



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

**PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SUCO
CLARIFICADO DE CAMU-CAMU, ORIGINÁRIO DA
MARGEM DO RIO PUTUMAYO
(FRONTEIRA BRASIL – COLÔMBIA)**

XIMENA LETICIA BARDALES INFANTE

**MANAUS
OUTUBRO, 2008**

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

XIMENA LETICIA BARDALES INFANTE

**PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SUCO
CLARIFICADO DE CAMU-CAMU, ORIGINÁRIO DA
MARGEM DO RIO PUTUMAYO
(FRONTEIRA BRASIL – COLÔMBIA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos

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

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Maria Soledad Hernández Gómez

**MANAUS
OUTUBRO, 2008**

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

XIMENA LETICIA BARDALES INFANTE

**PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SUCO
CLARIFICADO DE CAMU-CAMU, ORIGINÁRIO DA
MARGEM DO RIO PUTUMAYO
(FRONTEIRA BRASIL – COLÔMBIA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos

Aprovada em 21 de outubro de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Jerusa de Souza Andrade, Orientadora
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof^a. Dra. Helyde Albuquerque Marinho, Membro Interno
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Prof^a Dra. Lídia Medina Araújo, Membro Externo
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Luis Carlos, pelo constante apoio e compreensão;

À minha filha Sofia, nossa boneca que acompanhou a sua mãe desde o ventre;

Aos meus pais, Pedro e Delicia, por seus sábios conselhos;

As minhas irmãs Blanca, Gloria e Sandra que me deram ânimos no momento que estava desistindo;

Às minhas famílias Batista Chavez e Barros Cordova que moram em Manaus e abriram seus braços para sentir-me em casa;

Às minhas colegas brasileiras, Keli e Carol pela constante presteza em ajudar;

Aos colegas da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos-CPTA do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA que acompanharam minha gravidez e minha permanência em Manaus;

Aos colegas do Instituto Amazônico de Investigaciones Científicas-SINCHI que amam a Amazônia;

AGRADECIMENTOS

Aos produtores de Tarapacá, amazonenses queridos, Adalgiza e Angel.

Às queridas orientadoras da Colômbia e do Brasil, Maria Soledad Hernández Gomez e Jerusa de Souza Andrade, por toda a experiência que elas têm, todo meu respeito e gratidão.

Ao pessoal do Instituto Sinchi, especialmente a Juliana Cardenas, Jaime Barrera, Marcela Nuñez, Juan Carlos Alonso, Clara Peña e Daniela León.

Ao pessoal da planta piloto do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos-ICTA da Universidade Nacional da Colômbia, especialmente ao Edwim Malagon, Sonia Cubillos e Salomon Lopez.

Às instituições da Colômbia que contribuíram no desenvolvimento desta pesquisa:

O Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, especialmente a Doutora Luz Marina Mantilla Cárdenas, diretora geral.

O Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Nacional da Colômbia, especialmente a Doutora Martha Cecilia Quicazán.

Às instituições do Brasil que contribuíram no desenvolvimento desta pesquisa:

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, especialmente a Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos.

A Universidade Federal do Amazonas, especialmente ao Prof. Jose Merched Chaar e a Profa. Ila Maria de Aguiar Oliveira.

E, a Deus, que me deu saúde e sabedoria para decidir nos momentos decisivos em Leticia e Manaus.

RESUMO

O desenvolvimento desta pesquisa com camu-camu (*Myrciaria dubia* Vaugh) procedente do Rio Putumayo, fronteira entre Colômbia e Brasil, é uma contribuição tanto para a comunidade científica quanto para as comunidades locais no aproveitamento do fruto e geração de valor agregado na região amazônica. O camu-camu apresenta em sua composição química, os constituintes de interesse tecnológico na elaboração de produtos da indústria alimentícia como o ácido ascórbico e as antocianinas por sua atividade antioxidante. Apesar dessas vantagens, as características de amargor do fruto, a conservação da cor e dos compostos antioxidantes, são consideradas as maiores dificuldades para uso em processos industriais. Além disso, nas indústrias de polpas e sucos de frutos é muito frequente o emprego de altas temperaturas, como a pasteurização, etapa obrigatória para a preservação dos produtos e prolongação da vida útil. Atualmente pretende-se reduzir o uso de altas temperaturas que é um dos fatores que influenciam na degradação dos nutrientes e pigmentos de alimentos como os funcionais. A tecnologia de filtração por membrana está sendo a melhor alternativa para conservar as características nutricionais e organolépticas e inclusive as condições microbiológicas de acordo com a legislação vigente. O trabalho teve como objetivo produzir o suco clarificado, mantendo as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais adequadas. A polpa de camu-camu foi submetida ao tratamento enzimático, após foi diluída para ser filtrada utilizando membranas de poliéster em equipamento de filtragem tipo Prensa. Os dados foram analisados através de análises de variância. De acordo com os resultados obtidos a clarificação não influenciou significativamente nos constituintes físico-químicos, além de reduzir a viscosidade e o rendimento do suco. Observou-se que os teores de antocianinas foram reduzidos em cerca de 70 e 81% na polpa e o suco clarificado, respectivamente. Entretanto, o ácido ascórbico teve aumento significativo no processo de clarificação do suco, com valores de 49 e 64% em relação ao teor da polpa. Verificou-se perdas antes da preparação do suco de cerca de 75% de ácido ascórbico pelo fato da estocagem por seis meses em condições de congelamento. O potássio foi o mineral de maior quantidade detectada na polpa (117 mg/100g), seguido do cálcio e sódio.

Palavras chaves: Fruto tropical, ácido ascórbico, Amazônia Colombiana.

ABSTRACT

The development of this research of the camu-camu (*Myrciaria dubia* Vaugh) coming from Rio Putumayo, border between Colombia and Brazil, is a contribution so much for the scientific community as for the local communities in the use of the fruit and generation of value joined in the Amazonian Region. The camu-camu presents chemical composition, the representatives of technological interest in the elaboration of products of the provision industry as the vitamin C and the anthocyanins with a lot of antioxidant activity. Although these advantages, the characteristics of bitterness of the fruit, the conservation of the color and of the compositions antioxidants the largest difficulties are considered for use in industrialized processes. Besides, in the industries of pulps and fruit juices it is very frequent the job of high temperatures, as the pasteurization, obligatory stage for the preservation of the products and continuation of the useful life, however, now it intends to remedy that use of high temperatures that is one of the factors that influence in the degradation of the nutrients and pigments of functional products. The filtration technology for membrane is being the best alternative to conserve most of the characteristics of interest of the fruit, nutritional and sensitive and besides the conditions microbiologic in agreement with the effective legislation. The work had as objective produces the juice clarified without using the pasteurization, and to obtain the characteristics microbiology and physiochemical appropriate for a commercial juice. In this work the camu-camu pulp was submitted to the enzymatic treatment, after it was diluted to be filtered using membranes of polyester in equipment of filtration type presses. The data were analyzed through you analyze of variance. The clarification didn't influence significantly in the physiochemical representatives. Besides reducing the viscosity and the income of the juice, the anthocyanins tenors were reduced in about 70 and 81% in the pulp and the clarified juice, respectively. However the ascorbic acid had significant increase in the process of clarification of the juice, with values of 49 and 64% in relation to the tenor of the whitened pulp, however of the losses before the preparation of the juice about 75% of ascorbic acid for the fact of the stockpiling for six months in freezing conditions. The potassium was the mineral of larger amount detected in the pulp (117 mg/100g), following by the calcium and sodium.

Keywords: Tropical fruit, ascorbic acid, Colombian Amazonian Region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Plantas de camu-camu em populações naturais e frutos verdes.....	13
Figura 2.	Frutos verdes, verde-maduro e maduros.....	14
Figura 3.	Mapa de distribuição do camu-camu na região Amazônica Colombiana	15
Figura 4.	Fluxograma do processamento de suco clarificado de camu-camu e respectivas análises físico-química, microbiológica e sensorial.....	25
Figura 5.	Tamiz do Filtro Prensa, membrana de poliéster antes da filtração, membrana de poliéster após da filtração, Filtro Prensa.....	29
Figura 6.	Suco clarificado de camu-camu em garrafas plásticas de 165 mL.....	30
Figura 7.	Ficha para a avaliação do perfil característico do suco clarificado de camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i> McVaugh).....	34
Figura 8.	Escala hedônica estruturada de sete pontos para análise de aceitabilidade do suco clarificado de camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i> McVaugh).....	34
Figura 9.	Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação de polpa e suco de camu-camu, em diferentes lotes de produção.....	38
Figura 10.	Variação nos teores de ácido ascórbico da polpa integral e do suco clarificado em função dos lotes de produção.....	40
Figura 11.	Perfil característico de suco preparado com a polpa integral e com suco clarificado de camu-camu.....	42
Figura 12.	Percentagens de aceitabilidade dos produtos de camu-camu.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização físico-química e composição nutricional do camu-camu.....	17
Tabela 2.	Efeito do branqueamento nas características físico-químicas e rendimento da polpa de camu-camu procedente do populações naturais do Rio Putumayo em Tarapacá, Colômbia.....	36
Tabela 3.	Valores médios das características físico-químicas da polpa e do suco clarificado de camu-camu.....	37
Tabela 4.	Rendimentos e fluxos da obtenção de polpa e o suco clarificado.....	39
Tabela 5.	Análise microbiológica da polpa e do suco clarificado de camu-camu.....	39
Tabela 6.	Compostos de interesse nutricional da polpa e do suco clarificado de camu-camu.....	41

SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	REVISÃO DA LITERATURA	
2.1.	Camu-camu	13
2.1.2.	Classificação taxonômica e distribuição geográfica	15
2.1.3.	Composição química e valor nutricional	16
2.1.4.	Produção, comercialização e exportação	18
2.2.	Suco clarificado	20
2.3.	Associação de Mulheres Comunitárias de Tarapacá	22
3.	OBJETIVOS	
3.1.	Geral	23
3.2.	Específicos	23
4.	METODOLOGIA	
4.1.	Material e métodos	24
4.1.1.	Obtenção da polpa	25
4.1.1.1	Colheita e pesagem de frutos	26
4.1.1.2	Seleção, lavagem e desinfecção	26
4.1.1.3	Branqueamento e despolpa	26
4.1.1.4	Avaliação físico-química da polpa com e sem branqueamento	27
4.1.2.	Clarificação	29
4.1.3.	Acondicionamento e estocagem	30
4.1.4.	Avaliação físico-química da polpa e do suco clarificado	30
4.1.5.	Avaliação microbiológica	31
4.1.6.	Avaliação dos compostos de interesse funcional	32
4.1.7.	Análise sensorial	33
4.2.	Delineamento estatístico	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.	CONCLUSÕES	43
	BIBLIOGRAFIA	44

1. INTRODUÇÃO

No Rio Putumayo existe uma das maiores ofertas naturais de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). Na calha deste rio se localiza o povoado de Tarapacá, denominado de "corregimiento" e composto de população urbana com predomínio de população indígena. Tarapacá localiza-se na Colômbia limitando-se a oeste com Peru e a leste com Brasil (GUTIERREZ et al., 2004). Nesta região de fronteira, existe uma associação de produtores muito bem estruturada, com iniciativa de pequenas empresas e experiência na elaboração de produtos com frutos amazônicos.

Os habitantes têm identificado esta espécie visando o aproveitamento do fruto como alternativa para gerar renda na região amazônica, tendo como base o conhecimento dos grandes benefícios do fruto.

