

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS PECTOLÍTIICAS NO PROCESSAMENTO DE SUCO
DE MARACUJÁ INTEGRAL (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Den.)

ANTONIO CLAUDIO LIMA GUIMARÃES

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

FORTALEZA - 1985

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

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

Antonio Cláudio Lima Guimarães

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

20/08/85

Prof. Luciano Flávio Frota de Holanda
Orientador

Prof. Carlos Brunet Martins

Prof. José de Anchieta Moura Fê

Prof. Gerardo Sérgio Francelino de Oliveira

Aos meus pais, JOSÉ e NEIVA, aos
tios OSCAR e MARINA.

Aos meus irmãos, cunhados e
amigos.

A minha esposa REJANE e minhas
filhas GREYCE e GISELE.

Ao amigo LUCIANO HOLANDA

DEDICO este trabalho

AGRADECIMENTOS

A *DEUS*, razão maior da existência de todos os seres, razão soberana pela qual podemos crescer em todos os sentimentos.

Ao Professor *LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA*, pela amizade inigualável, pelo apoio em todas as ocasiões, pelos ensinamentos profissionais e de vida, pela dedicação, pela orientação, e pelas valiosas sugestões que me permitiram levar a efeito este trabalho.

Ao Professor *JOSÉ DE ANCHIETA MOURA FÊ*, pelo crédito a mim dado, pelos conselhos técnicos, e pelo incentivo profissional.

Ao Professor *CARLOS BRUNET MARTINS*, pela amizade, confiança, e apoio em todas as horas.

Ao Professor *GERARDO SÉRGIO FRANCELINO DE OLIVEIRA*, pelo respeito, e pelas orientações transmitidas.

Ao Professor *GERALDO ARRAES MAIA*, pelos conselhos científicos, e colaboração.

Aos Professores do Curso de Mestrado em particular *JOSÉ CALS GASPAR JÚNIOR*, *HUMBERTO FERREIRA ORIÁ*, *ZULEICA BRAGA LIMA GUEDES*, e *MARIA DO CARMO PASSOS RODRIGUES*.

Aos colegas *FREDERICO JOSÉ BESERRA* e *DORASILVIA PONTES LIMA*, pela amizade.

A todos os colegas professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos.

Ao *CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq)* e *FUNDO DE INCENTIVO A PESQUISA TÉCNICO-CIENTÍFICA (FIPEC)*, pelo apoio financeiro.

A CAJU DO BRASIL S/A AGROINDÚSTRIA - CAJUBRAZ, pelo fornecimento de matéria prima, concessão de seus equipamentos e instalações industriais para levarmos a efeito o nosso trabalho.

A NOVO INDUSTRI pelo fornecimento de enzimas, para utilização em nosso experimento.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, pela oportunidade concedida para a execução deste trabalho.

Ao Professor ODANIR CRUZ MOREIRA, pela criteriosa análise estatística.

A laboratorista VANDIRA ALVES DO NASCIMENTO, pelo auxílio inestimável prestado.

A funcionária FRANCISCA LÚCIA PEREIRA DOS SANTOS, pela colaboração amiga.

Ao desenhista LÚCIO DE VASCONCELOS E SILVA, pelo trabalho gráfico, presteza, e pontualidade.

A RITA DE CARVALHO FEITOSA pela eficiência, pela seriedade, e pelo zelo, nos serviços datilográficos.

A todos os que tornaram possível o cumprimento deste objetivo e que porventura não foram por mim citados, estejam certos da minha estima e do meu agradecimento mais profundo.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	ix
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xii
<u>RESUMO</u>	xv
<u>ABSTRACT</u>	xvii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 - <u>Generalidades</u>	3
2.2 - <u>Distribuição geográfica</u>	5
2.3 - <u>Características físico-químicas e químicas do suco</u>	8
2.4 - <u>A enzima na indústria de alimentos</u>	11
2.5 - <u>Enzimas pectinolíticas no processamento de produtos de fruta</u>	17
2.5.1 - <u>Enzimas pectinolíticas na extração do suco de frutas tropicais</u>	19
2.6 - <u>Considerações tecnológicas</u>	21
2.7 - <u>Considerações econômicas</u>	26
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	32
3.1 - <u>Material</u>	32
3.2 - <u>Métodos</u>	32
3.2.1 - <u>Determinações analíticas</u>	32

	Página
3.2.1.1 - pH.....	32
3.2.1.2 - Viscosidade.....	33
3.2.1.3 - Acidez titulável total.....	33
3.2.1.4 - Sólidos solúveis (^o Brix).....	34
3.2.1.5 - Relação ^o Brix/Acidez.....	34
3.2.1.6 - Glicídios redutores em glicose.....	34
3.2.1.7 - Glicídios não redutores, em sacarose..	35
3.2.1.8 - Glicídios totais.....	36
3.2.1.9 - Ácido ascórbico.....	36
3.2.1.9.1 - Preparo dos reagentes.....	36
3.2.1.9.2 - Elaboração da curva padrão.....	37
3.2.1.9.3 - Análise da amostra.....	38
3.2.1.10 - Umidade.....	38
3.2.1.11 - Proteína.....	38
3.2.1.12 - Extrato etéreo.....	39
3.2.1.13 - Cinzas.....	40
3.2.1.14 - Fibra.....	40
3.2.1.15 - Amido.....	41
3.2.1.16 - Minerais.....	42
3.2.1.16.1 - Cálcio.....	42
3.2.1.16.2 - Fósforo.....	43
3.2.1.16.3 - Ferro.....	44
3.2.2 - Processamento do suco integral de maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).	44
3.2.2.2 - Obtenção do suco integral pelo processo enzimático.....	46
3.2.2.2.1 - Memorial descritivo do processamento.	46

	Página
3.2.3 - <i>Estudo da estabilidade dos produtos.....</i>	55
3.2.4 - <i>Análise estatística.....</i>	55
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	58
4.1 - <u>Determinações físico-químicas e químicas do suco.....</u>	58
4.2 - <u>Análise da estabilidade dos produtos processados.....</u>	66
4.3 - <u>Avaliação do rendimento industrial.....</u>	77
5 - <u>CONCLUSÕES.....</u>	88
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	89

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
1	Brasil, distribuição geográfica da cultura do maracujá.....	9
2	Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais de cálcio, ferro e fósforo.....	12
3	Determinações físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarela (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) de acordo com diversos pesquisadores.....	13
4	Alguns usos importantes das principais enzimas nas indústrias de alimentos.....	16
5	Percentagens de suco, casca, e sementes do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	23
6	Características comparativas de três seleções de maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Den.).....	24
7	Exportação brasileira de suco de frutas (Quilogramas).....	30
8	Exportação brasileira de suco de frutas (US\$ F.O.B.).....	31

TABELAS

Página

9	Efeito da concentração da ULTRAZIM - 100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.)..	51
10	Efeito da temperatura de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	52
11	Efeito do tempo de atuação da ULTRAZIM-100g sobre o rendimento na extração de suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	53
12	Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática imediatamente após processamento.....	59
13	Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática e preservado por aditivos químicos, após 120 dias de estocagem.....	60
14	Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática e preservado por baixa temperatura após 120 dias de armazenagem.	61

TABELAS

Página

15	Análises físico-químicas do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática imediatamente após processamento.....	64
16	Análises físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática, preservado por aditivos químicos.....	67
17	Análises físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) obtido por extração enzimática, preservado por baixa temperatura.....	68
18	Resultados do rendimento de suco, cascas, e sementes, obtidos para o maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.) utilizando-se os métodos convencional e enzimático respectivamente.....	78
19	Resultados estatísticos entre as médias, as variâncias das determinações analíticas do suco de maracujá com diferentes métodos de preservação.....	85

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
1	Detalhes da folha, flor, fruto e semente do maracujã amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	6
2	Distribuição geográfica da cultura do maracujã, gênero " <i>Passiflora</i> "......	7
3	Evolução da exportação brasileira de suco de maracujã.....	29
4	Fluxograma de obtenção do suco de maracujã integral, pelo método convencional (mecânico) (*). (1) Preservação por baixa temperatura. (2) - Preservação por aditivos químicos. (*) Para avaliação de rendimento industrial, e referência.....	45
5	Fluxograma de obtenção do suco de maracujã integral, pelo método enzimático (*). (1) - Preservação por baixa temperatura. (2) - Preservação por aditivos químicos. (*) - Para estudos tecnológicos. (**) - Suco primário (sem uso de enzimas). (***) - Suco secundário (com uso de enzimas)..	47
6	Diagrama quantitativo do processamento do maracujã, de acordo com dados da literatura.....	48

FIGURAS

Página

7	Detalhe do equipamento especial de abertura, e separação das cascas, marca <u>BER TUZZI</u> (Brugherio-Milano - Itália).....	50
8	Variação do pH no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	69
9	Variação da viscosidade no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática, e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	70
10	Variação de sólidos solúveis (^o Brix) no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	71
11	Variação da acidez titulável total no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	72
12	Variação de glicídios redutores, não redutores, e totais, no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	74
13	Variação do teor de ácido ascórbico, no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.....	76

FIGURAS

Página

14	Comportamento de enzimas pectolíticas com respeito a variações da atividade relacionada com o pH.....	79
15	Efeito da concentração da ULTRAZIM - 100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral.....	81
16	Efeito da temperatura de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral.....	82
17	Efeito do tempo de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral.....	84

RESUMO

Para levarmos a efeito este trabalho foram utilizados como matéria prima frutos de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) oriundos da Serra da Ibiapaba (Serra Grande) no município de Ubajara, Estado do Ceará. Ubajara dista 267km de Fortaleza na direção 87°85'55", possuindo as seguintes coordenadas geográficas: 3°51' de latitude sul, 40°56' de longitude W. Gr.: está situada a uma altitude de 847,5lm, apresenta a temperatura mínima de 20°C, máxima de 30°C, e média anual de 25°C; ocupa área de 385 Km².

Preliminarmente foi realizada uma extração de suco de maracujá pelo processo convencional (processo mecânico) para termos um referencial no cálculo do rendimento industrial.

Foram feitas avaliações físico-químicas e químicas do suco integral obtido pelo processo acima referido.

Utilizando-se enzimas pectolíticas efetuamos um tratamento enzimático na polpa e sementes de maracujá, obtidos por processo mecânico em um outro experimento. Após atuação enzimática realizamos extração do suco em despoldadeira.

O suco obtido pelo processo conjugado (mecânico/enzimático) foi tratado termicamente para inativação das enzimas aplicadas.

O rendimento obtido a nível industrial para o processo de extração convencional foi de 26,10%, e, para o procedimento com utilização de enzimas foi de 36,89% o que demonstra um incremento de quase 11% de suco integral adicional.

O suco obtido pelo processo enzimático, após sua inativação

tivação foi dividido em dois lotes, sendo um preservado por aditivos químicos e, outro por baixa temperatura.

A estabilidade destes produtos foi avaliada durante 120 dias, iniciando-se imediatamente após o processamento e a intervalos de 30 dias, através de análises físico-químicas e químicas.

Observou-se que o suco integral apresenta-se como uma baixa fonte de lipídios e proteínas, sendo uma considerável fonte de açúcares, regular de cálcio e muito boa de fósforo. Apresenta elevada taxa de umidade, sendo de pouca significância os teores de fibra, amido e pectina.

No estudo de estabilidade observou-se o seguinte: O suco integral obtido por ação enzimática teve seu conteúdo de vitamina C diminuído em relação ao que foi obtido convencionalmente, uma vez que a enzima teve que ser inativada, acarretando com o calor perda de ácido ascórbico. O suco preservado por ação de aditivos ao longo do período de estocagem, apresentou perdas menos significantes em vitamina C do que o preservado por baixa temperatura. Em ambos os processos de preservação, mantiveram-se mais ou menos invariáveis os sólidos soluveis ($^{\circ}$ Brix), pH, acidez titulável, e relação Brix/Acidez. Os açúcares totais comportaram-se dentro de uma variação sem nenhuma discrepância. Nos sucos preservados por baixa temperatura, e aditivos químicos respectivamente um acentuado aumento de viscosidade ao longo do período de estocagem foi observado.

