração solúvel em água contém flavolanas que estão firmemente ligadas aos polissacarídeos da parede celular ou a outros polímeros. Estão presentes, nesta forma, compostos de peso molecular superior às duas frações anteriores. Os compostos extraídos por metanol absoluto, metanol diluído e água, são chamados monoméricos, oligoméricos e poliméricos, respectivamente (SWAIN & HILLS, 1959; GOLDSTEIN & SWAIN, 1963; SCHANDERL, 1970; ESTEVES, 1981; SENTER et alii, 1989).

Fenólico é definido com um composto que serve de substrato para fenol-oxidases. Alguns taninos são incluídos nessa definição. A adstringência dos compostos fenólicos está relacionada ao grau de polimerização e ocorre em compostos com peso molecular entre 500 e 3.000, com 1 a 3 grupos fenólicos hidroxilados para cada peso molecular 100. Compostos simples, como ácidos hidroxicinâmicos, catequinas e antocianinas, não são adstringentes. Os

dímeros e oligômeros apresentam essa característica, a qual é reduzida com o aumento no tamanho do polímero (SWAIN & HILLS, 1959; ESTEVES et alii, 1984 c; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Durante a maturação dos frutos, há um aumento gradual na condensação, ao mesmo tempo que a adstringência diminui. Isto ocorre, porque as formas altamente condensadas são menos solúveis e se ligam fortemente a outros componentes celulares. A sensação de adstringência é associada com a reação tanante (ligação com proteínas) e depende do número de grupos OH fenólicos por molécula do polímero. Daí a designação de "taninos" para os compostos que apresentam adstringência (SCHANDERL, 1970; BUREN, 1970; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Estádio de desenvolvimento, localidade, nutrição mineral e cultivar afetam os níveis de compostos fenólicos (SETER et alii, 1988; SPANOS & WROLSTAD, 1990). Fenólicos totais obtidos pela soma das frações metanol puro e metanol 50%, apresentaram um decréscimo da ordem de 50% durante o amadurecimento de bananas (GOLDSTEIN & SWAIN, 1963). Durante a maturação de ameixas a concentração de leucoantocianinas solúveis em metanol absoluto decresceu e a da fração solúvel em metanol 50% aumentou (SWAIN & HILLS, 1959).

Estudando a variação quantitativa de polifenóis totais em tecidos da placenta, epiderme e pericarpo de cvs de tomates em três estádios de maturação, SETER et alii (1988), verificaram que a quantidade de polifenóis variava significativamente com maturidade e a localização dentro do fruto. Alta concentração foi

detectada nos tecidos da epiderme no estágio meio maduro. FILGUEIRAS & CHITARRA (1988), observam que dependendo do fruto, pode ocorrer ou não decréscimo de fenólicos durante o amadurecimento.

2.3.2.7. Minerais

Minerais são essenciais ao metabolismo normal dos frutos. Seus teores são dependentes de vários fatores: fertilidade do solo, influência varietal, porta enxerto, fatores climáticos. O ar (C e O), água (H e O) e solo (demais elementos) são as fontes desses elementos para as plantas (MALAVOLTA, 1986).

A classificação de macro e micro nutrientes obedece à razão apenas quantitativa. N é importante no metabolismo de aminoácidos, aminas, amidas, aminoaçúcares, purinas, pirimidinas, alcalóides, coenzimas, vitaminas e pigmentos. P no armazenamento e transferência de energia. K na abertura e fechamento de estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas, síntese de carboidratos e na acidez. Ca na ativação enzimática e firmeza da parede celular. Mg na ativação enzimática, estabilidade de ribossomos e fotossíntese. S como grupo ativo de enzimas, coenzimas e compostos como cisteína, cistina, metionina e glutatión. B no transporte de carboidratos e coordenação com fenóis. Cu em enzimas e fotossíntese. Fe grupo ativo em enzimas e transportadores de elétrons. Mn na fotossíntese e metabolismo de ácidos orgânicos. Zn em enzimas (MALAVOLTA, 1986).

SILVA et alii (1984), verificaram o conteúdo de macro e micro minerais na polpa, casca e semente de 14 frutos da Região Nordeste, encontrando diferenças significativas entre as espécies e as partes tissulares dos frutos. BAJRACHARYA et alii (1982), estudando a composição de 10 frutos exóticos em estágio verde e maduro, verificaram comportamento irregular, mostrando que em algumas espécies há elevação no conteúdo de minerais em decorrência do amadurecimento e em outras há decréscimo.

Lodh et alii (1972) citado por LODH & PANTASTICO (1975), verificaram que N e K no abacaxi decresceram gradualmente antes da pré-maturação, mas, posteriormente, o padrão de decréscimo tornou-se irregular. Houve irregularidades nos níveis de P em todos os estádios de desenvolvimento do fruto. As concentrações de Mg e Fe decresceram nos primeiros estádios de crescimento, tornando-se irregulares nos estádios subseqüentes. Esse padrão irregular durante o desenvolvimento do abacaxi indicou acréscimo e decréscimo na mobilização, translocação e atividades celulares. Mudanças no conteúdo de Mg e Fe estariam associadas com o metabolismo celular, formação de clorofila e sínteses enzimáticas.

2.3.2.8. Respiração

Respiração é o processo relacionado com a oxidação de substâncias orgânicas podendo ser dividido em três etapas: quebra ou hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples, oxidação dos açúcares a ácido pirúvico (via glicolítica no citoplasma) e transformação do ácido pirúvico e outros ácidos orgânicos em CO₂, água e energia. Essa energia é utilizada em processos de síntese.

A água torna-se parte do conteúdo de água da célula, onde pode ser utilizada na hidrólise de amido ou de outras substâncias (PHAN et alii, 1975; CONN & STUMPH, 1987).

Os principais substratos utilizados na respiração são os açúcares, que, translocados das folhas para os frutos, são convertidos em hexoses fosforiladas e estas degradadas até ácido pirúvico, o qual, sob aerobiose, levará à produção de CO_2 e água liberando energia. A via das hexoses-monofosfato (HMP) é uma alternativa no metabolismo dos açúcares, destacando-se como importante fonte de hidrogênio (poder redutor) e de intermediários para a síntese de substâncias formadas durante o amadurecimento. Estas substâncias caracterizam as espécies ou cultivares de frutos, (BIALE & YOUNG, 1981; CONN & STUMPH, 1987). Os modelos respiratórios de frutos são influenciados, em parte, pela composição do fruto e pelas transformações químicas associadas com o estágio de maturação. Glicídios, proteínas, lipídios, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e componentes específicos da parede celular têm participação ativa nessas transformações. PHAN et alii (1975), mostram a inter-relação dos produtos intermediários da respiração.

Quociente respiratório (QR) é a relação entre os volumes de CO_2 produzido e de oxigênio consumido durante o processo respiratório. É usado na determinação da natureza do substrato utilizado, na indicação da integridade da reação e grau do processo aeróbico ou anaeróbico. Entretanto, esse processo é complexo, pois diferentes tipos de substratos podem ser utilizados

num determinado espaço de tempo, e representa apenas o valor médio, que depende da contribuição de cada substrato e do conteúdo relativo de carbono, hidrogênio e oxigênio, (PHAN et alii, 1975).

Geralmente, o QR é igual a 1 quando açúcares estão sendo metabolizados. Valores maiores que 1 indicam que substratos bastante oxigenados (ex. ácidos orgânicos) estão sendo utilizados, ou que outro processo com alta taxa de produção de CO₂ esteja ocorrendo paralelo à respiração (ex. descarboxilação dos ácidos málico e cítrico). Valores menores que 1 indicam que diferentes modificações no processo respiratório, podem estar ocorrendo: uso de substrato com relação C:O inferior a das hexoses (ex. ácidos graxos); oxidação incompleta, com interrupção à nível do ácido succínico ou outros compostos intermediários do ciclo de Krebs; ou o CO₂ produzido está sendo utilizado em processos de síntese, por ex. na carboxilação do piruvato para formação de ácido oxaloacético e málico. O quociente respiratório varia com as condições de temperatura e diferenças na solubilidade e coeficiente de difusão do O₂ e CO₂, devendo ser medido durante a estabilização da taxa respiratória (PHAN et alii, 1975; LONG & HALLGREN, 1985).

Em um determinado instante, em todos os órgãos dos vegetais e na maior parte das células dos mesmos, há produção de componentes celulares (anabolismo) e ao mesmo tempo há desdobramento desses componentes (catabolismo). A intensidade de síntese ou de desdobramento depende da idade fisiológica do tecido ou célula. As vias metabólicas que ocorrem durante a maturação de frutos,

responsáveis pela produção de energia livre na forma de ATP, são a via glicolítica (EMP), via alternativa das pentoses ou da hexoses monofosfato (HMP) e o ciclo de Krebs. Compostos importantes são sintetizados a partir dos intermediários dos ciclos glicolítico e de Krebs; por ex. síntese do ácido ascórbico a partir da glicose 6-fosfato; ácido clorogênico do fosfoenolpiruvato; fenólicos ou compostos aromáticos voláteis do acetil CoA, e clorofila do succinil-CoA (PHAN et alii, 1975; WILLS et alii, 1982; CONN & STUMPH, 1987).

Quando a atividade respiratória é acompanhada após a formação do fruto e através de seus estádios de divisão celular, crescimento e maturação, observa-se um decréscimo na taxa de respiração, tanto expressa na forma de peso fresco ou peso seco. A respiração é mais intensa nos órgãos de maior desenvolvimento, pois requerem mais energia para os processos de síntese em ocorrência, porém, no final da maturação pode ocorrer um aumento pronunciado na liberação de CO₂ (frutos climatéricos) ou não (frutos não climatéricos). Baseado nestas características respiratórias antes do amadurecimento, os frutos são classificados em climatéricos e não climatéricos (BIALE & YONG, 1981; WILLS et alii, 1982).

A maximização das qualidades sensoriais, tecnológicas e nutricionais é obtida quando os frutos não-climatéricos atingem a composição desejável e o estágio ideal de colheita ainda ligados à planta. Nesses frutos a maturação celular é seguida da senescência celular, sem o período de transição. Há uma ligeira queda na

atividade respiratória após serem destacados da planta, existindo, porém, a possibilidade de que, em condições apropriadas de idade fisiológica e/ou estocagem, ocorra um padrão respiratório característico de frutos climatéricos (ex. melão e abacaxi) (BIALE & YOUNG, 1981; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo RHODES (1970), o climatério é o período da ontogenia dos frutos (que faz a transição entre desenvolvimento e senescência), durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção auto catalítica de etileno, envolvendo um aumento na respiração e ocasionando o amadurecimento. Como eventos secundários há o aumento na taxa respiratória (dependente dos níveis disponíveis de etileno), aumento do ácido ribonucléico (RNA) e da síntese de proteínas e mudanças na permeabilidade celular. CHITARRA & CHITARRA (1990), acrescentam que o termo climatério deve ser aplicado ao total de mudanças que ocorrem nessa fase crítica da vida do fruto, que é desencadeado pelo etileno, e nessa fase muitas mudanças ocorrem, sendo uma delas o aumento na taxa respiratória.

São exemplos de frutos climatéricos: abacate, banana, manga, mamão, maracujá, pera, ameixa, maçã, tomate, graviola, figo, biribá, pêssego, damasco, caqui, groselha chinesa, e fruta-pão. São exemplos de frutos não climatéricos: uva, limão, laranja, lima, caju, cacau e cerejas. Em alguns frutos, como por ex. tomate e maçã, o aumento na taxa respiratória ocorre, tanto no fruto preso à planta, como após a colheita. O abacate e manga apresentam o pico respiratório somente após a colheita (PHAN et

alii, 1975; BIALE & YOUNG, 1981).

Ivata et alii (1969) mencionados por PHAN et alii (1975), elaboraram uma classificação para frutos, relacionando o amadurecimento com a flutuação na produção de CO_2 , propondo três tipos de padrão da atividade respiratória; a) Tipo decréscimo gradual: a taxa de respiração decresce gradualmente durante o amadurecimento (ex. frutos cítricos); b) Tipo ascensão temporária: a taxa de respiração aumenta temporariamente e o amadurecimento completo ocorre após o pico respiratório (ex. banana, manga, abacate); c) Tipo pico tardio: a taxa máxima de respiração é apresentada desde o estágio completamente maduro até o super maduro (ex. caqui japonês, morango e pêssego).

O amadurecimento de frutos ocorre após o período de desenvolvimento e é relacionado a mudanças na atividade de sistemas enzimáticos. Os eventos que ocasionam alterações fisiológicas (inibição de enzimas pré formadas e mudanças na permeabilidade de membranas celulares), no início do amadurecimento, são controlados a nível genético; porém, sujeitos a mudanças por atuação de fito-hormônios, temperatura e composição da atmosfera. O amadurecimento, portanto, marca a transição entre as fases de crescimento e senescência do fruto (WILLS et alii, 1982; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Não existem diferenças significativas entre os frutos quanto ao mecanismo de amadurecimento e, sim, na velocidade do mesmo. Frutos não climatéricos, apresentam amadurecimento lento, necessitando de longo espaço de tempo para completar o processo. O

amadurecimento seria como uma continuação da maturação e não como uma fase distinta como nos frutos climatéricos. Nos frutos climatéricos o amadurecimento é rápido e com grande demanda de energia, responsável pela súbita ascensão na taxa respiratória. Assim o climatérico faz a transição entre o crescimento e a senescência (BIALE & YOUNG, 1981; WILLS et alii, 1982; GOODWING & MERCER, 1985).

2.3. Importância nutricional dos frutos.

Além de sua importância econômica, os vegetais destacam-se na alimentação humana como fonte de nutrientes, em função da qualidade, quantidade e proporção com que entram na dieta. Os componentes mais abundantes são água e carboidratos. São também fontes de vitaminas, minerais e fibra dietética, suprimindo quantidades regulares de proteínas e lipídios. Além do valor nutricional, sua importância dietética é acrescida pela aparência e excelente sabor (SALUNKHE & DESAI, 1984; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Além dos açúcares simples e amido, como fonte energética, uma substancial proporção dos carboidratos está presente como fibra dietética, na forma de celulose, hemicelulose, substâncias pécnicas e lignina, as quais têm importância fisiológica no processo digestivo de alimentos concentrados e conseqüências nutricionais. (VIDAL-VALVERDE et alii, 1982, SALUNKHE & DESAI, 1984).

Além de outras vitaminas, os vegetais frescos suprem mais de 90% da exigência de vitamina C da dieta humana. Cerejas, goiaba, caju, acerola, camu-camu, pimentas e pimentões detêm as maiores concentrações de vitamina C; porém, os sucos cítricos são considerados as melhores fontes em decorrência de seu elevado consumo (JAFFE et alii, 1950; BRUNE et alii, 1968; SALUNKE & DESAI, 1984; HUDSON et alii, 1986; KLEIN, 1987).

Os frutos também contribuem com proteínas e lipídios, os quais se situam em pequenas proporções, geralmente abaixo de 1%, exceto no caso dos oleaginosos ou protéicos (WOOD & Mc MEANS, 1982). Apesar da significância relativa, também contribuem com macro e micro minerais, notadamente, cálcio, ferro, potássio e magnésio (WILLS et alii, 1983; SILVA et alii, 1984; OHTSUKA et alii, 1984).

Os vegetais têm também importante papel na nutrição humana, no suprimento de certos constituintes que neutralizam as substâncias ácidas produzidas no curso da digestão da carne, queijo e outros alimentos altamente energéticos (SALUNKE & DESAI, 1984).

No entanto, os vegetais possuem compostos fenólicos que têm consenquências anti-nutricionais, em decorrência das quinonas provenientes da atuação das polifenoloxidasas reagirem especialmente com aminoácidos sulfurados. Como alguns desses aminoácidos geralmente são os mais limitantes em proteínas vegetais, o decréscimo de uma pequena fração pode ser significativa (MATHEIS & WHITAKER, 1984).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Como matéria-prima foi utilizado o camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, procedente de plantas em adaptação as condições edafo-climáticas da terra firme, mantidas na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, situada na Estrada Manaus - Rio Branco, (Br, 174), km 41.

As plantas são cultivadas em solo Podzólico Vermelho Amarelo, textura argilosa, com relevo suave ondulado, com vegetação original de floresta tropical úmida circundando a área experimental, num clima classificado como "Afi" (sistema de Köppen). A área experimental situa-se nas coordenadas geográficas de 2° 35' a 2° 40' latitude S e 60° 0' a 60° 20' longitude W.G.

Como não foram obtidos dados climatológicos na área de cultivo, o Quadro 6 mostra informações tomadas nas coordenadas de 3° 8' S e 60° 1' WG, no período que abrangeu o florescimento e colheita.

QUADRO 6. Dados climatológicos no período entre o florescimento e colheita do camu-camu.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	1986			1987		
	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
Insolação (h)	99	77	116	68	78	67
Temperatura Média (°C)	26,8	26,6	27,1	25,9	26,3	26,5
Umidade Relativa (%)	82,0	82,0	80,1	88,1	87,4	88,9
Precipitação Total (mm)	214,6	321,8	246,9	291,5	289,1	277,1
Evaporação (mm)	76,5	71,9	76,4	51,7	47,6	71,4

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - I Distrito
Manaus - AM.

3.2. Métodos

3.2.1. Marcação das plantas

Durante a antese (novembro), as ramas, contendo 80-90% de flores abertas, foram marcadas utilizando-se etiquetas plásticas. Foram utilizadas 57 plantas, das quais o número de ramas foi variável, dependendo do grau de florescimento das plantas.

3.2.2. Colheita e transporte

Os frutos foram colhidos em intervalos no decorrer da maturação e amadurecimento. As datas de colheita foram 8/1, 23/1, 6/2, 16/2, 25/2 e 6/3, correspondendo a 56, 71, 85, 95, 104 e 113 dias pós-florescimento, recebendo a codificação de estágio de maturação 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, tendo por base a idade do fruto.

Em cada estágio foi colhida a quantidade suficiente para proporcionar uma amostragem representativa do experimento. Os frutos foram transportados imediatamente à Coordenadoria de Pesquisa em Tecnologia de Alimentos do INPA, devidamente acondicionados em caixas de papelão.

3.2.3. Preparo do material para análise

Foi feita aleatoriamente a separação de 30 frutos para a determinação individual dos parâmetros físicos (peso do fruto e das partes tissulares e peso específico real), correspondendo a 30 repetições. As avaliações físicas foram realizadas no dia da colheita dos frutos.

Cerca de 500 g do pericarpo foram triturados em liquidificador formando uma amostra homogênea, a qual foi utilizada nas análises. As determinações de umidade, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C, foram realizadas no mesmo dia da colheita. Parte da amostra triturada foi seca em estufa com circulação forçada de ar a 65-70 °C para as determinações de extrato etéreo e minerais. O restante da amostra triturada foi congelado, estocado em "freezer" e utilizado nas demais avaliações. As análises químicas foram realizadas em três repetições, a partir do mesmo homogeneizado.

Para as determinações de CO₂ foram separados 5 frutos aleatoriamente, acondicionados em sacos de papel Kraft e armazenados em geladeira até o dia seguinte. Foram feitas cinco leituras, após os frutos atingirem a temperatura ambiente (25°C).

3.2.4. Parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e fisiológico

3.2.4.1. Peso de cada parte tissular

Os pesos do fruto inteiro, da casca (epicarpo + mesocarpo) e das sementes foram determinados através de balança semi-analítica. O peso do endocarpo foi obtido por diferença entre o peso do fruto inteiro e os da casca e sementes. O peso do pericarpo foi determinado pela soma dos pesos do endocarpo e da casca (epicarpo + mesocarpo). O valor percentual foi calculado com base nos dados de peso do fruto inteiro e das partes tissulares.

3.2.4.2. Peso específico real

Foi determinado pelo princípio de Archimedes, dividindo-se o peso de cada fruto (g) pelo volume de água deslocado (ml), segundo metodologia descrita por KRAMER (1973).

3.2.4.3. Umidade

Determinada por dessecação do material em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65-70 °C até peso constante (POMERANZ & MELOAN, 1978).

3.2.4.4. pH

Determinado no homogeneizado sem filtrar, obtido da diluição de 3 g de amostra previamente triturada em 30 ml de água destilada, utilizando-se pHmetro Micronal, mod. B 221, previamente calibrado com tampão 7 e 4, segundo POMERANZ & MELOAN (1978).

3.2.4.5. Acidez titulável

O extrato foi obtido pela adição de 25 ml de água destilada em 2 a 3 g da amostra previamente triturada, agitação em agitador magnético por 5 minutos, filtragem em papel de filtro, lavagem com água destilada e o volume aferido para 50 ml. Deste volume foi retirada uma alíquota de 5 ml que, acrescida de 30 ml de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína, foi submetida à titulação com solução de NaOH 0,1 N previamente padronizada. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico hidratado, sendo considerados a diluição e o fator de correção da solução de NaOH, segundo KRAMER (1973).

3.2.4.6. Sólidos solúveis

Determinados por refratometria empregando-se o suco obtido da prensagem da amostra em gase, de acordo com KRAMER (1973).

3.2.4.7. Açúcares

Para a determinação dos açúcares redutores, em cerca de 1 g de amostra previamente triturada foram adicionados 25 ml de NaOH 0,5 N e após agitação em agitador magnético por 5 minutos, neutralização com ácido acético glacial, filtragem e lavagens sucessivas com água destilada, o volume foi aferido para 50 ml com água destilada (CHITARRA & CHITARRA, 1979).

Na desproteínização, adotou-se a metodologia recomendada por ZANCAN & AMARAL (1967) com modificações. Foram adicionados em tubos de centrífuga (capacidade de 15 ml), 1,5 ml do extrato de açúcares, 0,8 ml de hidróxido de bário 0,3 N, 0,8 ml de sulfato de zinco a 5%, 5 ml de água destilada, totalizando 8,1 ml. Após a homogeneização, e repouso por 10 minutos, foram centrifugados a 2000 g por 10 minutos.

Para o doseamento empregou-se o método de Somogy-Nelson descrito por SOUTHGATE (1967). A concentração foi calculada para 100 g de polpa fresca levando-se em consideração as diluições efetuadas na extração, desproteínização e doseamento.

Do extrato obtido para a determinação dos açúcares redutores, tomou-se uma alíquota de 25 ml, procedeu-se a hidrólise ácida segundo normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), desproteínização e doseamento conforme metodologia para os açúcares redutores, aumentando porém, a alíquota utilizada na desproteínização.

Para a frutose foi adotada a metodologia de RIBEREAU-GAYON & PEYNAUD (1966).

A glicose foi obtida pela diferença entre os redutores totais e frutose, conforme HOSFIELD et alii (1982).

3.2.4.8. Amido

Procedeu-se à extração conforme normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), desproteínização segundo ZANCAN & AMARAL (1967), modificada conforme item 3.2.4.7 e doseamento pelo método de Somogy-Nelson descrito por SOUTHGATE (1976).

3.2.4.9. Relação Brix/acidez

Determinada por cálculos, através dos dados de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável expressa em percentagem de ácido cítrico hidratado (KRAMER, 1973).

3.2.4.10. Sólidos insolúveis em álcool

A fração sólidos insolúveis em álcool foi obtida segundo metodologia de SHEWFELT (1965).

3.2.4.11. Substâncias pécticas

Pectina total foi extraída segundo Mc CREADY (1970). A metodologia de PETERS et alii (1954) foi utilizada para extração da pectina solúvel. Para o doseamento das pectinas total e solúvel

foi adotada a metodologia de Bitter & Muir (1962) descrita por SOUTHGATE (1976). O valor de protopectina foi obtido pela diferença entre pectina total e solúvel.

3.2.4.12. Minerais

As determinações de macro e micro minerais seguiram metodologias compiladas e recomendadas por SARRUGE & HAAG (1974). N pelo micro Kjeldhal. P pelo método de vanado-molibdato de amônio. K por fotometria de chama. B pelo método da curcumina. S pelo método turbidimétrico. Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn por absorção atômica. Exceto B (incineração em mufla) e N (digestão ácida), os demais elementos utilizaram o extrato nítrico-perclórico.

3.2.4.13. Proteína

Obtida por cálculos, utilizando-se o fator 6,25 para conversão do N total determinado pelo micro Kjeldhal, em proteína (POMERANZ & MELOAN, 1978).

3.2.4.14. Extrato etéreo

Determinado através do extrator Soxhlet, segundo A.O.A.C. (1984), utilizando-se éter etílico como solvente.

3.2.4.15. Vitamina C

Para a extração da vitamina C, utilizou-se cerca de 0,5 g de amostra previamente triturada. Após a adição de 40 a 50 ml de

ácido oxálico 0,5% (HUDSON & LACHANCE, 1986), 100 mg de Kiesselgur (POMERANZ & MELOAN, 1978), agitação em agitador magnético por 30 segundos, filtragem em papel de filtro, lavagens sucessivas com ácido oxálico 0,5%, o volume foi aferido para 100 ml com o mesmo ácido. Deste extrato foi feita uma diluição adicional de 1 ml/100 ml também com ácido oxálico 0,5%.

O doseamento foi feito em tubos de ensaio, adicionado-se 1 ml de extrato, 3 ml de ácido oxálico 0,5%, 3 gotas de 2-6, diclorofenolindofenol 0,2% (ZANCAN & AMARAL, 1967; PELLETIER & BRASSARD, 1977), 1 ml de 2,4-dinitrofenilhidrazina 2% em H_2SO_4 9 N (ROE & OESTERLING, 1944) e 1 gota tiouréia alcoólica a 10% (MILLS & ROE, 1947). Os tubos foram aquecidos em banho-maria em temperatura de 100 °C por 10 minutos. Após o resfriamento em banho de gelo, foram acrescentados lentamente 5 ml de H_2SO_4 85% v/v, agitando os tubos dentro do banho de gelo até a perfeita homogeneização (SCHAFFERT & KINGSLEY, 1955).

O branco foi obtido adicionando-se 1 ml de ácido oxálico 0,5% em substituição ao extrato. Concomitantemente foi feita uma curva padrão utilizando-se o ácido ascórbico.

Após 15 minutos de repouso, foi feita a leitura das absorbâncias a 520 nm. Os resultados foram expressos em mg de vitamina C total por 100 g de polpa fresca, e também por 100 g de fruto.

3.2.4.16. Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram determinados segundo HIGBY (1962).