Vários autores determinaram teores de ácido ascórbico na polpa de camu-camu, tais como Maeda e Andrade (2003) reportaram valores de 1600 mg de ácido ascórbico/100g, Pinedo *et al.* (2001) reportaram 3079 mg de ácido ascórbico/100g, e Yuyama *et al.* (2002) reportaram valores de 3571 até 6112 mg de ácido ascórbico/100g. O camu-camu tem despertado grande interesse devido ao seu elevado potencial funcional, principalmente por apresentar altos teores de ácido ascórbico, concentrações consideráveis de potássio, além da presença de carotenóides e antocianinas (ZANATTA, 2004).

O sabor muito ácido da polpa e o amargor da casca são restrições ao consumo natural e fazem com que uma das melhores aplicabilidades de aproveitamento seja a elaboração de sucos ou néctares com atrativos do fruto maduro, tais como a cor vermelha e os teores de ácido ascórbico, carotenóides e antocianinas. O processo mais empregado para conservação destes produtos é a pasteurização, mas o uso de altas temperaturas têm efeitos não desejáveis como a perda de nutrientes, aroma, sabor e cor.

Atualmente, a alternativa desenvolvida para manter as características nutricionais que conferem qualidade sensorial, microbiológica e nutricional é a utilização de processos por separação de membranas, por serem conduzidos a temperatura ambiente, não envolvem mudança de fase, permitem a manutenção das características dos produtos (CIANCI *et al.*, 2005). O fato de a filtração ocorrer à temperatura ambiente e sem mudanças de fase, representa uma considerável economia de energia e o não comprometimento da qualidade sensorial dos produtos (MAGALHÃES *et al.*, 2005, p.73).

O objetivo desse trabalho é produzir e avaliar a qualidade microbiológica e físico-química do suco clarificado de camu-camu e propor uma metodologia para o aproveitamento local de produção no período de safra.

O fato de disponibilizar a técnica das etapas preliminares para a Associação de mulheres de Tarapacá é uma alternativa para aproveitamento em pequena escala de produtos nativos da Amazônia Colombiana visando nichos de mercado nacional do país.

O trabalho apresenta as etapas de obtenção de polpa que poderão ser empregadas pela Associação. A obtenção do suco clarificado demonstra que o produto cumpre características de qualidade, aumento do ácido ascórbico e diminuiu a viscosidade do produto final.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Camu-camu

O camu-camu é nativo da Bacia Amazônica, de ocorrência própria de regiões periodicamente inundáveis como os igapós, várzeas e margens de rios e lagos, com mais frequência em águas claras do que nas escuras. Segundo Peters e Vasquez (1986/87), a planta é extremadamente tolerante a inundações, podendo ficar submergida até quatro ou cinco meses. A dispersão das sementes é feita principalmente por peixes como o tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818, Caracidae), e pela própria correnteza dos cursos d'água (YUYAMA E SIQUEIRA, 1999). A floração ocorre com as quedas do nível da água (normalmente de setembro a novembro), e assim, a frutificação ocorre de dezembro a março (VILLACHICA, 1996; PINEDO, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2001).

Existem dois tipos de camu-camu: arbustivo e arbóreo. O arbóreo foi identificado por Mc Vaugh em 1958, inicialmente como *Myrciaria paraensis* Berg e posteriormente a nomenclatura foi mudada para *Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh (1963). O camu-camu arbustivo é que têm maior oportunidade de exportação, tanto em quantidade como em qualidade (VILLACHICA, 1996). Na Figura 1, pode-se observar a planta de camu-camu e os frutos verdes do tipo arbustivo que pertence a oferta natural do Rio Putumayo (Colômbia), segundo Camacho *et al.* (2006).

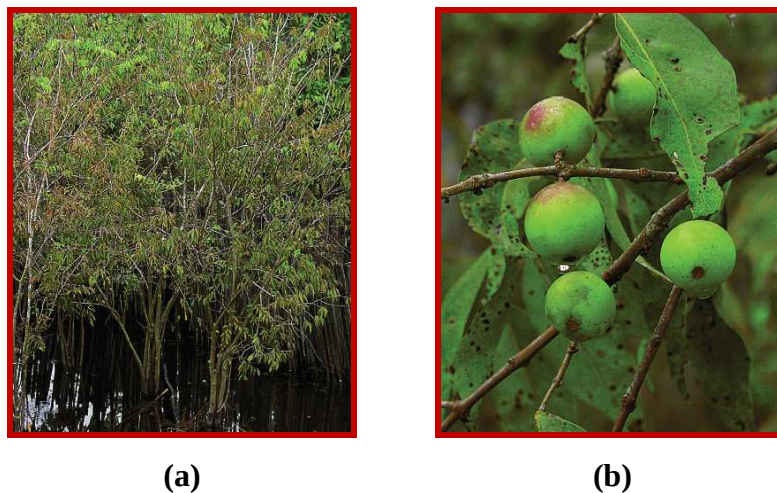


Figura 1. Plantas de camu-camu em populações naturais (a) e frutos verdes (b) (Fonte: Camacho *et al.*, 2006)

Os frutos são globosos, de 10 a 32 mm de diâmetro, róseos a vermelho-escuros e até púrpuros-negros com pontos glandulosos na superfície, ápice coroadado pela cicatriz do cálice, que é saliente e em forma circular, apresentam 2 ou 3 sementes por fruto, reniformes, elipsóides, 6 a 15 mm de comprimento e 5,5 a 11,0 mm de largura (ANDRADE, 1991). O peso dos frutos maduros reportados por Peters e Vasquez (1986/87) é de $7,9 \pm 0,2$ g, com produção total equivalente de 9,5 e 12,7 t/ha na Bacia do Rio Ucayali, no Peru.

O período de crescimento do fruto dura 66 dias. O fruto apresenta um padrão típico de não-climatério, o índice moderado de respiração durante o amadurecimento tem pouca produção de etileno, quase não detectável. Embora as recomendações para outras localidades indiquem colheita verde do fruto para conteúdo máximo de ácido ascórbico e uso das propriedades antioxidantes, os autores Bardales *et al.* (2006) recomendam colher frutos no estágio verde-maduro na região Amazônica Colombiana (Figura 2).

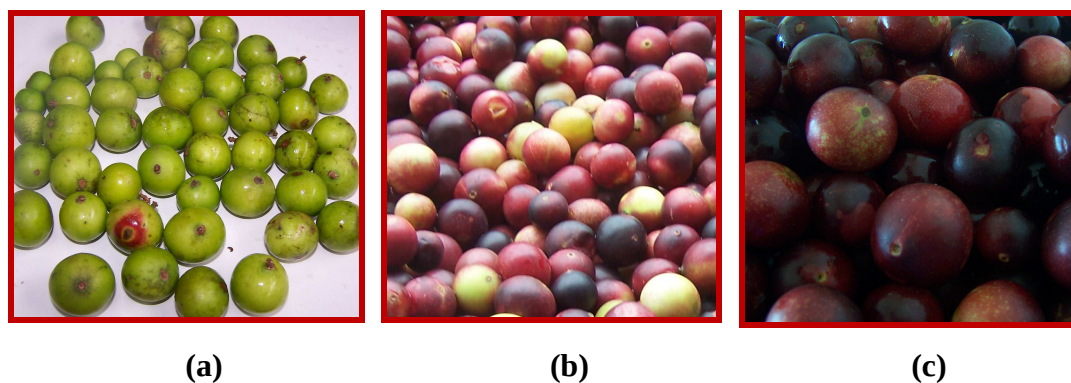


Figura 2. Frutos verdes (a), verde-maduro (b) e maduros (c)

Em seu estado natural, o camu-camu é pouco atacado pelos insetos, no entanto, o estabelecimento de plantações comerciais tem favorecido o aparecimento de insetos fitófagos, com potencial para se tornarem pragas (PEREZ E IANNACONE, 2008). Dentre os principais insetos-praga que atacam a cultura do camu-camu, tem importância destacada *Tuthillia cognata* Hodkinson, Brown & Burckhardt, 1986 (Homoptera: Psyllidae), causadora de deformações e secamento das folhas jovens.

A *Edessa aff. Aulacostern* destaca-se como outra praga e no Perú é conhecida como “Chinche del fruto del camu-camu”. Os danos causados são o resecamento dos brotes, e a despigmentação com círculos concêntricos nos frutos. Os pesquisadores Iannacone *et al.* (2007) reportam que a aparição das numerosas pragas é consequência do incremento das áreas

de cultivo de camu-camu, como ocorre em qualquer outro cultivo mono específico (Pinedo *et al.*, 2001).

2.1.1. Classificação taxonômica e distribuição geográfica

Quanto a classificação taxonômica o camu-camu *Myrciaria dubia* é do tipo Fanerógamas, subtipo: Angiospermas, classe: Dicotiledóneas, ordem: Myrtales, família: Myrtaceae, gênero: *Myrciaria*, espécie: *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh.

Existem populações naturais de camu-camu no Peru, Brasil, Colômbia e Venezuela. Localizam-se nas margens estreitas cerca de 5m como é o caso do rio Nanay no Peru, até os mais largos com cerca de 100m como é o rio Putumayo, na Colômbia (PINEDO *et al.*, 2001).

Na Figura 2 observam-se os pontos vermelhos que indicam as amostras de camu-camu colhidas pelo herbário COAH na Bacia do Rio Putumayo, na Colômbia, e a área marcada em círculo indicam o “corregimiento” (município) de Tarapacá, lugar onde foram colhidas as amostras dos frutos do presente trabalho.

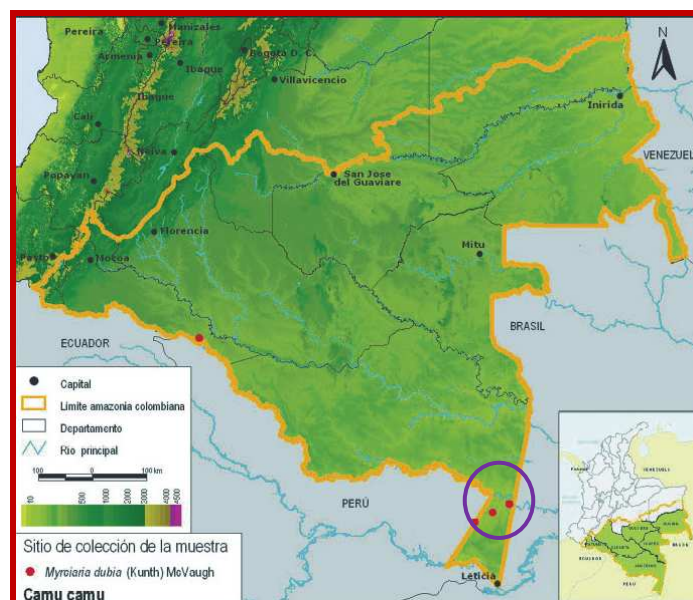


Figura 3. Mapa de distribuição geográfica do camu-camu na Amazônia Colombiana segundo CAMACHO *et al.* (2006)

No Brasil, o camu-camu tem uma distribuição que vai da região central do estado do Pará, médio e alto rio Amazonas (Estado do Amazonas). Nos estados de Rondônia,

Amazonas e Roraima, o camu-camu é encontrado naturalmente, porém, não tão freqüente e abundante como se observa ao longo dos rios e lagos da Amazônia peruana, onde são encontradas grandes populações nativas quase monoespecíficas. A maior concentração das populações e diversidade da espécie é encontrada na Amazônia peruana, ao longo dos rios Ucayali e Amazonas e seus afluentes, principalmente às margens do rio Supay (afluente do baixo Ucayali) e do rio Nanay (afluente do alto Amazonas) (TEIXEIRA *et al.*, 2004).