ABSTRACT

In order to accomplish this work we used yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) from Ibiapaba plateau (Serra Grande) in Ubajara county, State of Ceará-Brazil.

Ubajara is 267 Km far from Fortaleza (Capital of the State of Ceará) in an $87^{\circ} 85' 5''$ direction and the following coordinates: $3^{\circ} 5'$ south latitude and $40^{\circ} 56'$ longitude W.G.R. It is located at an altitude of 847.51 m and its lowest and highest temperatures are 20°C and 30°C , with an annual average of 25°C . Ubajara county covers an area of 385 Km^2 .

In the first place an extraction of the passion fruit juice was done through the conventional process (mechanical process) so that we could have an indication when figuring its industrial yield.

We carried out physical-chemical and chemical analysis of the single juice extracted by the process above.

Using pectolitic enzymes we carried out an enzymatic treatment in the pulp and seeds obtained through mechanical process in another experiment. After enzymatic action, juice was extracted by the pulper.

The juice obtained through a combination of mechanical and enzymatic process was treated by heat for inactivation of the enzymes employed.

The yield obtained at industrial level for the process of conventional extraction was of 26.10% and the yield with the use of enzymes was of 36.89% which shows an increase of approximately 11% of additional single juice.

The juice obtained by enzymatic process after its inactivation was divided in two lots, being one preserved by chemical additives and the other by low temperature.

The stability (shelf-life) of the products was evaluated through physical-chemical and chemical analysis for a period of 120 days, starting immediately after processing, at 30 days intervals.

The single juice was observed to be a small source of lipids and protein, but a fair source of sugars, a regular source of calcium and very good source of phosphorus. It presents a high rate of humidity and the contents of fiber, starch and pectin are little significant.

The following was observed in the study of shelf-life: the single juice obtained through enzymatic action had its content of vitamin C lowered, compared to what was obtained by the mechanical process since in the process of turning the enzymes inert, the heat caused a loss of ascorbic acid. The juice preserved by chemical additives presented, throughout the storage period, less significant losses of vitamin C than the juice preserved by low temperature. In both preservation processes the following remained more or less invariable: - soluble solids ($^{\circ}$ Brix); pH; total acidity; and the ratio $^{\circ}$ Brix/acidity.

The total sugars suffered variations without any discrepancy. A high increase of viscosity during the storage period was observed on the juice preserved by low temperature and chemical additives respectively.

1 - INTRODUÇÃO

É imperdoável admitir que regiões com todas as características adequadas ao desenvolvimento de determinadas culturas, permaneçam em estado de inercia por falta de incentivos governamentais ao fomento dos mesmos.

Em um passado bem próximo constatou-se na região da Ibiapaba-Ceará, o total descaso dos órgãos competentes pela falta de garantia na comercialização de um produto peculiar daquela região, o maracujá.

O maracujá constitui-se numa expressiva fonte de receita para muitas regiões do Brasil, com excelência nos estados de Alagoas, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, S. Paulo, Sergipe, Ceará, Bahia, e Rio de Janeiro.

O suco de maracujá por suas características exóticas tem a cada dia conquistado mais espaço no mercado de sucos.

O consumo interno do suco deste fruto bem como sua exportação vem justificando cada vez mais, a implantação de mais áreas plantadas, bem como a expansão e criação de indústrias de extração.

As principais indústrias de beneficiamento de sucos localizam-se no nordeste, destacando-se os estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Rio Grande do Norte.

Segundo dados da CARTEIRA DE COMÉRCIO EXTERIOR - (CACEX) DO BANCO DO BRASIL S/A, o suco de maracujá entre os frutos tropicais, nos anos de 1982 e 1983 foi o de maior expressão, ficando em 1984 no 2^o lugar entre os mesmos frutos.

No mercado interno, a cada dia incrementa-se o consumo do suco de maracujá, hoje facilmente encontrado em qua

se todas as grandes capitais como suco adoçado.

O suco de maracujá pode ser comercializado nas formas de suco integral com 12 a 17^oBrix, concentrado com 35 a 55^oBrix, ou diluído, pronto para beber com uma formulação em torno de 6% de suco, 12% de açúcar e 82% de água.

O baixo rendimento de suco obtido no processamento (25%) se deve sobretudo ao alto teor de pectina encontrada neste fruto.

O desenvolvimento do trabalho em apreço visa satisfazer os seguintes objetivos:

1 - Adequar o uso de enzimas pectolíticas para maior liberação do suco, através da degradação da pectina a qual se encontra em maior concentração junto a película. A aplicação de enzimas ensejará sem dúvida um aproveitamento mais racional do maracujá, bem como incrementará maior rentabilidade na exploração deste fruto.

2 - Contribuir com informações tecnológicas para unidades de pré-beneficiamento e de industrialização de produtos de origem vegetal, visando aperfeiçoar métodos, melhorar qualidade, aumentar rendimento.

3 - Fornecer dados técnico-científicos aos Órgãos governamentais (Ministério da Agricultura e Saúde, Banco do Brasil - (CACEX)) para possibilitar desenvolvimento de Normas e Padrões dirigidos aos produtos do maracujá.

4 - Realizar estudos de estabilidade dos produtos obtidos.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Generalidades

O maracujá, nome indígena originado de "mara-cuiã" ou comida preparada em cuiá, ou ainda "maraú-yã", que significa fruto do "marahú", SAMPAIO (1914). Por causa de suas flores típicas, segundo HOEHNE (1946) poetas e pensadores foram inspirados a verem nelas simbolizada a paixão de Jesus Cristo; daí o nome de fruta da "Flor da paixão" ou na língua inglesa de "passion fruit".

O maracujá pertence a diversas plantas do gênero "*Passiflora*", da família "*Passifloraceae*", ordem "*Passiflorales*". Segundo STRAUSS (1974) o maracujá é originário do Brasil e naturalizado nas zonas tropicais.

Segundo HOEHNE (1946), o gênero "*Passiflora*", possui cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais mais de 150 são indígenas do Brasil. Destas, pouco mais de 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente como alimento, servindo para elaboração de sucos, licores, doces, néctares, etc. De acordo com KILLIP (1938) o gênero "*Passiflora*" abrange aproximadamente 400 espécies sendo que sua grande maioria, em torno de 350 são oriundas do Novo Mundo, de modo mais preciso da região tropical da América do Sul, estando na área Centro-Norte do Brasil, a maior distribuição. Do Velho Mundo (Malásia, China e Austrália) originou-se menos de 40 espécies, KILLIP (1938), entretanto segundo FOUQUÉ (1972) não chegam a 20 variedades.

Das 60 espécies que produzem frutas aproveitáveis, destacam-se: "*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg." ou ma

racujã amarelo, e "*Passiflora edulis* Sims" ou maracujã roxo, importantes, industrial e comercialmente.

O "*Passiflora edulis* Sims", é uma planta totalmente glabra, exceto o ovário; é uma trepadeira sub-lenhosa, perene, de crescimento rápido, apresentando os ramos em secção circular. As folhas, alternadas e trilobadas, possuem de 5 a 11cm de comprimento ao longo da nervura central, 4 a 10cm ao longo das nervuras laterais, sendo arredondadas ou superficialmente cortadas na base, apresentando os bordos serrados, uma textura sub-coriácea e um aspecto lustroso na face superior. Flores axiliares e solitárias, hermafroditas, de coloração branca e franja roxa, até 5 a 7cm de diâmetro; o fruto tem forma ovoide desprovido de pelos, apresentando diâmetro entre 5 a 7,5cm, coloração vermelho-violácea quando maduro. Possui grandes quantidades de sementes de cor preta, polpa intensamente aromática e bastante ácida, BRAGA(1960).

O "*Passiflora edulis*" variedade "flavicarpa" é muito semelhante a anterior, afirmando alguns autores ser ela mais vigorosa. Distingue-se do "*Passiflora edulis* Sims" por apresentar nas folhas, ramos e gavinhas, uma pigmentação vermelho-purpurea tendendo a rosa. Os frutos, de um colorido amarelo-canário reluzente, distintos da cor purpura do maracujã-roxo, são bem mais volumosos, MANICA (1981). O suco é de cor amarelo intenso, bastante aromático, de sabor acentuado, e acidez bem mais elevada que o do "*Passiflora* Sims". As sementes apresentam coloração pardo-escura. O maracujã amarelo tem sua cultura bem mais difundida no Brasil, sendo entretanto cultivado na Venezuela e no Havaí, ao passo que África do Sul, Austrália, Quênia, Nova Zelândia entre outros produzem quase que exclusivamente o maracujã-roxo.

Existem segundo diversos autores, notáveis diferenças entre o maracujã amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e o maracujã roxo (*Passiflora edulis* Sims). Muitos pesquisadores são unânimes em afirmar que o maracujã roxo e seus produtos são superiores ao maracujã amarelo, de uma forma mais evidente no que se refere a sabor e aroma. Segundo PRUTHI (1958), a forma "flavicarpa" geralmente produz menos

suco, açúcares redutores, ácido ascórbico, e apresenta um Brix e uma relação Brix/acidez menos elevada, e tem menos aroma que o maracujá roxo, sendo mais rica em caroteno e acidez total. O maracujá amarelo é muito mais produtivo, a planta é mais vigorosa, apresentando também frutos mais volumosos e mais pesados que o maracujá roxo, sendo a planta resistente à murcha de "fusarium" que gera grandes danos nas regiões em que se cultivam o maracujá roxo, COOPER & BROSTOWICZ (1971).

Segundo STOREY (1950) a variedade amarela é provavelmente uma mutação da variedade roxa, e não um híbrido resultante do cruzamento entre o "*Passiflora edulis*" e "*Passiflora ligularis*" proposto originariamente por POPE (1935).

A FIGURA 1 detalha a folha, a flor, o fruto, e a semente do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

2.2 - Distribuição geográfica

Os plantios organizados de maracujá localizam-se nas regiões tropicais e subtropicais, notadamente no Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela, Austrália, Sri Lanka, Papua-Nova Guiné, Hawaí, Fiji, República Sul-Africana e Quênia (leste Africano) entre outros, FIGURA 2. No Brasil a variedade amarela é sobejamente a mais cultivada, tendo campos produtores distribuídos desde a região Centro-Sudeste até o Norte. A cultura do maracujá roxo no Brasil não é muito difundida, entretanto pode-se encontrar o mesmo em escala menor que o amarelo, difundindo-se também um pouco na Venezuela, América Central, chegando até o sul do México, SCOTT (1955), OTAKI e MATSUMOTO (1958).

O cultivo comercial do maracujá reporta-se de 1971-1972 quando no Hawaí havia cerca de 100 hectares plantados com a variedade amarela.

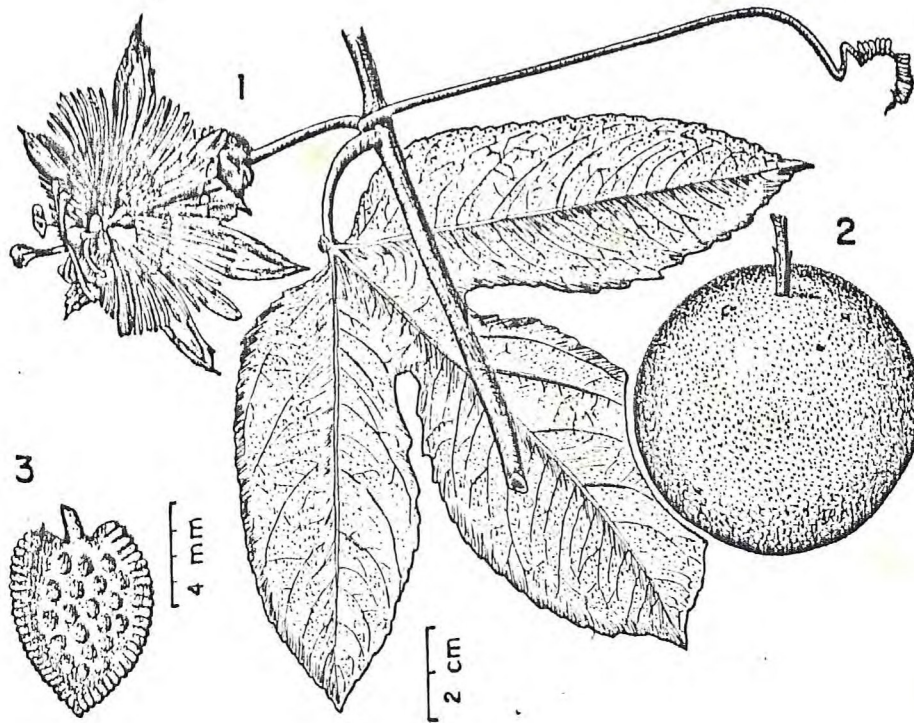


FIGURA 1 - Detalhes da folha, flor, fruto e semente do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg).