3.2.4.17. Compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos baseou-se na sua solubilização em metanol absoluto, metanol 50% e água, segundo GOLDSTEIN & SWAIN (1963). Foram pesadas 3 porções de 1 g de amostra triturada que receberam 50 ml dos seguintes líquidos extratores: metanol absoluto, metanol 50% (v/v) e água destilada. Foram submetidos ao aquecimento em chapa elétrica por 15 minutos (exceto a extração com água). Após filtração em papel de filtro e lavagens com 2 porções de 25 ml do líquido extrator quente (à temperatura ambiente no caso da água), os volumes foram evaporados em chapa elétrica até cerca de 5 a 10 ml e completados com água destilada até o volume de 100 ml.

Para o doseamento empregou-se o método de Folin-Denis descrito por SHCANDERL (1970). Fenólicos totais foram obtidos pela soma das três frações.

3.2.4.18. Antocianinas

Antocianinas totais foram determinadas de acordo com a descrição de PAULL et alii (1984). O índice de degradação foi obtido segundo FULEKI & FRANCIS (1968).

3.2.4.19. Coloração do fruto

A coloração externa da casca foi avaliada no fruto intacto, utilizando-se a tabela de "Munsell color charts for plant tissues" (1952). As avaliações foram feitas nos estádios de maturação 1 e 2 cujos frutos apresentavam 100% da superfície verde, nos estádios 5 e 6 de coloração vermelha e vermelho-púrpura, respectivamente. Nos estádios 3 e 4 foi impossível padronizar a amostragem representativa por apresentarem coloração intermediária, variando a proporção das manchas e a intensidade de coloração das mesmas.

3.2.4.20. Respiração

Para as determinações de CO_2 foram separados aleatoriamente 5 frutos, acondicionados em sacos de papel Kraft e armazenados em geladeira até o dia seguinte. Foram feitas cinco leituras, após os frutos atingirem a temperatura ambiente (25°C). Nessas condições os frutos permaneceram estocados por 10 dias, e a cada 3 dias foi feita nova medida de CO_2 .

O doseamento de CO_2 foi feito em Infra red gas analyser ADC mod. M III série 225, equipado com sistema de comando manipulador WA 161, utilizando-se curva de calibração segundo metodologia de JOHNSON & CALDAS (1984) e cálculos de acordo com LONG & HALLGREN (1985).

3.2.4.21. Índice teórico de maturidade

Calculado segundo CARVALHO (1979) pela fórmula:

$$ITM = \left(\frac{Pf}{PER} \right) \times \left(\frac{SS}{AT} \right)$$

onde, Pf = peso do fruto
 PER= peso específico real
 SS = sólidos solúveis
 AT = acidez titulável (% ácido cítrico hidratado)

3.2.4.22. Índice Tecnológico

Calculado segundo descrição de CHITARRA & CHITARRA (1990) pela fórmula:

$$IT = \frac{\text{°Brix} \times \text{Rendimento em polpa}}{100}$$

3.2.4.23. Energia

A energia fornecida por 100 g de polpa integral foi estimada adotando-se os valores médios dos estádios 5 e 6 (considerados como comestíveis), através da fórmula descrita por WILLS et alii (1984):

$$KJ = (g \text{ proteína} \times 17) + (g \text{ gordura} \times 37) + (g \text{ monossacarídeos} \times 16) + (g \text{ sacarose} \times 16,8) + (g \text{ amido} \times 17,6) + (g \text{ ácidos} \times 10).$$

Foi adotado o fator 1 Kcal= 4,184 KJ para a conversão de Kilojoules em Kcal (OSBORNE & VOOGT, 1978).

3.2.5. Análise estatística

Para a comparação dos resultados dos parâmetros avaliados nos seis estádios de maturação, foi feita a análise de variância para um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (estádios de maturação) e 30 repetições para as avaliações físicas, três para as determinações físico-químicas e químicas e cinco para a avaliação fisiológica. Foi aplicado o teste F a nível de 1% de significância. Os resultados foram submetidos à análise de regressão polinomial até 5º grau e a escolha do modelo foi baseada na significância e magnitude do r^2 (PIMENTEL GOMES, 1984).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1. Mudanças durante a maturação e amadurecimento

4.1.1. Parâmetros físicos

As mudanças físicas durante a maturação do camu-camu são mostradas nas Tabelas 1 e 2 e Figuras 1 e 2.

O desenvolvimento do camu-camu caracteriza-se por um lento crescimento inicial até cerca de 71 dias após a antese. A maior velocidade no ganho de peso do fruto foi observada no período entre 71 e 85 dias, correspondendo à taxa de 248 mg/dia. O fruto continuou a ganhar peso até aos 113 dias; porém, em taxas mais reduzidas. Pelos dados obtidos, verifica-se que o camu-camu apresentou uma curva de crescimento do tipo sigmóide simples, característica de fruto tipo baga.

O peso da casca atingiu seu valor máximo aos 95 dias após a antese, decrescendo nos estádios subseqüentes. A maior taxa de decréscimo no peso da casca ocorreu no último estágio de maturação.

O peso do endocarpo acompanhou o padrão de desenvolvimento apresentado pelo fruto inteiro. As sementes tiveram rápido crescimento entre os estádios 2 e 3, estabilizando-se nos estádios

TABELA 1. Efeito do estágio de maturação no peso do fruto e partes tissulares e peso específico real do camu-camu.

DIAS APÓS A ANTESE	PESO (g)					PESO ESPECÍFICO REAL
	FRUTO INTEIRO	CASCA (epicarpo + mesocarpo)	ENDOCARPO	PERICARPO	SEMENTE	
56	2,85 a	0,92 a	1,35 a	2,27 a	0,58 a	0,992 a
71	3,81 a	0,91 a	2,20 a	3,11 a	0,70 a	1,034 ab
85	7,29 b	1,31 b	4,47 b	5,78 b	1,51 b	1,020 ab
95	8,17 b	1,40 b	5,27 bc	6,67 bc	1,50 b	1,044 b
104	8,14 b	1,34 b	5,54 c	6,88 bc	1,26 b	1,030 ab
113	8,43 b	1,02 a	5,99 c	7,01 c	1,42 b	1,014 ab
CV%	31,36	24,40	34,82	30,68	48,07	6,28

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

subseqüentes. Quantitativamente, o endocarpo constitui a principal porção do fruto. Acrescido da casca (epicarpo + mesocarpo) que também é comestível, proporciona alto rendimento em polpa (pericarpo).

As mudanças no peso do camu-camu assemelham-se às observadas em outros frutos como Kiwi (OKUSE & RYUGO, 1981; REID et alii, 1982), pecan (WOOD & Mc MEANS, 1982), lichia (PAULL et alii, 1984) e goiaba (YUSOF & MOHAMED, 1987), que apresentaram inicialmente crescimento lento, seguido de ganho de peso acelerado e subseqüente estabilidade.

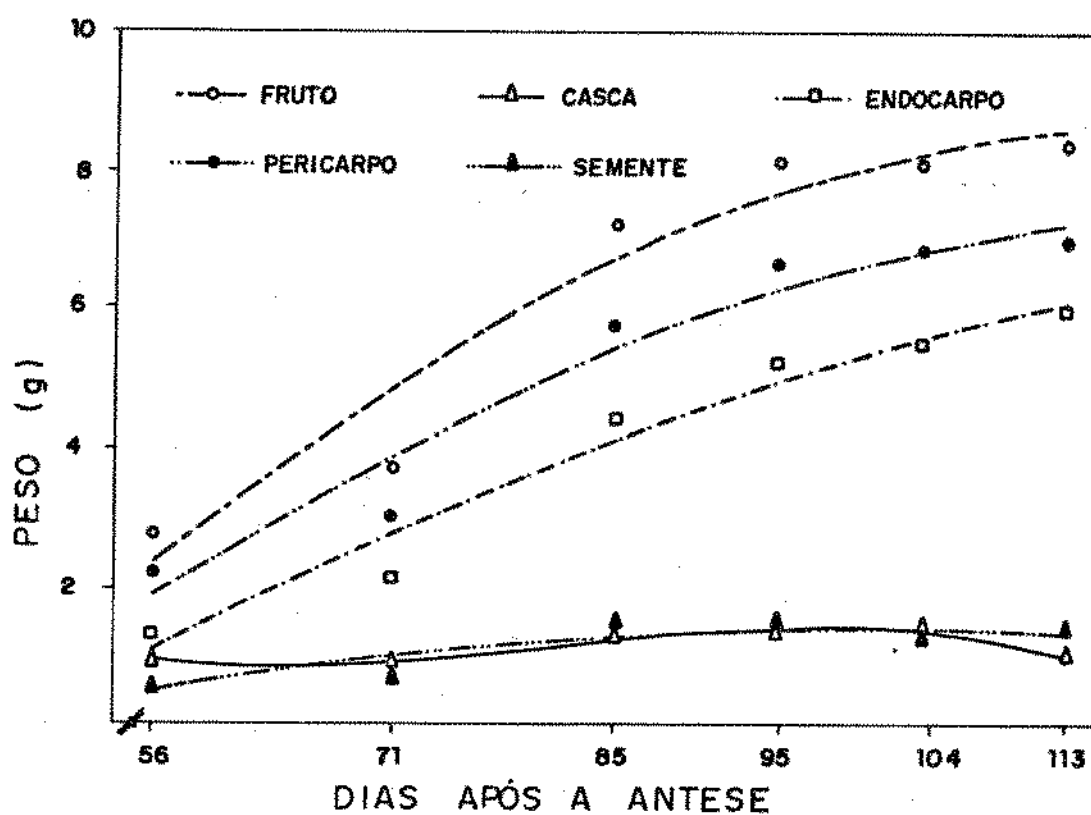


Figura 1. Curvas de regressão para o peso do fruto e partes tissulares do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned}
 \circ & \quad \hat{y} = -8,399 + 0,194x - 0,141x^2 & (r^2 = 0,53) \\
 \Delta & \quad \hat{y} = 1,429 - 0,0123x + 0,159x^2 - 0,0221x^3 & (r^2 = 0,32) \\
 \square & \quad \hat{y} = -6,003 + 0,127x - 0,0663x^2 & (r^2 = 0,59) \\
 \bullet & \quad \hat{y} = -6,643 + 0,154x - 0,101x^2 & (r^2 = 0,56)
 \end{aligned}$$

O peso médio do camu-camu nos estádios 5 e 6, considerados como maduros, foi de 8,14 a 8,43 g. Estes dados assemelham-se aos encontrados por CALZADA BENZA (1980), que obteve pesos de 6,30 a 8,8 g em camu-camu proveniente do Peru.

Considerada como um parâmetro estimativo do grau de maturidade, a gravidade específica, ou peso específico real, ou densidade, não mostrou diferença significativa entre as médias, que justifique sua adoção como parâmetro para avaliar o grau de maturidade do camu-camu. A equação de regressão também apresentou baixo valor de r^2 .

ESTEVES et alii (1984 a), também não encontraram variações significativas na densidade de variedades de goiaba durante o período de maturação e amadurecimento.

A alta proporção do pericarpo (porção comestível) em relação às sementes (resíduo) reflete diretamente no rendimento em polpa. Por sua vez, este alto rendimento em polpa reflete no valor nutricional e tecnológico, e, conseqüentemente, no valor econômico do fruto.

O camu-camu maduro apresentou alto rendimento em polpa, entre 83,16 a 84,52% (Tabela 2). No entanto, a percentagem de pericarpo exclui apenas as sementes, sendo necessário considerar o epicarpo (não quantificado) que se constitui em resíduo na etapa de prensagem da polpa durante o processamento de sucos e geléias. Porém, seu valor é desprezível na elaboração de doce em massa.

Outro fator em consideração é que os dados foram obtidos por diferença de peso e a nível de laboratório. Na passagem para

TABELA 2. Efeito do estágio de maturação nas percentagens de pericarpo, sementes e umidade do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	PERICARPO	SEMENTES	UMIDADE
	%		
56	79,75 a	20,35 b	89,37 a
71	81,63 a	18,37 b	91,59 c
85	79,29 a	20,71 b	92,23 c
95	81,64 ab	18,36 ab	91,96 c
104	84,52 b	15,48 a	91,81 c
113	83,16 ab	16,84 ab	90,59 b
CV%	7,16	32,51	0,40

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

escala industrial, seus valores poderão situar aquém do obtido.

O elevado teor de umidade ressalta a succulência do fruto, indicando sua adequação tecnológica para obtenção de sucos, néctares e geléias. Porém, alta umidade do fruto implica em baixo conteúdo de matéria seca, e, conseqüentemente, maior diluição dos nutrientes por peso de fruto integral.

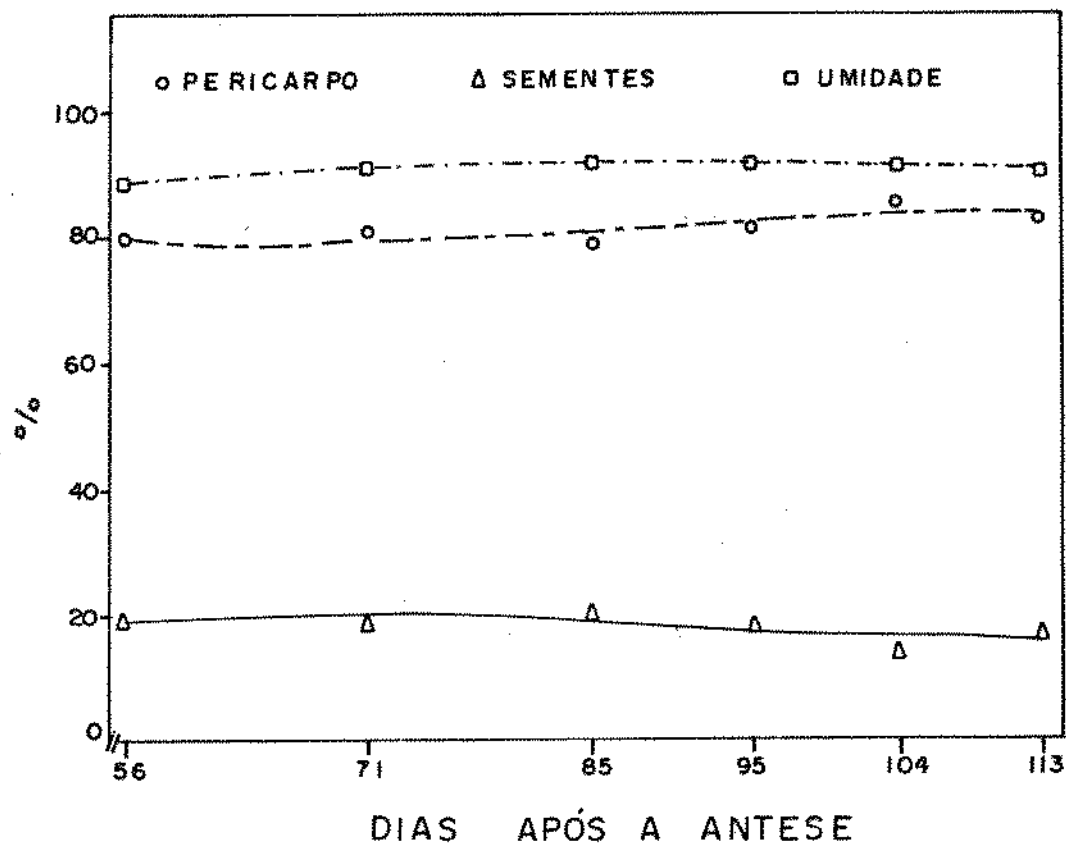


Figura 2. Curvas de regressão para as percentagens de pericarpo, sementes e unidade do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned}
 \circ \quad \hat{y} &= 105,286 - 0,469x + 2,392x^2 - 0,254x^3 & (r^2 &= 0,89) \\
 \triangle \quad \hat{y} &= -5,284 + 0,469x - 2,392x^2 + 0,254x^3 & (r^2 &= 0,89) \\
 \square \quad \hat{y} &= 79,251 + 0,189x - 0,394x^2 + 0,0193x^3 & (r^2 &= 0,88)
 \end{aligned}$$

4.1.2. pH, acidez e sólidos solúveis

Os dados relacionados com pH, acidez e sólidos solúveis do camu-camu são apresentados na Tabela 3 e Figura 3.

Durante a maturação do camu-camu, o pH mostrou pequena variação, de 2,95 no estágio 1 a 3,10 no estágio 6. Por suas características biológicas os frutos normalmente mantêm uma relativa estabilidade no pH, independente das reações metabólicas associadas com a maturação e amadurecimento.

Os frutos têm uma ação tamponante que resulta em pequena variação do pH independente das mudanças na acidez. Nas plantas, os ácidos orgânicos, como o cítrico, málico e isocítrico, acumulados nos vacúolos, têm função na manutenção do pH da célula. A acidez total determinada por titulação com base padrão representa a fração dos ácidos orgânicos livres. O cítrico e málico e suas respectivas formas, combinadas como sais, formam o principal sistema tamponante nos frutos cítricos (BIALE, 1960; CONN & STUMPH, 1987).

O baixo pH apresentado pelo camu-camu é uma característica desejável na delimitação do tempo e do tipo de tratamento térmico durante o processamento industrial. Valores baixos de pH fogem da faixa comum de atuação de microorganismos patogênicos e, também, da de maior atividade da polifenoloxidase responsável pelo escurecimento enzimático em frutos (HALIM & MONTGOMERY, 1978; JACKIX, 1982).

TABELA 3. Efeito do estágio de maturação no pH, acidez, °Brix e relação Brix/acidez do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	pH	ACIDEZ TITULAVEL g ác. cítrico hidratado/ 100 g de polpa integral	°BRIX	BRIX/ ACIDEZ
56	2,95 a	2,46 ab	5,15 a	2,09 a
71	3,00 b	2,26 a	5,57 b	2,46 a
85	2,95 a	2,46 ab	6,00 c	2,44 a
95	3,05 c	3,14 b	6,50 d	2,07 a
104	3,00 b	2,83 ab	7,00 e	2,47 a
113	3,10 d	2,86 ab	8,50 f	2,97 a
CV%	2,41	12,56	0,36	19,32

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

A acidez titulável, expressa em percentagem de ácido cítrico hidratado, de forma geral tendeu a aumentar com a maturação; porém, com decréscimo não significativo entre o estágio 1 e 2. Aos 95 dias após a antese o camu-camu apresentou o teor máximo de acidez. A tendência de declínio nos estádios subseqüentes é indicativo de amadurecimento do fruto.

A acidez titulável do camu-camu apresentou comportamento similar ao do Kiwi (REID et alii, 1982) e do abacaxi (GORTNER et alii, 1967); estes frutos mostraram acúmulo lento durante o estágio de pré-maturação, elevada síntese no estágio de maturação e metade do período de amadurecimento, porém, tendendo a diminuir durante o final do amadurecimento e na senescência.

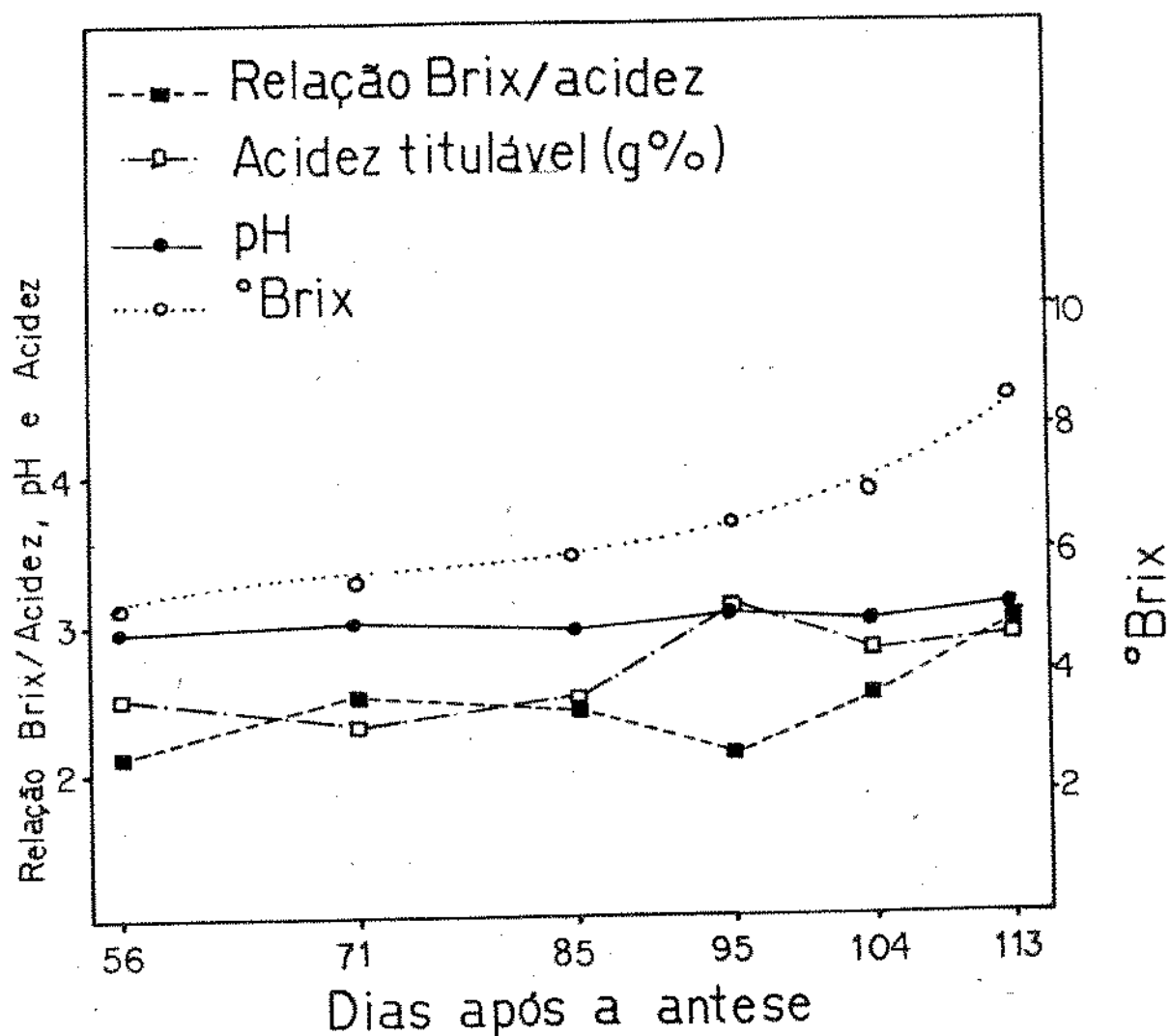


Figura 3. Acidez, pH, relação Brix/acidez e curva de regressão para os sólidos solúveis do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\circ \quad y = 1,883 + 0,0614x - 0,230x^2 + 0,0368x^3 \quad (r^2 = 0,99)$$

O conteúdo de acidez, expresso em percentagem de ácido cítrico hidratado/100 g de polpa integral, classifica o camu-camu como fruto de sabor ácido equiparando-se ao arando (2,4%) (FRANCIS, 1985), peras verdes (2,6 a 5,4%) (QUAMME & GRAY, 1985), pomelo (2,2%) e inferior ao limão (5,0%) (BIALE, 1960). O baixo valor da relação Brix/acidez confirma o sabor ácido do fruto.

A alta acidez do camu-camu limita o consumo na forma "in natura"; porém, é uma característica desejável no processamento de sucos. Seu sabor acentuado e residual promove um fator de diluição elevado e, conseqüentemente, maior rendimento.

O teor de sólidos solúveis totais aumentou de forma padronizada. Seu valor mínimo de 5,15 °Brix no estágio 1 atingiu o máximo de 8,5 °Brix no estágio 6, correspondendo a 1,65 vezes o valor inicial.

O acréscimo nos sólidos solúveis em decorrência do avanço da maturação e amadurecimento é um comportamento mostrado pela maioria dos trabalhos relacionados a mudanças composicionais versus maturação. Porém, a magnitude do acúmulo dessas substâncias varia com a espécie e cultivares.

Variações na taxa de acúmulo foram observadas em acerola (PÉREZ LOPEZ, 1963), pera (CARVALHO et alii, 1980), laranja Sangue de Boi (CHITARRA et alii, 1980 b) maçã (CHITARRA et alii, 1980 a), Kiwi (REID et alii, 1982), romã (BEN-ARIE et alii, 1984), goiaba (ESTEVES et alii, 1984 a), lichia (PAULL et alii, 1984), abacaxi (KERMASHA et alii, 1987) e durante o amadurecimento pós-colheita de banana (WILLS et alii, 1984).

Além do estágio de maturação, o conteúdo de sólidos solúveis e influenciado por fatores, como suprimento de nutrientes para a planta, regime de irrigação, temperatura, pulverizações químicas, posição do fruto na planta, variedades, etc. (SITES & REITZ, 1949; BIALE, 1960; MORRIS, 1985; SISTRUNK, 1985; CARROL, 1985; SISTRUNK & MORRIS, 1985).

A composição do fruto tem também influência no comportamento dos sólidos solúveis durante a maturação. HOPKIRK et alii (1989), estudando o efeito da temperatura durante o período pré-colheita na composição do Kiwi, verificaram que a elevação da temperatura apresentou um efeito negativo no acúmulo de sólidos solúveis, em decorrência de ser o amido o carboidrato de estocagem durante a maturação. O contrário ocorreu com uvas, as quais acumulam açúcares solúveis (MORRIS, 1985).

A taxa de insolação a que o fruto é submetido, quando ainda ligado à planta, também tem efeito sobre o conteúdo de sólidos solúveis. CARVALHO et alii (1984), verificaram que os sólidos solúveis em tomates amadurecidos na planta foram superiores em relação aos amadurecidos após a colheita, apesar dos teores iniciais serem iguais. DRAKE & FELLMAN (1987), verificaram também que o teor de sólidos solúveis em cereja doce foi dependente da posição do fruto na planta (insolação), sendo que os do interior da copa apresentaram teores mais baixos.

O efeito do estágio de maturação sobre o teor de sólidos solúveis do camu-camu foi altamente significativo, com baixo coeficiente de variação e elevado coeficiente de correlação.

Apresentou também uma significativa definição dos seis estádios de maturação. Este comportamento propicia a adoção do conteúdo de sólidos solúveis como um parâmetro estimativo do grau de maturidade do camu-camu.

No camu-camu a acidez titulável expressa em ácido cítrico, atingiu 33,65% dos sólidos solúveis totais. BIALE (1960), reporta que no limão o ácido cítrico perfaz mais de 60% dos constituintes solúveis totais.