2.1.2. Composição química e valor nutricional

Das myrtáceas cultivadas na Amazônia, o camu-camu é uma espécie que vem despertando grande interesse na área nutricional, devido ao alto teor de ácido ascórbico encontrado nos frutos, com valores médios de 2.950 mg em 100 g de polpa, excedendo em muito aos apresentados pela maioria dos outros frutos já reconhecidos como fonte natural da vitamina C (ANDRADE, 1991). No entanto variam em função da espécie, local, numa ampla faixa citada por vários autores, segundo Pinedo *et al.* (2001) o camu-camu apresenta valores de 3079 mg de ácido ascórbico/100g, Yuyama *et al.* (2002) de 3571 e 6112 mg de ácido ascórbico/100g e Maeda e Andrade (2003) reportam valores de 1600 mg de ácido ascórbico/100g.

Além da função vitamínica, o ácido ascórbico constitui-se no principal antioxidante utilizado pelas indústrias de alimentos como meio de prevenção da oxidação dos mais diversos alimentos industrializados, principalmente as bebidas, como por exemplo, os sucos, néctares e bebidas eletrolíticas (SOUZA, 2005).

O camu-camu em sua composição química apresenta também outros constituintes de interesse tecnológico para a elaboração de bebidas. Porém, a principal importância desse fruto decorre da presença de substâncias de caráter nutritivo e nutracêutico. Nesta classe destacam-se o ácido ascórbico (vitamina C), compostos fenólicos, pectinas, carotenóides e flavonóides totais, e dentre estes, as antocianinas (SOUZA, 2005).

Na Tabela 1 são apresentados os dados dos principais constituintes compilados de autores que reportaram análises físico-químicas e centesimais da polpa de camu-camu. Os dados de Yuyama *et al.* (2003) pertencem a amostras de camu-camu in natura do rio Uatumã-AM (Brasil) porém as outras de Justi *et al.* (2000), Maeda (2004) e Souza (2005) são de polpa de camu-camu de Paraná, Rio Preto da Eva-AM e Iranduba-AM, respectivamente.

Tabela 1. Características físico-químicas e composição nutricional da polpa de camu-camu

Constituintes	Autores			
	Justi <i>et al.</i> (2000)	Maeda (2004)	Souza (2005)	Yuyama <i>et al.</i> (2003)
pH	nd	2,64	2,86	nd
Sólidos solúveis (°Brix)	nd	6,2	nd	nd
Acidez Titulável (%ácido cítrico)	nd	3,4	3,6	nd
Umidade (%)	94,1±0,1	92,65	91,28	nd
Proteína (%)	0,4±0,0	0,29	nd	nd
Lipídeos (%)	0,2±0,0	0,05	nd	nd
Fibra (%)	0,1±0,0	nd	nd	nd
Açúcares redutores (%)	nd	2,96	0,84	nd
Açúcares totais (%)	nd	4,47	nd	nd
Pectinas (%)	nd	nd	0,32	nd
Ácido ascórbico (%)	1,41±0,02	2,58	1,94	nd
Antocianinas (mg/100g)	nd	9,98	9,65	nd
Carotenóides totais (%)	nd	nd	0,058	nd
Flavonóides totais (mg/100g)	nd	6,53	16,21	nd
Sódio (µg/100g)	111,3±4,3	nd	nd	326,8±21,8
Cálcio (mg/100g)	15,7±4,4	nd	nd	8,0±0,1
Potássio (mg/100g)	83,8±36,2	nd	nd	144,1±0,8

nd: não determinado

De acordo com Fennema (2000), vários fatores como o tempo e temperatura de processamento e acondicionamento, pH, oxigênio, enzimas, metais catalizadores e concentração inicial de ácido ascórbico influenciam na degradação do ácido ascórbico em produtos processados.

Andrade (1991), em estudos sobre a maturação do camu-camu cultivado em terra firme, observou que, carotenóides totais, protopectina, extrato etéreo, proteína e sólidos insolúveis em álcool decrescem em função do avanço na maturação e que sólidos solúveis, acidez, pH, glicose, frutose, pectina solúvel, antocianinas totais e ácido ascórbico total aumentam. Observou ainda que os carotenóides têm pouca participação na coloração da casca do camu-camu e que os pigmentos predominantes são as antocianinas.

Zanatta (2004) separou, por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), os carotenóides e antocianinas. A análise do extrato bruto de antocianinas de camu-camu proporcionou a separação de nove e seis antocianinas nas amostras provenientes de Mirandópolis e Iguape, respectivamente, no Estado de São Paulo, dentre as quais, a cianidina-3-glucosídeo e a delphinidina-3-glucosídeo foram conclusivamente identificadas.

Zanatta *et al.* (2005) determinaram o conteúdo total de antocianinas na casca fresca de $54,0 \pm 25,9$ e $30,3 \pm 6,8$ mg/100g para frutos de camu-camu provenientes de Iguape e Mirandópolis, em São Paulo, apresentando diferenças significativas entre amostras de lotes diferentes, provavelmente pelo incremento das antocianinas durante a maturação e concluíram que comparando as condições de tempo, temperatura baixa e incremento de chuvas, dos lugares avaliados, poderiam ser os fatores principais para os conteúdos de antocianinas, além reportaram percentagens de 88 e 89% de cianidina-3-glucosídeo e 4,2 e 5,1% de delphinidina-3-glucosídeo, valores que coincidem com os reportados por Zanatta (2004).

Estudando os compostos fenólicos do camu-camu, Franco e Shibamoto (2000) verificaram que os terpenos compreendem a 98% dos constituintes. Nesse grupo se classifica os carotenóides que são tetraterpenos importantes para os mamíferos, especialmente o β -caroteno que é precursor da vitamina A (11-cis-retinal).

A identificação dos principais carotenóides no camu-camu foi estudada por Azevedo-Maleiro e Rodriguez-Amaya (2004). As autoras reportaram que a luteína era o principal carotenoide do fruto com amostras de Belém, do Estado de Pará, seguido por β -carotenoides e zeaxantina. Os autores Zanatta e Mercadante (2007) reportaram carotenóides de amostras provenientes do Estado de São Paulo com teores de luteína entre 45 e 55%, β -carotenoides com 13 e 20%, violaxantina com 5 e 9% e de luteoxantina entre 5 e 6% do conteúdo total.

2.1.3. Produção, comercialização e exportação de qualidade

Na Colômbia os microempresários discutem muito a falta de matéria prima de qualidade adequada na produção de polpas e derivados. Os departamentos (estados) da Colômbia que mais produzem frutas são Cundinamarca, Tolima, Huila, Santanderes, Antioquia, Valle, Llanos orientales, Boyacá (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2007), porém a região amazônica colombiana está introduzindo hoje os frutos amazônicos no mercado interno.

Segundo o estudo de mercado de frutos amazônicos, o maior produtor de frutos tropicais é a Colômbia, mas o desenvolvimento do agroexportador não é suficiente para ingressar ao mercado internacional. Países com menor produção têm introduzido seus produtos no mercado exterior como Brasil com a acerola e o Perú com o camu-camu, neste sentido, recomendam antes de fazer o plano de comercialização de frutos amazônicos, é necessário o programa de produção para manter a oferta, a qualidade e volumes rentáveis (PROEXPORT COLOMBIA E INSTITUTO HUMBOLDT, 2003).

Segundo Barrera (2005), o rio Putumayo alcança níveis de produção de 1500 ton/ano de fruto, e tem perdas de 50% por condições inadequadas de colheita e manuseio pós-colheita. Não existe uma estratégia de comercialização para o pequeno produtor. A oferta é extrativa e o fruto é vendido a quem paga melhor, sem contratos comerciais. A ausência da propriedade formal (posse das terras) das “restingas” faz que os canais de comercialização sejam informais. Os produtores que tem título de propriedade do terreno têm mais controle da oferta, mas não possuem nenhuma orientação para comercializar sua produção.

No Peru existem 55 empresas que são exportadoras de camu-camu. No ano de 2004 geraram, aproximadamente, US\$ 400.000 nos mercados do Japão, Estados Unidos e Holanda. A polpa teve uma reativação nas exportações, principalmente com Japão, alcançando valores de US\$ 133.000 no ano de 2004 (BARRERA, 2005).

A visão de demanda do camu-camu *in natura* para venda direta é restrita às cidades de Iquitos e Pucallpa (Peru), pelas características do alto conteúdo de ácido que restringe o consumo do fruto sem açúcar. É por isso que o mercado do fruto *in natura* para o resto do país não é considerado, pelo menos em médio praso. Além disso, os preços de exportação da polpa não apresentam variação nos últimos cinco anos de exportação peruana. A maior variação do preço de exportação é no mercado de produtos com valor agregado como polpa concentrada, desidratada e pó liofilizado, dependendo do conteúdo de ácido ascórbico (GTZ, 2000).

O fruto de camu-camu não tem potencial como produto de exportação direta. Uma exportação incipiente existe em forma de polpa congelada para o Japão, mercado onde há mais conhecimento de seus valores nutritivos. Com respeito aos mercados da Europa e dos Estados Unidos, não existe conhecimento do fruto, fora de alguns nichos de mercado de produtos naturais que apresentam produtos com conteúdos de ácido ascórbico, principalmente em forma de pílulas e complementos vitamínicos. Investigações primárias indicaram três exigências fundamentais por parte dos compradores japoneses, tais como: um produto totalmente orgânico sem uso de inseticidas ou fertilizantes químicos; um teor mínimo de

ácido ascórbico na faixa de 1800 a 2300 mg por 100 g de polpa; o emprego do padrão fitossanitário do Japão e a preferência pela cor rósea da polpa congelada (GTZ, 2000).

2.2. Suco clarificado

Os processadores de frutos, em especial os fabricantes de bebidas têm procurado inovar, lançando produtos à base de sucos de frutos naturais, concentrados, bebidas isotônicas, etc., procurando assim maximizar o valor agregado, reduzir custos e otimizar os seus processos.

Segundo Evangelista (2003) a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) concentra a produção nacional de alimentos industrializados em dez setores e um deles é o setor de bebidas, no qual se inserem as bebidas alcoólicas, refrigerantes, vinagres e sucos; na classificação de sucos têm-se os sucos concentrados e os pós para sucos.

No artigo 5º da Lei No. 8.918 de 14 de julho de 1994 (BRASIL, 1994) o suco ou sumo é definido como a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. O conceito é similar na normatividade da Colômbia, descrita pela Resolução do Ministério de Saúde da Colômbia Nº 7992 de 21 de junho de 1991 (COLOMBIA, 1991), o suco é um líquido obtido de extrair o sumo de algumas classes de frutos, por exemplo, os cítricos, sem diluir, concentrar nem fermentar, ou os produtos obtidos de sucos concentrados, clarificados, congelados ou desidratados aos quais é preciso adicionar somente água, em quantidade tal que restitua a eliminada no processo.

Os sucos clarificados podem ser utilizados em bebidas gaseificadas, em misturas com álcool, para caramelos e outras. O material sólido retido, é usado como polpa de frutas após da pasteurização. O suco clarificado mantém as características sensoriais, devido ao que é um processo aplicado de pasteurização a frio. Nos processos de obtenção de sucos, na pasteurização e na concentração por evaporação existem perdas dos compostos nutricionais como o ácido ascórbico. A melhor conservação nutricional destes produtos são os novos processos alternativos aos térmicos (RODRIGUES, 2004).

Atualmente são comercializados diferentes tipos de sucos como suco natural integral, suco natural clarificado, suco concentrado integral e suco concentrado clarificado. O suco integral tem o inconveniente na vida de prateleira porque depois de um tempo aparece um

pequeno sedimento de polpa, que pode criar no consumidor a idéia do que o suco está alterado ou é de baixa qualidade quanto o clarificado não ocorre esse fato. O suco clarificado tem o inconveniente de carecer de "palatabilidade" e suas propriedades organolépticas diferem do suco de maçã recém obtido pela ausência da polpa em suspensão, além da ausência de turbidez (polpa de maçã em suspensão) pode levar o consumidor a pensar que são elaborados a base de essências e que não se trata de sucos naturais (MOYANO *et al.*, 1981).