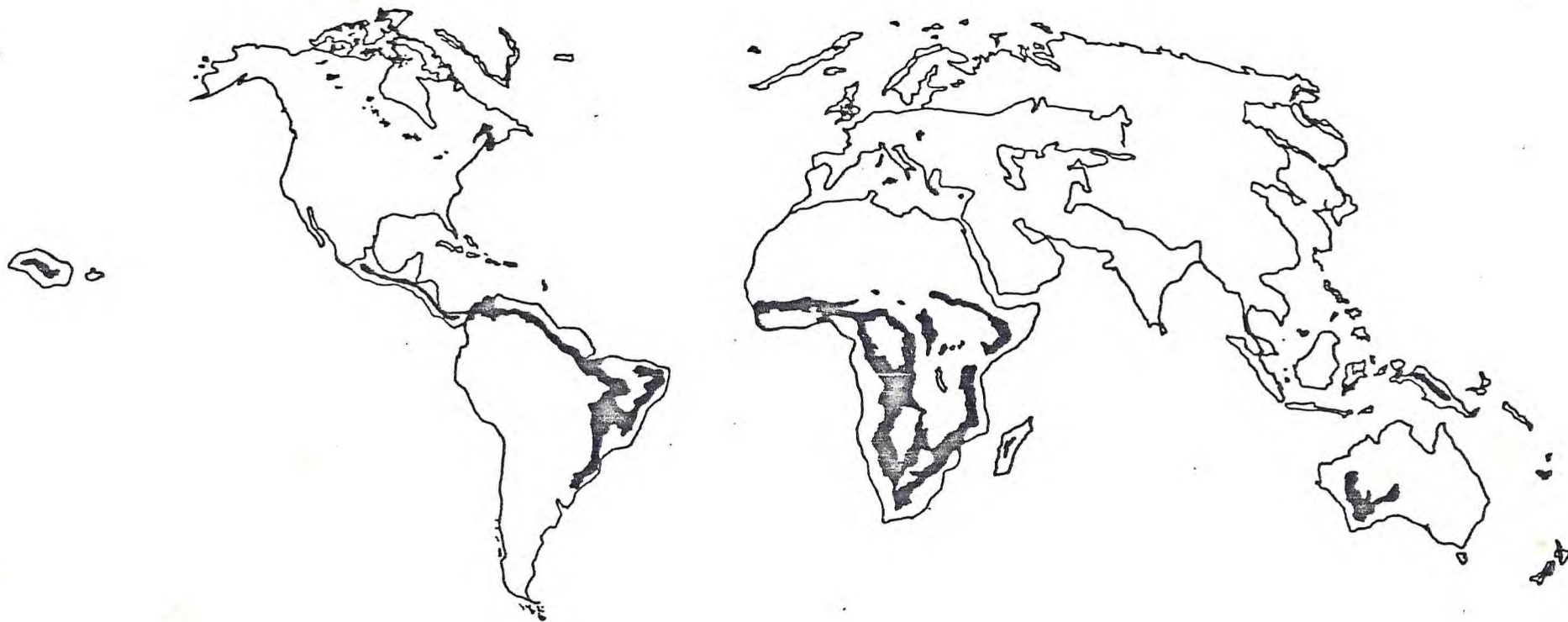


FIGURA 2 - Distribuição geográfica da cultura do maracujá, gênero "*Passiflora*".

Na Austrália a predominância de cultivo é da variedade roxa. Hoje, na agricultura australiana experimentos estão sendo desenvolvidos com híbridos do maracujá amarelo lá desenvolvidos, alcançando altos rendimentos, YOSHIO (1983).

Recentemente, o Peru e a Colômbia despontaram como produtores de maracujá amarelo, já concorrendo com o Brasil na exportação de suco. Visando atender demanda interna, a África do Sul importa suco de maracujá amarelo de sabor considerado superior, sendo que produz e exporta suco de maracujá roxo YOSHIO (1983).

Atualmente o Brasil desponta como um dos maiores produtores mundiais de maracujá e suco para exportação. No Brasil, a distribuição geográfica dos plantios de maracujá está localizada no Nordeste, nos estados do Ceará, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, no Sudeste, nos estados de S. Paulo, Rio de Janeiro, e Minas Gerais, e no Norte no estado do Pará.

A TABELA 1 mostra no Brasil, a distribuição da cultura do maracujá nos estados e, em suas micro-regiões.

2.3 - Características físico-químicas e químicas do suco

O suco de maracujá é um dos mais nutritivos sucos de fruta, uma vez que apresenta teores significantes de riboflavina, niacina, ácido ascórbico, e provitamina A, MILLER (1957): Segundo FONSEÇA et al. (1969) o maracujá é uma considerável fonte de beta-caroteno.

O odor característico é determinado por uma mistura de 18 ácidos graxos voláteis, sendo identificados como componentes principais: n-hexilcaproato (70%), n-hexilbutirato (14,4%), etil-caproato (8,5%) e etil-butirato (1,9%), sendo que o restante dos componentes não foi perfeitamente identificado, PRUTHI (1963) e SEALE (1960).

CHAN et al. (1972) observaram que era de importân

TABELA 1 - Brasil, distribuição geográfica da cultura do maracujá.

Estado	Região	Micro-Região
Pará	Norte	Tomé-Açu, Bragantina e Salgado.
Ceará	Nordeste	Serra da Ibiapaba, Região do Cariri.
Rio Grande do Norte	Nordeste	Salineira Norte-Riograndense.
Pernambuco	Nordeste	Agreste Meridional Pernambucano.
Alagoas	Nordeste	Penedo, Tabuleiros de S. Miguel dos Campos.
Sergipe	Nordeste	Agreste de Lagarto, Agreste de Itabaiana, Catinguiba, Litoral Sul Sergipano.
Bahia	Nordeste	Litoral Norte Baiano, Feira de Santana, Agreste de Alagoinhas, Reconcavo Baiano.
Rio de Janeiro	Sudeste	Bacias de S. João, Cabo Frio, Fluminense do Grande Rio, Macaeu.
Minas Gerais	Sudeste	Uberlândia, Mata da Corda e Alto Parnaíba.
S. Paulo	Sudeste	Campinas, Serra do Jaboticabal.

FONTE: CEPA (1983).

cia impar para o processamento, formulação, e conservação do suco ou de seus produtos, o teor elevado de ácido, sendo que no caso do maracujá, o ácido predominante é o cítrico, e segundo HAENDLER (1965), este ácido representa 93-96 % da acidez total.

O suco de maracujá contém pequenas quantidades de cálcio, fósforo, e ferro, e razoável teor de amido FEBRES (1965) e MILLER (1956).

Dos ácidos orgânicos, taninos, e açúcares presentes em um fruto, dependem diretamente o sabor ácido, doce e adstringente (ZYHRINCIW, 1969). CHAN et al. (1972) utilizando cromatografia em camada fina e cromatografia em fase gasosa encontraram o ácido cítrico como determinante no suco de maracujá, contribuindo com 83% da acidez total, seguindo-se o ácido málico com 15,9%, o ácido lático com 0,87%, o ácido malônico com 0,20% e ácido succínico.

COMP. PRUTHI e LAL (1960) utilizando cromatografia em papel conjugada com testes químicos, reportaram a presença de três açúcares no suco de maracujá; glicose (3,6%), frutose (3,6%) e sacarose (3,8%) os quais em conjunto representavam 86,3% dos açúcares totais, indicando que a diferença seria a presença de amido.

AKAMINE et al. (1956) e HAENDLER (1965) observaram ser o suco de maracujá uma apreciável fonte de ácido ascórbico, considerando também sua estabilidade semelhante aos sucos de frutas cítricas; a variedade roxa apresentou teores mais elevados que a amarela.

Vários fatores contribuem de forma direta ou indireta na composição química de um fruto, dentre os quais: o estágio de maturação (influi diretamente na variação da acidez e sólidos solúveis); variedade; e época de colheita; região do cultivar, entre outros, PRUTHI (1958).

O suco de maracujá, o de limão e o de lima, são bastante ácidos, sendo que o conteúdo de ácidos livres, varia de 2,4 a 4,8% no maracujá roxo, PRUTHI e LAL (1959a), e bem alto (acima 7,6%) do maracujá amarelo indiano PRUTHI (1958b),

mas no maracujá amarelo do Hawaí BOYLE et al. (1955) encontraram (3,0-5,0%).

O suco de maracujá apresenta baixo conteúdo de proteínas, e PRUTHI e LAL (1959a) encontraram valores que variaram 0,60 a 1,20%.

O conteúdo total de pectina no suco de maracujá é bastante baixo. SHERMAN et al. (1953) estudando compostos pecticos encontraram valores de 0,04 a 0,06%.

De acordo com BAZORI & ROBBINS (1936) citados por GUIMARÃES (1981) os frutos podem ser classificados quanto aos teores de cálcio, fósforo, e ferro com os valores por eles propostos, constante na TABELA 2.

CEREDA & SAMPAIO (1970) considerando o processamento do suco de maracujá, verificaram a influência da agitação e temperatura sobre o conteúdo de ácido ascórbico. Quando submetido a agitação nenhuma alteração significativa no teor de vitamina C foi notada, entretanto observaram que ao considerar a temperatura, havia um decréscimo de vitamina C à medida que a temperatura de processamento era elevada.

A TABELA 3 apresenta resultados de determinações físico-químicas e químicas, segundo diversos pesquisadores.

2.4 - A enzima na indústria de alimentos

Praticamente todas as transformações em sistemas biológicos só se processam quando em presença de enzimas. Os alimentos de origem animal ou vegetal não fogem à regra geral, e neles ocorrem enzimas que regulam suas atividades vitais, REED (1966).

Segundo POTTER (1973) algumas propriedades das enzimas são de importância ímpar.

- Em frutas e hortaliças vivas, as enzimas controlam as reações associadas a maturação;

TABELA 2 - Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais de cálcio, ferro e fósforo.

Mineral	Bom	Regular	Fraco
Cálcio (mg/100g)	30	15 a 30	15
Ferro (mg/100g)	1	0,5 a 1	0,5
Fósforo (mg/100g)	40	25 a 40	25

FONTE: BAZORI & ROBBINS (1936) apud GUIMARÃES (1981).

TABELA 3 - Determinações físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarela (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) de acordo com diversos pesquisadores.