A contribuição da soma dos açúcares redutores totais com a acidez titulável no conteúdo de sólidos solúveis (Tabela 3 e 5), variou de 60,61% no estágio 2 a 88,73% no estágio 6, com média de 75,98%. A diferença média de 24,02% corresponde a outros compostos solúveis. BIALE (1960), afirma que em suco de frutos cítricos, cerca de 2,5% dos sólidos solúveis são vitaminas (ácido ascórbico e outras vitaminas). Acrescenta que carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos, vitaminas e íons inorgânicos atingem valores acima de 95% do total dos sólidos solúveis e compreendem mais de 60 constituintes. O restante inclui a grande diversidade de lipídios, carotenóides e voláteis.

A baixa relação Brix/acidez, de 2,09 a 2,97 influi significativamente no grau de doçura do camu-camu limitando o consumo na forma "in natura". Durante a maturação de pêssegos, TEIXEIRA et alii (1983 a) encontraram teores de sólidos solúveis inferiores aos do camu-camu, ou seja, de 4,17 a 7,60 °Brix. No entanto, a acidez expressa em % de ácido cítrico, foi significativamente inferior proporcionando uma relação Brix/acidez

com valores entre 11,80 a 46,43, e, conseqüentemente, um grau de doçura muito superior.

Considerado como um índice indicativo do estágio de maturação e do grau de doçura do fruto (SITES & REITZ, 1950 a), a relação Brix/acidez não mostrou variação significativa, o que conseqüentemente exclui sua adoção como um parâmetro na avaliação do grau de maturidade do camu-camu. O acréscimo no conteúdo de açúcares, particularmente de sólidos solúveis, foi acompanhado pela acidez, ocasionando conseqüentemente, variação não significativa na relação Brix/acidez. Porém, há uma nítida diferença nas características sensoriais durante a maturação do fruto.

4.1.3. Vitamina C total.

A Tabela 4 e Figura 4 apresentam o comportamento da vitamina C durante a maturação do camu-camu.

Verifica-se que o período inicial, correspondente a 56 a 71 dias após a antese, é caracterizado pelo decréscimo; porém, de forma geral, o camu-camu apresentou acúmulo significativo de vitamina C, tanto em relação a 100g de polpa (pericarpo) ou em 100 g de fruto integral.

Os dados obtidos mostram acúmulo de ácido ascórbico e também aumento na velocidade de síntese durante a maturação e amadurecimento do camu-camu. As maiores atividades de síntese ocorreram após o estágio 3 até o final do período experimental, correspondendo em média a 40,54 mg/dia. Esse período caracteriza-se como final de maturação e de amadurecimento.

TABELA 4. Efeito do estágio de maturação nos teores de vitamina C total do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	VITAMINA C TOTAL	
	mg/100g DE PERICARPO FRESCO	mg/100g DE FRUTO FRESCO
56	2489,33 b	2004,66 b
71	1991,23 a	1613,30 a
85	2331,00 b	1850,58 b
95	2747,45 c	2255,11 c
104	2768,17 c	2376,20 c
113	3133,06 d	2605,76 d
CV%	3,11	3,14

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

Além da espécie, uma série de fatores influem na biossíntese do ácido ascórbico em frutos. A discordância de dados e a avaliação de diferentes fatores que atuam na síntese de ácido ascórbico em frutos são encontrados na literatura.

Em acerola, cujo teor de vitamina C mais se aproxima ao do camu-camu, PÉREZ LOPEZ (1963) encontrou valores de ácido ascórbico de 1,72, 1,57, 1,58, 1,41 e 1,46 g% nas datas de colheita de 3, 7, 10, 14 e 17 de maio, respectivamente. Apesar do período ser apenas 14 dias de observação, o autor concluiu que o progresso do estágio de maturação do fruto reduz proporcionalmente o conteúdo de vitamina C. Decréscimo significativo de ácido ascórbico durante a maturação de acerola, também foi observado por ASENJO & MOSCOSO

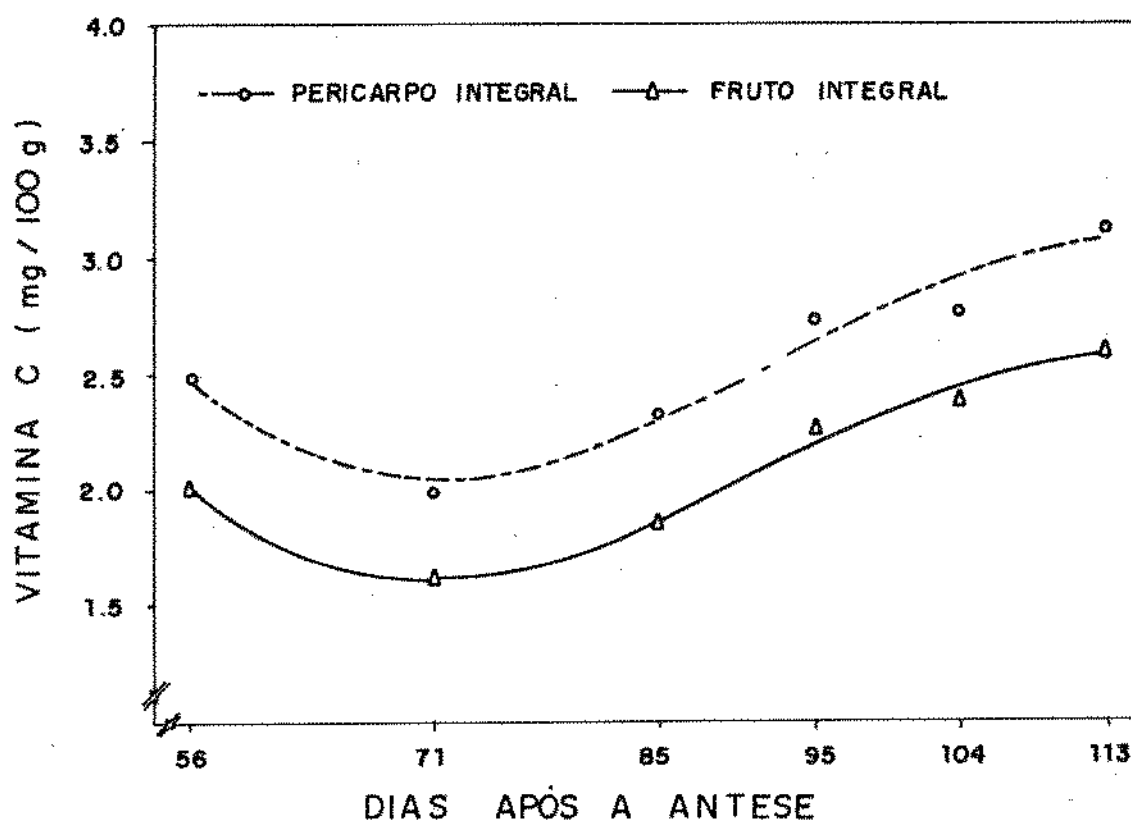


Figura 4. Curvas de regressão para os teores de vitamina C total do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\circ \quad y = 3393,21 - 1349,87x + 432,02x^2 - 35,997x^3 \quad (r^2 = 0,86)$$

$$\Delta \quad y = 16807,8 - 542,01x + 6,209x^2 - 0,0223x^3 \quad (r^2 = 0,96)$$

(1950), DEL CAMPILLO & ASENJO (1957) e NAKASONE et alii (1966).

ESTEVEES et alii (1984 c), verificaram que os teores de vitamina C total variaram durante a maturação de cultivares de goiaba, havendo tendência de aumento até a maturidade dos frutos (cerca de 114 dias após a florada) e ligeiros decréscimos nos períodos subseqüentes, correspondentes ao início da senescência.

Porém, YUSOF & MOHAMED (1987) trabalhando também com goiaba, observaram um acúmulo lento entre 4 e 12 semanas após o florescimento, e um aumento linear atingindo valores cerca de 7 vezes maior, entre as 12 e 14 semanas, e aumentando de forma lenta entre as 14 e 16 semanas, mas, sem decréscimos nos períodos finais

BRUNE et alii (1966 b), observaram comportamento irregular em relação ao estágio de maturação (classificados como verde, de vez e maduro) em 16 espécies da família Mirtaceae, não permitindo detectar uma tendência generalizável quanto ao teor máximo, em relação à maturação, confirmando apenas a importância dessa família como fonte de vitamina C.

4.1.4. Carboidratos

A Tabela 5 e Figura 5 mostram o comportamento dos carboidratos durante a maturação do camu-camu.

De forma geral, os açúcares aumentaram durante a maturação e amadurecimento do camu-camu. Os redutores expressos em glicose e frutose foram os mais significativos, e apresentaram taxas de acúmulo variáveis.

Entre os estádios 1 e 2, verifica-se decréscimo não significativo nos teores de glicose e redutores totais. O comportamento dos açúcares indica um período de baixas taxas de síntese, que correspondem à metade do período experimental. Maior acúmulo foi detectado no período final entre 104 a 113 dias após a antese. Neste, a taxa de acumulação expressa em mg/100 g de polpa integral/dia foi cerca de 150,19 e 34,82 para glicose e frutose, respectivamente, correspondendo a 185,01 mg/dia para redutores totais. As maiores velocidades de síntese e/ou quebra de compostos indicam período de grandes atividades metabólicas, como, por exemplo, o período final correspondente ao amadurecimento.

Na quantificação dos açúcares observa-se que a glicose caracteriza-se como a maior fração em relação aos redutores totais, com valores mínimos e máximos de 64,49% e 76,38% nos estádios 2 e 6, respectivamente, com valor médio de 71,64%. A frutose somou apenas cerca de 28,36%, com máximo de 35,51% no estádio 2 e mínimo de 23,62% no estádio 6. A relação glicose/frutose permaneceu entre 1,82 a 3,23, com média de 2,61. A taxa de síntese de frutose mostrou-se significativamente inferior

TABELA 5. Efeito do estágio de maturação no conteúdo de carboidratos do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	REDUTORES	GLICOSE	FRUTOSE	NAO REDUTORES	AMIDO
	TOTAIS	mg/ 100 g de polpa integral			
56	1202,31 a	884,85 a	317,46 a	13,93	175,97 a
71	1116,36 a	719,98 a	396,38 a	nd	179,21 a
85	1524,91 ab	1143,96 ab	380,95 a	nd	425,96 b
95	2415,09 bc	1608,84 ab	806,25 b	37,53	867,33 c
104	3017,04 c	2224,54 b	792,50 b	0,28	279,06 a
113	4682,12 d	3576,24 c	1105,88 c	1,58	186,53 a
CV%	17,02	16,35	18,66	nc	12,48

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

- nd= não detectado

- nc= não calculado

à da glicose.

Esse comportamento é normal, uma vez que a relação glicose/frutose varia com o tipo de fruto e com o estágio de maturação. Em mamão (CHAN JR, 1979) e Kiwi (OKUSE & RYUGO, 1981; REID et alii, 1982), foi observada uma maior proporção de glicose em relação à frutose. O contrário foi observado em pecan (WOOD & Mc MEANS, 1982), banana (WILLS et alii, 1984) e morango (FORNEY & BREEN, 1986). Em uvas SOULIS & AVGERINOS (1984), verificaram que a relação glicose/frutose foi de 1,95 no início do período de crescimento e 1,55 no estágio super maduro,

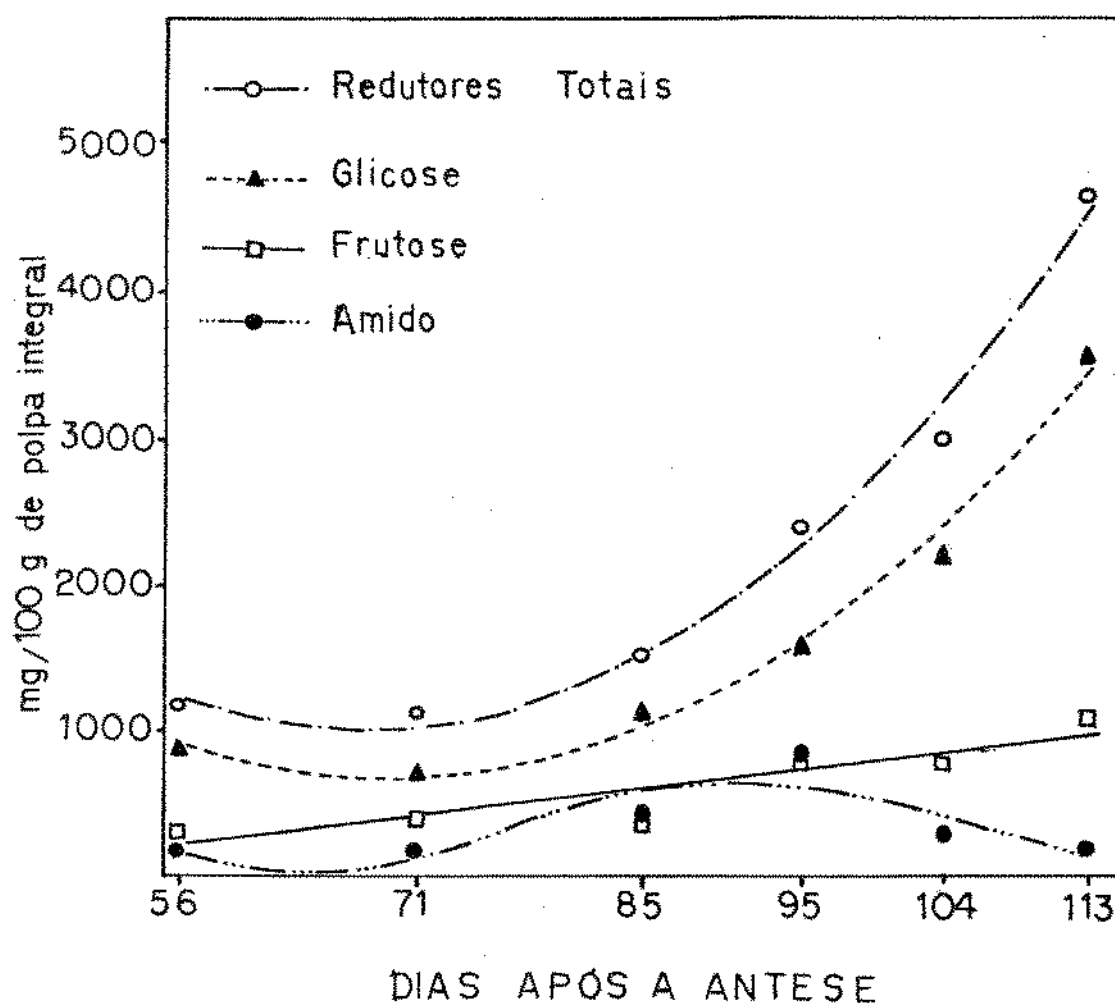


Figura 5. Curvas de regressão para os teores de carboidratos do camu-camu em vários estádios de maturação.

Δ $\hat{y} = 8810,01 - 230,696x + 1,707x^2$	$(r^2 = 0,93)$
$\square$ $\hat{y} = 2322,27 - 28,169x + 120,69x^2$	$(r^2 = 0,87)$
$\bullet$ $\hat{y} = 17,667 + 158,735x$	$(r^2 = 0,80)$
$\blacktriangle$ $\hat{y} = 55758,4 - 2699,82x + 47,436x^2 - 0,357x^3 - 0,000976x^4$	$(r^2 = 0,68)$

evidenciando uma síntese maior de frutose no final do amadurecimento.

Pequena assimilação de glicose, frutose e sacarose foi também observada durante o desenvolvimento do Kiwi-cerca de 10 a 20 semanas após a antese, seguida de alta taxa de síntese entre 20 e 35 semanas, correspondendo até 4 vezes o valor inicial; porém, com decréscimos entre 35 e 40 semanas. Até 20 semanas, (que correspondeu a metade do período de desenvolvimento), as quantidades foram baixas e praticamente iguais, e no período seguinte diferiram, tornando o teor de glicose 2 e 3 vezes maior que o de frutose e sacarose, respectivamente, (REID et alii, 1982). Segundo DINAR & STEVENS (1981), a conversão do amido e sua quebra, formação de componentes da parede celular, ácidos orgânicos e respiração determinam os níveis líquidos de glicose e frutose no fruto maduro.

Considerando os estádios 5 e 6 como adequados ao consumo, os teores de açúcares do camu-camu situaram-se entre 2224,54 a 3576,24 e 792,50 a 1105,88 mg/100 g de polpa integral para glicose e frutose, respectivamente equivalendo a 3017,04 a 4682,12 mg de redutores totais. ALVARADO VERTIZ (1969) e GUTIERREZ RUIZ (1969) reportam, respectivamente, os valores de 4,0 e 4,7 g% para carboidratos na polpa de camu-camu proveniente do Peru, mas sem especificar a metodologia, a classe de carboidrato e o estágio de maturação.

A sacarose quantificada após a hidrólise ácida apresentou valores mínimos. Nos estádios 2 e 3 não foram detectadas

quantidades mensuráveis pelo método de Somogy-Nelson. No geral, os frutos ricos em vitamina C apresentam quantidades mínimas de sacarose, em decorrência do desvio de seu precursor para a síntese de ácido ascórbico.

Tal fato também foi comprovado por ESTEVES (1981), que encontrou teores de 5,0 a 6,7% de açúcares totais e 0,06 a 1,38% de sacarose durante a maturação de goiabas. Em jaboticaba *Myrciaria jaboticaba*, Berg. um fruto também pertencente a família Myrtaceae, TREVISAN et alii (1972) detectaram as presenças de glicose e frutose, porém, pequena quantidade de sacarose. Ausência de sacarose foi observada em cereja (WILLS et alii, 1983) e em ameixas (FILGUEIRAS, 1986).

SANTINI Jr (1953) utilizando o método de Lane-Eynon, obteve valores (após a correção do ácido ascórbico pelo fator 0,686) de açúcares redutores entre 3,0 a 3,7 g % no suco de acerola. Não detectaram quantidades mensuráveis de sacarose. Porém, SANTINI Jr & HUYKE (1956), utilizando o procedimento qualitativo da cromatografia em papel, detectaram as presenças de glicose, frutose e sacarose em suco de acerola. Utilizando glicose com C^{14} , MARETZKI et alii (1966), verificaram que em acerola o comportamento de substâncias como, aminoácidos, ácido málico e sacarose se ajustam aos padrões observados em outras plantas. Que estas substâncias competem com o ácido ascórbico pelo mesmo precursor marcado.

Na metodologia utilizada neste trabalho para a determinação dos açúcares (somogy-Nelson) destacam-se como substâncias

interferentes: ácido glicurônico e ácido ascórbico com propriedades redutoras (SANTINI Jr, 1953 ; ZANCAN & AMARAL, 1967; SOUTHGATE, 1976). Proteínas, que além da ação dos grupos redutores, precipitam os reativos cupro alcalinos (ZANCAN & AMARAL, 1967; SOUTHGATE, 1976). Os L-aminoácidos cisteína, cistina, serina, triptofano e tirosina, que também reagem acrescentando os valores de absorbância. Ions cloreto, ácido cítrico e ions manganês, que inibem a formação do complexo de coloração azul (UPADHYAYA & KONESKY, 1990).

Para eliminação do ácido ascórbico, quantitativamente o principal interferente, foram testadas as seguintes metodologias: obtenção do fator de correção para o ácido ascórbico, segundo SANTINI Jr (1953 a). Aquecimento durante o processo de extração com solventes como água e álcool 80%; e utilização de líquido extrator alcalino (SOUTHGATE, 1976). O melhor resultado foi obtido por extração com NaOH 0,5 N, (CHITARRA & CHITARRA, 1979; ZANCAN & AMARAL, 1967), e, portanto, adotado para a quantificação dos açúcares.

Em frutos os açúcares são quantitativamente os principais componentes dos sólidos solúveis totais. A taxa de contribuição dos açúcares redutores totais no conteúdo total de sólidos solúveis aumentou acompanhando o grau de maturação do fruto, correspondendo a 23,34% no estágio 1 e 55,08% no estágio 6, constituindo-se na maior fração durante o amadurecimento ou seja, o período final. Porém, o valor médio entre os seis estádios foi cerca de 34,02%.

Durante a maturação e amadurecimento do camu-camu, o amido apresentou um comportamento diferenciado dos açúcares, caracterizado por etapas de síntese e degradação.

O teor de amido apresentou uma etapa de síntese, de 56 a 95 dias após a antese (estádio 1 ao 4), quando então atingiu o seu valor máximo, correspondendo ao período máximo de desenvolvimento e maturação do fruto. Os estádios subseqüentes classificados de amadurecimento caracterizaram-se como fase de hidrólise, cujos teores residuais decresceram e não diferiram estatisticamente dos estádios iniciais. Porém, do ponto de vista da fisiologia do fruto, os estádios iniciais caracterizam a etapa de síntese e os finais mostram o remanescente da hidrólise.

No período compreendido entre os estádios 1 e 4 (39 dias de observação), o camu-camu acumulou um teor médio de amido de 691,36 mg/100g de polpa fresca, equivalente a taxa de 17,73 mg/dia. Nos 18 dias subseqüentes (estádio 4 a 6), houve um decréscimo de 681,27 mg/100g de polpa fresca, correspondendo à taxa de hidrólise de 37,85 mg/dia (Figura 5). As reações metabólicas relacionadas ao amido mostraram que a velocidade de hidrólise foi 2,13 vezes superior à de síntese. No entanto, os produtos da hidrólise do amido não foram a principal causa do aumento nos teores de glicose.

Os dados obtidos com o camu-camu concordam com KRISHNAMURTHY & SUBRAMANIAM (1973), quando reportam que as mudanças ocorridas na fase pré-colheita de manga mostraram um acúmulo de amido até o estágio de 16 semanas após a formação do fruto, caracterizando o

período de desenvolvimento e maturação. Que a subsequente degradação correspondeu à fase de amadurecimento.

Também assemelham-se ao comportamento apresentado por tomates. Segundo DINAR & STEVENS (1981), os níveis de amido em tomates aumentaram nos primeiros estádios de desenvolvimento do fruto, atingindo o máximo cerca de 40 dias após a antese, seguido de um decréscimo associado com o aumento na atividade de alfa amilase e síntese de açúcares redutores. Verificaram que a alta taxa de síntese de amido nos primeiros estádios de desenvolvimento do fruto contribuiu para o aumento nos níveis de hexose do fruto maduro, e que o metabolismo do carbono funcionou como controle da taxa de acumulação do amido e pôde, em parte, regular a importação de carbono pelo fruto.

No entanto, o comportamento do amido durante a maturação e amadurecimento de frutos é variável, não permitindo observar uma tendência generalizável.

Estudando o comportamento de seis variedades de goiaba durante o período de maturação e amadurecimento, ESTEVES (1981) verificou constante decréscimo no teor de amido, de 1 a 5% nos estádios iniciais para níveis de 0,55 a 0,73% nos frutos maduros e ao mesmo tempo um aumento no conteúdo de glicídeos. Concluiu que a hidrólise do amido foi um dos fatores responsáveis pelo acréscimo acentuado nos teores glicose.

O efeito do estágio de maturação nos carboidratos estruturais do camu-camu tais como os sólidos insolúveis em álcool e as pectinas em suas diferentes formas caracterizadas pelo grau de

solubilidade é mostrado na Tabela 6 e Figura 6.

Os sólidos insolúveis em álcool decresceram durante a maturação do camu-camu, porém, com flutuações intermediárias. Este comportamento sugere a participação de frações como, pectinas e outros componentes insolúveis.

ESTEVES et alii (1984 b), verificaram que durante a maturação de cultivares de goiaba, a redução no teor de sólidos insolúveis em álcool até aproximadamente 109 dias após a florada, foi devido ao decréscimo das frações celulose e hemicelulose, e, a partir daí, a queda embora mais lenta, correspondeu ao declínio no teor de pectina total.

O comportamento dos sólidos insolúveis em álcool do camu-camu foi semelhante ao observado por PROCTOR & PENG (1989), quando verificaram que durante o desenvolvimento e maturação de "blueberry" (mirtilo-azul), houve declínio e flutuações intermediárias. Os autores encontraram também correlação entre o decréscimo dos sólidos insolúveis em álcool e o amaciamento do fruto e sugeriram ser decorrente do aumento no conteúdo de água e tamanho do fruto.

O comportamento da pectina total mostra que os primeiros 29 dias do período experimental (estádio 1 a 3) caracterizam-se como fase de síntese. Os estádios subseqüentes evidenciam as reações de despolimerização e conseqüente solubilização, com velocidades superiores às reações iniciais de síntese. Os estádios 5 e 6 caracterizados como de amadurecimento distinguem-se significativamente dos demais.

TABELA 6. Efeito do estágio de maturação no conteúdo de pectinas e sólidos insolúveis em álcool do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	SOLIDOS INSOLUVEIS EM ALCOL g% P.I.	PECTINA TOTAL	PECTINA SOLUVEL	PROTOPECTINA
		mg/100 g de polpa integral		
56	2,53 bc	280,16 b	177,07 a	103,09 cd
71	2,80 bc	282,43 b	170,71 a	111,72 d
85	1,90 ab	301,29 b	191,23 ab	110,06 d
95	1,92 ab	270,13 b	205,38 b	64,75 bc
104	2,05 abc	233,97 a	210,94 b	23,03 ab
113	1,36 a	215,19 a	207,09 b	8,10 a
CV%	16,08	5,14	5,74	13,86

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

- P.I. polpa integral

A protopectina, estimada pela diferença entre a pectina total e solúvel, apresentou um decréscimo acentuado, indicando atividade enzimática principalmente nos estádios finais correspondentes ao período de amadurecimento. A degradação da protopectina foi acompanhada pelo decréscimo do cálcio, exceto no último estágio, quando houve importação do mineral pelo fruto. Um comportamento inverso é apresentado pela fração solúvel em água, que de forma geral mostrou-se crescente.