O processo mais empregado na clarificação de sucos, principalmente de maçã, é a separação por membranas. Nesse processo utiliza-se membranas que permitem a passagem de alguns constituintes e restringe transporte de outros, com fins de concentrar, fracionar e purificar compostos. Esses processos se diferenciam pelo tamanho médio do poro da membrana e pela pressão aplicada, embora não haja uma convenção de limites para distingui-los (USHIKUBO, 2006). A membrana age como uma peneira molecular. O transporte entre os lados da membrana ocorre pelos poros, por um mecanismo convectivo. O fluxo permeado é diretamente proporcional à diferença de pressão aplicada à membrana. A diferença entre os processos de separação com membranas decorre do tamanho das partículas ou moléculas a serem separadas (MAGALHÃES, 2005).

Na filtração convencional a separação é normalmente realizada numa faixa de partículas relativamente grandes, de tamanho de 1 μm a 100 μm , mas a microfiltração é utilizada para separar partículas de tamanho entre 0,02 e 2,0 μm (PAULSON *et al.*, 1984), aplicando pressão transmembrana entre cerca de 35 a 350 kPa.

A clarificação e a pasteurização a frio são dois processos que permitem a preservação de componentes termossensíveis de interesses nutricional e sensorial, como os micronutrientes, as vitaminas e os componentes do aroma e do sabor. A filtração é também utilizada para concentração de sucos ricos em moléculas funcionais, tais como os carotenóides (PALLET *et al.*, 2005). Rodrigues (2002) utilizou evaporação osmótica como método de concentração após clarificação previa do suco de camu-camu, com perdas de ácido ascórbico inferior a 10%.

Em geral os sucos crus obtidos após prensagem são turvos, viscosos, de cor escura e contém uma apreciável quantidade de compostos coloidais estabilizados em suspensão por polissacarídeos (pectinas e amidos). É necessária a remoção destes compostos utilizando a desmetoxilação ou despolimerização com enzimas pectinolíticas. Como resultado se tem benefícios na etapa de filtração com partículas de dimensões maiores e viscosidade menor do fluxo, além de maiores rendimentos (MAHLER, 1997).

2.3. Associação de Mulheres Comunitárias de Tarapacá na Amazonia Colombiana

A Associação de Mulheres Comunitárias de Tarapacá (ASMUCOTAR) é uma organização composta por 22 mulheres. Há cerca de 10 anos elas tiveram o interesse de trabalhar pela comunidade por meio de atividades diversas em Tarapacá, no Departamento (Estado) do Amazonas, Colômbia. Inicialmente foram capacitadas em atividades de costura. A organização foi constituída em 1997, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da comunidade (INSTITUTO SINCHI *et al.*, 2008).

Desde o ano 2005, com o projeto “Manejo Sustentável dos Bosques de Tarapacá”, a organização foi fortalecida para gerar renda com o aproveitamento dos recursos naturais não madeiráveis como alternativa para conservação e uso sustentável da biodiversidade numa região reconhecida de aproveitamento florestal (INSTITUTO SINCHI, 2005). Atualmente as mulheres têm um local para suas atividades empresariais. Uma das metas é de constituir uma microempresa em Tarapacá, aumentar o número de associadas, divulgar os produtos e procurar novos mercados. Em 2007 participaram pela primeira vez da feira AGROEXPO na Colômbia, onde houve muito interesse pela polpa de camu-camu.

O camu-camu foi identificado pela associação como uma espécie promissora para atividade produtiva, além da grande oferta natural que existe no Rio Putumayo e depois de ter venda extrativista dos frutos *in natura* com barcos peruanos que chegavam ao porto de Tarapacá. O povoado localiza-se na calha do Rio Putumayo, na Colômbia. É denominado de "corregimiento" e está composto de população urbana com predomínio de população indígena. Tarapacá limita-se a oeste com Peru e a leste com Brasil (02°52'S e 69°45'W), apresenta temperatura média anual de 26 °C, umidade relativa de 87% e chuvas de 1482 mm/ano (GUTIERREZ *et al.*, 2004).

A falta de conhecimentos tecnológicos de processamento em pequena escala abrange vários fatores que influenciam na sustentabilidade em termos econômicos e ambientais, embora exista a permanência de um mercado nacional ainda mais exigente do que o mercado externo. Por isso, os processos estudados no presente trabalho representam uma contribuição para a comunidade de Tarapacá, a serem aplicados de forma simples, constituem as primeiras etapas que são consideradas em muitas pesquisas como importantes durante processamento de camu-camu.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Produzir suco clarificado a partir de camu-camu originário da margem do Rio Putumayo (fronteira Brasil-Colômbia) e avaliar as características de qualidade físico-química, sensorial e microbiológica.

3.2. Específicos

- 3.2.1. Produzir suco clarificado de camu-camu pelo método de filtração;
- 3.2.2. Avaliar as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas da polpa e do suco clarificado;
- 3.2.3. Avaliar o teor dos compostos de interesse funcional da polpa e do suco clarificado;
- 3.2.4. Propor metodologia das etapas preliminares na obtenção de polpa de camu-camu e repassar-las a Associação de Mulheres Comunitarias de Tarapacá.

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na Colômbia e no Brasil. As instituições que colaboraram nesta pesquisa contribuíram com matéria prima, infraestrutura, equipamentos, vidrarias, reagentes, embalagens e pessoal de orientação e apoio técnico. O Instituto Amazônico de Investigaciones Científicas-SINCHI com o Laboratório de Pós-colheita em Bogotá e os Laboratórios de Microbiologia e Agroindustrial de Frutos em Leticia (Colômbia). O Instituto de Ciencia e Tecnologia de Alimentos-ICTA da Universidade Nacional de Colômbia-UN com a Planta Piloto de Vegetais em Bogotá (Colômbia). E o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA com o Laboratorio de Pós-colheita e Bioquímica de frutos da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos-CPTA em Manaus (Brasil).

4.1. Material e métodos

Os frutos de camu-camu foram colhidos de populações naturais do Rio Putumayo localizadas em Tarapacá, “corregimiento” da Colômbia (02°52’S e 69°45’W), com temperatura média anual de 26°C, umidade relativa de 87 % e chuvas de 1482 mm/ano. Os frutos colhidos apresentavam amadurecimento comercial, foram acondicionados em caixas de isopor e transportados de avião desde Tarapacá até o Laboratório Agroindustrial de Frutos em Leticia, Amazonas (Colômbia), onde foram feitas as etapas de pesagem, seleção, lavagem, desinfecção, branqueamento e obtenção de polpa.

A composição química da polpa foi determinada na CPTA do INPA em Manaus, Amazonas (Brasil).

A obtenção do suco clarificado foi feita no ICTA da UN em Bogotá (Colômbia), onde a polpa foi submetida a tratamento enzimático e filtração por membranas. O suco clarificado e a polpa foram imediatamente analisados os parâmetros físico-químicos, além do teor de minerais no laboratório físico-químico do ICTA.

Acido ascórbico, β -carotenos e antocianinas da polpa e do suco clarificado foram analisados no Laboratório de Pós Colheita do Instituto Amazônico de Investigaciones Científicas-SINCHI em Bogotá (Colômbia).

As análises microbiológicas foram feitas no Laboratório de Microbiologia do SINCHI em Leticia, Amazonas (Colômbia).

A figura 4 mostra o fluxograma da obtenção do suco clarificado cujas etapas são descritas a seguir:

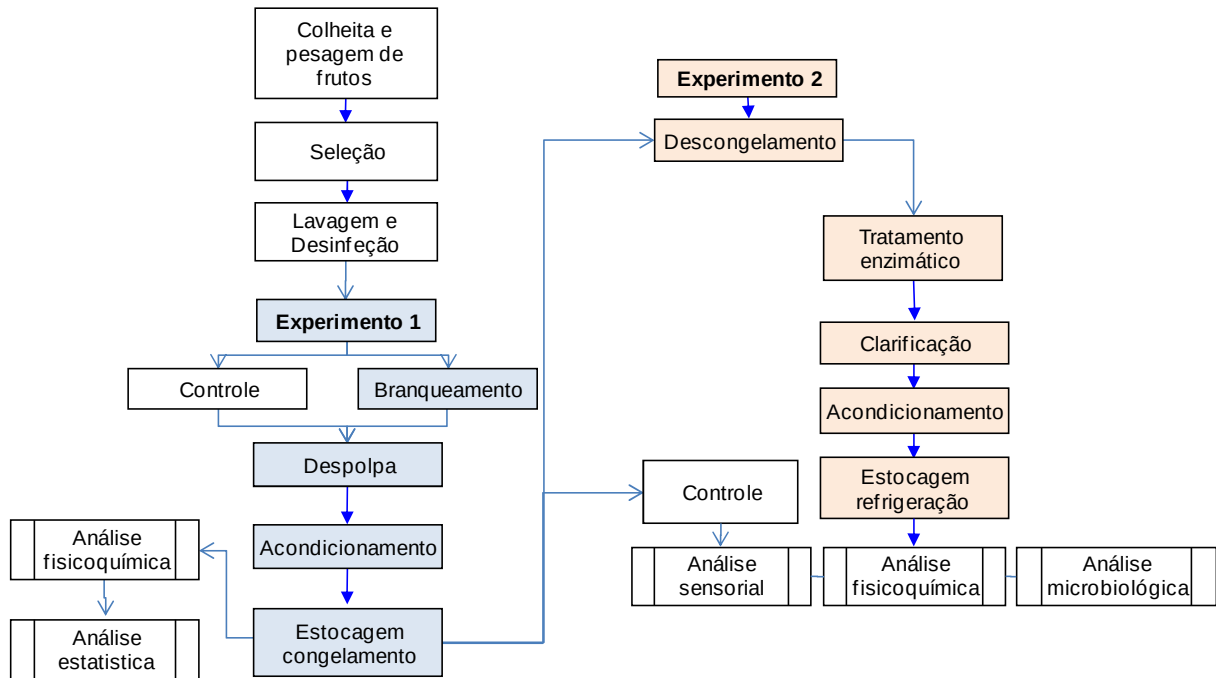


Figura 4. Fluxograma do processamento de suco clarificado de camu-camu e respectivas análises físico-química, microbiológica e sensorial.

4.1.1. Obtenção da polpa

Na Colômbia os microempresários discutem que os consumidores exigem produtos de boa qualidade, além da falta de matérias primas de qualidade adequada para produção de polpas e derivados (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2005), por isso a etapa crítica para obter um produto de ótimas características microbiológicas, sensoriais e nutricional, está relacionada com as primeiras etapas do processo, a seguir: recepção dos frutos, lavagem, desinfecção, branqueamento, despolpa, acondicionamento e estocagem.

O processo de branqueamento foi necessário testar para melhorar a qualidade da polpa em relação ao efeito da temperatura e tempo de branqueamento para inativar enzimas e diminuir o amargor da polpa. O branqueamento foi avaliado com água em comparação ao controle constituído pela polpa obtida de frutos sem branqueamento.

De acordo com os resultados físico-químicos e microbiológicos da polpa submetida a branqueamento, foi possível propor metodologia para ser praticada em Tarapacá pela

Associação de Mulheres Comunitarias de Tarapacá-ASMUCOTAR, como alternativa de aproveitamento na época da safra de camu-camu no Rio Putumayo. As etapas desta metodologia são descritas a seguir: recepção e pesagem de frutos, seleção, lavagem, desinfecção com hipoclorito de sódio a 100 ppm durante 5 minutos, enxágüe com água, branqueamento dos frutos em água a 70°C por 15 minutos, despolpa com peneira de 0,5 mm de diâmetro de poro, embalagem em polietileno de alta densidade e estocagem em condições de congelamento.