Análises	pH	Sólidos Soluveis (°Brix)	Acidez % Ac. Cítrico	Açúcares Redutores %	Açúcares não Redutores %	Açúcares totais %	Ácido ascórbico mg%
BOYLE <u>et al.</u> (1955)	3,00	15,00	4,00	7,00	-	11,00	12,00
MILLER <u>et al.</u> (1956)	3,00	15,00	4,00	7,00	-	10,00	12,00
SEELKOPF <u>et al.</u> (1962)	-	-	3,90	1,75	6,60	-	41,50
PRUTHI (1963)	2,82	14,50	6,00	1,60	4,80	6,70	12,60
TORRES & GIACOMETTI (1966)	2,90	14,40	3,80	-	-	6,40	-
FONSECA (1971)	2,90	15,00	4,26	6,27	-	7,84	29,10
SALOMON <u>et al.</u> (1977a)	3,10	15,70	3,76	5,66	-	9,26	18,00
SALOMON <u>et al.</u> (1976b)	2,90	13,00	3,80	4,20	-	7,18	26,00
SJOSTROM & ROSA (1977)	2,88	16,60	5,18	4,70	4,60	9,30	36,00
TUMA (1980)	3,00	15,00	3,58	6,52	1,80	-	12,10
SÉSSA (1985)	2,90	14,00	4,23	4,50	2,04	-	18,00

- Depois da colheita, a menos que sejam destruídas pelo calor, substâncias químicas ou outros meios, as enzimas continuam o processo de maturação, em muitos casos até o ponto de decomposição como em melões amolecidos, bananas excessivamente maduras;

- Devido a que as enzimas participam de um grande número de reações bioquímicas, podem ser responsáveis por mudanças de sabor, cor, textura e propriedades nutritivas;

- Os processos de aquecimento usados na fabricação dos alimentos têm o objetivo não só de destruir os microrganismos como também inativar as enzimas e, assim, aumentar a vida de prateleira dos alimentos armazenados.

De acordo com SGARBIERI (1975), as enzimas mais importantes a se considerar na industrialização e preservação de frutas, podem ser enquadradas em 3 grandes grupos:

- (a) causadores de alteração na cor dos alimentos;
- (b) que destroem as substâncias pecticas;
- (c) que agem sobre as vitaminas.

Desde os primórdios do século o homem já fazia uso de enzimas, promovendo as mais diversas reações bioquímicas. O uso de enzimas na fermentação de vinhos, pães, diferentes tipos de queijos e muitos outros alimentos já é de uso bastante antigo. O emprego de enzima da mucosa intestinal utilizada no processo de coagulação de leite para fabrico de queijos. O latex do mamoeiro e a casca do abacaxi produtos respectivamente de papaina e bromelina, muito utilizados nos processos de amaciamento de carnes, são exemplos do emprego de enzimas na produção e industrialização de alimentos.

Atualmente, as preparações de enzimas comerciais obtidas de fontes vegetais e microbianas, estão sendo bastan

te utilizadas pelas indústrias de alimentos. Certos microrganismos têm sido identificados como sendo grandes produtores de importantes enzimas, como a amilase e a pectinase, UNDERKOFER (1973).

Alguns dos mais importantes usos de enzimas comerciais, no processamento de alimentos estão apresentados na TABELA 4, WHITAKER (1972).

Segundo LIMA et al. (1975), as propriedades adicionais das enzimas são: atividade em baixa concentração, rapidez de ação, e a não toxicidade.

A função de uma enzima no processamento de alimentos varia enormemente. Em alguma fase do processamento, uma determinada enzima pode ser usada para realizar ou obter um resultado mais eficiente do que aquele com emprego de um outro agente. Em outra fase, uma outra enzima pode ser usada porque não se dispõe de outro método para produzir o resultado almejado. Em muitos casos, a enzima adicionada num determinado processamento faz parte integrante do produto final, porém, sua atividade enzimática, pode ser destruída por aquecimento durante processamento PARK e PAPINE (1968).

A adição de enzimas responsáveis pelo sabor e pelo aroma em diversos produtos alimentícios industrializados, bem como as soluções preparadas com os precursores do sabor e do aroma desses produtos, deram resultados altamente positivos, constatando-se em testes de degustação, acentuada preferência pelas amostras tratadas KONIGSBACKER (1959).

Os fenômenos de sabor, odor e pungência de certos vegetais têm sido estudados, chegando-se à conclusão de que dependem da atividade de certas enzimas, SCHWIMMER e GUADAGNI (1962).

Por muito tempo a aplicação de enzimas foi na área industrial (como exemplo, a produção de glicose a partir do amido), área farmacêutica (medicamentos contendo enzimas para facilitar a digestão), e no domínio analítico. Hoje são utilizadas em grande escala na produção de bebidas alcoólicas, alimentos fermentados, amaciamento de carnes entre ou

TABELA 4 - Alguns usos importantes das principais enzimas nas indústrias de alimentos.

Enzima	Indústria	Função
Amilase	- Panificação	- Aumentar conteúdo de açúcares para tratamento
	- Sucos	- Remover amido para melhorar o brilho
	- Cerveja (fabríco)	- Conversão do amido a maltose para fermentação, re- mover turbidez pela retirada do amido.
	- Cereais - Xaropes	- Conversão do amido a dextrinas e açúcares - Liquidificação do amido
Celulase	- Cerveja (fabríco)	- Hidrolise de carboidratos dos tecidos celulares
	- Café	- Hidrolise da celulose durante a secagem dos grãos
	- Frutos	- Descascamento de tomates e ameixas
Invertase	-	- Conversão da sacarose a glicose e frutose
Lactase	- Sorvete	- Evitar cristalização da lactose
	- Leite	- Estabilizar as proteínas do leite no "leite conge- lado"
Enzimas pectinolíticas	- Chocolate-cacau	- Atividade hidrolítica durante fermentação do cacau
	- Café	- Hidrolise da camada gelatinosa durante fermenta- ção dos grãos
	- Sucos	- Aumentar o rendimento do suco, e clarificação
	- Vinhos	- Clarificação
Protease	- Carne e Pescado	- Amaciamento, recuperação de proteínas do osso (re- fugo)
	- Queijo	- Coagulação da caseína, desenvolvimento de sabor, durante maturação
	- Panificação	- Ação sobre amaciamento da massa

tros, WHITAKER (1972).

2.5 - Enzimas pectinolíticas no processamento de produtos de fruta

As enzimas pectinolíticas são amplamente utilizadas no processamento de frutas, principalmente na clarificação de sucos AITKEN (1961) e de BECZE (1965); na produção de vinhos para melhorar a aparência, além de resultar um aumento no rendimento BLOUIN & BARTHE (1963), CRUESS et al. (1955); no aumento do rendimento do suco de ameixa italiana WALKER & PATTERSON (1954); na produção de concentrados de sucos e purês de alta densidade, WALKER et al. (1951) e BLAKEMORE (1962).

Os sucos destinados a fabricação de geléias são de modo geral despectinizados com o intuito de obter-se sucos claros, gerando como consequência geléias, uniformes, pela adição de pectina, de BECZE (1965). Muitas marcas comerciais de enzimas pecticas são bastante usadas no tratamento de polpas de frutas antes da secagem no VPD "Vacum Puff. Drying", NOTTER et al. (1981). DUPAIGNE & DALNIC (1965) observando que a elevada viscosidade da polpa de banana impedia a extração de seu suco, propuseram, o uso de enzimas pectinolíticas, sem apresentarem porém, outros pormenores quanto às condições de trabalho, rendimento, etc.

Muitos outros usos de pectinase também podem ser constatados. Na produção do ácido D-galacturônico, ácido de e trigalacturônico ASHBY et al. (1955).

Enzimas pecticas são também usadas para estabilização e recuperação dos óleos cítricos obtidos a partir das cascas de laranjas e limões, PLATT & POSTEN (1962).

As enzimas pectinolíticas são produzidas geralmente de fonte microbiana, e, de modo mais específico são usadas as seguintes espécies para a produção destas enzimas em es

cala industrial, nos diversos países: Suíça, *Aspergillus niger*; Alemanha, *Aspergillus aureus*; Japão, *Sclerotinia libertiana* e *Coniothyrium diplodiella*; Estados Unidos, *Aspergillus wentii*, *Aspergillus oryzae* e *Penicillium sp*; Inglaterra, *Aspergillus foetidus*, ENDO (1962).

De modo geral, a faixa de atividade da pectinase situa-se entre 0 e 60°C, e para sua inativação o aquecimento a 60°C durante 10 seg, é suficiente para destruir sua atividade, entretanto elas podem ser inativadas muito mais rapidamente por aquecimento a altas temperaturas, PEDERSON (1947).

MARSHALL (1947) considera o método enzimático de clarificação de sucos como o mais eficiente.

Pectinases têm sido usadas na concentração de sucos, como no suco de maçã em escala comercial. Por exemplo, uma concentração de 40-50°Brix pode ser obtida sem hidrólise da pectina com suco de maçã, mas se 70-75°Brix é a concentração desejada, necessário se faz a hidrólise da pectina, enzimaticamente. De modo semelhante, se sucos de cítricos são usados na fabricação de doces cristalizados, a pectina terá que ser degradada, JACOBS (1951).

CRUESS et al. (1950) estudando rendimentos na extração de sucos, utilizaram Pectinol W na concentração de 0,1%, conseguindo obter um rendimento de 80% na extração do suco de ameixa, e, quando tentaram a extração sem uso deste preparado enzimático na ameixa "in natura", nada conseguiram.

A ocorrência, efeitos, e aplicação da atividade pectolítica, particularmente em frutas e sucos de frutas, tem sido discutidos em muitas investigações científicas, CHARLEY (1961); REID (1950); DEMAIN e PHAFF (1957).

O pH ótimo para enzimas associadas, poligalacturonase varia de 2,5 a 4,5 dependendo do substrato, PATEL e PHAFF (1960a.b). Segundo DOESBURG (1951) enzimas pecticas não são inibidas pelo SO₂, e podem mostrar considerável atividade em temperaturas tão baixa como (-12°C).

2.5.1 - Enzimas pectinolíticas na extração do suco de frutas tropicais

Os frutos de uma maneira simplificada compõem-se de três fases: suco, capa intermediária, e materiais sólidos, sendo que, a relação das três fases entre si varia de acordo com o tipo de fruta e, até em frutas semelhantes. Suco representa o líquido drenado em estado livre das células, durante a prensagem. A capa intermediária tem geralmente consistência viscosa, até gelatinosa, constando de uma considerável porção de protopectina. A capa intermediária é nociva ao processo de extração, visto que o suco combinado com a protopectina não pode ser extraído por ação mecânica, implicando assim em perda de rendimento. Os materiais sólidos são componentes insolúveis que contêm substâncias que influem na qualidade como a alteração da cor, aroma, etc.

A aplicação de enzimas pectinolíticas visa basicamente: no suco - reduzir a viscosidade que inicialmente aumenta por ação da protopectina solubilizada, devolvendo assim a viscosidade inicial; na capa intermediária - destruir a estrutura gelatinosa por quebra da pectina não dissolvida, liberando assim o suco, e conseqüentemente aumentando o rendimento; nos materiais sólidos - liberar da estrutura das células, por maceração, as substâncias que influem na qualidade, sem alterar a consistência da fruta pronta para a extração.

Segundo DUPAIGNE & DALNIC (1965), os frutos tropicais são normalmente polposos e com alto teor de pectina o que implica na grande dificuldade de extração por método de prensagem.

SREEKANTIAH et al. (1968) estudaram a extração do suco de goiaba, utilizando enzimas pectolíticas produzidas em laboratório, e o rendimento foi 85% de suco, nas seguintes condições: concentração de enzima 0,5%, tempo de tratamento 18h, e temperatura de 40°C, resultado considerado satisfatório comparando-se a dados relativos a extração com

enzimas pectinolíticas comerciais.

NARAIN & BORA (1981) realizaram estudo sobre o rendimento do suco de mamão, por tratamento enzimático. Utilizaram quatro enzimas comerciais diferentes, na concentração de 0,05%, temperatura 50°C, pH natural, e tempo de 1h e 30 min, obtendo um rendimento em suco de 86,5% em duas variedades de mamão (japonês e amarelo).

A extração do suco de maracujá apresenta uma limitação no seu processo de extração, isto é; utilizando-se das polpadeiras mecânicas uma considerável quantidade de suco fica agregada às sementes, deixando portanto de ser retirada. WHILTAKER (1972) sugeriu a utilização de um processo combinando, conjugando a ação de uma escova giratória em um sistema de peneiramento, o que apresentou falhas já que as sementes eram degradadas, acarretando a obtenção de suco de má qualidade.

FLORIBETH et al. (1981) estudaram o rendimento de suco, reduções de viscosidade e clarificação, usando seis enzimas pectinolíticas comerciais.