Transformando-se os dados de pectina solúvel e protopectina em valores percentuais em relação ao conteúdo de pectina total,

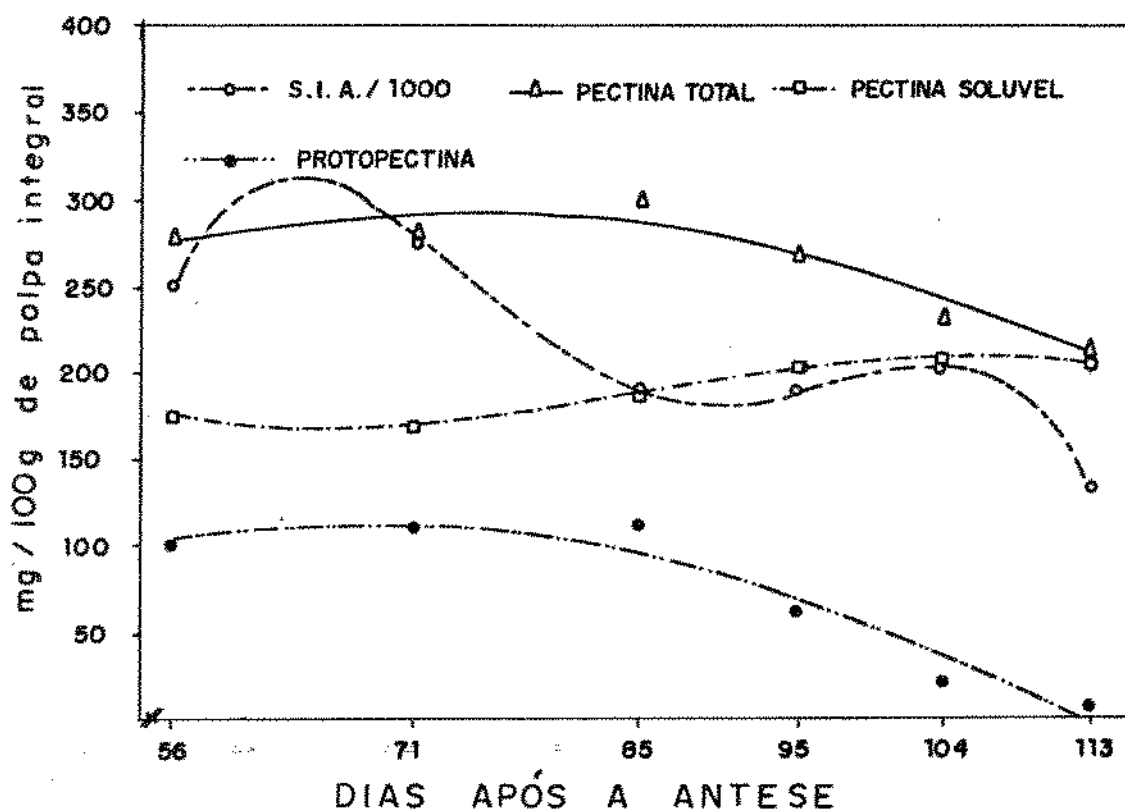


Figura 6. Curvas de regressão para os teores de pectinas e sólidos insolúveis em álcool do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned}
 \circ \quad \hat{y} &= -15,126 + 0,367x - 3,633x^2 + 0,094x^3 - 0,0690x^4 & (r^2 = 0,63) \\
 \triangle \quad \hat{y} &= 0,413 + 7,969x - 0,0540x^2 & (r^2 = 0,80) \\
 \square \quad \hat{y} &= 201,261 - 41,165x + 17,444x^2 - 1,742x^3 & (r^2 = 0,72) \\
 \bullet \quad \hat{y} &= -143,462 + 7,577x - 0,0560x^2 & (r^2 = 0,85)
 \end{aligned}$$

verifica-se a predominância da fração solúvel, com incremento de 36,80% no estágio 1 para 96,24% no estágio 6. O inverso ocorre com a protopectina, cuja participação inicial de 36,80% cai para 3,76% no estágio 6.

Em cerejas, FILS-LYCAON & POMMIER (1987) também observaram um acentuado decréscimo no teor de protopectinas paralelo ao acréscimo nas pectinas solúveis, durante o período de 5 a 12 semanas após a floração plena. No camu-camu a proporção pectina solúvel/protopectina de 1,72 no estágio 1 atingiu o valor 25,57 no estágio 6. A variação nesta proporção implica no amaciamento do fruto durante o amadurecimento.

Mudanças na solubilidade em decorrência da despolimerização das cadeias por enzimas específicas durante o amadurecimento (KNEE & BARTLEY, 1981), refletem em modificações na textura, e correlacionam-se com o amaciamento dos frutos maduros (SHEWFELT, 1965; PROCTOR & PENG, 1989).

A importância de se acompanhar as mudanças das pectinas durante a maturação de frutos decorre de sua função na expansão da parede celular e envolvimento nas mudanças de textura no fruto maduro (BOOTHBY, 1983).

Em frutos, as pectinas em suas diferentes formas, caracterizadas pelo grau de solubilidade, apresentam comportamento dinâmico em decorrência do estágio evolutivo. O padrão das substâncias pécticas durante a maturação e amadurecimento do camu-camu foi similar ao encontrado em goiaba (ESTEVES, 1984 b; YUSOF & MOHAMED, 1987), amora (MONRO & LEE, 1987), fruta-pão,

cacau e abacaxi (SIMPSON et alii, 1984).

A habilidade das pectinas para formar gel (pectina-açúcar-ácido) depende do tamanho da cadeia de ácidos poligalacturônicos, bem como do grau de metoxilação. Cadeias longas e alto grau de metoxilação promove maior capacidade de formação de gel (SIMPSON et alii, 1984). Porém, o estágio de maturação do fruto tem influência no tamanho e grau de metoxila da cadeia, sendo necessário estabelecer o ponto ideal de colheita.

O conteúdo de substâncias pécticas foi similar ao do abacaxi (PAIVA, 1981), pêssego (TEIXEIRA et alii, 1983 b), ameixa (BOOTHBY, 1983), amora (MONRO & LEE, 1987) e "blueberry" (PROCTOR & PENG, 1989), que são frutos comumente utilizados na fabricação de geléias. Porém, sua adequação ao processamento de geléias exige pesquisas confirmatórias, dado o seu alto conteúdo de vitamina C.

Avaliando as características de variedades de morango para a produção industrial de geléias, SKREDE (1982) verificou que os teores de sólidos solúveis, ácido ascórbico e firmeza do fruto fresco foram negativamente correlacionados com o flavor e as impressões globais de sabor e consistência, e positivamente correlacionados com o "off-flavour". O autor afirma que, dentro de certos limites, altos níveis desses parâmetros no fruto fresco não serão necessariamente benéficos, como qualidade do fruto destinado a produção de geléias. Para avaliar a adequação do camu-camu à produção de geléias é necessário um estudo específico direcionado às influências de seus componentes na qualidade do produto final.

4.1.5. Extrato etéreo e proteína

O comportamento do extrato etéreo e proteína durante a maturação e amadurecimento do camu-camu é mostrado na Tabela 7 e Figura 7.

A determinação do extrato etéreo mostrou decréscimo, cujo valor inicial de 2,54% caiu para 1,16% no estágio 5, elevando-se para 1,71% no estágio 6.

De forma geral, a fração nitrogenada do camu-camu decresceu durante a maturação e amadurecimento. Seu conteúdo final correspondeu a 53,93% do inicial.

Com relação a proteína, o comportamento desta no camu-camu concorda com KRISHNAMURTHY & SUBRAMANYAM (1973), que reportaram um decréscimo no conteúdo de N em manga até cerca de 5 semanas, e daí permanecendo relativamente constante até cerca de 15 semanas após a formação do fruto. Decréscimo de proteína também foi observado durante a maturação de Kiwi (OKUSE & RYUGO, 1981). Durante o amadurecimento pós-colheita de banana WILLS et alii (1984), verificaram que o teor de proteína (% N x 6,25) de 1,9 no estágio 1 (fruto verde) caiu para 1,6 no estágio 7 (fruto muito maduro). Porém, a proteína não constitui-se em parâmetro para avaliar o grau de maturação em frutos.

TABELA 7. Efeito do estágio de maturação nos teores de extrato etéreo e proteína do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	EXTRATO ETÉREO	PROTEÍNA
	g/100 g de polpa integral	
56	2,54 c	0,89 f
71	2,31 c	0,63 e
85	2,33 c	0,44 a
95	1,78 b	0,50 c
104	1,16 a	0,52 d
113	1,71 b	0,48 b
CV%	6,28	0,55

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

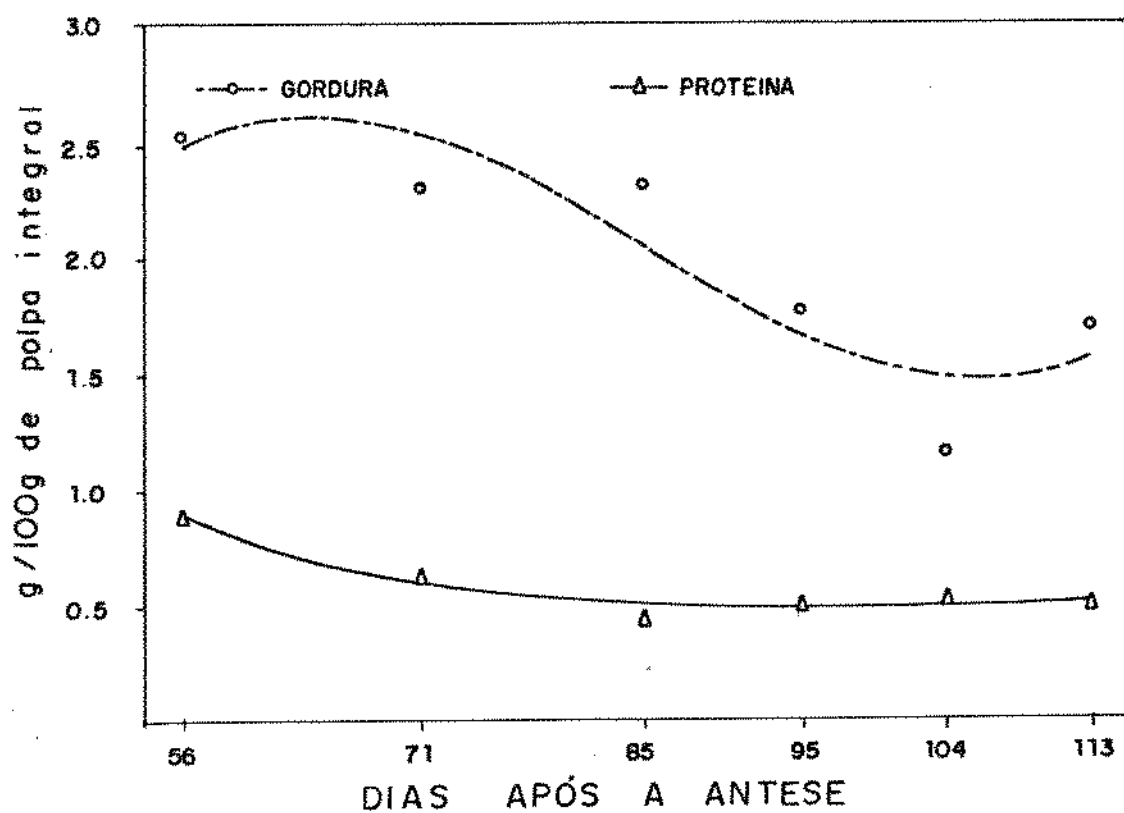


Figura 7. Curvas de regressão para os teores de extrato etéreo e proteína do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned} \circ \quad \hat{y} &= 1,591 + 1,384x - 0,566x^2 - 0,0562x^3 & (r^2 = 0,84) \\ \Delta \quad \hat{y} &= 1,496 - 0,759x + 0,183x^2 - 0,0141x^3 & (r^2 = 0,98) \end{aligned}$$

4.1.6. Pigmentos

O efeito do estágio de maturação no conteúdo de pigmentos do camu-camu é mostrado na Tabela 8 e Figura 8.

No camu-camu não foi possível detectar visualmente a coloração amarela característica dos carotenóides, devido à predominância das antocianinas que substituíram a clorofila presente no fruto verde. Porém, a extração dos pigmentos lipossolúveis acusou a presença dos carotenóides totais.

Os carotenóides totais do camu-camu apresentaram uma tendência geral de decréscimo com a maturação. Redução no teor de carotenóides nos períodos iniciais do desenvolvimento, porém, e elevação durante o amadurecimento foram observadas em pêssego (AMOROS et alii, 1989) e cerejas (OKOMBI et alii, 1980).

Os principais pigmentos do camu-camu são as antocianinas. São responsáveis pela coloração vermelho-púrpura do fruto maduro. Até o estágio 3 sua síntese ocorreu de forma lenta. Após este estágio apresentou um rápido acúmulo, equivalente a 0,02 unidades de absorbância/dia, atingindo o valor máximo no estágio 6.

No camu-camu estes pigmentos estão presentes nas células do mesocarpo. Sua visualização foi possível no estágio 3, cerca de 85 dias após a antese inicialmente na forma de manchas localizadas. O rápido acúmulo nos estágios finais proporcionou a aparência atrativa, característica do fruto maduro.

TABELA 8. Efeito do estágio de maturação nos teores de pigmentos do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	CAROTENOIDES TOTAIS mg/100 g de polpa integral	ANTOCIANINAS Abs. a 535 nm/g de polpa integral
56	0,294 f	0,017 a
71	0,194 c	0,029 b
85	0,218 d	0,062 c
95	0,250 e	0,162 d
104	0,160 b	0,362 e
113	0,142 a	0,715 f
CV%	1,88	0,62

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

No estágio 4 ainda foi possível a localização visual de manchas verdes de clorofila. A dificuldade de estipular uma amostragem representativa dos frutos na fase intermediária de degradação da clorofila e síntese de antocianinas correspondente aos estádios 3 e 4, impossibilitou a avaliação da coloração através da tabela de cores (Tabela 9).

Observa-se pelas fotografias (Figuras 9 a 14) que a síntese de antocianinas no camu-camu iniciou-se bem antes do estágio considerado sensorialmente aceitável.

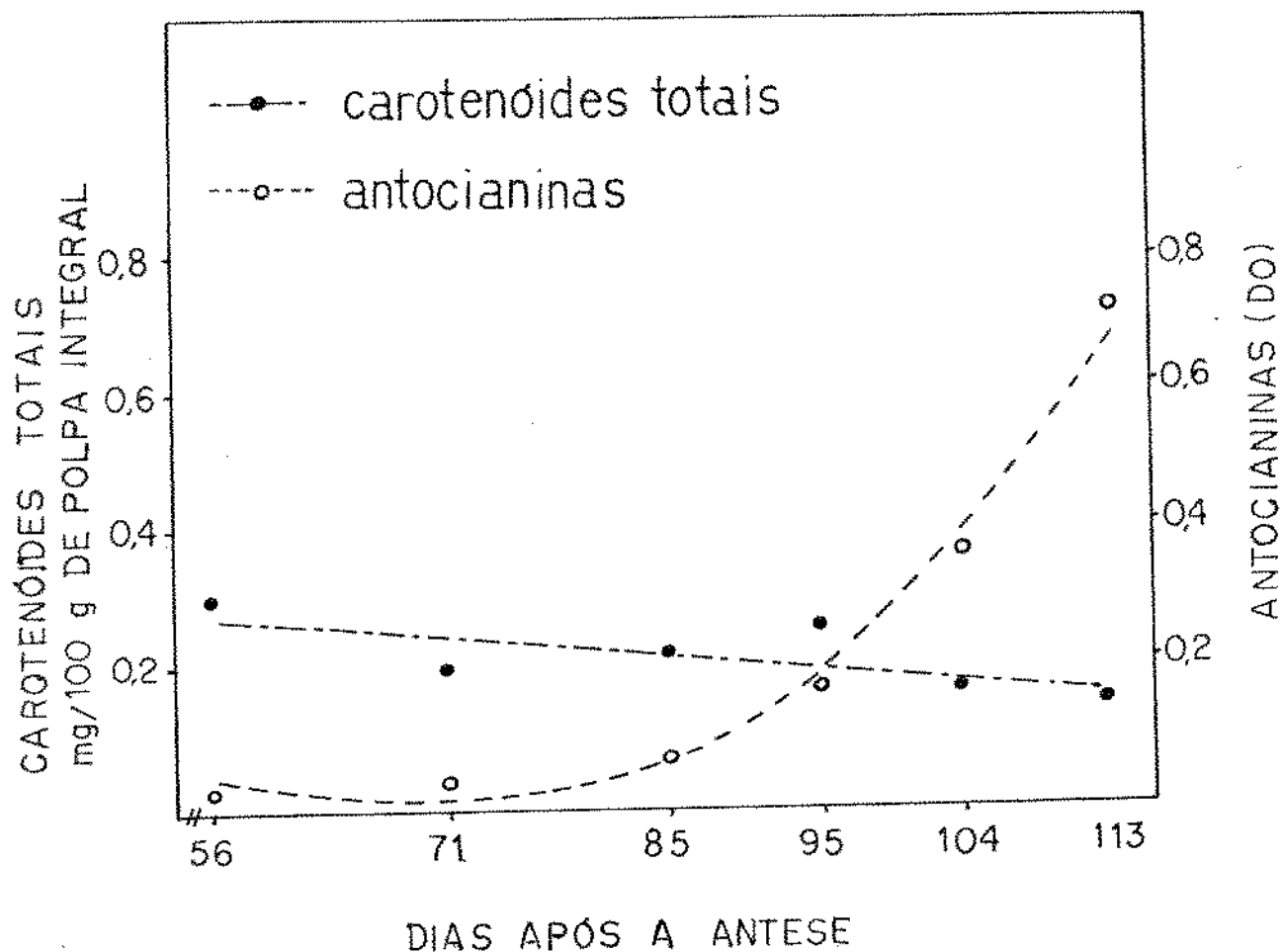


Figura 8. Curvas de regressão para os teores de pigmentos do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\bullet \quad y = 3,981 - 0,0751x + 0,657x^2 - 0,157x^3 + 0,0115x^4 \quad (r^2 = 0,97)$$

$$\circ \quad y = 1,889 - 0,0546x + 0,000388x^2 \quad (r^2 = 0,97)$$

A síntese desses pigmentos foi similar à observada durante o desenvolvimento de lichia, que mostrou um acúmulo lento nos primeiros 50 dias, um rápido aumento entre 50 e 75 dias. Diferiu do camu-camu apenas pelo decréscimo apresentado entre os 75 e 85 dias após a antese (PAULL et alii, 1984).

A análise estatística mostrou a ocorrência de 99% de probabilidade de que houve efeito do estágio de maturação no conteúdo de antocianinas. A variabilidade remanescente pode ser atribuída a outros fatores que, segundo SISTRUNK & MORRIS (1985), além da maturidade, as condições ambientais, injúrias, variedade, temperatura e principalmente luminosidade têm influência sobre a coloração dos frutos.

A diferença significativa entre os seis estádios de maturação (Tabela 8), a avaliação subjetiva (Tabela 9) e a distinção da coloração pelas fotografias (Figuras 9 a 14), indicam que a medida dos pigmentos constitui um parâmetro adequado para a avaliação do grau de maturidade do camu-camu.

No camu-camu os pigmentos localizam-se na porção mesocarpo. Difundem-se para o endocarpo por ruptura celular decorrente do congelamento-descongelamento ou dilaceração mecânica, propiciando a obtenção de polpa com coloração vermelho-púrpura, muito atrativa, e que tem sua concentração maximizada no fruto maduro.

As antocianinas têm grande estabilidade sob condições ácidas, mas se degradam por uma série de mecanismos, formando primeiramente um produto descolorido, depois produtos insolúveis de coloração castanha. Inúmeros fatores influenciam na

TABELA 9. Coloração externa do camu-camu durante o período de maturação.

DIAS APOS A ANTESE	CODIFICAÇÃO 1 CHROMA / VALUE		DESCRIÇÃO DA COLORAÇÃO 1
56	6/8	2.5 GY (YGY)	yellowish Green-Yellow
71	7/8	2.5 GY (YGY)	yellowish Green-Yellow
85		nd	nd
95		nd	nd
104	4/10	pR [2.5 R]	Purplish red
113	3/2	Red [5.0 R]	Red

1. Munsell color charts for plant tissues (1952)

nd - Não determinado.

estabilidade das antocianinas, incluindo pH, temperatura, bem como a presença de ácido ascórbico, açúcares, íons metálicos e co-pigmentos (JACKMAN et alii, 1987 a).

O pH natural do camu-camu entre 2,95 a 3,10, caracteriza-se como ácido; situa-se dentro da faixa de 2,5 a 4,0 onde há o equilíbrio entre o cátion favilium vermelho e a forma de base carbinol descolorida (JACKMAN et alii, 1987 b).

Porém, as antocianinas do camu-camu estão sujeitas a fatores degradantes, quer inerentes à própria constituição do fruto ou decorrentes de condições adversas proporcionadas pelo processamento industrial e/ou artesanal.



Figura 9. Camu-Camu aos 56 dias após a antese (estádio 1).

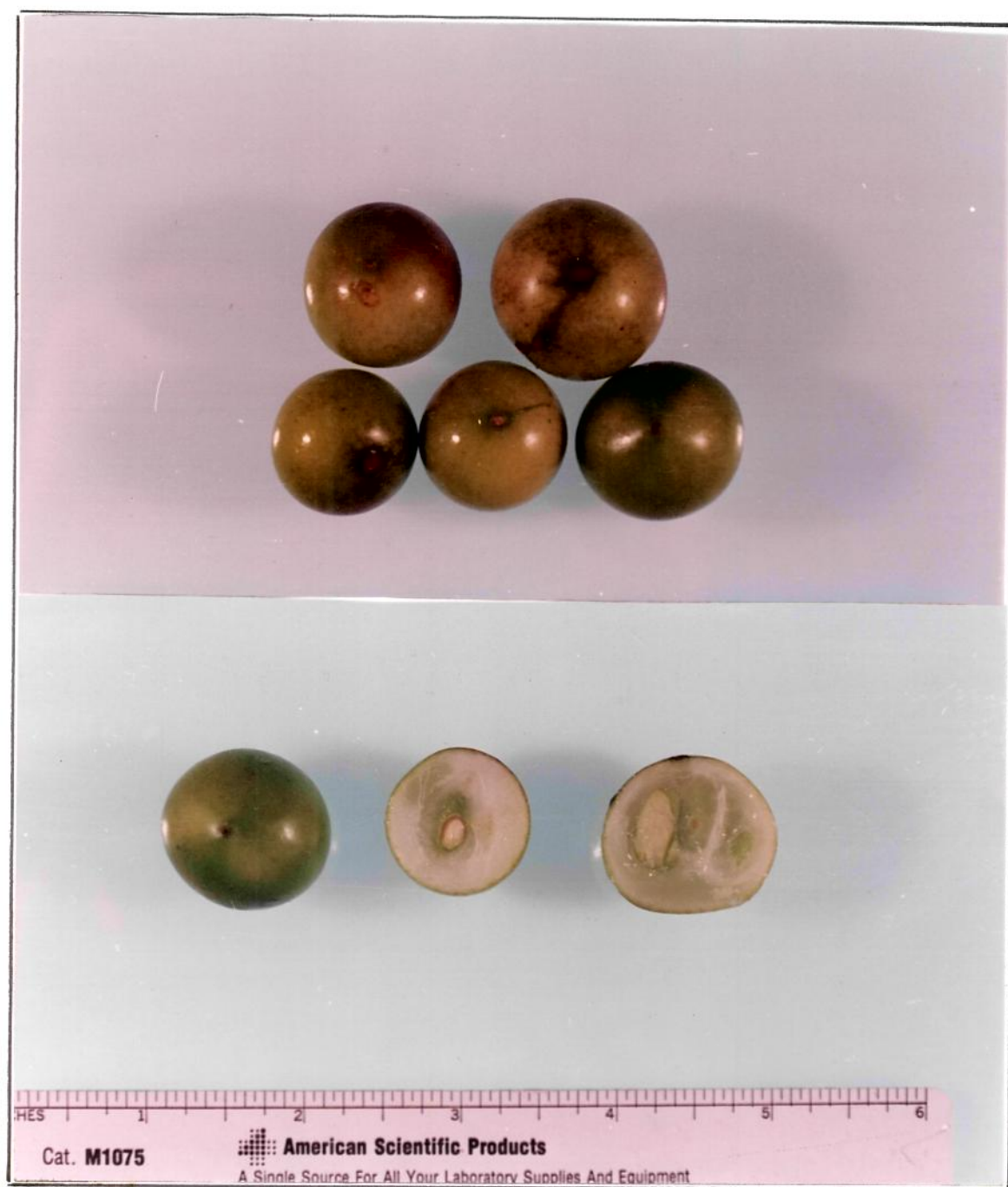


Figura 10. Camu-camu aos 71 dias após a antese (estádio 2).



Figura 11. Camu-camu aos 85 dias após a antese (estádio 3)



Figura 12. Camu-camu aos 95 dias após a antese (estádio 4).

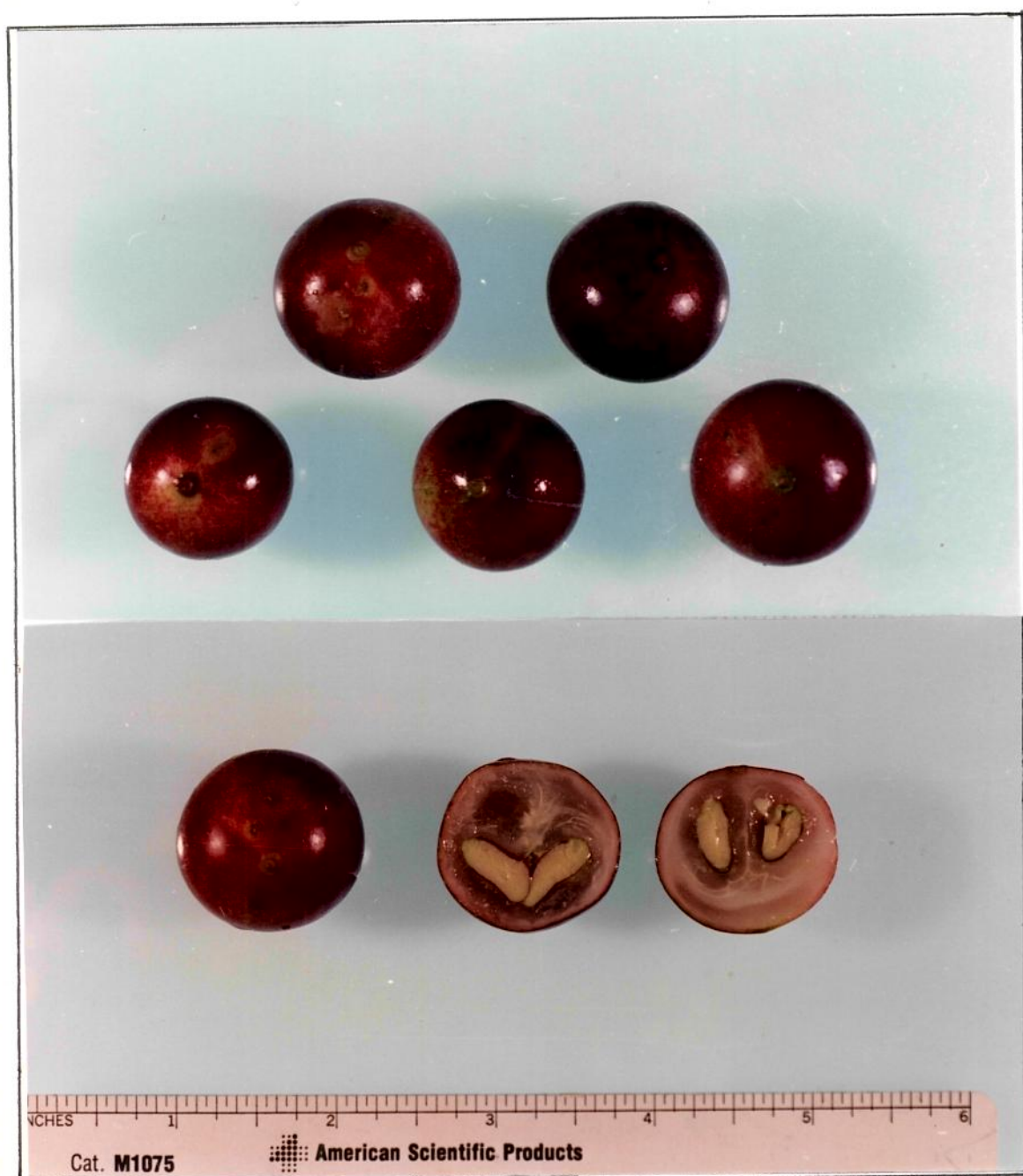


Figura 13. Camu-camu aos 104 dias após a antese (estádio 5).