4.1.1.1. Colheita e pesagem de frutos

Os frutos foram colhidos de populações naturais do Rio Putumayo em Tarapacá no período da safra, desde o mês de dezembro e março nos anos 2006 e 2007 e foram enviados de avião desde Tarapacá em caixas de isopor com capacidade de 20 Kg. Os frutos recebidos no laboratório de processamento de frutos em Leticia foram pesados em balança marca KERN S/N WC980249 mod. CB 24K5 com capacidade 24Kg.

4.1.1.2. Seleção, lavagem e desinfecção

Os frutos passaram por seleção quanto a grau de maturação, ataque de pragas e sanidade. Foram lavados com água potável e desinfetados por imersão em solução de cloro a 100 ppm por 5 minutos, enxaguados em água corrente e secos ao ambiente.

4.1.1.3. Branqueamento e despolpa

Os frutos foram branqueados, exceto os frutos de controle (Experimento 1), por imersão em água a 70°C durante 15 minutos. O resfriamento foi feito imediatamente por imersão dos recipientes em banho de água com gelo. Em seguida foram despolpados os frutos branqueados e os frutos sem tratamento (controle) em despolpadeira industrial, marca Itametal. A polpa foi acondicionada em recipientes plásticos com capacidade de 4 kg, armazenada em freezer a -19°C até a elaboração do suco clarificado aconteceu que seis meses após da obtenção da polpa. A polpa para as análises físico-químicas e microbiológicas foi acondicionada em sacos plásticos de 250 g e armazenada nas mesmas condições.

4.1.1.4. Avaliação físico-química da polpa com e sem branqueamento

As polpas obtidas no Experimento 1 foram avaliadas em triplicata quanto as análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, umidade, ácido ascórbico, antocianinas, flavonóides totais. Além foi determinado o rendimento de polpa.

4.1.1.4.1. pH

O potencial hidrogeniônico foi determinado através de potenciômetro Labmeter, mod. PHs3B, previamente calibrado com tampão sete e quatro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.1.1.4.2. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria com refratômetro marca Bellinghan & Stanley empregando-se a tabela de correção do Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005) para as leituras realizadas com amostras em temperaturas diferentes de 20°C.

4.1.1.4.3. Acidez titulável

Em aproximadamente 2,0 g da polpa foram adicionados 50 mL de água destilada e duas gotas de fenolftaleína. A titulação foi feita com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.1.1.4.4. Umidade

Foram pesadas 5g de amostra em cápsula de porcelana tarada, previamente aquecida em estufa a 105°C por 1h, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Posteriormente foi aquecida em estufa a 105°C por 3h. Esfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Repetiu-se estas operações de aquecimento por 30 minutos e resfriamento até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.1.1.4.5. Ácido ascórbico

Na determinação de ácido ascórbico do experimento 1 foi empregada a metodologia por titulação com 2,6 diclorofenolindofenol segundo Ranganna (1986), o ácido ascórbico foi extraído com ácido oxálico 0,5 %, na proporção de aproximadamente 0,5 g de polpa para 50 mL de ácido oxálico. Foi quantificado por titulação com solução de 2,6-diclorofenolindofenol. Para a titulação foi necessário usar 0,5 mL do extrato mais 2mL de ácido oxálico. Da mesma forma foi feita a solução padrão (100 µg/mL) de ácido ascórbico p.a. para titulação com 2,6-diclorofenolindofenol. A titulação foi feita até o ponto de viragem da cor, até viragem sem coloração. O padrão com solução (100 µg/mL) de ácido ascórbico p.a. foi utilizado nos cálculos, cujos resultados são expressos em percentagens de gramas de polpa.

4.1.1.4.6. Antocianinas totais

No Experimento 1 foram determinadas as antocianinas totais pelo método de Lees & Francis (1972). Um grama de polpa foi diluído em erlenmeyer com 30 mL de álcool acidificado (etanol a 95% com ácido clorídrico 1,5 N na proporção de 85:15 v/v). A mistura foi mantida em recipiente fechado com filme de PVC por 24 horas em geladeira. Após, foi feita a filtração em papel de filtro e lavagens sucessivas, o filtrado foi coletado em balão volumétrico de 50 mL ou 100 mL dependendo da intensidade da cor e completado com líquido extrator. O extrato ficará em repouso em temperatura ambiente e ao abrigo da luz pelo período de 2 horas. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 535 nm. Os resultados são expressos em mg/100 g de polpa considerando-se o peso inicial, as diluições e o coeficiente de extinção.

4.1.1.4.7. Flavonoides totais

A metodologia empregada para a determinação de flavonóides totais foi a descrita por Lees e Francis (1972), foi utilizado o mesmo extrato obtido para antocianinas. A leitura da absorbância será a 374 nm usando água destilada como branco. Os resultados foram expressos em mg de quercetina/100 g de polpa considerando-se o peso inicial, as diluições e o coeficiente de extinção.

4.1.2. Clarificação

Os sucos clarificados obtidos no Experimento 2 foram avaliados em triplicata quanto as análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, viscosidade, ácido ascórbico, antocianinas e betacarotenoides. Além foi determinado o rendimento do suco.

No experimento 2 foi feita a clarificação do suco. A polpa foi descongelada e submetida a hidrólises enzimática. A diluição da enzima na polpa foi de 0,007% m/v por 30 minutos a 35°C, segundo as recomendações do fornecedor da enzima. A enzima empregada para hidrólise dos polissacarídeos presentes na polpa de camu-camu foi da marca Cytozim Ultra®, produto enzimático pectinolítico, produzida por *Aspergillus niger*. Esta enzima é empregada na obtenção de sucos de frutas que apresentam pH inferior a 3.

Após do tratamento enzimático, interrompido por pasteurização a 70 °C por cinco minutos, a polpa foi diluída em água com relação 2:7 água:polpa para favorecer a filtração do produto. Na filtragem utilizou-se o filtro prensa marca Waukesha modelo 25, com membranas de poliéster com diâmetro de 30µm (Figura 5), 80psi (5,5bar) de pressão, 20°C de temperatura, e 27,03 L·m⁻²·h⁻¹ e 1,72 L·m⁻²·h⁻¹ de velocidade de fluxo inicial e final, respectivamente.

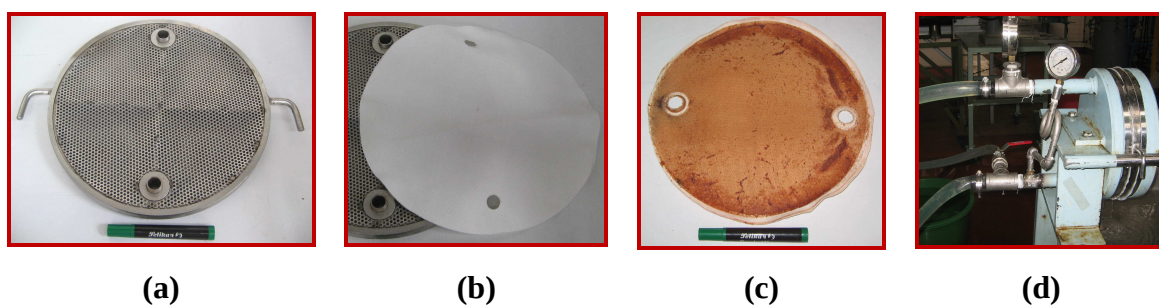


Figura 5. Tamiz do Filtro Prensa (a) membrana de poliéster antes da filtração (b) membrana de poliéster após da filtração (c) Filtro Prensa (d)

O experimento 2 foi desenvolvido no mês de agosto de 2007, após 6 meses de estocagem da polpa por restrições do equipamento de filtragem. Foram feitos três lotes de produção do suco clarificado, todos foram obtidos de polpa da safra do mesmo ano. Os sucos dos lotes 1 e 2 foram trabalhados com a mesma polpa, despolpada em janeiro e o lote 3 foi com polpa do mês de fevereiro.

4.1.3. Acondicionamento e estocagem

O suco foi acondicionado em garrafas plásticas de 165 mL (Figura 6) e armazenado em condições de refrigeração a 10°C para as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.



Figura 6. Suco clarificado de camu-camu em garrafas plásticas de 165 mL

4.1.4. Avaliação físico-química da polpa e do suco clarificado

A polpa integral e o suco clarificado foram avaliados em triplicata quanto as seguintes análises:

4.1.4.1. Sólidos solúveis

A metodologia foi a mesma citada no item 4.1.1.4.2.

4.1.4.2. Acidez titulável

A metodologia foi a mesma citada no item 4.1.1.4.3.

4.1.4.3. pH

A metodologia foi a mesma citada no item 4.1.1.4.1.

4.1.4.4. Viscosidade

A viscosidade da polpa e do suco clarificado foi determinada através de Reômetro modelo Haake Rotovisco RV20, equipado com sistema de medição de cilindros concêntricos a temperatura de 20°C e os resultados foram expressos em centipoisses. No momento em que a amostra estava sendo analisada, tomou-se cuidado para que o volume da mesma fosse suficiente para deixar o disco mergulhado e o recipiente de medida suficientemente largo, evitando assim efeito de parede (HAAKE, 2000).

4.1.5. Avaliação microbiológica da polpa e do suco clarificado

As análises microbiológicas foram realizadas segundo o estipulado pelas normas do Instituto Colombiano de Normas Técnicas e Certificação, NTC 4132 de contagem de bolores e leveduras (ICONTEC, 1998a), NTC 4458 de contagem de coliformes (ICONTEC, 1998b) e NTC 4519 de contagem de aeróbios (ICONTEC, 1998c).

4.1.5.1. Coliformes totais

Segundo a norma NTC 4458 de contagem de coliformes (ICONTEC, 1998b) foram tomados 25g das amostras, os quais foram dissolvidos e homogeneizados em 225 mL de água peptonada (0,1%), constituindo, portanto, uma solução de concentração 10^{-1} . Dessa solução 10^{-1} , foi tomado 1 mL e transferido para um tubo de ensaio contendo 9 mL de água peptonada para obter a concentração 10^{-2} . Desta solução foi novamente tomado 1 mL que foi diluído para 10^{-3} .

De cada solução foi retirado 1 mL, o qual foi inoculado em tubos contendo 8 mL de caldo lauril sulfato triptose (LST) e tubos de Durhan. A inoculação foi feita em triplicata para cada tipo de diluição. Em seguida, os tubos foram incubados em estufa regulada para 35 °C por 24 horas. Este foi o teste presuntivo para verificar a presença de coliformes totais. Depois do tempo de incubação, havendo o crescimento dos microrganismos com produção de gás, foi realizada a contagem de coliformes totais.

Para a contagem, foram selecionados os tubos que apresentaram crescimento com produção de gás. Foi tomada de cada tubo selecionado, uma alçada com quantidade considerável de cultura a qual foi transferida para tubos contendo 8 mL de caldo verde brilhante (VB). Os tubos foram incubados a 45 °C por 24 a 48 horas. Depois do período de

incubação, foi verificado o crescimento de microrganismos com produção de gás. A partir destes tubos foi determinado o número mais provável (NMP)/g (polpa) ou mL (suco).

4.1.5.2. Aeróbios mesófilos, bolores e leveduras

Segundo as normas NTC 4519 de contagem de mesófilos (ICONTEC, 1998c) e NTC 4132 de contagem de bolores e leveduras (ICONTEC, 1998a), foram tomadas 25g das amostras, os quais foram dissolvidos e homogeneizados em 225 mL de água peptonada (0,1%), constituindo, portanto, uma solução de concentração 10^{-1} . Dessa solução 10^{-1} , foi tomado 1 mL e transferido um tubo de ensaio contendo 9 mL de água peptonada para obter a concentração 10^{-2} . Desta solução foi novamente tomado 1 mL que foi diluído para 10^{-3} .