BORA e NARAIN (1980) utilizando enzimas pectinolíticas comerciais de procedências diferentes, realizaram estudo de extração do suco de maracujá, obtendo 20% de suco primário (sem ação de enzimas), 9% de suco secundário (com ação de enzimas), resultando um rendimento total de 29% de suco.

Um dos problemas sérios na industrialização do suco de maracujá concentrado, deve-se ao fato da grande quantidade de sólidos solúveis em suspensão. Para a diminuição do teor de sólidos pode-se usar centrifugação e/ou ação enzimática. WOLFE et al. (1980) demonstraram um satisfatório efeito da amilase fungica e da poligalacturonase na redução da viscosidade do suco, bem como na melhoria da estabilidade. Uma vez que a poligalacturonase atua basicamente sobre pectinas de baixo grau de esterificação e protopectinas, usaram associada com as enzimas mencionadas, pectinesterase com o propósito de disperçar os sólidos solúveis sem removê-los.

Segundo GARCIA (1980) as enzimas pectinesterase, po

lifenoloxidase e catalase, normalmente presentes no maracujá roxo tem suas atividades diminuídas durante a maturação.

Segundo SGARBIERI (1975) as enzimas mais importantes em produtos de natureza ácida, são as poligalacturonases, que tem atividade ótima, em pH 4,0-5,0 e por serem resistentes ao calor. Sua inativação é feita a temperaturas de 100-110°C por 60-90 seg.

LIPITOA & ROBERTSON (1977) estudaram a recuperação do suco das sementes de maracujá, tratando-as com enzimas pectinolíticas Rohament-P, Pectinol 41-P a 40°C, conseguindo obter um rendimento de extração de 10% do peso total do fruto após duas horas de tratamento, o que representa um aumento na produção total de suco, de 32% sobre o suco obtido sem tratamento enzimático.

BEER *et al.* (1976), estudaram a recuperação do suco da casca e da polpa fibrosa residual de manga, resultante do processamento da manga, variedade Totapuri, por meio de tratamento com enzimas pectinolíticas, obtendo uma recuperação de 51% do suco das cascas, utilizando o preparado enzimático na concentração 0,8%.

DINIZ (1983) trabalhando com três variedades de manga (Espada, Fiapo, e Rosa), utilizando Taienzyme-B em concentração de 0,075% (p/p da polpa), pH natural, temperatura de 50°C e tempo de 2h, obteve o seguinte rendimento: manga Espada (26,9% sem enzima) e (53,5% com enzima); manga Rosa (37,9% sem enzima) e (57,8% com enzima), e manga Fiapo (27,2% sem enzima) e (53,9% com enzima).

2.6 - Considerações tecnológicas

O maracujá, fruta tropical que hoje apresenta grandes potencialidades no que diz respeito a produção, industrialização, e comercialização, é de modo geral processado como suco integral ou concentrado. O suco de maracujá tem

características bem peculiares; é extremamente aromático devido a aproximadamente 18 constituintes voláteis; é bastante ácido o que possibilita diluições ou formulações, usadas no preparo de sucos adoçados, néctares, licores, etc., podendo inclusive gerar as bebidas ou sucos compostos com frutas como a maçã, o pessego, a laranja, entre outros, CZYHRINCIW (1969), SALOMON et al. (1977).

A indústria nacional ainda está sobremaneira envolvida com a tecnologia de extração convencional ou mecânica, e o que se tem observado é o desperdício de matéria prima por falta de tecnologia apropriada. A FIGURA 4 mostra o fluxograma de obtenção do suco simples (integral) pelo processo mecânico. LARA et al. (1980) em trabalho para o ITAL sobre Processamento, comentam a falta de tecnologia de processamento definida.

Na última década, alguns trabalhos tem sido desenvolvidos visando a adequação do uso de enzimas pectinolíticas na extração do suco de maracujá (LIPITOA & ROBERTSON (1977), WOOLFE et al. (1979); BORA & NARAIN (1980); WOOLFE et al. (1980).

Segundo SEALE e SHERMAN (1960), entre outros, a industrialização do maracujá apresenta, no Hawaí, um rendimento médio de 33% em suco, entretanto PRUTHI (1963) encontrou rendimento variável de 15,1-44,6%.

LARA et al. (1980) obtiveram rendimento de 27,0-30,0% de suco sobre o peso do fruto; SJOSTROM & ROSA (1977), trabalhando com maracujá, obtiveram em média 31,5% de suco extraído; e LIPITOA & ROBERTSON (1977) alcançaram 26,0-31,0% de suco. A TABELA 5 mostra relação percentual entre suco, casca, e semente do maracujá amarelo.

TORRES (1966) trabalhando com maracujá amarelo, de três locais distintos, obteve resultados na extração de suco expressos na TABELA 6, relacionando também com sementes, casca, etc.

Uma das operações durante o processamento do suco de maracujá que é de fundamental importância na vida de pra

TABELA 5 - Percentagens de suco, casca, e sementes do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

Componente	PRUTHI (1963)	LARA <u>et al</u> (1980)	SJOSTROM & ROSA (1977)	LIPITOA & ROBERTSON (1977)
Casca %	47,6-78,0	57,0-60,0	55,3	50,0-54,0
Sementes %	2,4-12,4	10,0	11,7	19,0-20,0
Suco %	15,1-44,6	27,0-30,0	31,5	26,0-31,0

TABELA 6 - Características comparativas de três seleções de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Den.).

Locais	Percentagens em peso das diferentes partes do fruto				Peso médio (g)
	Casca	Polpa	Suco	Semente	
	%	%	%	%	
Hawaí	26,92	45,21	25,49	2,36	99,39
Brasil	33,33	37,23	25,01	4,42	74,20
Venezuela	43,33	7,09	42,45	7,13	62,22

FONTE: TORRES (1966).

teleira, é a desaeração, e, segundo TREVAS FILHO (1971) o oxigênio é responsável por muitas alterações prováveis, que podem além de trazer alterações de cor e sabor, rebaixar o valor nutritivo do suco, e como exemplo, a oxidação do ácido ascórbico em suco não desaerado.

O suco de maracujá por possuir pH eminentemente ácido, dificulta sobremodo a ação de muitos microrganismos, principalmente bactérias. LEITÃO *et al.* (1977) relataram que da lavagem eficiente do fruto, dependerá durante a operação de corte, o maior ou menor índice de contaminação.

O suco de maracujá para sua maior conservação, pode ser tratado termicamente, por elevação de temperatura (pasteurização); por abaixamento térmico (refrigeração ou congelamento) e por ação química (uso de aditivos). O uso de calor na preservação do suco de maracujá, pode trazer problemas sensoriais, uma vez que os constituintes responsáveis pela pigmentação do suco, pelo sabor, e pelo aroma, são de mais termo-sensíveis, KEFFORD & VICKERY (1961); AUNG & ROSS (1965); OLHSSON (1980).

Utilizando como tratamento térmico do suco de maracujá, a pasteurização de Curta Duração, ou processo HTST (High Temperature-Short Time) com temperatura referência de 83°C, o produto mostrou boa estabilidade no que diz respeito a cor e a processos gerais de deterioração, SEELKOPF *et al.* (1962), entretanto HAENDLER (1965) verificou que utilizando a baixa temperatura, as alterações são significativamente menores. POORE (1935) observou que o suco tratado a 75°C torna-se bastante viscoso. A taxa de amido, no retardamento da transferência de calor, e a relação calor-viscosidade, no suco de maracujá foram descritos por MOLLENHAUER (1954); PRUTHI (1955, 1963a).

De acordo com BOARD (1954); PRUTHI (1959a, 1960a, 1963a); SEALE e SHERMAN (1960), o método mais eficiente para tratamento da polpa e suco de maracujá é o "Spin-cooker-cooler" (Spin pasteurizer). PRUTHI (1959a, 1963a) estudando a polpa, o suco, e outros produtos do maracujá, estabele

ceu que, a velocidade de penetração de calor, dependia de uma velocidade ótima em que cada produto enlatado girava durante o tratamento térmico, recomendando que, para tamanhos pequenos e médios, as latas deveriam girar em torno de 150 rpm, e, as latas maiores a 200 rpm.

Realizando estudos sobre a retenção de ácido ascórbico em suco de maracujá, PRUTHI (1959c,d) observou que es tocando em temperaturas de: 37°C; 24-30°C; 6,5°C; e (-6,6°C) as retenções eram da ordem de 2,63-29,9%; 72,3-75,0%; 92,4-95,4%; e 98% respectivamente. RAO e PRUTHI (1960) estudando suco de maracujá fermentado, não encontraram, presentes na amostra nenhuma bactéria, encontrando somente dois tipos de leveduras a *Candida Krusei*, e a não esporulada *Saccharomyces delphensis*, ambas capazes de tolerar concentração de ácido cítrico até 10% (pH 2,0). FONSECA (1971) estudou concentração do suco em evaporador Centry-Therm a 41-55°C a vácuo.

O maracujá pode ser encontrado como diversos produtos: suco integral; concentrado; em pó; néctar; xaropes; bebidas carbonatadas; misturas com outros sucos, "Blends"; vinhos; licores; bolos; pudins; iogurtes; geléias; marmeladas; sorvetes. BOYLE et al. (1955); PRUTHI e LAL (1955, 1959b); KNOCK (1951); POORE (1935); KNIGHT (1936); SCOTT (1957).

2.7 - Considerações econômicas

O maracujá entra nas trocas internacionais principalmente na forma de polpa ou suco. Estas trocas não são muito bem documentadas, desde que poucos países classificam os produtos de maracujá separadamente (FCTPTA).

Não existem dados rigidios e detalhados sobre a produção mundial de maracujá, entretanto alguns países publicam dados estatísticos em separado, para este produto. Embora não muito atualizados, existem dados referentes aos Estados Unidos (Hawaií), Austrália, Papua-Nova Guiné, Fiji e

Sri Lanka.

Por falta ou imprecisão de informações, torna-se difícil estimar a produção mundial bem como suas potencialidades, MORETTI e CANTO (1980).

Data de 1972 o início da exploração comercial do maracujá nos Estados Unidos, sendo o estado do Hawaí até hoje, o maior produtor. Até 1966 os Estados Unidos foi grande consumidor de suco de maracujá da Tailândia GEIDA e FCTPTA (1972). Quase toda a produção de maracujá do Hawaí é destinada ao mercado continental do país.

Na Austrália a produção cresceu de modo significativo entre os anos 1962 e 1970. A Austrália ainda hoje importa suco de maracujá para suplementar consumo interno, principalmente da variedade amarela, sendo que seu suco de exportação é da variedade roxa. A Austrália geralmente completa sua produção importando suco principalmente de Papua-Nova Guiné. No Quênia (leste Africano) a produção é oriunda de pequenas unidades agrícolas. Sri Lanka teve sua produção revigorada em 1972 quando produziu cerca de 1.360t.

Em 1970 o Hawaí produziu em torno de 300t/ano. Quênia 560t; Austrália 816t; Ilhas Fiji, Papua-Nova Guiné, 210t; Sri Lanka 530t; República Sul Africana, 40t; e Nova Zelândia 20t. F.A.O. (1972).

O Brasil iniciou seu período de produção ativa de maracujá em 1972, atingindo nesta década, no ano de 1982 seu pico de exportação com 7.784t.

O Brasil é hoje o maior exportador mundial de sucos, respondendo por 34% das exportações realizadas em 1981, CACEX (1983). O suco de maracujá do Brasil em remessa para o exterior é precedido apenas pelo suco de laranja, ocupando assim o segundo lugar geral das exportações de sucos CACEX (1983).

A região Nordeste do Brasil é responsável maior pela produção, 96% do suco integral, cabendo a região sudeste a primazia na produção do suco concentrado, DAEMON et al.

Os principais produtores de maracujá são a Austrália, Estados Unidos (Hawai), Quênia e Tailândia, sendo Quênia, o maior exportador para mercados externos, FCTPTA (1972).

As produções de suco de maracujá no Quênia, Ilhas Fiji e Nova Guiné, pertencem em uma maior parte as fábricas australianas, e esses países juntamente com a Tailândia, suprem o mercado australiano além de exportarem para a Europa e Estados Unidos, FCTPTA (1972).