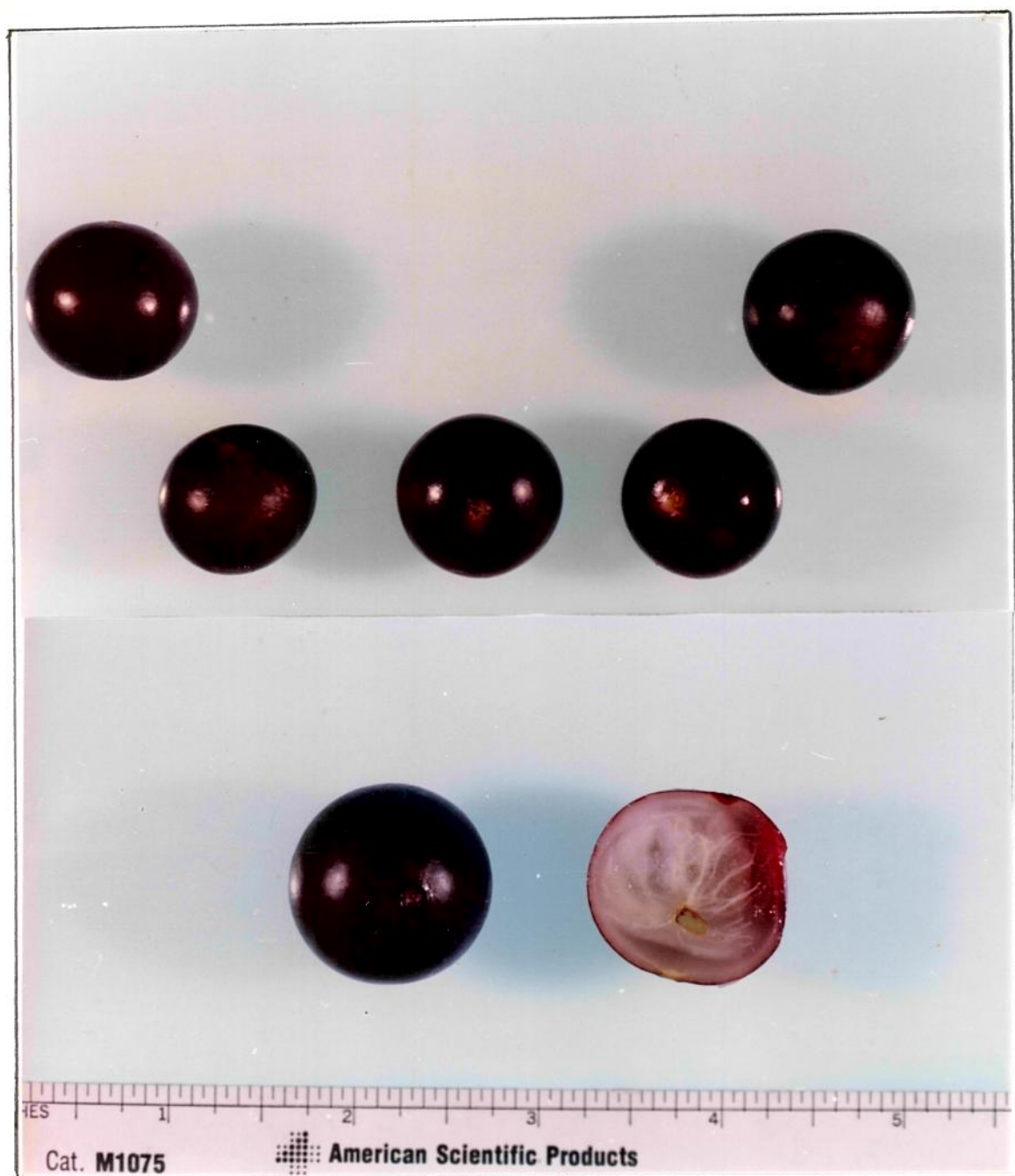


Figura 14. Camu-camu aos 113 dias após a antese (estádio 6).

A condensação de antocianinas com ácido ascórbico é uma reação de descoloração. No entanto, tem sido mostrado que a copigmentação reduz o efeito descolorante do ácido ascórbico, em função da condensação de antocianinas com flavonóis, evitando, assim, a formação de complexo entre antocianinas e ácido ascórbico (JACKMAN et alii, 1987 a).

JACKMAN et alii (1987 a) reportam que os flavonóis retardam a oxidação do ácido ascórbico em sistemas contendo antocianinas. A atividade antioxidante dos flavonóis depende de sua capacidade para atuar como aceptores de radicais livres. Esta habilidade de atuar como co-pigmentos pode também proporcionar a atividade anti-oxidante desses compostos. A fraca associação entre flavonóides e antocianinas pode inibir ou reduzir a um mínimo a formação de complexos entre ácido ascórbico e antocianinas, resultando, na estabilização tanto do ácido ascórbico como dos pigmentos. Os autores esclarecem também que o ácido dehidroascórbico tem um efeito descolorante sobre soluções de antocianinas; porém, sua atuação é marcadamente inferior à do ácido ascorbico.

WROLSTAD et alii (1970), mostraram que o efeito destrutivo do ácido ascórbico sobre a coloração de morangos congelados é insignificante sob condições de baixa temperatura de estocagem. Segundo os autores, o ácido ascórbico atua como um estabilizante das antocianinas a baixas temperaturas, mas sua destruição é acelerada em presença de ácido ascórbico, em altas temperaturas, é atribuída aos correspondentes produtos da degradação do ácido

ascórbico (JACKMAN et alii, 1987 a).

JACKMAN et alii (1987 a), ainda reportam que, em frutos onde as fenolases são ativas, o ácido ascórbico tem um efeito protetor sobre as antocianinas e sua coloração associada, por ser preferencialmente oxidado pela o-quinona formada através da oxidação enzimática. A não atividade fenolásica e conseqüentemente, a ausência de o-quinona descarta este tipo de atuação do ácido ascórbico na manutenção dos pigmentos do camu-camu.

O índice de degradação simplificado mostrou menor degradação no estágio 6 em torno de 1,32 em relação ao estágio 5 que foi de 1,72. Esses valores foram superiores aos encontrados por SKREDE (1982) em variedades de morango, os quais situaram-se entre 1,15 a 1,30. Estes resultados indicam a necessidade de cuidados para a manutenção dos pigmentos durante o processamento industrial do camu-camu.

A coloração é um atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. As mudanças de coloração durante o amadurecimento são correlacionadas com o aumento da doçura e com o desenvolvimento de outros atributos desejáveis. Entretanto, nem sempre há uma correlação direta entre coloração e qualidade nutritiva (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

4.1.7. Compostos fenólicos

As Tabelas 10 e 11 e Figuras 15 e 16 apresentam o comportamento dos compostos fenólicos e suas respectivas frações

durante a maturação do camu-camu.

De forma geral, os dados mostram decréscimo nos fenólicos totais e na fração monomérica durante a maturação e elevação nos estádios finais. No estágio 5 o fruto manteve 61,08% do seu teor inicial, elevando-se para 83,33% no estágio 6. O aumento dos compostos fenólicos no estágio final correspondente ao período de amadurecimento correlaciona-se com a acentuada síntese de antocianinas. Um comportamento relativamente estável caracterizou as frações oligoméricas e poliméricas.

Observa-se a predominância da fração monomérica em relação às demais. Esta fração, extraível em metanol absoluto contém compostos simples, de baixo peso molecular, como ácido clorogênico e leucoantocianidinas. A adstringência em frutos é uma característica de compostos de baixo peso molecular (entre 500 e 3000), e portanto, relaciona-se com as formas monoméricas e oligoméricas, ambas predominantes no camu-camu.

Para uma melhor visualização dos resultados, o percentual de contribuição de cada fração no conteúdo total dos compostos fenólicos do camu-camu é apresentado na Tabela 11 e Figura 16 onde verifica-se um comportamento inverso entre as frações monomérica e oligomérica, sendo ambas predominantes. As formas poliméricas apresentaram um comportamento regular, com uma participação de apenas 13,24 a 22,09% do total.

TABELA 10. Efeito do estágio de maturação nos teores de compostos fenólicos do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	MONOMÉRICOS	OLIGOMÉRICOS	POLIMÉRICOS	TOTAIS
	mg/100 g de polpa integral			
56	1380,91 e	813,10 c	334,71 bc	2528,72 e
71	685,52 a	842,18 d	411,39 d	1939,09 c
85	713,70 b	876,17 e	344,01 c	1933,88 c
95	680,93 a	750,74 b	406,04 d	1837,71 b
104	769,15 c	472,07 a	303,31 ab	1544,53 a
113	953,54 d	833,54 d	320,22 a	2107,30 d
CV%	0,99	9,96	2,08	0,77

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

Os compostos fenólicos são formados nos tecidos do fruto ou translocados para estes durante a fase de desenvolvimento, onde permanecem relativamente constantes (SENIER et alii, 1989), exceto sob condições de stress (RHODES et alii, 1981). Apesar da alta concentração de compostos fenólicos no camu-camu o fruto não apresentou escurecimento após a ruptura dos tecidos. Tal fato é confirmado pela não atividade de polifenoloxidase no pericarpo do camu-camu.

Hidroxilação de monofenóis e oxidação de o-difenóis por atuação da polifenoloxidase não justificam as variações detectadas nos compostos fenólicos presentes no camu-camu (de 2528,72 mg no

TABELA 11. Efeito do estágio de maturação na proporção das frações fenólicas do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	MONOMÉRICA	OLIGOMÉRICA	POLIMÉRICA
	%		
56	54,61 e	32,15 b	13,24 a
71	35,35 a	43,43 e	21,22 e
85	36,90 b	43,31 f	17,79 c
95	37,05 b	40,85 d	22,10 f
104	49,80 d	30,56 a	19,64 d
113	45,25 c	39,55 c	15,20 b
CV%	0,92 e	0,68	1,23

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

estádio 1 para 2107,30 mg no estágio 6), pois a ação enzimática é anulada pela alta concentração de ácido ascórbico (HALIM & MONTGOMERY, 1978). A explicação mais precisa é a de GOLDSTEIN & SWAIN (1963), quando afirmam que o decréscimo nos fenólicos totais decorre da perda de reatividade ou à insolubilização do composto por alto grau de polimerização. Porém as formas polimerizadas permaneceram relativamente constantes, tendo sua participação no conteúdo total de fenólicos aumentado apenas de 13,24%, no estágio 1 para 19,64% no estágio 5, decrescendo para 15,20% no estágio 6. A pequena variação nas formas polimerizadas sugere a perda de reatividade como causa do decréscimo nos fenólicos totais e na adstringência.

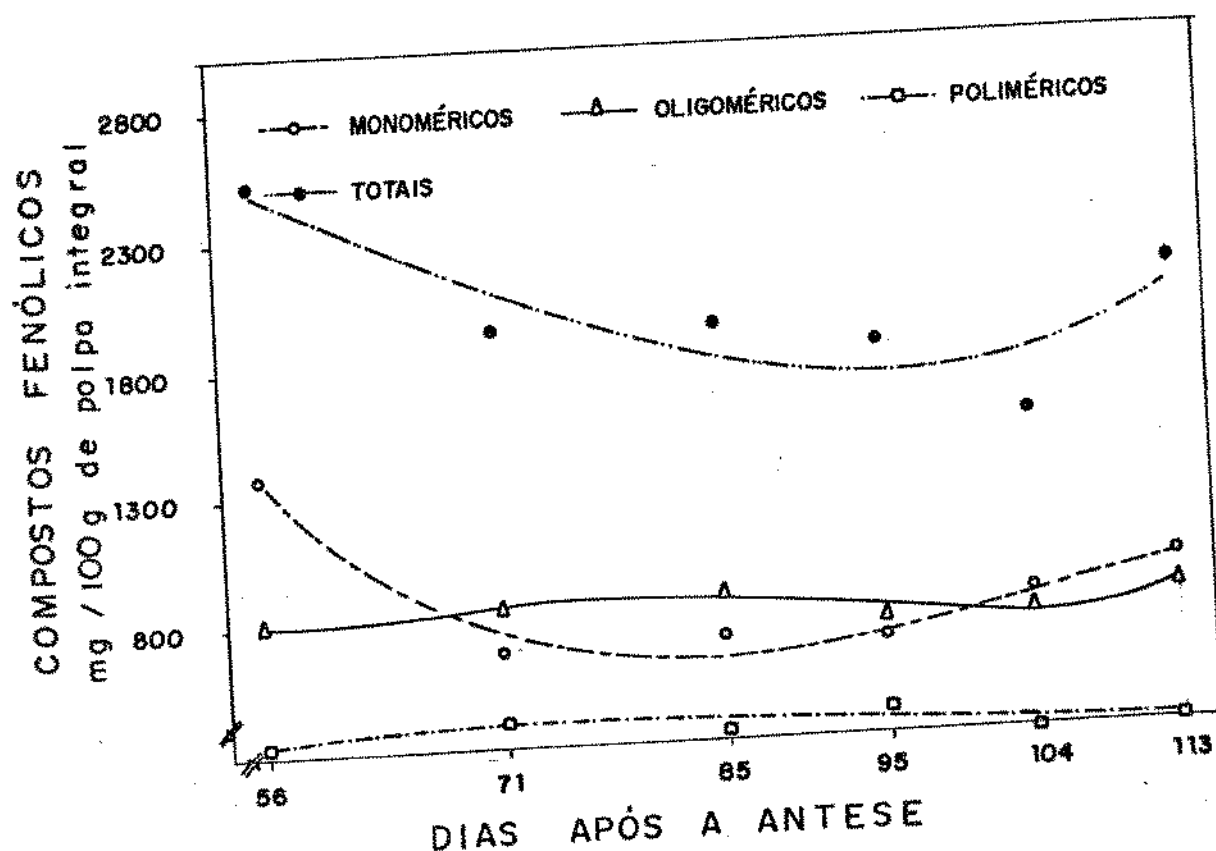


Figura 15. Curvas de regressão para os teores de compostos fenólicos do camu-camu em vários estádios de maturação

$$\begin{aligned} \circ \hat{y} &= 12098,0 - 356,369x + 3,593x^2 - 0,0116x^3 & (r^2 = 0,96) \\ \Delta \hat{y} &= 55749,3 - 2875,8x + 55,089x^2 - 0,498x^3 + 0,00139x^4 & (r^2 = 0,78) \\ \square \hat{y} &= -1335,25 + 59,468x - 0,659x^2 + 0,00231x^3 & (r^2 = 0,49) \\ \bullet \hat{y} &= 2712,0 + 42,752x - 1,226x^2 + 0,0070x^3 & (r^2 = 0,77) \end{aligned}$$

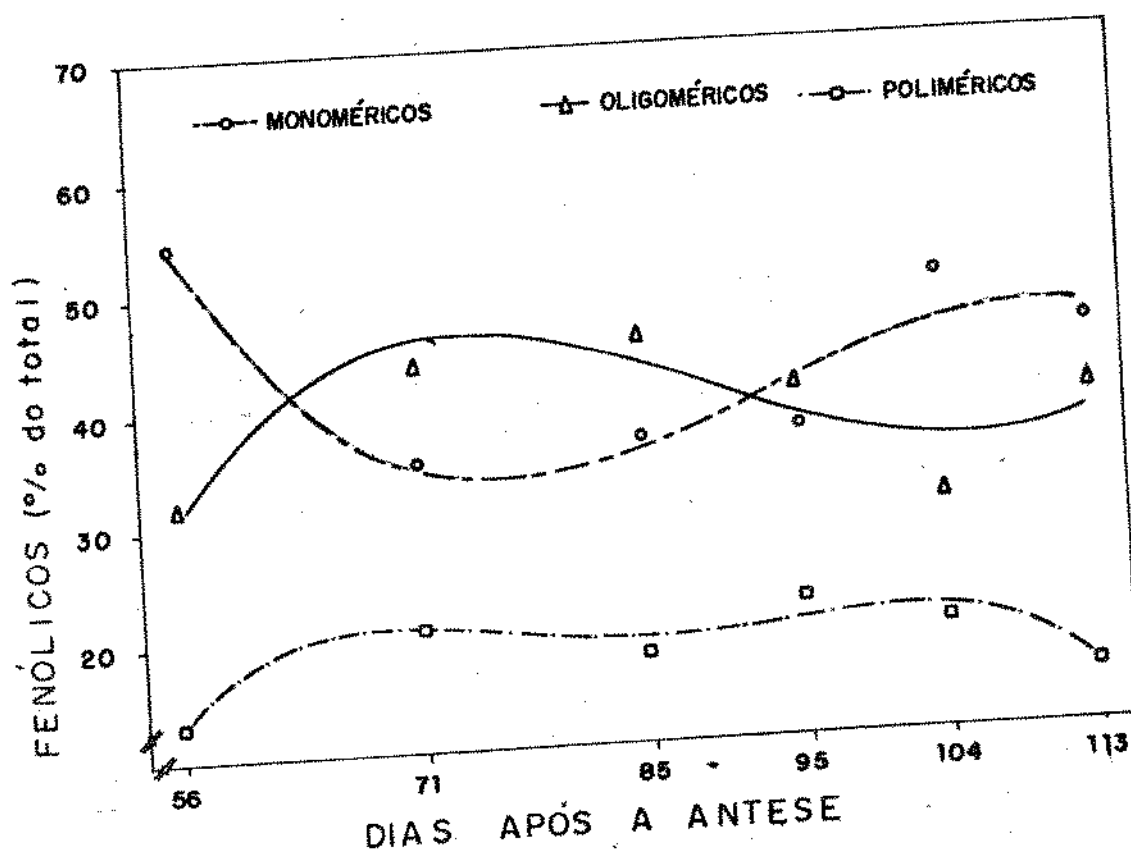


Figura 16. Curvas de regressão para as percentagens das frações dos compostos fenólicos do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned} \circ \quad \hat{y} &= 557,35 - 17,81x + 0,197x^2 - 0,000704x^3 & (r^2 &= 0,88) \\ \Delta \quad \hat{y} &= -415,87 + 16,313x - 0,188x^2 + 0,000698x^3 & (r^2 &= 0,74) \\ \square \quad \hat{y} &= -982,087 + 48,852x - 0,882x^2 - 0,00699x^3 - 0,000205x^4 & (r^2 &= 0,86) \end{aligned}$$

Os teores de fenólicos totais e de suas diferentes frações durante a maturação do camu-camu foram significativamente superiores aos encontrados em pera (CARVALHO, 1979) pêssego (TEIXEIRA et alii, 1983 b; SENTER et alii, 1989), goiaba (ESTEVES et alii, 1984 c), lichia (PAULL et alii, 1984), tomate (CARVALHO et alii, 1985) e ameixa (FILGUEIRAS & CHITARRA, 1988). Estes resultados indicam uma maior adstringência do camu-camu em relação a esses frutos.

4.1.8. Minerais

A composição de macro e micro minerais durante a maturação do camu-camu é mostrada nas Tabelas 12 e 13 e Figuras 17 e 18.

Quando expressos em mg/100 g de polpa integral, os componentes minerais apresentaram um comportamento de decréscimo nos estádios iniciais e acúmulo nos estádios finais. Os valores mínimos foram detectados nos estádios 3 e 4. Apenas o cálcio apresentou um teor mínimo no estádio 5, e o magnésio no estádio 6.

Considerando o estádio 1 como referência, observa-se que no estádio 6 (fruto maduro) o nitrogênio, cálcio, enxofre e fósforo apresentaram, respectivamente, 53,46%, 56,88%, 59,04% e 69,86% do seu teor inicial. Manganês, boro, zinco e potássio apresentaram

TABELA 12. Efeito do estágio de maturação no teor de minerais do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	N	P	S	K	Mg	Ca
	mg/100 g de polpa integral					
56	143,15 f	13,47 e	9,57 f	110,20 e	6,38 f	14,89 e
71	100,92 e	10,93 d	7,57 e	85,78 c	4,20 e	12,90 d
85	70,96 a	7,77 b	4,66 ad	79,26 c	3,11 b	8,55 c
95	80,40 c	7,24 a	5,63 bd	46,10 a	3,22 c	5,63 b
104	83,54 d	9,01 c	5,73 cd	78,62 b	3,28 d	4,37 a
113	76,53 b	9,41 c	5,65 d	106,96 d	2,51 a	8,47 c
CV%	2,54	6,75	10,38	9,06	6,75	5,53

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

91,52%, 94,74%, 94,74% e 97,06%, respectivamente. O ferro ultrapassou o seu teor inicial. A maior taxa de importação foi apresentada pelo cobre, que apresentou o valor 2,7 vezes superior ao teor inicial. A degradação da clorofila implicou no decréscimo do magnésio, que atingiu no estágio 6 apenas 39,34% do teor inicial. O decréscimo no cálcio correlaciona-se com a degradação da protopectina e conseqüentemente com o amaciamento do fruto.

Excluindo o magnésio e cálcio, o comportamento dos demais elementos evidencia que entre os estádios 3 e 4, ou seja, o período entre 85 e 95 dias após a antese caracteriza-se como o de transição entre o decréscimo nos estádios iniciais e a importação de minerais pelo fruto nos estádios subsequentes.

TABELA 13. Efeito do estágio de maturação no teor de minerais do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	Fe	B	Zn	Cu	Mn
	mg/100 g de polpa integral				
56	0,38 a	0,19 d	0,19 d	0,12 c	0,59 e
71	0,29 a	0,13 b	0,16 c	0,12 c	0,46 c
85	0,29 b	0,11 a	0,10 a	0,08 b	0,35 b
95	0,31 c	0,14 c	0,12 ab	0,06 a	0,34 b
104	0,34 d	0,15 c	0,13 b	0,14 d	0,28 a
113	0,40 d	0,18 d	0,18 d	0,32 e	0,54 d
CV%	3,14	3,50	5,37	5,24	1,56

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

Não há um padrão generalizável para as mundaças dos minerais durante a maturação de fruto, e portanto, não é usualmente utilizado com parâmetro de avaliação do grau de maturidade. As características de solo e planta influem significativamente na composição mineral do fruto. Comportamento variável foi observado em lichia (PAULL et alii, 1984), abacaxi (KERMASHA et alii, 1987), "boysenberry" (MONRO & LEE, 1987).

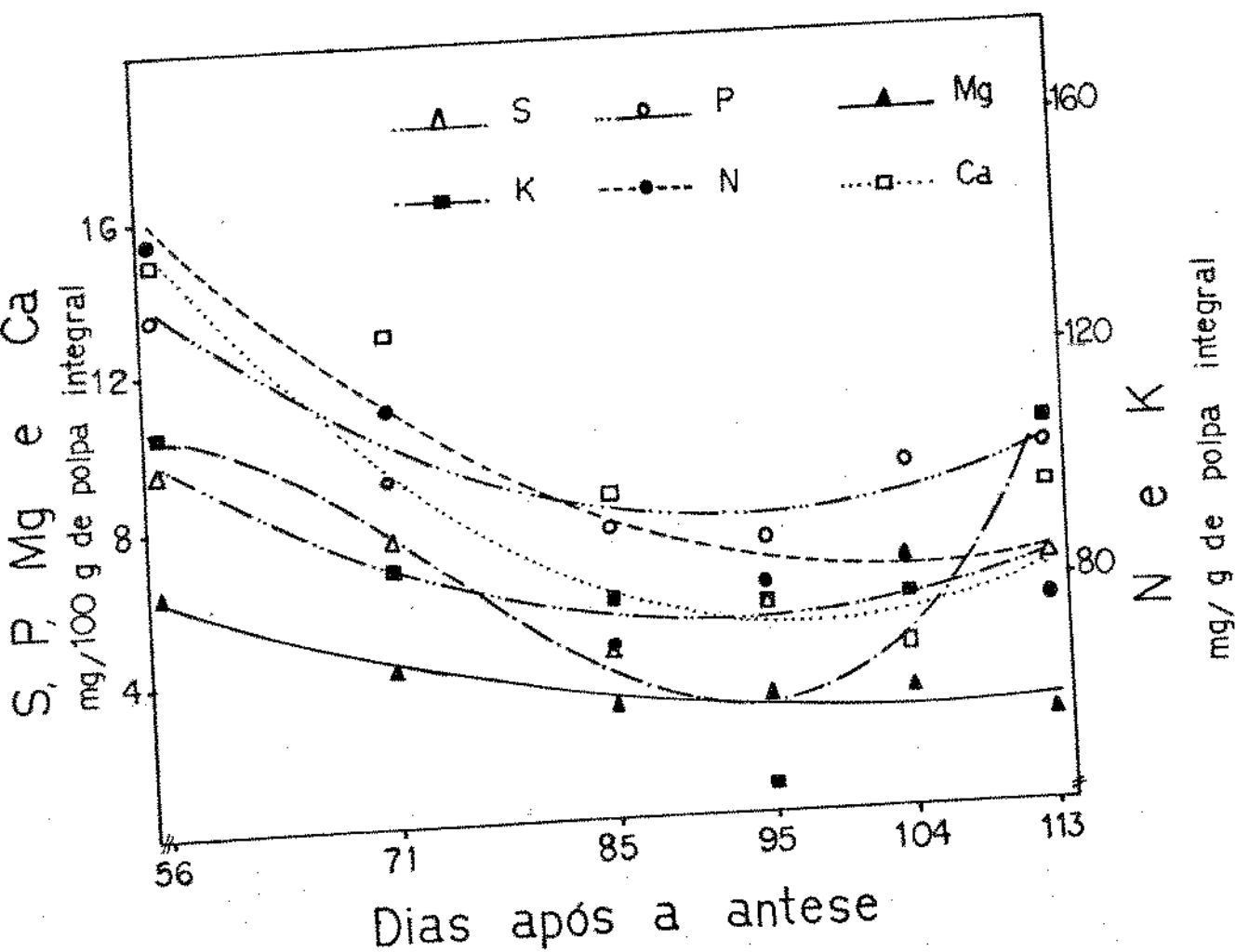


Figura 17. Curvas de regressão para os teores de minerais do camu-camu em vários estádios de maturação.