De cada solução foi retirado 1 mL, o qual foi inoculado em três placas de Petri contendo 20 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA), previamente fundido e resfriado a 45 °C, para contagem de mesófilos e em três placas de Ágar Batata Dextrose Acidificado (PDA) para contagem de bolores e leveduras.

A incubação para mesófilos e bolores e leveduras iniciou-se assim que o meio de cultura foi solidificado. Após a solidificação, para mesófilos e bolores e leveduras as placas foram invertidas e incubadas a 35 °C por 48 horas e 25 °C por 5 dias para mesófilos e bolores e leveduras, respectivamente.

4.1.6. Compostos de interesse funcional

4.1.6.1. Ácido ascórbico

Na determinação de ácido ascórbico do Experimento 2 foi utilizado o método adaptado por Hernández *et al.* (2007), por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A amostra 1 g foi macerada e homogeneizada com 6 mL de fase móvel (ácido sulfúrico 5 mM) e centrifugado a 60000 rpm por 40 minutos a 4°C. Em seguida, uma alíquota de 1 mL foi filtrada com papel filtro de 0,45 µm. Volumes de 20 µL foram injetados durante 15 minutos no sistema HPLC composto de cromatógrafo HP 1090 com detector UV/VIS e de uma coluna Aminex HPX-87H de troca iônica (300 mm x 7,8 mm). O ácido foi identificado e quantificado por comparação com o tempo de retenção e as áreas de integração do padrão externo (SIGMA®). O fluxo da bomba usada foi de 0,5 mL·min⁻¹ com fase móvel de H₂SO₄ 5mM.

4.1.6.2. Antocianinas

A seguir metodologia descrita por Guerrero *et al.* (2009) empregada para no Experimento 2. As amostras foram pesadas, 1 g de polpa e 1 g de suco, adicionadas de 2 ml da solução acetonitrilo a 5% v/v e ácido fórmico grau analítico (10:90, v/v) e homogeneizadas em vortex a 24.000 rpm por 10 minutos a 30 °C. Os extratos foram armazenados por 5 h em condições de frio e sem presença de luz e centrifugados a 5000 rpm por 5 minutos em centrifuga refrigerada Beckman Avanti 30. O sobrenadante foi filtrado com membrana de 0,45µm e analisados por HPLC, com coluna RP 318 de 4,6 x 250 mm fase reversa e detector UV Vis e comprimento de onda de 520nm, o pico foi identificado após de 5,5 minutos.

4.1.6.3. Betacarotenoides

Para a extração foi pesada uma alíquota de 1,0 g de amostra, adicionou-se 1 mL de etanol absoluto, 1 mL de água (HPLC) e 2 mL de hexano. A mistura foi homogeneizada em vortex por 45 min com proteção da luz para evitar a degradação do metabolito de interesse. Após a centrifugação a 10000 rpm a 4 °C por 10 min, o sobrenadante colorido foi filtrado com filtro PTFE de 0,45 µm. Em seguida, foram injetados 50 µL durante 4 minutos no sistema HPLC composto de cromatógrafo HP 1090 com detector UV/VIS e de coluna Zorbax Eclipse XDB-C18 (4,6 mm x 150 mm). O fluxo da bomba usada foi de 1,0 mL•min⁻¹ com fase móvel de MeOH 75%-hexano 25%.

4.1.7. Análise sensorial

Nas análises sensoriais foram feitas duas avaliações, o perfil característico e a aceitabilidade do produto. Os critérios de inclusão dos provadores para avaliação sensorial foram pessoas adultas, funcionários (pesquisadores, técnicos e administrativos) do INPA em Manaus. Essas pessoas já tiveram participação em outras análises sensoriais e já conheciam a metodologia de avaliação. O número de provadores foi de 30 pessoas e a metodologia empregada foi a descrita por Monteiro (1984).

O suco clarificado e o suco obtido da polpa integral tiveram a mesma formulação, foram preparados adicionando água, polpa ou suco a 18% e açúcar até a concentração de

12°Brix. Os sucos foram servidos gelados e em copos pequenos, acompanhados de água e bolacha salgada para tirar o gosto entre as duas amostras.

Para o perfil característico foi utilizada a ficha (Figura 7) com escala variando de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima), para os atributos coloração, aroma, sabor, doçura, acidez e amargor.

Análise sensorial do suco					
Provedor:			Data:		
Instruções: Faça um X no quadro que corresponde a sua nota					
Característica	1	2	3	4	5
Cor					
Aroma					
Sabor					
Doçura					
Acidez					
Amargor					
De que fruta você acha que é o suco?					

Figura 7. Ficha para a avaliação do perfil característico do suco clarificado de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh)

Na avaliação de aceitabilidade o suco os provedores utilizaram a escala hedônica, estruturada de sete pontos (Figura 8) e os resultados foram expressos em percentagem.

Análise sensorial do suco	
Provedor:	
Data:	
Instruções: Faça um círculo no número que indica o grau de gostar ou desgostar	
1	Gostei muito
2	Gostei moderadamente
3	Gostei ligeiramente
4	Indiferente
5	Desgostei ligeiramente
6	Desgostei moderadamente
7	Desgostei muito

Figura 8. Escala hedônica estruturada de sete pontos para análise de aceitabilidade do suco clarificado de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh)

4.2. Delineamento estatístico

O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições e dois fatores a cada ensaio. Os resultados foram avaliados por análises de variância (ANOVA) ao nível de probabilidade de 5%, utilizando-se o programa estatístico SPSS, versão 13,0 para Windows. Na análise sensorial foram feitas provas não paramétricas, com teste de Mann Whitney.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Obtenção da polpa

Na tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações físico-químicas realizadas na polpa com e sem branqueamento. Todos os resultados apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de pH, umidade e sólidos solúveis são semelhantes aos citados na literatura para polpas de camu-camu procedentes da Amazônia brasileira (MAEDA, 2004; SOUZA, 2005; GENOVESE *et al.*, 2008). Observa-se que a polpa possui um pH baixo, e que é constituída principalmente de água (92%). Os sólidos solúveis são representados principalmente pelos açúcares e pectina.

O teor de ácido ascórbico coincide com os resultados reportados por Andrade (1991) e Maeda (2004), referente às perdas apresentadas após o período de estocagem da polpa detectáveis na obtenção do suco foram analisadas no item 5.2 do presente trabalho.

Tabela 2. Efeito do branqueamento nas características físico-químicas e rendimento da polpa de camu-camu procedentes de populações naturais do Rio Putumayo em Tarapacá, Colômbia

Constituintes	Polpa sem branqueamento	Polpa com branqueamento
Rendimento	53,41 ± 0,77	61,37 ± 0,84
pH	2,78 ± 0,01	2,93 ± 0,01
Umidade (%)	92,26 ± 0,18	92,58 ± 0,10
Sólidos solúveis (°Brix)	6,5	6,0
Acidez titulável (% ácido cítrico)	2,27 ± 0,00	2,47 ± 0,09
Ácido ascórbico (% g)	2,4 ± 0,09	2,7 ± 0,08
Antocianinas totais (% g)	0,06 ± 0,01	1,19 ± 0,02
Flavonoides totais (% g)	0,25 ± 0,01	0,95 ± 0,02

Os valores de acidez em percentagem de ácido cítrico são respectivamente 33% e 37% inferiores aos reportados por Maeda (2004) de 3,4% de ácido cítrico e Souza (2005) de 3,6% de ácido cítrico. Condições ambientais, manejo, estágio de maturação e métodos de branqueamento e de obtenção da polpa, isolados ou em conjunto, podem explicar às diferenças dos resultados quando comparados com dados de outros autores. Além das percentagens de antocianinas de 0,1% para polpa sem branqueamento e 1,2% para polpa branqueada, são inferiores 99% e 87% aos reportados por Souza (2005) de 9,65% e Maeda (2007) de 9,98%. Além dos fatores citados, o tempo de estocagem de três meses da polpa antes das análises, pode também ter influenciado, uma vez que, Martí *et al.* (2001) reportam

que as antocianinas e sua degradação são influenciadas pela temperatura e o tempo de estocagem.

Porém, ao comparar os resultados de antocianinas da polpa branqueada e sem branqueamento o comportamento coincide com afirmações de Quintero (2004), quanto a retenção da cor é melhorada quando o oxigênio é removido por aquecimento. O menor percentual de redução de antocianinas entre tratamentos decorreu, possivelmente, também pela ação protetora dos flavonóis. Considerando o teor dos pigmentos antociânicos, a maior concentração foi detectada na polpa com branqueamento do que na polpa sem branqueamento.

Os resultados de rendimento demonstrou que o branqueamento dos frutos aumentou 87% a quantidade de polpa obtida durante o processo de despolpa, além do aumento do teor de antocianinas que foi na percentagem de 5% superior ao obtido de polpa sem branqueamento. O aquecimento amolece os tecidos e o mesocarpo aderido ao exocarpo do fruto se desprende com mais facilidade e é incorporado ao endocarpo formando a polpa que é extraída no processo.

5.2. Clarificação da polpa

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas da polpa e do suco clarificado de camu-camu. A acidez, pH e sólidos solúveis não apresentaram diferenças significativas, entretanto a viscosidade e o rendimento apresentaram diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5% de significância, entre os tratamentos.

Tabela 3. Valores médios das características físico-químicas da polpa e do suco clarificado de camu-camu

Característica	Polpa integral	Suco clarificado
pH	2,91 ± 0,04	2,86 ± 0,04
Sólidos solúveis (°Brix)	5,52 ± 0,42	5,48 ± 0,45
Acidez titulável (% ácido cítrico)	1,71 ± 0,09	1,61 ± 0,21
Viscosidade (cp)	3,80 ± 0,28	1,25 ± 0,07

A média dos valores de pH da polpa integral e do suco clarificado caracteriza o produto como ácido. O caráter ácido é uma das características, entre outras, importante em termos de controle microbiano porque evita o crescimento de microrganismos deteriorantes (VERA *et al.*, 2003).

A viscosidade do suco reduziu apreciavelmente como é apresentada na figura 6, diminuindo 32,9% em relação com a viscosidade da polpa. A viscosidade está associada ao

número, tamanho e forma das partículas suspensas presentes em sucos e polpas de frutas (VASQUES, 2003) e é estudada pela reologia de fluxos.

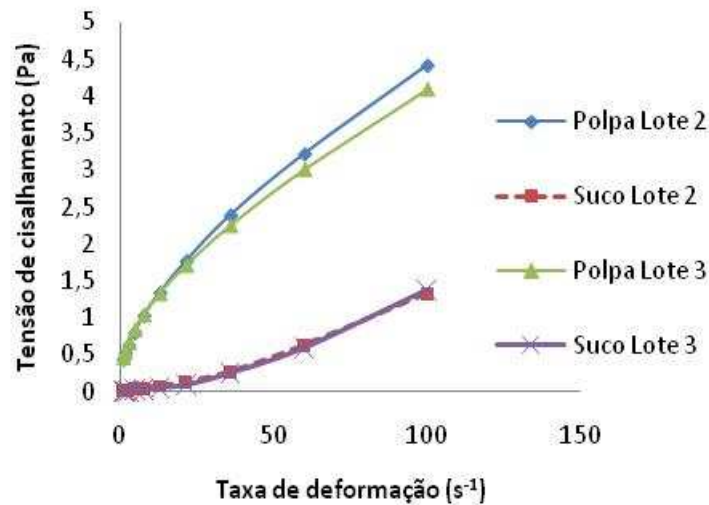


Figura 9. Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação de polpa e suco de camu-camu, em diferentes lotes de produção

Segundo DA SILVA *et al* (2005) o conhecimento do comportamento reológico de sucos de frutas é fundamental em engenharia de processos e equipamentos por causa da definição de modelos adequados à descrição do escoamento é sempre necessária ao projeto de tubulações e de bombas e aos sistemas de agitação e de mistura. A figura 6 demonstra o caráter pseudoplástico da polpa e do suco clarificado de camu-camu pela relação entre a tensão de cisalhamento (τ) e a taxa de deformação ($\dot{\gamma}$) nos diferentes lotes de produção do suco.