O Quênia é o principal exportador de suco de maracujá destinado ao mercado europeu, tendo nos Países Baixos seus maiores compradores, seguindo-se Alemanha Ocidental, Escandinavia, Suíça, e Estados Unidos MORETTI e CANTO (1980).

O Brasil exporta suco de maracujá para Europa, América do Norte, África, Oceania, e América do Sul. Em 1974 os Países Baixos foram os maiores importadores de nosso suco, seguindo-se os Estados Unidos, a Bélgica, a Alemanha Ocidental, e o Japão. Em menores proporções seguiram-se Suíça, Austrália, Canadá, Portugal, Líbano, Paraguai, e Kuwait, MORETTI e CANTO (1980).

A TABELA 7 demonstra a exportação brasileira de sucos de frutas com referência ao peso do produto, e, a TABELA 8 representa o total da exportação brasileira de sucos, com relação a receita auferida em dolares. A FIGURA 3 apresenta a evolução da exportação brasileira de sucos.

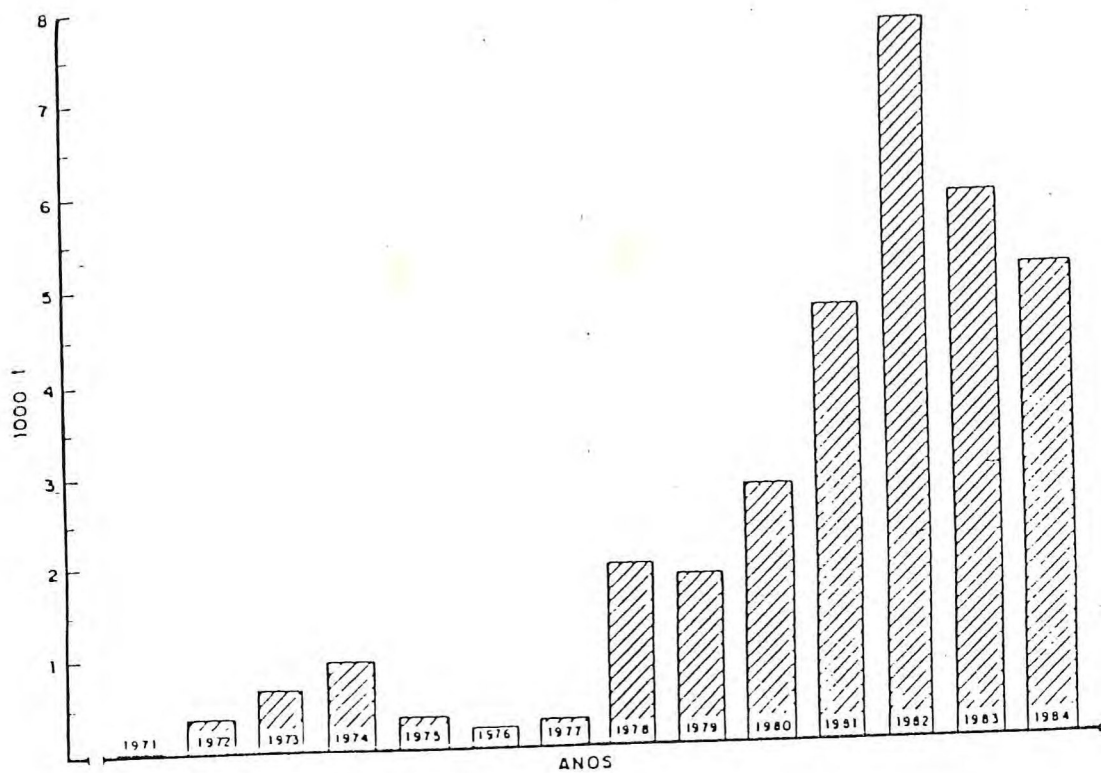


FIGURA 3 - Evolução da exportação brasileira de suco de maracujã.

TABELA 7 - Exportação brasileira de suco de frutas (Quilogramas).

Sucos	1980	1981	1982	1983	1984	1985(1)
Laranja (conc)	401.026.418	639.056.569	521.217.153	553.109.661	904.804.653	107.774.907
Abacaxi (ananás)	3.210.064	3.871.478	3.081.664	6.832.126	15.132.452	1.325.579
Maracujã	2.623.339	4.736.040	7.784.312	6.935.951	5.115.194	556.102
Côco (leite de côco)	80.067	1.084.462	53.776	133.596	774.973	75.418
Caju (suco)	7.648	301.639	587.860	237.227	36.335	32.208
Goiaba	1.346	618.200	1.168.245	281.527	17.303	180
Tangerina	4.943.290	7.068.247	3.763.804	3.844.502	4.449.349	140.200
Limão	3.598.702	1.855.091	1.266.998	2.578.191	3.025.537	70.145

FONTE: BANCO DO BRASIL S/A/CARTEIRA DO COMÉRCIO EXTERIOR (CACEX) (1985).

(1) - Dados referentes ao período Jan/Mar.

TABELA 8 - Exportação brasileira de suco de frutas (US\$ F.O.B.).

Sucos	1980	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽¹⁾
Laranja (conc.)	338.652.586	645.250.702	573.387.743	607.510.101	1.414.499.622	194.290.138
Abacaxi (ananás)	3.761.339	4.429.006	3.185.514	6.323.474	14.966.236	1.374.865
Maracujã	6.579.838	13.154.996	16.485.474	10.011.114	9.430.473	605.683
Coco (leite de côco)	188.066	1.263.279	111.111	234.835	1.243.872	146.309
Caju (suco)	5.280	326.124	612.073	238.018	27.663	51.828
Goiaba	1.022	676.190	870.801	270.841	14.319	165
Tangerina	4.319.305	7.679.216	3.983.203	4.097.822	5.995.167	252.360
Limão	3.321.648	1.502.666	718.637	1.150.475	1.917.256	66.116

FONTE: BANCO DO BRASIL S/A/CARTEIRA DE COMÉRCIO EXTERIOR/CACEX (1985).

(1) - Dados referentes ao período de Jan/Mar.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

Como matéria prima foram utilizados frutos de maracujã amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) provenientes de cultivares da região Norte do Estado do Ceará, localizados na Serra da Ibiapaba (Serra Grande) no município de Ubajara.

Todas as determinações químicas e físico-químicas foram levadas a efeito utilizando-se reagentes químicos Tipo Padrão Analítico (P.A.), com análises efetuadas sempre em triplicata.

As enzimas utilizadas neste trabalho foram importadas da Swiss Ferment Company Ltd subsidiária da NOVO INDUSTRI da Dinamarca.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Determinações analíticas

Foram efetuadas análises físico-químicas e químicas bem como composição centesimal do suco integral de maracujã.

3.2.1.1 - pH

Efetuamos as determinações potenciométricas em po

tenciometro CELM modelo 10 tomando-se como temperatura referência 28°C, e calibrando-se o mesmo com solução tampão de pH 4,0.

3.2.1.2 - Viscosidade

As medidas de viscosidade foram realizadas com viscosímetro marca CONTRAVES sistema MS-r, em temperatura referência de 20°C. Homogeneizada a amostra, tomou-se aproximadamente 65ml e transferiu-se para o recipiente apropriado do aparelho (copo MB-2), conectando-o em seguida ao viscosímetro. Procedeu-se a leitura da viscosidade na escala do mesmo, converteu-se através de gráfico fornecido pelo fabricante para centipoise. Usamos para o suco integral o copo MB-2, agitador MK-2 e sistema MS-r2.

3.2.1.3 - Acidez titulável total

Para a determinação de acidez titulável foi utilizado o método recomendado pela A.O.A.C. (1975). Pesou-se 1g da amostra devidamente homogeneizada e adicionaram-se 50 ml de água destilada previamente fervida. Com solução de hidróxido de sódio 0,1N procedeu-se a titulação usando-se solução de fenolftaleína como indicador, até observar-se a viragem para uma coloração rosa.

Os resultados foram obtidos através da fórmula abaixo, e expressos em percentagem de ácido cítrico.

$$\text{Ácido cítrico \%} = \frac{100 \times 0,006404 \times f \times v}{P}$$

onde:

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1N

v = nº de mililitros da solução de hidróxido de sódio 0,1N gastos na titulação

p = peso da amostra

3.2.1.4 - Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix)

Utilizando-se um refratometro marca AUS JENA regulado à temperatura de 25°C , colocou-se sobre o prisma do mesmo pequena quantidade de amostra devidamente homogeneizada, fazendo-se então a leitura.

3.2.1.5 - Relação $^{\circ}$ Brix/Acidez

Resultado encontrado através da relação direta entre os resultados dos itens 3.2.1.4 e 3.2.1.3.

3.2.1.6 - Glicídios redutores em glicose

Nesta determinação utilizou-se o método citado pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Pesaram-se aproximadamente 10g da amostra convenientemente homogeneizada, em bequer de 200ml. Adicionaram-se 50 ml de água destilada e aqueceu-se em banho-maria por cerca de 5 min, sendo então a amostra arrefecida e transferida para balão volumétrico de 100ml. O volume foi então completado com água destilada, para então filtrar-se em papel de filtro. O filtrado foi transferido para bureta de 25ml.

Tomando-se um Erlemeyer de 250ml adicionaram-se com pipetas volumétricas, 10 ml de cada solução de Fehling seguindo-se a adição de 40ml de água destilada. Aqueceu-se o

Erlemeyer até ebulição, e gotejou-se a solução contida na bureta até total descoramento e formação de precipitado de cor vermelho-tijolo, juntando-se próximo ao final da titulação gotas de azul de metileno a 0,2% para facilitar visualização do ponto final da reação.

Utilizando-se a fórmula abaixo, calculou-se a percentagem de açúcares redutores em glicose.

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

onde:

A = nº de ml da solução de Pg da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

P = nº de g da amostra

V = nº de ml da solução da amostra gastos na titulação

3.2.1.7 - Glicídios não redutores, em sacarose

Para esta determinação analítica foi usado o método recomendado pelas Normas Análíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Transferiram-se para um balão volumétrico de 100ml, com auxílio de pipetas volumétricas, 25ml da solução utilizada na determinação de glicídios não redutores. Adicionaram-se aproximadamente 3ml de ácido clorídrico concentrado, colocando-se em seguida em banho-maria regulado à temperatura de 70-80°C durante 30 min. Decorrido o tempo referido, arrefeceu-se e neutralizou-se com carbonato de sódio anidro, completando-se o volume para 100ml com água destilada. Transferiu-se a solução para uma bureta e seguiu-se a mesma técnica

nica usada na determinação de glicídios redutores. Através da fórmula abaixo, calculou-se o percentual de sacarose presente na amostra.

$$\text{Glicídios não redutores em sacarose \%} = \frac{(100 \times A \times a)}{P \times V} - B \times 0,95$$

onde:

A = nº de ml da solução de sacarose g da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

B = nº de g de glicose % obtido em glicídios redutores

P = nº de g da amostra usada na inversão

V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação

3.2.1.8 - Glicídios totais

Resultantes da operação de soma dos glicídios redutores em glicose % e glicídios não redutores, em sacarose %.

3.2.1.9 - Ácido ascórbico

Na determinação de ácido ascórbico foi utilizado o método colorimétrico descrito por PEARSON (1976).

3.2.1.9.1 - Preparo dos reagentes

a) Solução padrão de ácido ascórbico - Preparou-se

uma solução de ácido ascórbico a 0,1% em solução de ácido oxálico a 0,4%.

b) Solução de trabalho - Tomaram-se respectivamente 5, 10, 15, 20, 25 da solução padrão de ácido ascórbico e completou-se cada volume para 500ml em balão volumétrico, com a solução de ácido oxálico a 0,4%. Estas soluções continam respectivamente 1, 2, 3, 4, 5mg de ácido ascórbico por 100ml.

c) Solução corante padrão - Dissolveram-se 12mg de 2,6diclofenolindofenol em água quente e completou-se o volume para 1000ml filtrando-se posteriormente.