● $y = 436,35 - 7,338x + 0,038x^2$	$(r^2 = 0,91)$
○ $y = 41,31 - 0,709x + 0,0038x^2$	$(r^2 = 0,82)$
△ $y = 26,52 - 0,424x + 0,0021x^2$	$(r^2 = 0,77)$
▲ $y = 17,35 - 0,272x + 0,0013x^2$	$(r^2 = 0,92)$
□ $y = 46,88 - 0,761x + 0,0036x^2$	$(r^2 = 0,81)$
■ $y = -458,01 + 25,74x - 0,372x^2 + 0,0017x^3$	$(r^2 = 0,79)$

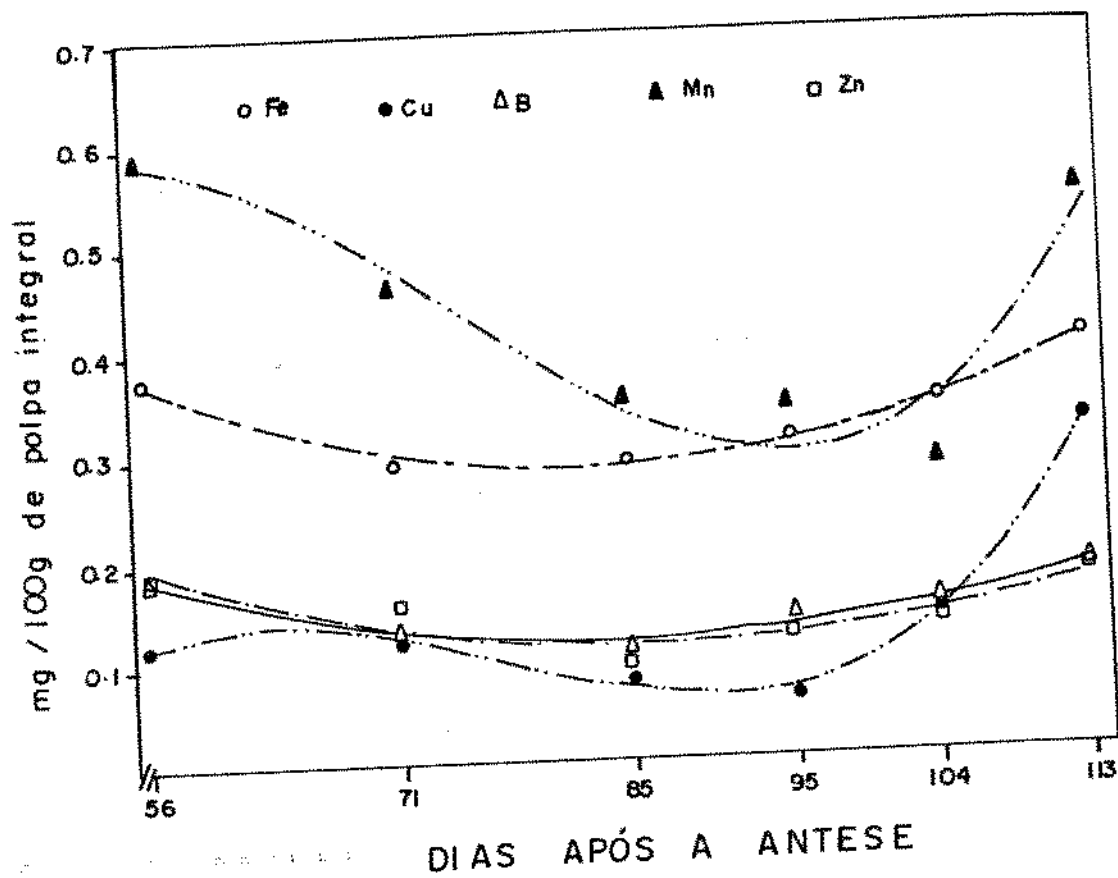


Figura 18. Curvas de regressão para os teores de minerais do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned}
 \circ \hat{y} &= 1,16 - 0,021x + 0,00013x^2 & (r^2 &= 0,92) \\
 \triangle \hat{y} &= 0,731 - 0,014x + 0,000087x^2 & (r^2 &= 0,89) \\
 \square \hat{y} &= 0,772 - 0,015x + 0,000086x^2 & (r^2 &= 0,84) \\
 \blacktriangle \hat{y} &= -2,84 + 0,139x - 0,0020x^2 + 0,0000089x^3 & (r^2 &= 0,90) \\
 \bullet \hat{y} &= -3,12 + 0,134x - 0,0018x^2 + 0,0000078x^3 & (r^2 &= 0,99)
 \end{aligned}$$

4.1.9. Respiração

A Tabela 14 e Figura 19 ilustram a evolução do CO_2 durante a maturação do camu-camu.

Verifica-se que o estágio 1 proporcionou maior liberação de CO_2 . Os estádios subseqüentes apresentaram praticamente a metade do teor inicial. Os níveis mais baixos detectados nos estádios 4 e 5 elevaram-se significativamente no estágio 6, correspondente à fase de amadurecimento. Observa-se o efeito significativo do estágio de maturação na liberação do CO_2 .

A taxa de respiração indica a velocidade das atividades metabólicas, e estas variam no decorrer das diferentes fases do fruto. A liberação de CO_2 é alta no período de divisão celular, decresce durante a fase de maturação, tornando a elevar-se na fase de amadurecimento no caso dos frutos climatéricos (BIALE & YOUNG, 1981; WILLS et alii, 1982).

No camu-camu, os estádios 1 e 6 caracterizaram-se como os de maior atividade metabólica. Observa-se ainda que o período de amadurecimento, ou seja, o estágio 6, liberou cerca de 56% do CO_2 detectado no estágio 1, o que propõe a presença de intensa atividade metabólica de divisão e expansão celular durante o estágio 1.

O CO_2 liberado pelo camu-camu foi superior ao relatado para a maioria dos frutos. Maior atividade respiratória implica em menor período de conservação pós-colheita. Foi superado apenas pela manga que mostrou uma concentração de cerca de 900 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ entre 2 e 4 semanas após a formação do fruto, caindo

TABELA 14. Efeito do estágio de maturação na liberação de CO₂ pelo camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	CO ₂ (mg.kg ⁻¹ .h ⁻¹)			
	DIAS POS-COLHEITA			
	1	4	7	10
56	433,80 c	94,64 e	85,39 d	129,86 c
71	213,61 b	44,52 b	68,28 bc	83,51 a
85	224,07 b	41,07 ab	37,36 a	54,80 a
95	133,17 a	34,56 a	79,12 cd	79,79 a
104	146,32 a	72,90 d	88,14 d	83,83 a
113	242,89 b	58,14 c	56,44 b	98,94 b
CV%	12,22	6,30	12,53	15,65

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

para 150 mg na 8ª semana e mantendo-se relativamente constante até o período da colheita (KRISHNAMURTHY & SUBRAMANYAM, 1973).

Além da temperatura o efeito das estações na respiração dos frutos é sugerido por BEN-ARIE et alii (1984), que acompanhando as mudanças ocorridas durante a maturação e o amadurecimento de romã, verificaram que os frutos colhidos em maio apresentavam cerca de 260 mg CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹. e em agosto os teores caíram para cerca de 50 mg.

Os dados discutidos anteriormente foram obtidos um dia após a colheita. No entanto, os frutos permaneceram estocados em geladeira, embalados em papel Kraft e submetidos a novas dosagens com intervalos de 3 dias, totalizando 10 dias de estocagem. A Figura

20 mostra que todos os estádios apresentaram uma significativa queda no teor de CO_2 durante o período pós-colheita. Estes resultados sugerem decréscimo na atividade metabólica após o destacamento da planta e nas condições em que foram armazenados.

Os dados confirmaram o efeito da temperatura na liberação de CO_2 pelo camu-camu. A estocagem pós-colheita sob refrigeração é fator essencial para o decréscimo das atividades metabólicas, e conseqüentemente, maior conservação do fruto (PANTASTICO et alii, 1975 a). Porém, a não determinação de outros parâmetros de qualidade impede uma conclusão sobre a conservação do camu-camu no período pós-colheita.

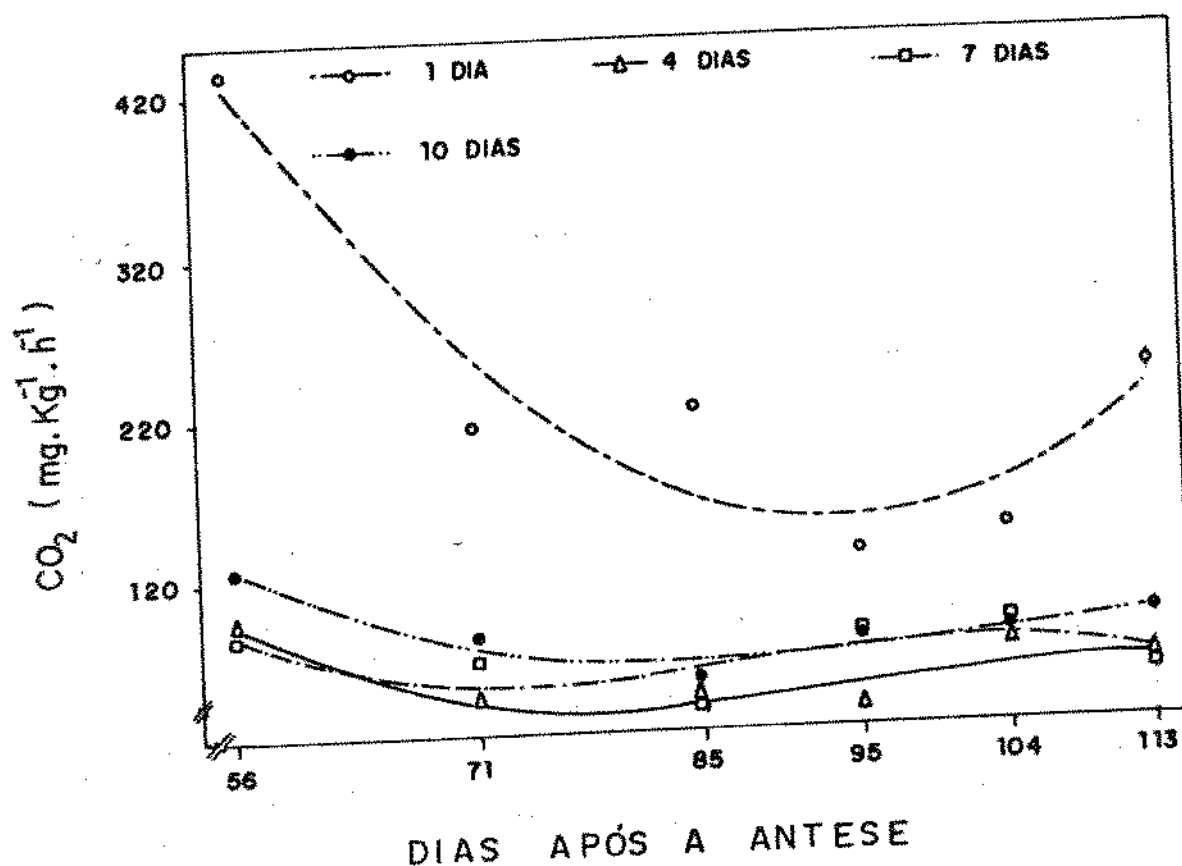


Figura 19. Curvas de regressão para os teores de CO_2 liberados pelo camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\begin{aligned}
 \circ \quad \hat{y} &= 1865,23 - 36,716x + 197x^2 & (r^2 &= 0,84) \\
 \Delta \quad \hat{y} &= 1262,60 + 40,560x + 0,438x^2 - 0,001529x^3 & (r^2 &= 0,84) \\
 \square \quad \hat{y} &= 1354,58 + 46,837x + 0,550x^2 - 0,00209x^3 & (r^2 &= 0,45) \\
 \bullet \quad \hat{y} &= -1567,90 + 56,231x - 0,636x^2 + 0,00237x^3 & (r^2 &= 0,85)
 \end{aligned}$$

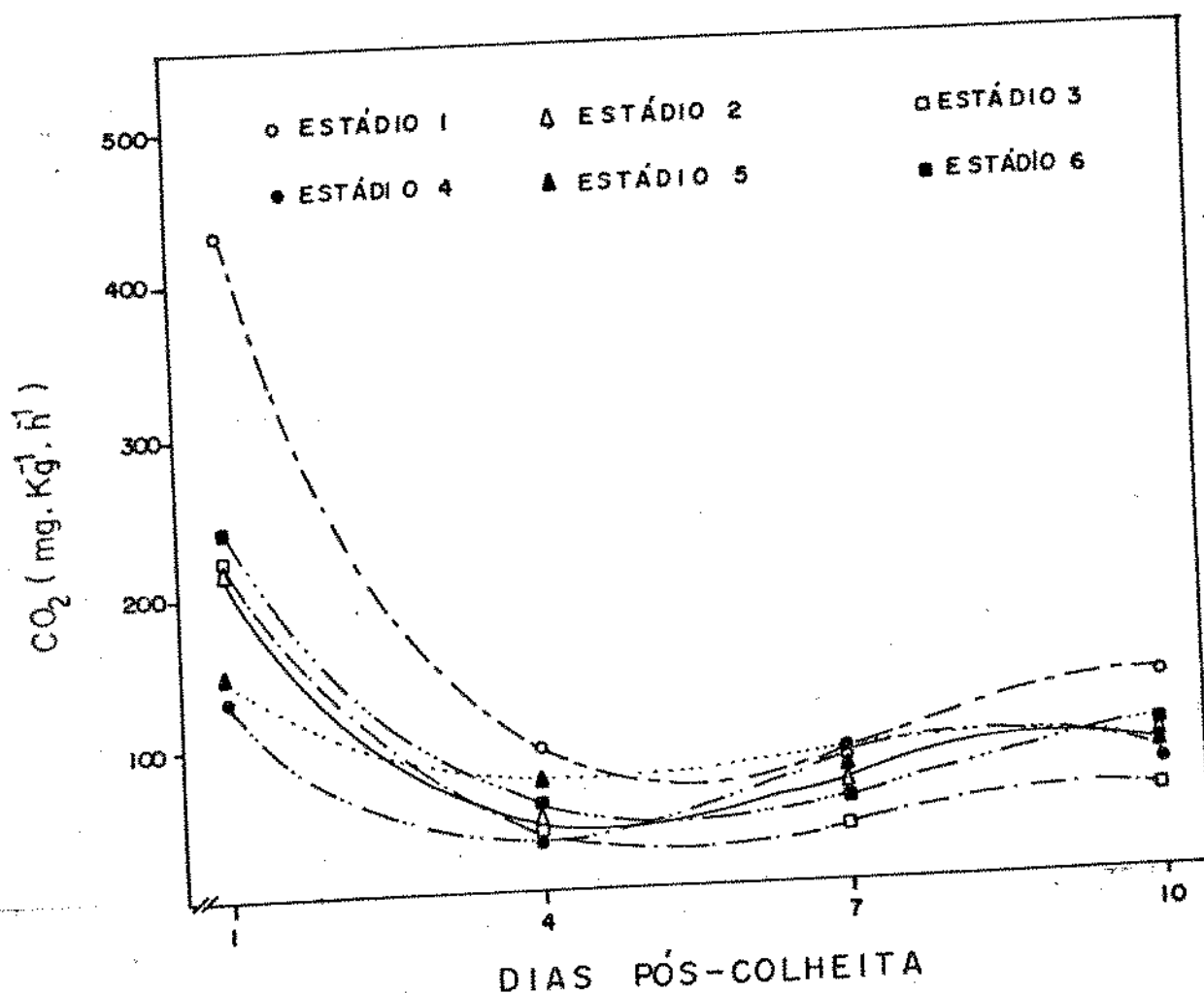


Figura 20. Curvas de regressão para os teores de CO_2 liberados pelo camu-camu durante o período de estocagem pós-colheita.

$$\begin{aligned}
 \circ \quad \hat{y} &= 667,88 - 271,165x + 38,783x^2 - 1,705x^3 \quad (r^2 = 0,97) \\
 \Delta \quad \hat{y} &= 347,762 - 158,409x + 25,618x^2 - 1,242x^3 \quad (r^2 = 0,97) \\
 \square \quad \hat{y} &= 350,527 - 148,340x + 21,656x^2 - 0,978x^3 \quad (r^2 = 0,99) \\
 \bullet \quad \hat{y} &= 230,171 - 117,660x + 21,807x^2 - 1,154x^3 \quad (r^2 = 0,92) \\
 \blacktriangle \quad \hat{y} &= 209,187 - 75,139x - 12,938x^2 - 0,668x^3 \quad (r^2 = 0,88) \\
 \blacksquare \quad \hat{y} &= 369,133 - 145,341x + 20,451x^2 - 0,957x^3 \quad (r^2 = 0,96)
 \end{aligned}$$

4.2. Período ideal de colheita

A Tabela 15 e Figura 21 apresentam a estimativa do índice teórico de maturidade e do índice tecnológico do camu-camu.

O índice teórico de maturidade, estimado através dos valores de peso do fruto, peso específico real, sólidos solúveis e acidez titulável, apresentou variações significativas no decorrer da maturação.

Durante o período experimental, de 56 a 113 dias após a antese correspondente a 57 dias de avaliação, o índice teórico de maturidade do camu-camu atingiu 4,11 vezes o seu valor inicial, elevando-se de 5,99 para 24,66. Essa variação foi superior à observada em variedades de pera que, entre 118 e 188 dias após a florada, correspondendo a 70 dias aumentou 2,3 vezes em relação ao valor inicial (CARVALHO, 1979).

O índice tecnológico, estimado pelo rendimento em polpa e teor de sólidos solúveis, apresentou crescimento linear, com delimitação significativa dos seis estádios de maturação.

Este índice é utilizado principalmente em sucos cítricos destinados à industrialização, com o objetivo de avaliar a qualidade da matéria-prima e, conseqüentemente, o rendimento final. Para a produção de sucos cítricos concentrados, a matéria-prima é qualificada pelo índice tecnológico, o qual deve apresentar valor mínimo de 4,4 (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Nos estádios 5 e 6, considerados como maduros, o camu-camu apresentou, respectivamente, valores de 6,01 e 7,07 de índice tecnológico.

TABELA 15. Efeito do estágio de maturação no índice teórico de maturidade e índice tecnológico do camu-camu.

DIAS APOS A ANTESE	INDICE TEORICO DE MATURIDADE	INDICE TECNOLOGICO
56	5,99 a	4,15 a
71	8,27 a	4,51 b
85	17,47 b	4,76 c
95	16,21 b	5,31 d
104	19,62 bc	6,01 e
113	24,66 c	7,07 f
CV%	17,57	22,99

- Médias seguidas de mesma letra não diferiram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

- CV= Coeficiente de variação

Apesar da alta suculência do camu-camu, os valores do índice tecnológico classificam-no como um fruto cujo rendimento deve ser avaliado em relação a quantidade de polpa e não à de suco.

Esta característica, acrescida do sabor ácido acentuado, coloração intensa e odor pronunciado, proporcionam "flavor" e coloração que permitem grande diluição da polpa para a obtenção de suco palatável. Esse fator de diluição elevado proporciona, portanto, um alto rendimento em suco por ocasião do consumo.

A concentração máxima dos constituintes de interesse nutricional e/ou industrial, determinada pelo grau de maturidade (FELLERS, 1985; WATADA & ABBOTT, 1985; MORRIS et alii, 1986; SHEWFELT, 1987; SHEWFELT et alii, 1987; Mac RAE et alii, 1990), proporciona uma predição da performance do fruto durante o

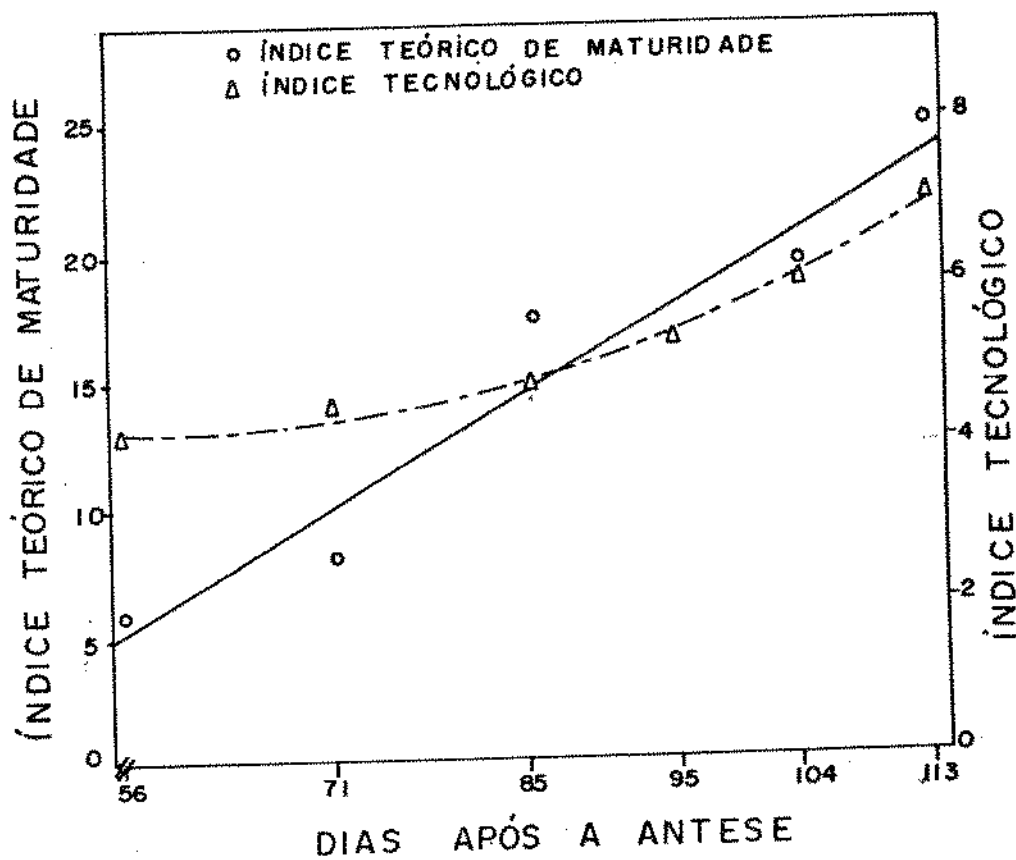


Figura 21. Curvas de regressão para o índice teórico de maturidade e índice tecnológico do camu-camu em vários estádios de maturação.

$$\bigcirc \hat{y} = 3,556 + 3,496x \quad (r^2 = 0,80)$$

$$\Delta \hat{y} = 4,295 - 0,140x + 0,0993x^2 \quad (r^2 = 0,99)$$

processamento e estocagem; depende, porém, do equipamento e metodologia adotados (SKREDE, 1980).

As Tabelas 16 a 29 em anexo mostraram que houve 99% de probabilidade de que as mudanças avaliadas no camu-camu sofreram influência do estágio de maturação. O 1% remanescente pode ser atribuído a outros fatores, tais como eficiência na amostragem, preparo da amostra e na marcha analítica, etc.

Em trabalhos semelhantes, mas com outros tipos de frutos, autores constataram acúmulo dos constituintes, porém, com decréscimo no final do experimento. Observa-se que para a maioria dos constituintes do camu-camu, houve diferenças significativas entre os dois últimos estádios. As características sensoriais dos frutos, reforçadas pelos resultados laboratoriais permitem concluir que, aos 113 dias após a antese, ou seja, estágio 6, o camu-camu atingiu o estágio fisiologicamente maduro com excelente "flavor", porém, sem característica de senescência.

Para a predição do estágio apropriado de colheita foi considerada a significância da análise estatística dos parâmetros avaliados. Porém, no conjunto, os dados de interesse tecnológico e nutricional nos estádios 5 e 6 podem ser considerados similares, dada a falta de sincronia floral do camu-camu, o que dificulta uma predição confiável.

Dada a falta de sincronia floral do camu-camu a predição da data de colheita baseada na idade do fruto é inviável. Só funciona em caso de acompanhamento de ramas específicas marcadas isoladamente. Considerando a planta no total e principalmente o

plantio comercial e/ou produção silvestre esta metodologia é inexequível. Os dados obtidos, bem como o acompanhamento da floração, frutificação e amadurecimento do camu-camu permitem concluir que, a coloração externa do fruto é metodologia tecnicamente viável para a predição da data de colheita. No final do período experimental (março) foi possível obter frutos em todos os estádios de maturação utilizados durante o período experimental (Figura 22).

Sem se prender apenas aos resultados estatísticos, que às vezes não se adequam aos aspectos fisiológicos da maturação e amadurecimento de frutos, a performance do camu-camu indica o período de 104 a 113 dias, após a antese, como apropriado para a colheita do camu-camu. Os dois últimos estádios se acham adequados para a colheita, sem incorrerem em diferenças significativas em seus constituintes. Esse período apresentou o melhor conjunto de dados favoráveis, indicativos de qualidade nutricional/sensorial/tecnológica.



Figura 22. Fotografias ilustrando a falta de sincronia na frutificação do camu-camu.