A linearidade entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação aplicada demonstra o comportamento newtoniano da polpa e do suco. Verifica-se, ainda, que as inclinações das curvas de escoamento diminuem com o aumento da taxa de deformação, evidenciando o decréscimo da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, que confirma o comportamento pseudoplástico da polpa e do suco de camu-camu.

Os resultados mostram também que, independente do produto (polpa ou suco) existe pouca diferença entre os lotes de coleta.

O fluxo de filtrado foi calculado desde o início do processo de filtração começando com $27,03 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ e diminuindo para valores de até $1,72 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. Essa causa decorre dos sólidos retidos na membrana, causando a obstrução da passagem do fluxo. Observa-se na tabela 4 que esse fato de obstrução influenciou no rendimento do processo de obtenção de

suco clarificado que foi apenas de 33,89%, quando comparados ao rendimento no processo de despolpa que foi de 61,37%.

Esse comportamento mostrou a necessidade do branqueamento e de padronização para utilização do sistema de clarificação e filtração.

Tabela 4. Rendimentos e fluxos da obtenção de polpa e o suco clarificado

Especificações do processo	Valores
Rendimento Despolpa (%)	61,37 ± 0,84
Rendimento Clarificação (%)	33,89 ± 8,48
Fluxo inicial da filtração ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	27,03
Fluxo final da filtração ($L \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	1,72

Os resultados das análises microbiológicas (Tabela 5) estão conforme os parâmetros estabelecidos tanto pela ANVISA no Brasil, Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), como pelo Ministério de Saúde da Colômbia, Resolução No.7992, de 21 de julho de 1991 relativa a elaboração, conservação de sucos, concentrados, néctares e polpas de frutas (COLOMBIA, 1991).

Além de apresentar valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação dos dois países, para todas as contagens não houve diferenças entre polpa e suco.

Tabela 5. Análise microbiológica da polpa e do suco clarificado de camu-camu

Contagem	Polpa	Suco
Mesofilos (UFC/g)	<10 ²	<10 ²
Bolores e leveduras (UFC/g)	<10 ²	<10 ²
Coliformes totais (NMP/g)	<10	<10
Coliformes fecais (NMP/g)	<10	<10

Assim as análises microbiológicas permitiram avaliar a qualidade do produto em termos de inocuidade de alimentos, além da utilização de boas práticas de fabricação durante o processo de elaboração.

Pode-se observar a figura 7 que os valores de ácido ascórbico da polpa de camu-camu foram de 0,49; 0,64 e 0,85% nos lotes 1, 2 e 3, respectivamente. Observa-se que houve um aumento dos valores de ácido ascórbico de 63, 49 e 64% com o suco clarificado dos lotes 1, 2, e 3, respectivamente; as diferenças entre os resultados foram significativas ao nível de 1% de significância. Os valores de ácido ascórbico nos sucos clarificados, mostrados na tabela 6,

são superiores aos dados reportados na polpa (0,39%) por Genovese *et al.* (2008) e no néctar (0,01%) por Maeda (2006). Embora o aumento do ácido ascórbico no suco clarificado em comparação com os resultados apontados da tabela 2, o teor de ácido ascórbico diminuiu em 58% em relação aos da polpa obtidos no ensaio preliminar (Experimento 1).

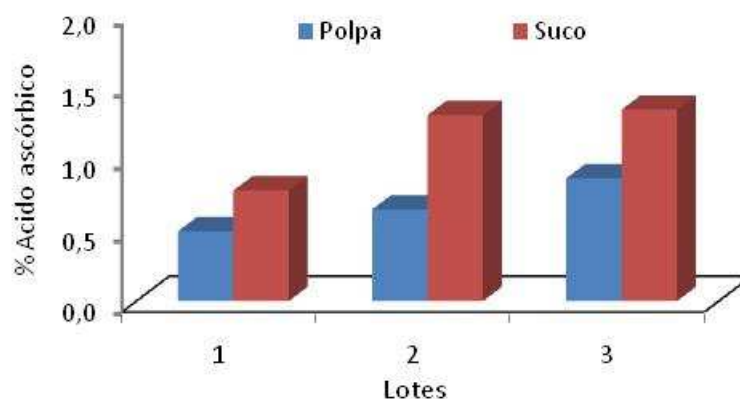


Figura 10. Variação nos teores de ácido ascórbico da polpa integral e do suco clarificado em função dos lotes de produção de camu-camu

Pode-se observar na tabela 6 que as antocianinas da polpa empregada para obtenção do suco também apresentaram menores teores aos reportados no Experimento 1 (Tabela 2), provavelmente devido ao tempo que a polpa foi armazenada sob congelamento até os ensaios de obtenção do suco, aproximadamente de seis meses. Inclusive não houve diferenças significativas entre os teores de antocianinas da polpa e do suco em dois lotes de obtenção do suco.

Segundo Arroxelas *et al.* (2002) o congelamento promoveu redução nos teores de antocianinas e flavonóis totais em ensaios de polpa de acerola. Além do tempo de estocagem que é ainda, mas relevante do que a temperatura de acordo com Moraes *et al.* (2002) pela ação da luminosidade, em ensaios com uvas a temperaturas de 24, 32 e 40°C e a condições de luz e no escuro, a concentração dos pigmentos decresceu linealmente com apenas 14 dias de armazenagem e a decomposição das antocianinas foi mais rápida a temperaturas maiores.

Entretanto o autor Maeda (2007) observou que amostras de néctar de camu-camu armazenadas ao ambiente e sob refrigeração apresentaram diferenças significativas a partir de 60 dias de armazenamento, sendo que a temperatura apresentou forte influência sobre o teor de ácido ascórbico, além da não influência da luminosidade na degradação deste composto.

Segundo De Rosso e Mercadante (2007) a presença de ácido ascórbico em amostras de frutos de camu-camu, mostrou um impacto negativo em estabilidade de antocianinas,

enquanto conduzindo à degradação mútua destas combinações por existir reações de condensação entre o ácido ascórbico e as antocianinas, quanto maior a concentração dessa vitamina no sistema, maior é a taxa de degradação do pigmento antociânico (Maeda, 2007).

Tabela 6. Compostos de interesse nutricional da polpa e do suco clarificado de camu-camu

Constituintes	Antocianina (mg/100g)	Ácido ascórbico (%)	Betacaroteno (%)
LOTE 1			
Polpa	0,309 ± 0,03	0,486 ± 0,03	0,002 ± 0,02
Suco	0,238 ± 0,01	0,771 ± 0,00	ND
LOTE 2			
Polpa	0,422 ± 0,04	0,632 ± 0,05	ND
Suco	0,186 ± 0,06	1,296 ± 0,07	ND
LOTE 3			
Polpa	0,255 ± 0,01	0,855 ± 0,06	ND
Suco	0,264 ± 0,01	1,334 ± 0,04	ND

ND: Não detectável

Além dos compostos antioxidantes, foram analisados alguns minerais de interesse nutricional na polpa como potássio, cálcio e sódio apresentando valores de 117 mg/100g, 12,8 mg/100g e 12,2 mg/100g, respectivamente que estão de acordo com os citados na literatura por Justi *et al.* (2000), confirmando que o potássio é um dos compostos minerais que está presente na maior concentração nos frutos de camu-camu (Yuyama *et al.*, 2002).

Na avaliação sensorial foram avaliados dois sucos: um preparado com a polpa integral e outro com o suco clarificado. Os sucos tiveram a mesma formulação.

Os resultados do perfil característico, apresentados na figura 11, observam-se que as características de coloração, acidez, doçura, sabor e amargor coincidiram entre o suco preparado com polpa integral e com suco clarificado. Porém só as características de aroma dos dois sucos mostraram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

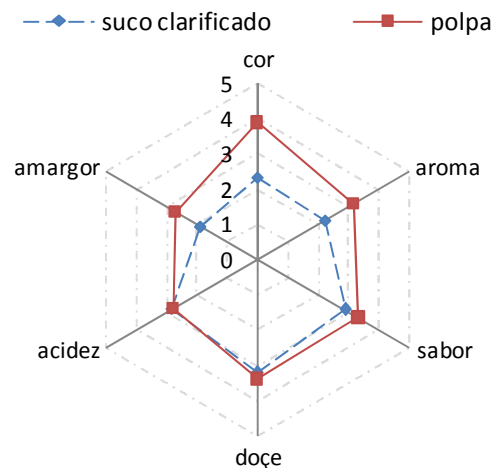


Figura 11. Perfil característico de suco preparado com a polpa integral e com suco clarificado de camu-camu

As características sensoriais indicaram a preferência dos consumidores brasileiros por sucos preparados com polpa.

Observa-se na figura 12 que os resultados da análise sensorial de aceitabilidade mostram que os consumidores gostaram mais do suco formulado com 18% de polpa. Além das diferenças significativas ao nível 5% de significância entre as amostras de polpa e do suco clarificado de camu-camu.

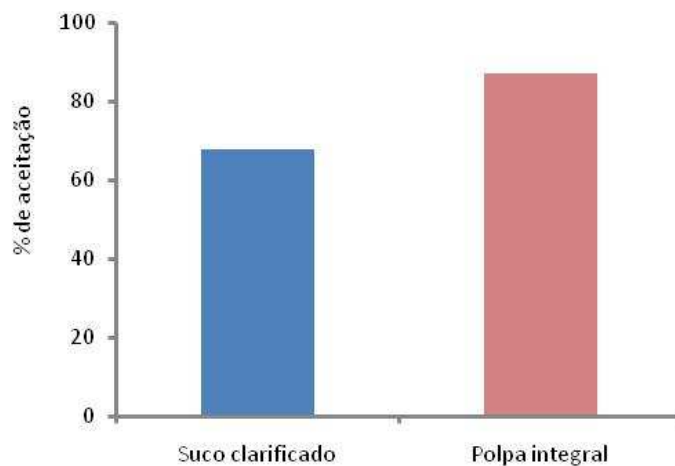


Figura 12. Percentagens de aceitabilidade dos produtos de camu-camu

A formulação do suco com 18% de polpa e 12°Brix foi aceita pelos provadores brasileiros com 87% de aceitação, por acima do 68% de aceitação do suco clarificado.

6. CONCLUSÕES

A produção do suco clarificado de camu-camu pelo método de filtração por prensa apresenta baixo rendimento quando comparado outros métodos de obtenção do suco, mas melhora substancialmente as características de viscosidade e teores de ácido ascórbico no produto final.

A metodologia proposta para a Associação de Mulheres de Tarapacá constituiu as etapas de obtenção da polpa, como recepção, seleção, lavagem e desinfecção, branqueamento dos frutos, despolpa, acondicionamento e estocagem da polpa.

Sugere-se obter imediatamente o suco clarificado de camu-camu após obtenção da polpa para evitar perdas nos teores de antocianinas.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, J.S. **Curvas de maturação e características nutricionais do camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira**. Campinas: UEC, 1991. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. 1991.

ARROXELAS, V.L.; DE ALMEIDA, E.M.; DOS SANTOS, L. L.; DA SILVA, D.E.L. Polpa congelada de acerola: Efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Brasileira Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 3, p. 669-670, Dezembro 2002.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 385–396, 2004.