3.2.1.9.2 - Elaboração da curva padrão

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

b) Ao tubo nº 1, adicionou-se 1ml da solução de ácido oxálico 0,4% e 9ml da solução corante padrão. Agitou-se, introduziu-se o tubo no aparelho e efetuou-se a leitura (L_1) num intervalo de tempo de 15 seg. Reajustou-se o aparelho para zero com outro tubo, contendo 1ml da solução de trabalho e 9ml de água destilada. Posteriormente ao tubo nº 2, adicionou-se 1ml da solução de trabalho e 9ml da solução corante, agitou-se, fazendo-se a leitura num tempo máximo de 15s, tendo-se então a leitura (L_2). Imediatamente após a leitura (L_2) adicionaram-se cristais de ácido ascórbico ao tubo nº 2, agitou-se, fez-se a leitura (L_{2A}).

Construiu-se uma curva padrão com as concentrações de ácido ascórbico (mg/100 ml) nas abcisas, e, nas ordenadas as respectivas diferenças ($L_1 - (L_2 - L_{2A})$).

3.2.1.9.3 - Análise da amostra

Retiraram-se 50ml da amostra, sendo a mesma homogeneizada durante aproximadamente 3 min em 200ml de ácido oxálico a 0,4%, filtrando-se em seguida.

As leituras L_1 , L_2 , L_{2A} foram obtidas de acordo com a técnica descrita para preparação da curva padrão.

Com os resultados encontrados calculou-se $L_1 - (L_2 - L_{2A})$ e obteve-se a concentração de ácido ascórbico (mg/100ml) da amostra, na curva padrão.

3.2.1.10 - Umidade

Esta determinação foi realizada de acordo com o método descrito pela A.O.A.C. (1975).

Pesaram-se aproximadamente 5g da amostra em capsula de porcelana previamente tarada, colocando-se em seguida em estufa a vacuo a 70°C, onde dessecou-se o material até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100g da amostra.

3.2.1.11 - Proteína

Esta determinação foi realizada pelo método descrito pela A.O.A.C. (1975).

Transferiram-se aproximadamente 10g da amostra para balão de Kjeldahl com auxílio de 30ml de ácido sulfúrico concentrado. Adicionaram-se 0,5g de sulfato de cobre e 10g de sulfato de sódio. O balão foi levado ao digestor para completa mineralização da matéria orgânica, isto é, até o líquido se tornar claro. Resfriou-se para a temperatura ambi

ente (28-29°C) acrescentando-se em seguida 200ml de água destilada, em torno de 1g de zinco em pó e 100ml de hidróxido de sódio a 40%, para garantir o aparecimento de coloração parda, indicativo de alcalinidade do meio. Destilaram-se aproximadamente 2/3 do volume inicial, utilizando-se como solução receptora 50ml de ácido sulfúrico 0,1N, e gotas do indicador vermelho de metila. Após a destilação titulou-se o excesso de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio 0,1N.

Através da fórmula abaixo calculou-se o percentual de proteína.

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

onde:

V = diferença entre o nº de ml de ácido sulfúrico 0,1N adicionado e o nº de ml da solução de hidróxido de sódio 0,1N gasto na titulação

P = nº de g da amostra

3.2.1.12 - Extrato etéreo

Para esta determinação utilizou-se o método recomendado pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Pesaram-se aproximadamente 10g da amostra dessecada, transferindo-se para cartucho celulosico, cobrindo-se então com camada de algodão. Transferiu-se o cartucho para o extrator de Soxhlet, permanecendo o tempo necessário, utilizando-se como solvente, hexano anidro. Decorrido o tempo mencionado, retirou-se do extrator, o balão que fora previamente tarado, evaporou-se o solvente colocando-se em seguida em estufa a 105°C até atingir peso constante. Colocou-se em dessecador e pesou-se. Através da diferença de pesos do

balão de extração antes e após a obtenção do extrato etéreo, obteve-se, a quantidade de substâncias lipídicas na amostra.

Expressou-se o resultado em percentagem.

3.2.1.13 - Cinzas

Para determinação do teor de cinzas seguiu-se o método descrito pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Pesaram-se em torno de 10g da amostra em cadinho de porcelana tarado previamente. Usando-se banho-maria evaporou-se a amostra, para em seguida carbonizá-la diretamente em bico de Bunsen. Após carbonizada, a amostra foi incinerada em mufla a 550°C até apresentar-se completamente branca. O cadinho foi colocado em dessecador e pesado até peso constante.

A quantidade de cinzas foi obtida pela diferença entre o peso líquido e o peso bruto do cadinho após a incineração. Relacionou-se o resultado para 100g.

3.2.1.14 - Fibra

Utilizou-se o método de HENNEBERG (1964) o qual visa simular "in vitro" o processo de digestão "in vivo".

Do suco integral tomou-se uma amostra de 100g da qual extraiu-se com éter etílico, a fração lipídica. Transferiu-se para um Erlenmeyer de 500ml com auxílio de 200ml de solução de ácido sulfúrico a 1,25% previamente aquecida. Adaptou-se ao Erlenmeyer um refrigerador de refluxo e aqueceu-se à ebulição durante 30 min. Em seguida filtrou-se e lavou-se com água destilada quente.

O resíduo foi transferido para o mesmo Erlenmeyer

com auxílio de 200ml de solução aquecida de hidróxido de sódio a 1,25%. Adaptou-se novamente o Erlenmeyer ao refrigerador de refluxo, onde permaneceu em ebulição por 30 min. Filtrou-se em seguida a solução em papel de filtro de cinza conhecida e previamente tarado. O resíduo contido no papel de filtro foi lavado com água quente até não mais apresentar alcalinidade. Seguiu-se duas lavagens com álcool etílico e mais duas com éter etílico. Após total evaporação do éter, colocou-se o papel de filtro em estufa a 105°C, até observar-se peso constante, incinerando-se em seguida o resíduo em mufla a 550°C usando-se cadinho de porcelana previamente tarado. O cadinho contendo a fração mineral da fibra, foi colocado em dessecador e posteriormente pesado.

A diferença entre a fibra total e a fração mineral da fibra resultou o teor de fibra da amostra.

3.2.1.15 - Amido

Utilizou-se a técnica descrita pela A.O.A.C. (1975). Pesaram-se aproximadamente 50g da amostra, transferindo-se para um bequer de 250ml com auxílio de 50ml de água destilada. Deixou-se em repouso durante 1h, homogeneizando-se ocasionalmente com bastão de vidro.

O resíduo foi extraído através de lavagens sucessivas em centrífuga de 350 rpm. Adicionaram-se em seguida 200 ml de água destilada, 20ml de ácido clorídrico concentrado, aquecendo-se a solução sob refluxo durante 2h e 30 min. Arrefeceu-se e neutralizou-se com solução de hidróxido de sódio a 40%. Transferiu-se para um balão volumétrico de 250ml completou-se o volume com água destilada e filtrou-se. Tomou-se uma alíquota do filtrado, determinou-se a glicose pelo método descrito em glicídios redutores. Expressou-se os resultados através da fórmula abaixo:

$$\text{Glicídios não redutores, em amido \%} = \frac{100 \times A \times a \times 0,9}{P \times V}$$

onde:

A = nº de ml de solução de Pg da amostra

a = nº de g de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

P = nº de g da amostra

V = nº de ml da solução gasto na titulação

3.2.1.16 - Minerais

Para determinação de minerais, partiu-se da solução clorídrica das cinzas, seguindo-se as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Pesou-se a amostra em cadinho de porcelana e incinerou-se em mufla a 550°C até peso constante. Após pesagem foram adicionados aproximadamente 3ml de ácido-clorídrico 1:1 aquecendo-se até ebulição. Adicionou-se pequena quantidade de água destilada e filtrou-se em papel de filtro para um balão de 100ml. Lavou-se o filtro e o cadinho sucessivas vezes com água destilada, transferindo-se as águas de lavagem para o balão e completando-se o volume, obtendo-se daí a solução clorídrica das cinzas.

3.2.1.16.1 - Cálcio

Para a determinação do cálcio utilizou-se o método recomendado pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Utilizando-se bequer de 250ml, transferiu-se para o mesmo 20ml da solução clorídrica previamente obtida, neutralizando-se em seguida com hidróxido de amônio 1:1. Adicionaram-se 10ml de acetato de amônio a 1% e 1ml de ácido acéti

co glacial. Aqueceu-se a 80°C e, adicionando-se de modo lento com agitação constante, 50ml da solução a quente de oxalato de amônio 0,5%. Deixou-se em repouso durante cerca de 12h, para em seguida filtrar-se e lavar-se várias vezes até observar-se o filtrado com ausência de íon oxalato.

Utilizando-se um bequer de 250ml, dissolveu-se o precipitado com 20ml da solução de ácido sulfúrico 1:4, 50 ml de água destilada. Titulou-se a quente, com solução de permanganato de potássio 0,05N até obtenção de coloração rósea a qual persistiu por 15s. A percentagem de cálcio foi calculada pela fórmula abaixo:

$$\text{Cálcio \%} = \frac{V \times f \times 0,2004}{P}$$

onde:

V = nº de ml da solução de permanganato de potássio 0,05N gastos na titulação

f = fator da solução de permanganato de potássio 0,1N

p = nº de g da amostra usado na precipitação

3.2.1.16.2 - Fósforo

Foi utilizado para a determinação de fósforo o método colorimétrico vanadato-molibdato, descrito por PEARSON (1976).

Para um balão volumétrico de 50ml, transferiu-se 10 ml da solução clorídrica previamente obtida, neutralizando-se com hidróxido de amônio 1:1, e acidificou-se utilizando-se ácido nítrico 1:2. Adicionaram-se 20ml do reagente vanadato-molibdato de amônio, completando-se o volume com água destilada. Em seguida homogeneizou-se e colocou-se em repouso por 10 min, procedendo-se então a leitura da absorbância

a 470nm. Utilizando-se uma curva padrão previamente estabelecida, determinou-se a quantidade de P_2O_5 (mg/1000g).

3.2.1.16.3 - Ferro

Foi utilizado para a determinação de ferro o método colorimétrico descrito pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1976).

Utilizando-se um balão volumétrico de 100ml, transferiu-se 10ml da solução clorídrica das cinzas previamente obtida. Adicionaram-se 1ml de ácido clorídrico concentrado, 1ml do reagente hidroxilamina, 5ml da solução de acetado de amônio e 20ml da solução de fenantrolina. Completou-se o volume com água destilada, deixando-se em repouso por 30 min e fazendo-se a leitura em espectrofotometro, da absorbância a 510nm. Utilizando-se uma curva padrão previamente estabelecida, determinou-se a quantidade de ferro em mg/100g.

3.2.2 - Processamento do suco integral de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

3.2.2.1 - Obtenção do suco integral pelo processo convencional

Com a finalidade única de determinar o rendimento na extração convencional (mecânica) a nível industrial, e, para termos um referencial para podermos traçar um paralelo com o processo conjugado (mecânico/enzimático), levamos a efeito o processamento de um lote de frutos de maracujá amarelo, de acordo com a FIGURA 4.