4.3. Valor nutricional

Para uma estimativa do valor nutricional do camu-camu, tomou-se por base a média dos teores obtidos nos estádios 5 e 6, considerados como maduros e sensorialmente aceitáveis.

Comparando os teores de minerais com os citados no Quadro 2, verifica-se que os obtidos neste trabalho foram muito inferiores aos encontrados em camu-camu proveniente do Peru, em relação ao cálcio e fósforo, porém, equiparando-se em ferro.

Comparando os dados do camu-camu com os de SILVA et alii (1984), que avaliaram a concentração de macro e micro minerais em 14 espécies de frutos tropicais do Nordeste, verifica-se que o camu-camu equipara-se e até suplanta a maioria deles, em relação ao P, S, K, Ca, Fe, Zn. Em relação a esses frutos, o camu-camu foi superior a todos no conteúdo de Mn, porém inferior quanto ao teor de Mg.

Comparando os resultados de minerais do camu-camu com os de banana (OHTSUKA et alii, 1984), um fruto muito utilizado na região observa-se que os do camu-camu foram significativamente inferiores em relação ao potássio, magnésio, fósforo e ferro. Seus valores se equipararam quanto ao zinco. O camu-camu foi superior em relação ao cálcio manganês e cobre.

Com exceção dos oleaginosos, no geral os frutos apresentam quantidades mínimas de lípidios. São reportados valores de 0,4% em arando (FRANCIS, 1985), 0,2% em cerejas, 0,1% em damasco, nectarina, pêssego e ameixa (WILLS et alii, 1983) e 0,45 a 0,82% em acerola (ASENJO, 1980). Comparando-se com estes frutos, o

camu-camu apresentou valores significativamente superiores, porém, não caracteriza-se como fonte significativa de lipídios.

No geral, o teor de proteína em frutos é baixo e varia com a espécie de cultivares. Teores equivalentes aos do camu-camu foram encontrados em Kiwi (OKUSE & RYUGO, 1981), banana (WILLS et alii, 1984), manga (OHTSUKA et alii, 1984), abacaxi (KERMASHA et alii, 1987), damasco, cereja, nectarina, pêssgo e ameixa (WILLS et alii, 1983). Os dados obtidos mostraram que o camu-camu situa-se na classe dos não protéicos.

ALVARADO VERTIZ (1969) cita que Collazos et alii (1957), utilizando a extração com éter de petróleo e separação por cromatografia, não detectaram a presença de carotenóides pró-vitamínicos no camu-camu. Porém, a extração dos pigmentos lipossolúveis acusou a presença de carotenoides totais, porém, em níveis relativamente baixos. Acrescido do fato de que somente cerca de 10% dos carotenóides presentes em frutos e vegetais são precursores de vitamina A (SALUNKE & DESAI, 1984), e que 0,6 µg de β-caroteno equivale a 1 Unidade Internacional de vitamina A, (OSBORNE & VOOGT, 1978), o camu-camu não se constitui em fonte significativa de pró-vitamina A.

Do ponto de vista energético, o camu-camu forneceu nos estádios 5 e 6, 133 e 178 KJ, respectivamente. A média nesse período foi de 156 KJ. Utilizando o fator de conversão de 1 Kcal = 4,184 KJ, segundo OSBORNE & VOOGT (1978), os valores equivaleram-se a 32 Kcal no estádio 5 e 42 Kcal no estádio 6, com um teor médio no período de 37 Kcal. O maior percentual de contribuição foi dos

carboidratos correspondendo a 42,0% seguido pela fração lipídica, ácidos totais e proteína, com 33,9, 18,6 e 5,6%, respectivamente.

A energia fornecida pelo camu-camu equipara-o ao damasco (154 KJ), ameixa (147 KJ) e nectarina (160 KJ). Seu valor energético foi superior ao pêssego (132 KJ), mas, inferior à cereja (242 KJ) e à banana (315 KJ) (WILLS et alii, 1983, 1984).

Segundo CAMBRAIA et alii (1971), o teor de vitamina C em frutos visando mostrar o valor vitamínico, deve ser, necessariamente, expresso em função de vitamina C total e não apenas de ácido ascórbico. O ácido dehidroascórbico, em termos vitamínicos é comparável ao ácido ascórbico atingindo cerca de 70 a 75% de atividade. Portanto, vitamina C total inclui tanto a forma reduzida como oxidada (HUDSON & LACHANCE, 1986). Como em frutos 95% do ácido ascórbico apresentam-se na forma reduzida, o teor de vitamina C total é um indicativo do conteúdo original de ácido ascórbico (SCHAFFERT & KINGSLEY, 1955). Segundo WILLS et alii (1983), a determinação do ácido ascórbico por titulação é questionável, pois não quantifica o ácido dehidroascórbico, e, portanto, pode subestimar a atividade vitamínica total.

Segundo MOKADY et alii (1984), grande parte da literatura relacionada à concentração e estabilidade da vitamina C em alimentos é baseada em métodos que quantificam somente o ácido ascórbico. Porém, é importante distinguir entre o primeiro estágio da transformação reversível da vitamina C e a delactonização irreversível.

A oxidação do ácido ascórbico para dehidroascórbico causa decréscimo e não perda da atividade fisiológica, mas a subsequente conversão para dicetogulônico, sim. Desta forma, a medida da atividade vitamínica em vegetais inclui tanto a forma reduzida como a oxidada (KLEIN, 1987). Porém, o ácido ascórbico é absorvido pelo transporte ativo dependente do Na^+ e o ácido dehidroascórbico pelo mecanismo de difusão, a taxas mais lentas (MOKADY et alii, 1984).

A adoção da metodologia descrita por HALIM & MONTGOMERY (1978) não possibilitou a detecção de atividade de polifenoloxidase no camu-camu, provavelmente pela atuação do ácido ascórbico, do que pela sua inexistência. Não foi feita avaliação da atividade de ácido ascórbico oxidase; porém, sua presença é sugerida, uma vez que esta encontra-se ativa em acerola, a qual apresenta estreita semelhança com o camu-camu (PARK, com. pes.).

A análise de frutos e produtos de camu-camu provenientes do Peru (Quadro 3) evidencia o efeito do processamento na oxidação do ácido ascórbico. A contribuição da forma reduzida, de 84% na polpa original, decresceu para 32 a 56% em dois tipos de sucos, 27 a 28% em geléias com pectina, 54% em geléia sem pectina e 33 a 35% em marmeladas. No camu-camu há variação na taxa de ácido ascórbico reduzido em relação ao total. O Quadro 2 mostra que a participação da forma reduzida atinge 96,10%. No entanto, o Quadro 3 mostra uma participação de 84,14%.

Os dados apresentados no Quadro 3 sugerem a necessidade de tecnologia apropriada para o processamento do camu-camu. Mesmo com concentrações iniciais elevadas, condições propícias à oxidação, podem ocasionar perdas irreversíveis na atividade vitamínica.

O camu-camu apresentou no estádio 5 e 6 valores de 2768,17 e 3133,06 mg/100g de polpa (pericarpo) de vitamina C total (Tabela 4). Seu teor médio foi semelhante ao reportado para camu-camu procedente do Peru (Quadros 2 e 3). Os dados confirmaram seu alto valor vitamínico, subutilizado nas regiões de ocorrência. Sua importância vitamínica é equiparada apenas pela acerola (RODRIGUEZ et alii, 1975; ASENJO, 1980; CLEMENT, 1986).

Durante a colheita dos frutos, foi possível computar uma produção que variou de 8 a 2280 g/planta, demonstrando a alta variabilidade das plantas. Adotando a média da produção 263,82 g/planta e a densidade de plantio de 625 plantas/ha, recomendada por ALVARADO VERTIZ (1969), estima-se uma produção média de 4,11 Kg de vitamina C/ha.

Como indicativo para as pesquisas de introdução, seleção e adaptação do camu-camu à terra firme da Amazônia Central Brasileira, observa-se que a maior produção correspondeu ao tratamento 2 ATs-2 (Bloco 2, espaçamento 3x2 m, parcela 3, planta 2), equivalente a 2280 g/planta. Considerando os dados de produção da planta de 2280 g, espaçamento na parcela de 3x2 m e médias nos estádios 5 e 6 (fruto maduro) do conteúdo de vitamina C de 2490,98 mg/100g de fruto, estima-se uma produção de 3,80 t de

frutos/ha, equivalente a 94,62 kg de vitamina C total/ha.

Verifica-se que a produção computada no experimento em terra firme, com espaçamento de 3x2 m, fornece dados para uma estimativa de 3,80 t frutos/ha. Porém com dados de produção nativa, em condições diferentes da utilizada nesse experimento, ALVARADO VERTIZ (1969) estimou por extrapolação, uma produção de 7,55 t/ha para terra firme com espaçamento 4x4 m. Também baseados em dados de produção nativa, PETERS & VASQUEZ (1986/87) calcularam uma produção silvestre entre 9,5 e 12,7 t/ha.

É necessário ressaltar que as estimativas (ALVARADO VERTIZ, 1969; PETERS & VASQUEZ, 1986/87) para a produção em terra firme, basearam-se em dados da produção nativa. Nesta pesquisa, a estimativa de produção teve como suporte dados de produção em terra firme. Mesmo sem expressar a produção real das plantas, sua capacidade produtiva, aliada a parâmetros agronômicos, nutricionais e tecnológicos, mostra a viabilidade do camu-camu como fonte de vitamina C natural.

A avaliação dos frutos produzidos em terra firme mostrou que, apesar da equivalência no valor nutricional em relação aos de populações silvestres (Quadros 2 e 3), sua produção situou-se muito aquém da relatada em habitat silvestre da Amazônia Peruana. Porém, apesar das diferenças nas condições edafo-climáticas, e também de sua constituição genética, os dados obtidos proporcionam uma estimativa média da performance do camu-camu em terra firme.

Segundo OLIVEIRA (1976), quando se examinam os constituintes químicos de um vegetal, é identificada sua acumulação, apesar da

continua ocorrência de variações qualitativas no decorrer do desenvolvimento. A detecção de um determinado constituinte dependerá da concentração nos tecidos, do método analítico empregado, da amostragem utilizada e do estágio de desenvolvimento da planta. Além disso, sabendo-se que as características morfológicas da planta, decorrentes de longo processo epigenético, refletem a interação dos seus fatores genéticos com o meio ambiente, é necessário estimar-se a extensão e a natureza de sua variabilidade para tornar possível a compreensão das correlações existentes entre fenótipo, genótipo e meio ambiente. Nas plantas de reprodução sexual, freqüentemente alógamas ou autógamas, cada indivíduo pode diferir dos demais por vários alelos e é capaz de produzir diferentes fenótipos em um mesmo ambiente. As de reprodução assexual originam descendências (exceto pelas mutações) com a mesma constituição genética dos seus progenitores, embora possam diferir quando desenvolvidas em ambientes diferentes. Porém, a variabilidade das características individuais numa população oscila em torno da média, constituindo um atributo de todos os grupos de organismos.

Avaliando o teor de vitamina C em frutos tropicais exóticos e em frutos temperados na Venezuela, JAFFÉ et alii (1950), verificaram que as regionais ou "caboclas" mostraram-se muito superiores às "estrangeiras". Os autores afirmaram também que, como o consumo diário na região é quantitativamente inferior ao dos países de clima temperado, o suprimento das necessidades de vitamina C se equiparam.

Portanto, a composição química do camu-camu confirma a proposição de JAFFÉ et alii (1950), com relação ao valor nutricional de frutos tropicais exóticos. Também concorda com DONADIO (1986), quando afirma que muitas espécies de frutíferas nativas são importantes por sua potencialidade, embora ainda em estado silvestre. E que, dentre estas, a família Myrtaceae destaca-se por apresentar o maior número de espécies nativas tendo-se muito a explorar, principalmente na Amazônia.

Do ponto de vista nutricional, o camu-camu constitui-se em excelente fonte de vitamina C disponível e não utilizada adequadamente nas regiões ribeirinhas da Amazônia Brasileira. O teor equivalente a 2,8 a 3,1g/100 g de polpa integral permite indicar seu consumo por aqueles que têm acesso à produção silvestre, bem como o cultivo em terra firme e aproveitamento das características sensoriais, tecnológicas e nutricionais.

Com respeito ao potencial alimentício, o camu-camu demonstrou que a curto prazo, seu aproveitamento e conservação podem ser feitos satisfatoriamente através de tecnologia simples, econômica e socialmente adequada à região Amazônica. A tecnologia sofisticada utilizada em outros países não é necessariamente a melhor para o uso nas condições de um determinado país ou região em desenvolvimento (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Portanto, devem ser selecionadas as matérias-primas e práticas mais adequadas ou passíveis de adaptação a condições locais, para que seja atingida a máxima qualidade, que, segundo MUKAI (1987), não é universal.

5. CONCLUSÕES

Da avaliação do camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaughn produzido em terra firme na Amazônia Central Brasileira, pode-se concluir:

O peso do fruto apresentou curva sigmóide simples. O peso do endocarpo acompanhou o padrão apresentado pelo fruto inteiro, o das sementes aumentou em taxas bem inferiores em relação ao endocarpo e o da casca (epicarpo + mesocarpo) atingiu o máximo aos 95 dias, decrescendo nos estádios subseqüentes.

Carotenóides totais, protopectina, extrato etéreo, proteína e sólidos insolúveis em álcool decresceram. Compostos fenólicos e CO₂ decresceram, porém, aumentaram aos 104 e 113 dias após a antese.

Sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação Brix/acidez, açúcares redutores totais, glicose, frutose, pectina solúvel, antocianinas totais e vitamina C aumentaram com a maturação. Pectina total e amido aumentaram atingindo o máximo aos 85 e 95 dias, respectivamente, mas decrescendo nos estádios subseqüentes. Açúcares não redutores mostraram valores mínimos aos 56, 95, 104 e 113 dias e teores não detectáveis nos demais.

Os minerais decresceram atingindo valores mínimos entre 85 e 95 dias, porém, elevando-se nos estádios subseqüentes, exceto o

magnésio e nitrogênio, que continuaram a decrescer até aos 113 dias após a antese.

O estágio de maturação mostrou efeito altamente significativo sobre as características físicas e a composição química do fruto. Aos 113 dias após a antese o fruto ainda apresentou atividades metabólicas características do amadurecimento, sem evidências de ter atingido a senescência. O período entre 104 e 113 dias, após a antese, apresentou o melhor balanço dos constituintes de interesse nutricional, organoléptico e tecnológico. Devido à falta de sincronia, a coloração do fruto é a forma mais viável para se predizer o ponto ideal de colheita

A maior porção do fruto constituiu-se do endocarpo que, acrescido da casca, que também é comestível, proporcionou um elevado rendimento em polpa, atributo essencial ao processamento tecnológico.

Caracterizou-se como um fruto de baixo pH e elevada acidez que mascara a atuação dos açúcares e limita o seu consumo na forma in-natura. Porém, é uma característica desejável no processamento industrial.

Mostrou relativos teores de pectinas, dentro da faixa apresentada pelos frutos que normalmente são utilizados para elaboração de geléias. A concentração de açúcares redutores foi relativamente alta em relação à de amido e de não redutores.

Apresentou baixa concentração de minerais, lipídios carotenoides totais, proteína e alto teor de compostos fenólicos, com predominância das frações monomérica e polimérica,

responsáveis pela adstringência. Apresentou alta concentração de antocianinas, traduzida em intensa coloração vermelho-púrpura. Mostrou baixo valor energético, mas elevada concentração de vitamina C total, superior a de frutos comercialmente utilizados.

Sua atividade respiratória foi elevada; porém, a estocagem sob refrigeração pelo período de 10 dias reduziu significativamente a liberação de CO₂.

Os meios proporcionados pela Ciência de Alimentos, confirmam o valor nutricional do camu-camu, o qual permite indicar a sua utilização, sobretudo nas áreas de ocorrência silvestre, e/ou onde sua adaptação e comercialização forem viáveis.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. ALVARADO VERTIZ, M. A. Posibilidades del cultivo del camu-camu en el Peru, Myrciaria dubia. Lima, Pontificia Universidad Catolica del Peru, 1969, 51p. (Monografia graduación).
02. AMOROS, A.; SERRANO, M.; RIQUELME, F. & ROMOJARO, F. Levels of ACC and physical and chemical parameters in peach development. The Journal of Horticultural Science, Ashford, 64(6):637-77, Nov. 1989.
03. ARKCOLL, D. B. Considerações sobre a produção de alimentos por árvores e florestas. Acta Amazonica, Manaus, 12(2):247-9, 1982.
04. ANSEJO, C. F. Acerola. In: NAGY, S. & SHAW, P. E. Tropical and subtropical fruits. Composition, properties and uses. Westport, AVI, 1980, p.341-74.
05. ANSEJO, C. F. & MOSCOSO, C. G. Ascorbic acid content and other characteristics of the west indian cherry. Food Research, 15: 103-6, 1950.
06. A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Association of Official Analytical Chemists, 1984, 1141 p.
07. BAJRACHARYA, D.; SHRESTHA, K. K. & BHANDARY, H. R. Comparison of nutritive values of some edible wild fruits at ripe and unripe stages. Fruits, Paris, 37(1):59-62, Jan. 1982.
08. BEN-ARIE, R.; SEGAL, N. & GUELFAT-REICH, S. The maturation and ripening of the "wonderful" pomegranate. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(6):898-902, Nov. 1984.
09. BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. Advances in Food Research. New York, 10:293-354, 1960.
10. BIALE, J. B. & YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits-retrospect and prospect. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. London, Academic Press, 1981, p.1-39.

11. BLASCO LAMEMCA, M.; LLAVERIA BARONI, M. & CHAVEZ FLORES, W. B. Características de la producción de frutales nativos en la Amazonia Peruana. Lima, Ministerio de Agricultura y Alimentación/Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Série de Publicaciones Miscelaneas n.187, p.11. s.d.
12. BOOTHBY, D. Pectic substances in developing and ripening plum fruits. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 34(10): 1117-22, Oct. 1983.
13. BOURNE, M. C. Physical properties and structure of horticultural crops. In: PELEG, M. & BAGLEY, E. B. Physical properties of foods. Westport, AVI, 1983, p.207-28.
14. BRUNE, W.; BATISTA, C. M.; SILVA, D. O.; FORTES, J. M. & PINHEIRO, R. V. R. Sobre o teor de vitamina C em mirtáceas. Revista Ceres, Viçosa, 13(74):123-33, Ago./Set. 1966 a.
15. BRUNE, W.; SILVA, D. O.; GOMES, F. R. & CAMPOS, M. S. Fatores que afetam o teor de vitamina C em frutos de laranja Baía e de algumas mirtáceas. Revista Ceres, Viçosa, 15(86):261-74, Nov./Dez. 1968.
16. BRUNE, W.; SILVA, D. O. & MATTOS, J. R. Sobre o teor de vitamina C em mirtáceas - II. Revista Ceres, Viçosa, 13(75):182-93, Out./Dez. 1966 b.
17. BUREN, J. V. Fruit phenolics. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1., p.269-304.
18. CALZADA BENZA, J. 143 frutales nativos. Lima, Librería El Estudiante, 1980, p.75-80.
19. CAMBRAIA, J.; BRUNE, W.; FORTES, J.M. & ANDERSEN, O. Vitamina C em frutos de interesse tecnologico. Revista Ceres, Viçosa, 18(96):139-50, Mar./Abr. 1971.
20. CARROL, D. E. Muscadine grapes: factors influencing product quality. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p. 177-97.
21. CARVALHO, V. D. Características bromatológicas de quatro variedades de peras (*Pyrus sp*) e estabelecimento do dia ideal para sua colheita. Estudo comparativo com vista à industrialização. São Paulo, USP, 1979, 88p. (Tese Dr.).

22. CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; PAULA, M. B. & ROSA, L. A. Mudanças nas características de qualidade dos frutos durante o desenvolvimento de tomate. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 20(10):1217-21, Out. 1985.
23. CARVALHO, V. D.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. & CARVALHO, V. Maturação dos frutos de algumas cultivares de pera (*Pyrus communis* L.) na Região Sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Fruticultura, Campinas, 2(2):14-21, Ago. 1980.
24. CARVALHO, V. D.; SOUZA, S. M. C.; CHITARRA, M. I. F.; CARDOSO, D. A. M. & CHITARRA, A. B. Qualidade de tomates da cultivar Gigante Kada amadurecidos na planta e fora da planta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 19(4):489-93, Abr. 1984.
25. CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém, Museu Paraense Emílio Goeld/Companhia Souza Cruz Industria e Comércio, 1988, p. 62.
26. CHACON, S. I.; VIQUEZ, F. & CHACON, G. Echelle physico-chemique du murissement de la banane, Fruits, Paris, 42(2): 95-102, Fev. 1987.
27. CHADHA, K. L.; MELANTA, K. R.; LODH, S. B. & SELVARAJ, Y. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple variety Kew. I. Changes in physico-chemical constituents. Indian Journal of Horticulture, Sabour, 29(1):54-7, Jan. 1972.
28. CHAN Jr, H. T. Sugar composition of papayas during fruit development. Hortscience, Alexandria, 14(2):140-1, Apr. 1979.
29. CHAVEZ FLORES, W. B. A importância econômica do camu-camu. Toda Fruta, São Caetano do Sul, 3(27):36-7. Set. 1988.
30. CHITARRA, A. B.; CARVALHO, V. D.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. & MORAIS, A. R. Maturação dos frutos de algumas cultivares de maçã (*Malus sylvestris*) na Região Sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Fruticultura, Campinas, 2(2):31-9, Ago. 1980 a.
31. CHITARRA, A. B. & CHITARRA, M. I. F. Técnicas de análise de alimentos, Lavras, ESAL, 1979, 52p.
32. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. & CARVALHO, V. D. Parâmetros físico-químicos de laranjeira doce (*Citrus sinensis* L.) Osbeck) cv. Sangue de Boi em fase de maturação. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, 2(1):21-8, Abr. 1980 b.

33. CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortícolas: fisiologia e manuseio. Lavras, ESAL/FAEPE, 1990, 320p.
34. CLEMENT, C. R. Food and fruit-bearing forest species 3: examples from Latin America. F.A.O. Forestry Paper, Roma, 44:201-3, Mar. 1986.
35. CLEMENT, C. R. MÜLLER, C. H. & CHAVEZ FLORES, W. B. Recursos genéticos de espécies frutíferas nativas da Amazônia Brasileira. Acta Amazonica, Manaus, 12(4):677-95, 1982.
36. CONN, E. E. & STUMPF, P. K. Introdução à bioquímica. São Paulo, Edgard Blücher, 1987, p.1-20.
37. DEL CAMPILLO, A. & ASENJO, C. F. The distribution of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, and diketogulonic acid in the acerola fruit at different stages of development. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 41 (2): 161-6, 1957.
38. DINAR, M. & STEVENS, M. A. The relationship between starch accumulation and soluble solids content of tomato fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 106(4):415-8, Jul, 1981.
39. DONADIO, L. C. A situação atual e potencial da fruticultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1986. Anais... Brasília, EMBRAPA-DDT/CNPq, 1986. v.2, p.501-11.
40. DRAKE, S. R. & FELLMAN, J. K. Indicators of maturity and storage quality of "Rainier" sweet cherry. Hortscience, Alexandria, 22(2):283-5, Apr. 1987.
41. ENCONTRO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO DOS PAÍSES DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA, 1, Belém, 1984. Proposta de plano de ação em ciência e tecnologia dos países do tratado de cooperação Amazônica, CNPq, 1984, 137p.
42. ESQUINAS ALCAZAR, J. T. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. Madrid, Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos/Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1982, 44p.
43. ESTEVES, M. T. C. Características físicas, físico-químicas e químicas de frutos de cultivares de goiabeira (Psidium guajava L.). Lavras, ESAL, 1981, 65p. (Tese MS).

44. ESTEVES, M. T. C. CARVALHO, V. D.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. & PAULA, M. B. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) na maturação I - Determinações físicas e químicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. Anais... Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984, v.1, p.477-89. a.
45. ESTEVES, M. T. C. CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, V. D.; CHITARRA, A. B. & PAULA, M. B. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) em fase de maturação. III Pectina, celulose e hemicelulose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. Anais... Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984, v.2, p. 501-13 b.
46. ESTEVES, M. T. C. CARVALHO, V. D.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. & PAULA, M. B. Caracterização dos frutos de seis cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava*, L.) na maturação. II - Vitamina C e taninos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. Anais... Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984, v.2, p.490-500 c.
47. EVANGELISTA, R. M. Fisiologia pós-colheita de ameixa (Prunus sp) cv. Roxa de Delfim Moreira: maturação atividade respiratória e "internal breakdown". Lavras, ESAL, 1990, 111p. (Tese MS).
48. FALCAO, M. A.; FERREIRA, S. A. N.; CHAVEZ FLORES, W. B. & CLEMENT, C. R. Aspectos fenológicos e ecológicos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) na terra firme de Amazônia Central. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 1990, (No prelo).
49. FELLERS, P. J. Citrus: sensory quality as related to rootstock, cultivar, maturity, and season. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p.83-128.
50. FERREIRA, S. A. N. Camu-camu. Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura, Campinas, 5(2):11-2, 1986.
51. FERREYRA, H. R. El "camu-camu" nueva fuente natural de vitamina C. Bol. Exp. Agropecuaria, Lima, 7(4):28-31, 1959.
52. FILGUEIRAS, H. A. C. & CHITARRA, M. I. F. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento sobre os teores de compostos fenólicos em ameixa Roxa de Delfim Moreira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 23(1):63-74, Jan. 1988.