BARDALES, X. L., CARRILLO, M. P., HERNANDEZ, M. S., BARRERA, J. A. Camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*) a new option for productive systems in Colombian Amazonian Region. In: **27th International Horticultural Congress (IHC 2006)**, Seul, Korea, 2006.

BARRERA, Jaime. Informe de Comision a La Republica del Peru. Consultoría del Instituto SINCHI en el Taller “HACIA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL DE FRUTAS DE LA AMAZONIA PERUANA” organizado por Prompex, IIAP, Biocomercio Peru, DRA y Ministerio de agricultura del Peru. Florencia, Colombia, agosto de 2005.

BRASIL, Congresso Nacional, Lei No. 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências, publicado no D.O.U. - **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 15 de julho de 1994.

BRASIL. Resolução – RDC No. 12 de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

CAMACHO, R. L.; NAVARRO, J. A.; MONTERO, M. I.; AMAYA, K.; RODRIGUEZ, M.; POLANIA, A. **Manual de identificación de especies no maderables en el corregimiento de Tarapacá, Colombia**. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi- (editor), 2006.

CIANCI, F.C.; SILVA, L.F.; CABRAL, L.M.C.; MATTA, V. Clarificação e concentração de suco de caju por processo com membranas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 579-583, 2005.

COLOMBIA, Ministerio de Salud, Resolución No. 7992 del 21 de julio de 1991, por la que se reglamenta parcialmente el título V de la Ley O9 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas. 1991.

DA SILVA, F.C. GUIMARÃES, D. H. P.; GASPARETTO, C.A. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v.25, n1, p. 121-126, jan.-mar. 2005

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.-Jun., 2004

DE ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. The high ascorbic acid content is the main cause of the low stability of anthocyanin extracts from acerola. **Food Chemistry**, v.103, p.935–943, 2007.

EVANGELISTA, J. **Tecnología de alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2ª edición. Acribia, Zaragoza, 2000.

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile Composition of Some Brazilian Fruits: Umbu-caja (*Spondias citherea*), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Araça-boi (*Eugenia stipitata*), and Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 48, p.1263-1265, 2000.

GENOVESE, M.I.; DA SILVA PINTO, A.E.; DE SOUZA SCHMIDT, A.E.; LAJOLO, F.M. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n.3, p. 207-214, 2008.

GUERRERO, R; LIAZID, A.; PALMA, M.; PUERTAS, B.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; GIL-IZQUIERDO, A. Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. **Food Chemistry**, v.112, p.949–955, 2009.

GTZ, Proyecto: Asesoría en Planeación Agraria. (PROAPA-GTZ). **Estudio de Mercado para *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh (camu-camu)**. Lima, Peru: 2000.

GUTIERREZ REY, Franz; ACOSTA MUÑOZ, Luis Eduardo; SALAZAR CARDONA, Carlos Ariel. **Perfiles Urbanos en la Amazonia Colombiana: un enfoque para el desarrollo sostenible**. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2004.

HAAKE. **Haake Viscometers – Instruction Manual**. Haake Mess-Technik Gmbhu Co.; W. Germany, 2000.

HERNANDEZ, M.S.; MARTÍNEZ, O.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. **Sci Hort**. 111 3:220-227, 2007.

IANNACONE, José; PEREZ, Diana; TUEROS, Alfredo. Ciclo de vida y aspectos poblacionales de *Edessa aff. aulacosterna* Stal, 1872 (Heteroptera: Pentatomidae) chinche del fruto del camu camu (Myrtaceae) en zona de restinga, Ucayali, Perú. **Acta Amazônica**, v. 37, n.4, p. 635–642, 2007.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4132. Microbiología. **Guía General para el recuento de mohos y levaduras.** 1998a.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4458. Microbiología de alimentos y alimentos. **Guía General para el recuento de coliformes.** 1998b.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4519. Microbiología de alimentos. **Guía General para el recuento de microorganismos.** 1998c.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo, 2005.

INSTITUTO SINCHI. **Proyecto Manejo Integral y Sostenible de los Bosques De Tarapacá-Colombia y Rio Algodón-Perú.** 2005.

INSTITUTO SINCHI, ASOCIACION DE MADEREROS-ASOMATA Y ASOCIACION DE MUJERES-ASMUCOTAR. **Proyecto Uso conservación y aprovechamiento in situ del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) presente en los lagos de Tarapacá, Amazonas, por parte de comunidades asociadas a ASOMATA y ASMUCOTAR como estrategia de conservación de los recursos Naturales en el Trapecio Amazónico Colombiano.** 2008.

JACKMAN, R.L.; SMITH, J.L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G.A.F.; HOUGHTON, J.D. **Natural food colorants.** New York, AVI, 1992.

JUSTI, K.C.; VISENTAINER, J. V.; EVELÁZIO DE SOUZA, N.; MATSUSHITA M. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.50, n.4, 2000.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analysis in cranberries. **Hort. Science**, v. 7, n. 1, p. 83-4, 1972.

MAEDA, R. N. **Estabilidade de ácido ascórbico e pigmentos presentes no néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh) armazenados em diferentes condições de luminosidade e temperatura.** Manaus: UFAM, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências de alimentos), Universidade Federal do Amazonas, 2004.

MAEDA, R. N.; ANDRADE, J.S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 489-496, 2003.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L, YUYAMA, L.K., CHAAR, J.M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006.

MAEDA, R. N., PANTOJA, L, YUYAMA, L.K., CHAAR, J.M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 313-316, 2007.

MAGALHÃES, Márcia Pimentel; GOMES, Flávia dos Santos; MODESTA, Regina Célia Della; MATTA, Virgínia Martins; CABRAL, Lourdes Maria Corrêa. Conservação de água

de coco verde por filtração com membrana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n 1, p. 72-77, 2005.

MAHLER, J. L. Enzyme characteristics and why they are used in juice production. **Fruit Processing**, v. 7, n. 10, oct. 1997.

MARTÍ N.; PÉREZ-VICENTE, A.; GARCIA-VIGUERA, C. Influence of storage temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 2, p. 217-221, 2001.

MONTEIRO, C.L.B. **Técnicas de avaliação sensorial**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1984.

MORAIS, H.; RAMOS, C.; FORGA, E.; CSERHA, T.; OLIVIERA, J. Influence of storage conditions on the stability of monomeric anthocyanins studied by reversed-phase high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography B**, v.770, 297–301, 2002.

MOYANO, C; LEON, J.J.; MARCHELLI, E.; GONZALEZ, J.; BETANCURT, P. **Jugo Integral Natural de Manzana**. Monografias tecnologicas. Serie frutas y hortalizas. Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 1981.

PALLET, Dominique; CABRAL, Lourdes; MATTA, Virginia; PEZOA-GARCIA, Nelson; CASTLE, Hilary; PINTO, Fernando Antônio; DORNIER, Manuel; REYNE, Max. Aplicação da tecnologia de membranas no processamento de sucos de frutas brasileiras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 427-437, maio/ago, 2005.

PAULSON, D. J.; WILSON, R. L.; SPATZ, D. D. Crossflow membrane technology and its applications. **Food Technology**, v. 38, n. 12, p. 77-87; 111, 1984.

PEREZ, Diana e IANACONNE, José. Ciclo biológico, comportamiento y censo del picudo del camu camu, *Conotrachelus dubiae* O'Brien 1995 (Coleoptera: Curculionidae) en Pucallpa, Perú. **Acta Amazônica**, v.38, n.1, p.145-152, 2008.

PETERS, Charles; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Acta Amazônica**, v.17, n.4, 1986/87.

PINEDO, Mario; RIVA, Rita; RENGIFO, Elsa; DELGADO, Cesar; VILLACRES, Jorge; GONZALEZ, Agustín; INGA, Herminio; LOPEZ, Antonio; FARROÑAY, Ricardo; VEGA, Rodney; LINARES, Carlos. **Sistema de producción de camu-camu en Restinga**. Iquitos-Peru: IIAP, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2001.

PROEXPORT COLOMBIA E INSTITUTO HUMBOLDT. **Estudio de frutas amazónicas en el Estado de California**. Bogotá, 2003.

QUINTERO, C.M.H. **Efecto de la copigmentación sobre el color y estabilidad del pigmento en un sistema modelo (bebida), usando antocianina de rábano**. Cholula:UDLAP, 2004. Tesis (Licenciatura en Quimicofarmacobiología), Universidad de las Américas Puebla, 2004.

RANGANNA, S. **Analyses and quality control for fruit and vegetables products**. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing, 1986. 178 p.

RODRÍGUES R.B., De Menezes, H.C., Cabral, L.M.C., Dornier, M. and Reynes, M. An Amazonian fruit with a high potential as a natural source of vitamin C: the camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Fruits**, v.56, p. 345-354, 2001.

RODRIGUES R. B. **Aplicação dos Processos de Separação por Membranas para Produção de Suco Clarificado e Concentrado de Camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. São Paulo: UNICAMP, 2002. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, v.1, p. 146, 2002.

RODRÍGUES R.B., De MENEZES, H.C., CABRAL, L.M.C., DORNIER, M.; RIOS, G.M.; REYNES, M. Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dubia*). **Journal of Engineering Food**, v.63, p. 97-102, 2004.

SOUZA, Raimundo. **Camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): Fonte natural de enriquecimento de bebidas eletrolíticas**. Manaus: UNINILTON, 2005. Monografia (Graduação em Farmácia e Bioquímica-Análises Clínicas), Centro Universitário Nilton Lins, 2005.

TCA, TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA. **Frutales y hortalizas Promisorios de Amazonia**. Secretaria Pro Tempore. Lima, Peru, 1996.

TEIXEIRA, A. S.; CHAVES, L. S.; YUYAMA, K. Esterases no exame da estrutura populacional de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh-Myrtaceae). **Acta Amazônica**, v. 34, n. 1, p. 89-96, 2004.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Kidlington, v. 26, p. 59-68, 1993.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 247-256, 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Curso virtual de frutas y hortalizas. Disponível em: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/index.html>. Acesso em 23 de outubro de 2007.

USHIKUBO, F.Y. **Efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana na microfiltração da polpa diluída de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. São Paulo: UNICAMP, 2006. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, 2006.

VASQUES, C. T. **Reologia do suco de goiaba: efeito da diluição e do tamanho de partícula**. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

VERA, E.; RUALES, J.; DORNIER, M.; SANDEAUX, J.; PERSIN, F., PORCELLY, G.; VAILLANTE, F.; REYNES, M. Comparison of different methods for deacidification of clarified passion fruit juice. **Journal of Food Engineering**, v. 59, p.361-367, 2003.

VILLACHICA L., Hugo. **El cultivo de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la amazonía peruana**. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro Tempore. Lima. Perú. 1996.

YUYAMA, Kaoru; SIQUEIRA, Jhanssem A.S. Efeitos do tamanho da semente e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Acta Amazônica**, v.29, n4, p.647-650, 1999.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, L.K. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazônica**, v.32, n.1. p. 169-174, 2002.

YUYAMA, L.K; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, K.; LOPES, T.M.; FAVARO, D.I.T.; BERGL, P.C.P.; VASCONCELLOS, M.B.A. Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. **Acta Amazônica**, v.33, n4, p.549-554, 2003.

ZANATTA, Cinthia Fernanda. **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. São Paulo: UNICAMP. Dissertação (Pos-graduação em Ciências de alimentos), Universidade Estadual de Campinas, 2004.

ZANATTA, C.; CUEVAS, E.; BOBBIO, F.O.; WINTERHALTER, P. e MERCADANTE, A.Z. Determination of Anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. **Journal agricultural food chemical**, v. 53, p. 53, 9531-9535, 2005.

ZANATTA, C.; MERCADANTE, A.Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v.101, p.1526–1532, 2007.