53. FILGUEIRAS, H. A. C. Conservação pós-colheita de ameixas (Prunus sp cv Roxa de Delfim Moreira) em quatro estádios de maturação. Lavras, ESAL, 1986, 131p. (Tese MS).
54. FILS-LYCAON, B. & POMMIER, P. Récolte mécanique de la cerise douce: le point sur les phénomènes d'abscission naturels ou provoqués, et sur la prévision de la date de maturité. Fruits, Paris, 42(7/8):455-65, Jui./Aou. 1987.
55. FORNEY, C. F. & BREEN, P. J. Sugar content and uptake in the strawberry fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(6):898-902, Nov. 1986.
56. FRANCIS, F. J. Cranberries: effects of production and processing on sensory quality. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p.199-216.
57. FULEKI, T. & FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. Journal of Food Science, Chicago, 33(1):78-83, Jan./Feb. 1968.
58. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Produção agrícola municipal. Amazonas, 1989. 43p.
59. GIUGLIANO, R.; SHRIMPTON, R.; ARKCOLL, D. B.; GIUGLIANO, L. G. & PETRERE, Jr, M. Diagnóstico da realidade alimentar e nutricional do Estado do Amazonas, 1978. Acta Amazonica, Manaus, 8(2):1-54, Jun. 1978. (Suplemento, 2).
60. GOLDSTEIN, J. L. & SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. Phytochemistry, Oxford, 2:371-83, 1963.
61. GOODWIN, T. W. & MERCER, E. I. Introduction to plant biochemistry. London, Pergamon Press, 1985, 677p.
62. GORTNER, W. A.; DULL, G. G. & KRAUSS, B. H. Fruit development, maturation, ripening and senescence: a biochemical basis for horticultural terminology. Hortscience, Alexandria, 2(4):141-4, 1967.
63. GUTIERREZ RUIZ, A. Especies frutales nativas de la selva del Perú: estudio botánico y de propagación por semillas. La Molina, Universidad Nacional Agraria La Molina, 1969, 91p. (Monografia graduação).
64. HALIM, D. H. & MONTGOMERY, M. W. Polyphenol oxidase of d'Anjou pears. (*Pyrus communis* L.). Journal of Food Science, Chicago, 43(2):603-8, Mar./Apr. 1978.

65. HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. Journal of Food Science, Chicago, 27(1):42-9, Jan./Feb. 1962.
66. HOBSON, G. E. Enzymes and texture changes during ripening. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. London, Academic Press, 1981, p.123-32.
67. HOPKIRK, G.; SNELGAR, W. P.; HORNE, S. F. & MANSON, P. J. Effect of increased preharvest temperature on fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). The Journal of Horticultural Science, Ashford, 64(2):227-37, Mar. 1989.
68. HOSFIELD, G. L.; SIPPEL, S. A. & CURTIN, D. D. A direct and analytical method for determining water-soluble sugars from a single extract of carrot root tissue. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 107(1):101-6, Jan. 1982.
69. HUDSON, D. E.; CAPPELLINI, M. & LACHANCE, P. A. Ascorbic acid content of broccoli during marketing. Journal of Food Quality, Westport, 9(1):31-7, Jan./Feb. 1986.
70. HUDSON, D. E. & LACHANCE, P. A. Ascorbic acid and riboflavin content of asparagus during marketing. Journal of Food Quality, Westport, 9(4):217-24, Jul./Aug. 1986.
71. INDICADORES ECONOMICOS DO AMAZONAS. Manaus, SIC, v.1. n.5., Nov. 1990, 113p.
72. INFORME ESTATISTICO. Amazonas, CEPA, v.2, n.3, Out. 1990, 30p.
73. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, EPU, 1985, v.1, 533p.
74. JACKIX, M. N. H. Doces, geléias e frutas em calda. Campinas, Editora da UNICAMO, 1988, 172P.
75. JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y. & TUNG, M. A. A review: separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. Journal of Food Biochemistry, Westport, 11(4):279-308, Dec. 1987 a.
76. JACKMAN, R. L.; YADA, R. Y.; TUNG, M.A. & SPEERS, R. A. Anthocyanins as food colorants-a review. Journal of Food Biochemistry, Westport, 11(3):201-47, Sep. 1987 b.

77. JAFFE, W. G.; BUDOWSKI, P. & GORRA, C. Estudio sobre el contenido de acido ascorbico (Vitamina C) en las principales frutas de Venezuela. Archivos Venezolanos de Nutricion, Caracas, 1:83-106, 1950.
78. JOHN, M. A. & DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. Advances in Food Research, New York, 30:139-93, 1986.
79. JOHNSON, C. E. & CALDAS, L. S. A simple and accurate method for Infra-Red Gas Analyser calibration. Journal of Experimental Botany, Oxford, 35(156):1083-6, Jul. 1984.
80. KEEL, S. H. K. & PRANCE, G. T. Studies of the vegetation of a white-sand black-water igapó (Rio Negro, Brazil) Acta Amazonica, Manaus, 9(1):645-55, 1979.
81. KERMASHA, S.; BARTHAKUR, N. N. & ALII, I. Changes in chemical composition of the Kew cultivar of pineapple fruit during development. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 39(4):317-24, Abr. 1987.
82. KERR, W. E. & CLEMENT, C. R. Práticas agrícolas de conseqüências genéticas que possibilitaram aos índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. Acta Amazonica, Manaus, 10(2):251-61, 1980.
83. KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 10(3):179-93, May./Jun. 1987.
84. KNEE, M. & BARTLEY, I. M. Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruits, In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. London, Academic Press, 1981, p.133-48.
85. KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A. & TWIGG, B. A. Quality control for the food industry, Westport, AVI, 1973, v.2, p.157-228.
86. KRISHNAMURTHY, S. & SUBRAMANYAM, H. Pre-and post-harvest physiology of the mango fruit: a review. Tropical Science, London, 15(2):167-93, 1973.
87. LEON, J. Fundamentos botanicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de La O.E.A., 1968, p.28-46.
88. LEON, J.; GOLDBACH, H. & ENGELS, J. Los recursos geneticos de las plantas cultivadas de America Central. Turrialba, CATIE, 1979, 31p.

89. LODH, S. B. & PANTASTICO, Er. B. Physicochemical changes during growth of storage organs. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p. 41-55.
90. LONG, S. P. & HALLGREN, J. E. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. In: COOMBS, J.; HALL, D. O.; LONG, S. P. & SCURLOCK, J. M. O. Techniques in bioproductivity and photosynthesis. London, Pergamon Press, 1985, p.62-94.
91. LUH, B. S. & WANG, Z. Kiwifruit. Advances in Food Research. New York, 29:279-309, 1984.
92. Mac RAE, E. A.; STEC, M. G. H. & TRIGGS, C. M. Effects of postharvest treatment on the sensory qualities of Kiwifruit harvested at different maturities. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 50(4):533-46, Abr. 1990.
93. MALAVOLTA E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU, 1986, v.2. p. 97-114.
94. MAPSON, L. W. Vitamins in fruits. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1., p.369-84.
95. MARETZKI, A.; TEAS, H. J. & ASENJO, C. F. Uptake and conversion of radioactive carbon dioxide and glucose in the acerola and their relationship to ascorbic acid biosynthesis. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 50(1):1-9, Jan. 1966.
96. MATHEIS, G. & WHITAKER, J. R. Modification of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products . Journal of Food Biochemistry, Westport, 8(3):137-62. Sep. 1984.
97. MATTOO, A. K.; MURATA, T.; PANTASTICO, Er. B.; CHACHIN, K.; OGATA, K. & PHAN, C. T. Chemical changes during ripening and senescence. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p. 103-27.
98. Mc CREADY, R. M. Pectin. In: JOSLYN, M. A. Methods in Food Analysis. New York, Academic Press, 1970, p. 565-99.
99. Mc VAUGH, R. Botany of the Guyana highland. Part VIII. Memoirs of the New York Botanical Garden, New York, 18(2):55-286, 1969.

100. MILLS, M. B. & ROE, J. H. A critical study of proposed modifications of the Roe and Kuether method for the determination of ascorbic acid, with further contributions to the chemistry of this procedure. The Journal of Biological Chemistry, Baltimore, 170(1):159-64, Sep. 1947.
101. MOKADY, S.; COGAN, U. & LIEBERMAN, L. Stability of vitamin C in fruits and fruit blends. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 35(4):452-6, Apr. 1984.
102. MONRO, J. A. & LEE, J. Changes in elements, pectic substances and organic acids during development of boysenberry fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 38(2):195-207, Feb. 1987.
103. MORRIS, J. R. Grape juice: influences of preharvest, harvest, and postharvest practices on quality. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p.129-76.
104. MORRIS, J. R.; SISTRUNK, W. A.; JUNEK, J. & SIMS, C. A. Effects of fruit maturity, juice storage, and juice extraction temperature on quality of 'Concord' grape juice. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 111(5):742-6, Sep. 1986.
105. MUKAI, M. K. Postharvest research in a developing country: A view from Brazil. Hortscience, Alexandria, 22(1):7-9, Feb. 1987.
106. MUNSELL COLOR COMPANY. Munsell color charts for plant tissues. Baltimore, Munsell Color Company, 1952, s.p.
107. NAKASONE, H. Y. & BOLTON, W. E. A survey of traditional and nontraditional fruits and spices for potential commercialization in Peru. Peru, Postharvest Institute for Perishables/University of Idaho/United States Agency for International Development, GTS report 44, Jul. 1984, p.16-7.
108. NAKASONE, H. Y.; MIYASHITA, R. K. & YAMANTE, G. M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.). Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 89:161-6, 1966.
109. OHTSUKA, R.; KAWABE, T.; INAOKA, T.; SUZUKI, T.; HONGO, T.; AKIMICHI, T. & SUGAHARA, T. Composition of local and purchased foods consumed by the Gidra in Lowland Papua. Ecology of Food and Nutrition, London, 15(2):159-69, 1984.

110. OKOMBI, G.; BILLOT, J.; HARTMANN, C.; Les caroténoides de la cerise (*Prunus avium*, cv. Bigarreau Napoleón): Evolution au cours de la croissance et de la maturation. Fruits, Paris, 35(5):313-20, Mai. 1980.
111. OKUSE, I. & RYUGO, K. Compositional changes in the developing "Hayward" Kiwi fruit in California. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 106(1):73-6, Jan. 1981.
112. OLIVEIRA, H. A. Padrões eletroforéticos e genética de isoenzimas na identificação de cultivares e linhagens de Pisum sativum L. e sua utilização no melhoramento genético. Porto Alegre, UFRGS, 1976, 136p. (Tese Dr.)
113. OSBORNE, D. R. & VOOGT, P. The analysis of nutrients in foods. London, Academic Press, 1978, 251 p.
114. PAIVA, M. J. G. Características físicas, químicas e ponto de colheita do abacaxi (*Ananas comosus*, L. cvs "Pérola" e "Smooth Cavenne"). Lavras, ESAL, 1978, 82 p. (Tese MS).
115. PANTASTICO, Er. B.; CHATTOPADHYAY, T. K. & SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO Er. B. Postharvest physiology, handling utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p.314-38 a.
116. PANTASTICO, Er. B. Preharvest factors affecting quality and physiology after harvest. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p.25-40.
117. PANTASTICO, Er. B.; SUBRAMANYAM, H.; BHATTI, M. B.; ALI, N. & AKAMINE, E. K. Harvest indices. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p.56-74. b.
118. PAULL, R. E; CHEN, N. J.; DEPUTY, J. HUANG, H. CHENG, G. & GAO, F. Litchi growth and compositional changes during fruit development. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(6):817-21, Nov. 1984.
119. PELLETIER, O. & BRASSARD, R. Determination of vitamin C (L-ascorbic and dehydroascorbic acid) in food by manual and automated photometric methods. Journal of Food Science, Chicago, 42(6):1471-7, Nov./Dec. 1977.

120. PEREZ LOPEZ, A. Relation of maturity to some fruit characters of the west indian cherry. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 47(1):193-200, 1963.
121. PETERS, C. M. & VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (Myrciaria dubia), I. producción de frutos en poblaciones naturales. Acta Amazonica, Manaus, 16/17(Unico):161-73, 1986/87.
122. PETERS, G. L.; BROWN, H. D.; GOULD, W. A. & DAVIS, R. B. Effect of added calcium chloride and sodium hexametaphosphate (calgon) on the pectin content and serum viscosity of tomato puree (pulp). Food Technology, Chicago, 8(5):220-3, May. 1954.
123. PHAN, C. T.; PANTASTICO, Er. B.; OGATA, K. & CHACHIN, K. Respiration and respiratory climateric. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p. 86-102.
124. PILNIK, W. & VORAGEN, A. G. J. Pectic substances and other uronides. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1, p.53-87.
125. PIMENTEL GOMES, F. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Piracicaba, POTAFOS, 1984 160p.
126. POMERANZ, Y. & MELOAN, C. E. Food analysis: theory and practice. Westport, AVI, 1978, 709p.
127. PROCTOR, A. & PENG, L. C. Pectin transitions during blueberry fruit development and ripening. Journal Food Science, Chicago, 54(2):385-7, Mar./Apr. 1989.
128. QUAMME, H. A. & GRAY, J. I. Pear fruit quality and factors that condition it. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p.47-61.
129. REID, M. S.; HEATHERBELL, D. A. & PRATT, H. K. Seasonal patterns in chemical composition of the fruit of Actinidia chinensis. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 107(2):316-9, Mar. 1982.
130. RHODES, M. J. C. The climateric and ripening of fruits. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1, p. 521-33.

131. RHODES, M. J. C.; WOOLTORTON, L. S. C. & HILL, A. C. Changes in phenolic metabolism in fruit and vegetable tissues under stress. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. London, Academic Press, 1981, p. 193-220.
132. RIBEREAU-GAYON, J. & PEYNAUD, E. Analisi e controllo dei vini. Bologna, Edizioni Agricole Bologna, p.221-2, 1966.
133. RODRIGUEZ, R.; RAINA, B. L.; PANTASTICO, Er. B. & BHATTI, M. B. Quality of raw materials for processing. In: PANTASTICO, Er. B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975, p.467,503.
134. ROE, J. H. & OESTERLING, M. J. The determination of dehydroascorbic acid and ascorbic acid in plant tissues by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. Journal Biological Chemistry, Baltimore, 152:511-7, 1944.
135. SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. Postharvest biotechnology of vegetables, Boca Raton, CRC Press, 1984, v.1, p.1-33.
136. SAMANEZ-MERCADO, R. El desafío de la Amazonía. Unasyuva, Roma, 41(163):22-7, Out./Dec., 1990.
137. SANTINI Jr, R. Determination of reducing and total sugars in west indian cherry (*Malpighia punicifolia* L.) juice. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 37(3): 199-205, 1953.
138. SANTINI Jr, R & HUYKE, A. S. Identification of sugars present in fruit of the acerola (*Malpighia punicifolia* L.) by paper chromatography. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Rio Piedras, 40(2):87-9, Apr. 1956.
139. SAPERS, G. M.; BURGHER, A. M.; PHILLIPS, J. G. & JONES, S. B. Color and composition of highbush blueberry cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 109(1):105-11, Jan. 1984.
140. SAPERS, G. M.; JONES, S. B. & MAHER, G. T. Factors affecting the recovery of juice and anthocyanin from cranberries. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 108(2):246-9, Mar. 1983.
141. SARRUGE, J. R. & HAAG, H. P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974, 56p.

142. SCHAFFERT, R. R. & KINGSLEY, G. R. A rapid, simple method for the determination of reduced, dehydro-, and total ascorbic acid in biological material. The Journal of Biological Chemistry, Baltimore, 212(1):59-68, Jan. 1955.
143. SCHANDLER, S. H. Tannins and related phenolics. In: JOSLYN, M. A. Methods in Food Analysis. New York, Academic Press, 1970, p.701-25.
144. SCHULTES, R. E. Diversas plantas comestíveis nativas do noroeste da Amazônia. Acta Amazonica, Manaus , 7(3):317-27, 1977.
145. SENTER, S. D.; HORVAT, R. J. & FORBUS Jr, W. R. Quantitative variation of total phenols in fresh market tomatoes of three stages of maturity. Journal of Food Science, Chicago, 53(2):639-40, Mar./Apr. 1988.
146. SENTER, S. D.; ROBERTSON, J. A. & MEREDITH, F. I. Phenolic compounds of the mesocarp of Cresthaven peaches during storage and ripening Journal of Food Science, Chicago, 54(5):1259-69, Sep./Oct. 1989.
147. SHEWFELT, A. L. Changes and variations in the pectic constitution of ripening peaches as related to product firmness. Journal of Food Science , Chicago, 30(4):573-6, Jul./Aug. 1965.
148. SHEFWILT, R.L.; MYERS, S. C. & RESURRECCION, A. V. A. Effect of physiological maturity at harvest on peach quality during low temperature storage. Journal of Food Quality, Westport, 10(1):9-20, Jan./Feb. 1987.
149. SHEWFELT, R. L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 10(3):143-56, May./Jun. 1987.
150. SILVA, A. Q.; SILVA, H.; NOBREGA, J. P. & MALAVOLTA, E. Conteúdo de nutrientes por ocasião da colheita em diversas frutas da Região Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. Anais.. Florianópolis, SBF/EMPASC, 1984, V.1, p.326-40.
151. SIMPSON, B. K.; EGYANKOR, K. B. & MARTIN, A. M. Extraction, purification and determination of pectin in tropical fruits. Journal of Food Processing and Preservation, Westport, 8(2):63-72, Dec. 1984.
152. SISTRUNK, W. A. & MORRIS, J. R. Strawberry quality: influence of cultural and environmental factors. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, p.217-56.

153. SISTRUNK, W. A. Peach quality assesement: fresh and processed. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables. Westport, AVI, 1985, P.1-46.
154. SITES, J. W. & REITZ, H. J. The variation in individual Valencia oranges from different locations of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. Part II. Titratable acid and the soluble solids/titratable acid ratio of the juice. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 55:73-80, Jun. 1950 a.
155. SITES, J. W. & REITZ, H. J. The variation in individual Valencia oranges from different locations of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. Part III. Vitamin C and juice content of the fruit. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 56:103-10, Dec. 1950 b.
156. SITES, J. W. & REITZ, H. J. The variation in individual Valencia oranges from different locations of the tree as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. I. Soluble solids in the juice Proceedings of the American Society for Horticultural Science, New York, 54:1-10, Dec. 1949.
157. SKREDE, G. Quality characterization of strawberries for industrial jam production. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 33(1):48-54, Jan. 1982.
158. SKREDE, G. Strawberry varieties for industrial jam production. Journal of the Science of Food and Agriculture, London 31(7):670-6, Jul. 1980.
159. SOULIS, T. P. & AVGERINOS, A. S. Changes in the glucose: fructose ratio during the growth period of the Razaki grape. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 35(5):527-30, May. 1984.
160. SOUTHGATE, D. A. T. Determination of food carbohydrates London, Applied Science Publishing, 1976, 178p.
161. SPANOS, G. A. & WROLSTAD, R. E. Influence of variety, maturity, processing and storage on the phenolic composition of pear juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 38(3):817-24, Mar. 1990.
162. SUAREZ MERA, P. A. Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh In: PRANCE, G. T. Botânica econômica de algumas espécies amazônicas. Manaus, INPA/FUA, 1987, s. p.

163. SWAIN, T. & HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.- The quantitative analysis of phenolic constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 10:63-8, Jan./Jun. 1959.
164. TAKHTAJAN, A. L. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). The Botanical Review, New York, 16(3):226-359, 1980.
165. TEIXEIRA, M. C. R.; CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. Características dos frutos de algumas cultivares de pessegueiros I. Parâmetros físicos, físico-químicos e químicos na maturação Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 5(Unico):71-80, 1983 a.
166. TEIXEIRA, M. C. R.; CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. Características dos frutos de algumas cultivares de pessegueiros (*Prunus persica* (L.) Batsch). II. Pectinas, cálcio, taninos e coloração. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 5(Unico):81-91, 1983 b.
167. TIMBERLAKE, C. F. Anthocyanins in fruits and vegetables. In: FRIEND, J. & RHODES, M. J. C. Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables. London, Academic Press, 1981, p.221-47.
168. TREVISAN, L. M.; BOBBIO, F. O. & BOBBIO, P. A. Carbohydrates, organic acids and anthocyanins of *Myrciaria jaboticaba*, Berg. Journal of Food Science, Chicago, 37(6):818-9, Nov./Dec. 1972.
169. ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1. p.89-118.
170. UPADHYAYA, M. K. & KONESKY, D. W. Amino acid activity in the Nelson-Somogyi glucose assay. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 68(7):1479-81, Jul. 1990.
171. VALIO, I. F. M. Frutificação. In: FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU, 1986, v.2, p.313-42.
172. VIDAL-VALVERDE, C.; BLANCO, I. & ROJAS-HIDALGO, E. R. Pectic substances in fresh, dried, desiccated and oleaginous spanish fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 30(5):832-5, Jul./Aug. 1982.
173. WATADA, A. E. & ABBOTT, J. A. Apple quality: influences of pre-and postharvest factors and estimation by objective methods. In: PATTEE, H. E. Evaluation of quality of fruits and vegetables, Westport, AVI, 1985, p.63-81.

174. WATADA, A. E.; HERNER, R. C.; KADER, A. A.; ROMANI, R. J. & STABY, G. L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. Hortscience, Alexandria, 20(1):21-1, Feb. 1984.
175. WHITING, G. C. Sugars. In: HULME, A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1, pl-31.
176. WHITMAN, W. M. F. The camu-camu, the 'wan' maprang and the 'manila' santol. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Miami, 87(5-7):375-7, Nov. 1974.
177. WILLS, R. B. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; Mc GLASSON, W. B. & HALL, E. G. Postharvest-an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Kensington, New South Wales University Press, 1982, 166p.
178. WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K. & GREENFIELD, H. Changes in chemical composition of 'cavendish' banana (*Musa acuminata*) during ripening. Journal of Food Biochemistry, Westport, 8(2):69-77, Jun. 1984.
179. WILLS, R. B. H.; SCRIVEN, F. M. & GREENFIELD, H. Nutrient composition of stone fruit (*Prunus* spp.) cultivars: apricot, cherry, nectarine, peach and plum. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 34(12):1383-9, Dec. 1983.
180. WOOD, B. W. & Mc MEANS, J. L. Carbohydrates and fatty acids in developing pecan fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 107(1):47-50, Jan. 1982.
181. WROLSTAD, R. E.; PUTMAN, T. P. & VARSEVELD, G. W. Color quality of frozen strawberries: Effect of anthocyanin, pH, total acidity and ascorbic acid variability. Journal of Food Science, Chicago, 35(4):448-452, Jul./Aug. 1970.
182. YUSOF, S. & MOHAMED, S. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 38(1):31-9, Jan. 1987.
183. ZANCAN, G. T. & AMARAL, D. Práticas de Bioquímica geral. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1967, 101p.

ANEXO

TABELA 16. Resumo da análise de variância dos parâmetros físicos do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA					
		PESO DO FRUTO	PESO DA CASCA	PESO DO ENDOCARPO	PESO DO PERICARPO	PESO DAS SEMENTES	PESO ESPECÍFICO REAL
Estádio	5	182,32**	1,50**	109,95**	129,10**	5,17**	0,0098**
Resíduo	174	4,09	0,08	2,07	2,63	0,31	0,004

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 17. Resumo da análise de variância para as percentagens de pericarpo, sementes e umidade do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA		
		% PERICARPO	% SEMENTES	% UMIDADE
Estádio	5	155,95**	155,96**	3,51**
Resíduo	174	34,45	34,45	0,13

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

GL resíduos da % de umidade= 12.

TABELA 18. Resumo da análise de variância para pH, acidez, sólidos solúveis e relação Brix/acidez do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA			
		pH	ACIDEZ TITULÁVEL	BRIX	BRIX / ACIDEZ
Estádio	5	0,010**	1,297 **	4,30**	0,371 ns
Resíduo	12	$5,2 \times 10^{-3}$	0,515	$5,5 \times 10^{-4}$	0,227

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

ns Não significativo

TABELA 19. Resumo da análise de variância para os teores de vitamina C do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA	
		VITAMINA C PERICARPO	VITAMINA C FRUTO
Estádio	5	471672,5**	397477,4**
Resíduo	12	6429,6	4409,03

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 20. Resumo da análise de variância para os teores de carboidratos do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA			
		REDUTORES TOTAIS	GLICOSE	FRUTOSE	AMIDO
Estádio	5	5624626,0**	34422511,9**	298888,3**	218744,3**
Resíduo	12	156757,9	198998,5	13958,3	1933,6

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 21. Resumo da análise de variância para sólidos insolúveis em álcool e pectinas do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA			
		SÓLIDOS INS. EM ALCÓOL	PECTINA TOTAL	PECTINA SOLOVEL	PROTOPECTINA
Estádio	5	0,779**	3187,9**	854,4**	6303,8**
Resíduo	12	0,113	183,6	123,6	279,9

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 22. Resumo da análise de variância para os teores de extrato etéreo e proteína do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA	
		EXTRATO ETÉREO	PROTEÍNA
Estádio	5	0,797**	0,138**
Resíduo	12	0,015	0,0063

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 23. Resumo da análise de variância para o conteúdo de pigmentos do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA	
		CAROTENÓIDES TOTAIS	ANTOCIANINAS TOTAIS
Estádio	5	0,0096**	0,223**
Resíduo	12	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-4}$

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 24. Resumo da análise de variância para os compostos fenólicos do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA			
		FENÓLICOS MONOMÉRICOS	FENÓLICOS OLIGOMÉRICOS	FENÓLICOS POLIMÉRICOS	FENÓLICOS TOTAIS
Estádio	5	223305,2**	66800,6**	6109,19**	318426,6**
Resíduo	12	73,04	53,31	53,91	235,2

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 25. Resumo da análise de variância para as percentagem das frações do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA		
		% FENOLICOS MONOMERICOS	% FENOLICOS OLIGOMERICOS	% FENOLICOS POMERICOS
Estádio	5	190,5**	107,8**	36,05**
Resíduo	12	0,157	0,069	0,05

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 26. Resumo da análise de variância para os teores de minerais do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA					
		NITROGENIO	FOSFORO	ENXOFRE	MAGNÉSIO	CÁLCIO	POTÁSSIO
Estádio	5	5361,5**	34,46**	21,4**	13,5**	101,5**	2273,7**
Resíduo	12	68,75	0,99	0,86	0,16	3,25	132,35

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 27. Resumo da análise de variância para os teores de minerais do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA				
		FERRO	BORO	ZINCO	COBRE	MANGANES
Estádio	5	0,0159**	0,0071**	0,0079**	0,0419	0,0703
Resíduo	12	0,00018	0,00011	0,0002	0,00009	0,0018

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 28. Resumo da análise de variância para os teores de CO₂ do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA					
		ESTADIO 1	ESTADIO 2	ESTADIO 3	ESTADIO 4	ESTADIO 5	ESTADIO 6
Estádio	5	138373,4**	28787,71**	40003,43**	8135,59**	5437,31**	38786,28**
Resíduo	24	765,65	184,94	89,77	127,81	132,83	283,86

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 29. Resumo da análise de variância para o índice teórico de maturidade e índice tecnológico do camu-camu.

FATORES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA	
		ÍNDICE TEÓRICO DE MATURIDADE	ÍNDICE TECNOLÓGICO
Estádio	5	641,86	8,628**
Resíduo	12	9,926	0,0121

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.