Na plataforma da unidade industrial, os frutos foram recebidos e pesados seguindo-se uma seleção preliminar

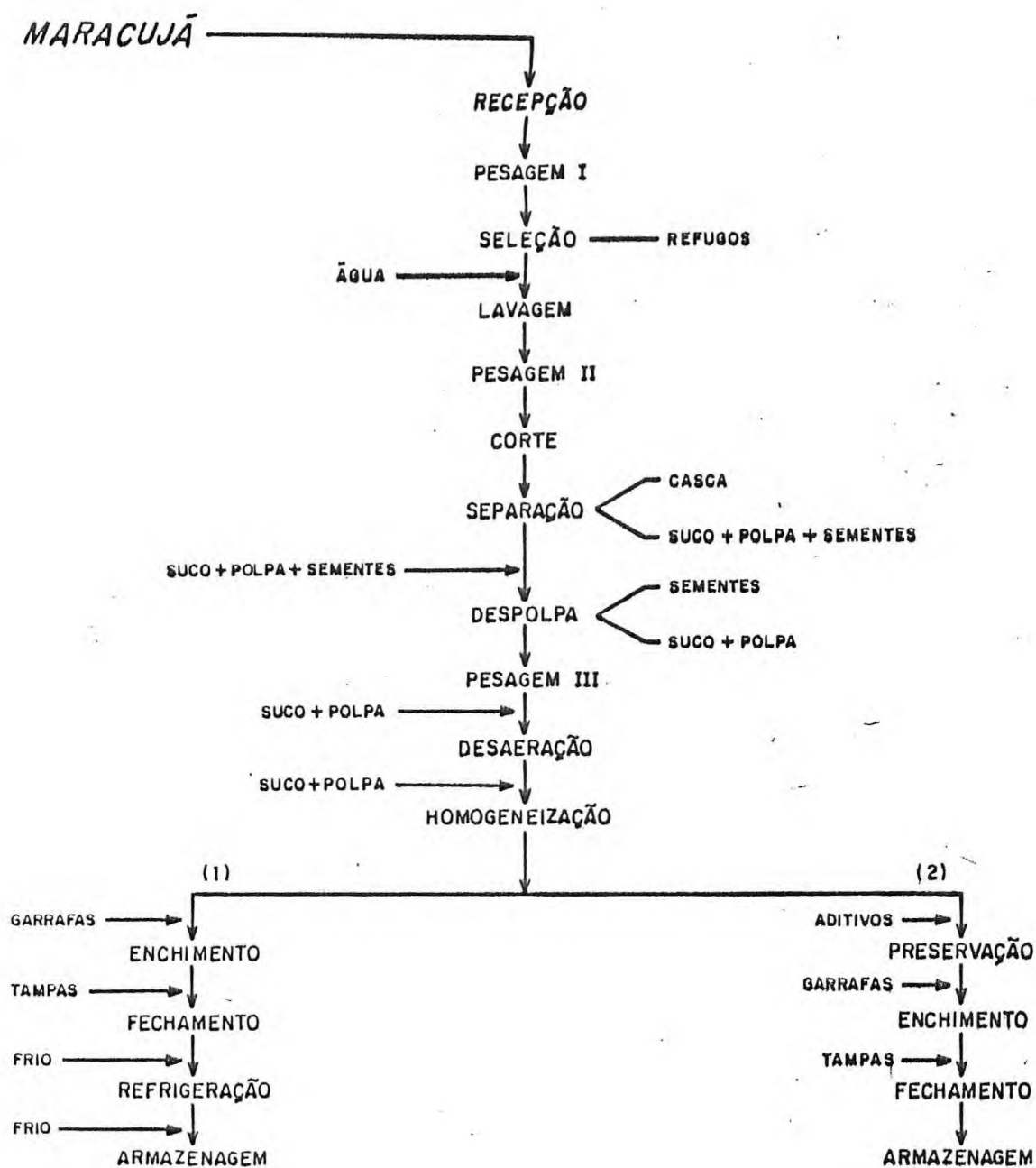


FIGURA 4 - Fluxograma de obtenção do suco de maracujã integral, pelo método convencional (mecânico)(*).

(1) Preservação por baixa temperatura

(2) Preservação por aditivos químicos

(*) Para avaliação de rendimento industrial, e referência.

para retirada de refugos. Utilizando-se um lavador com agitação/imersão, os frutos foram lavados. Pesando-se os refugos obtivemos o peso dos frutos na linha de extração. Em equipamento especial os frutos tiveram sua estrutura rompida, e o conjunto, (suco + polpa + semente) foi sugado, sendo as cascas derivadas para esteira de transporte. O conjunto, (suco + polpa + semente) foi submetido a operação de despolpa resultando um produto principal (suco + polpa), e um sub-produto (semente). Pesando-se a casca, a semente, e o conjunto (suco + polpa) obtivemos a testemunha para o nosso experimento, objeto desta pesquisa. O suco obtido neste processo de extração serviu para outra pesquisa que não a proposta neste trabalho.

3.2.2.2 - Obtenção do suco integral pelo processo enzimático

Para obtenção do suco de maracujá integral utilizando um procedimento conjugado (mecânico/enzimático), realizado em escala industrial, procedemos como mostra a FIGURA 5.

3.2.2.2.1 - Memorial descritivo do processamento

- Recepção/Pesagem I - Os frutos maduros foram recebidos na plataforma e pesados para cálculo posterior de rendimento.

- Seleção - Em esteira de seleção os frutos impróprios para o processamento foram descartados.

- Lavagem/Pesagem II - Os frutos foram imersos em tanque inox do lavador com sistema de agitação e água quente, a qual facilitou a liberação da casca o rompimento do tecido celular, assim como inativou enzimas normalmente pre

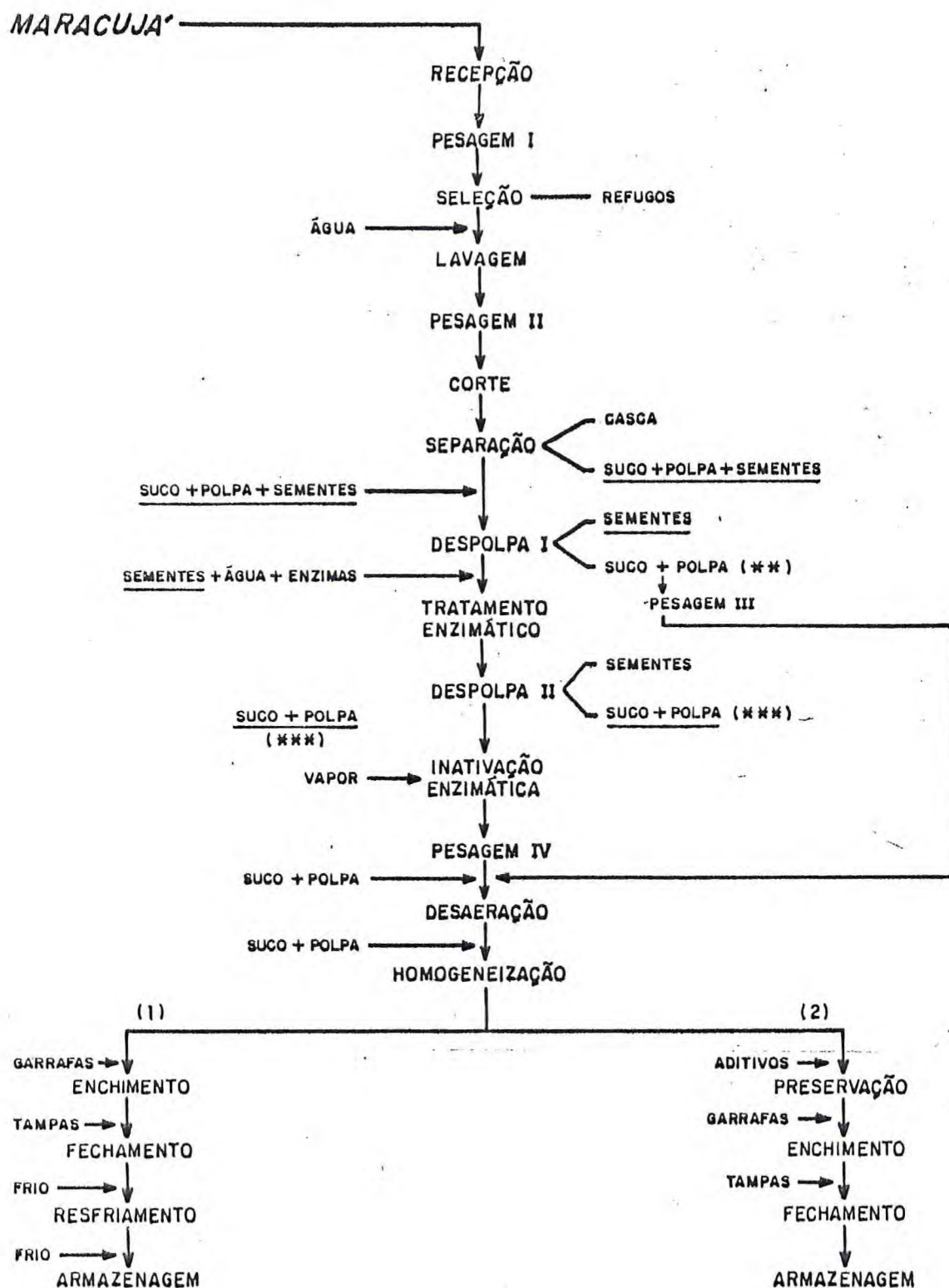


FIGURA 5 - Fluxograma de obtenção do suco de maracujá integral, pelo método enzimático(*).

(1) Preservação por baixa temperatura

(2) Preservação por aditivos químicos

(*) Para estudos tecnológicos

(**) Suco primário (sem uso de enzimas)

(***) Suco secundário (com uso de enzimas)

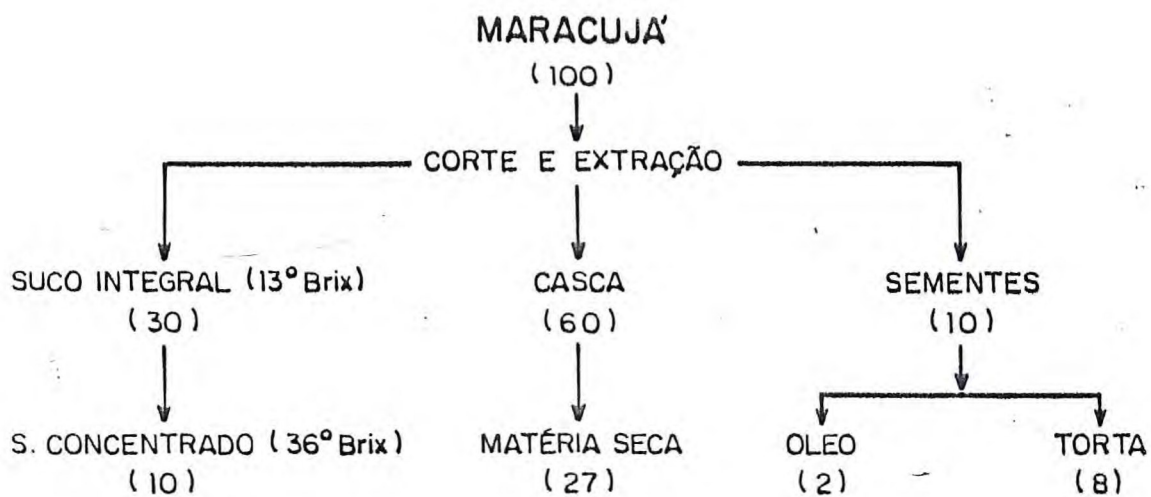


FIGURA 6 - Diagrama quantitativo do processamento do maracujá, de acordo com dados da literatura.

sentes, que contribuiriam para escurecer o suco, bem como para retirada de detritos e resíduos químicos que porventura pudessem ter. A Pesagem I foi obtida indireta ou seja, por diferença de pesagem do refugo.

- Corte - A abertura dos frutos foi levada a efeito em equipamento especial, no qual o fruto é forçado a passar entre cilindros pressores, rompendo assim a estrutura celular, conforme FIGURA 7.

- Separação - Rompida a casca, o conjunto (suco + polpa + semente) foi sugado, fazendo com que a casca derivasse para uma saída própria, e conduzida por esteira.

- Despolpa I - Ao invés de aplicarmos a solução contendo enzimas pectolíticas no conjunto (suco + polpa + semente), o que acarretaria, num maior consumo enzimático, além de, posteriormente ao aquecermos o suco para inativação das mesmas, poderemos influir na perda de qualidade do suco, procedemos assim: efetuamos a despolpa I obtendo o suco primário, sendo que as sementes remanescentes desta extração, contendo ainda apreciável teor de suco e polpa, recebeu tratamento enzimático.

- Tratamento Enzimático - Às sementes ainda contendo suco + polpa, oriundas da Despolpa I, adicionamos uma solução de enzimas pectolíticas, com a finalidade de degradar a pectina que se localiza em maior concentração junto a película que envolve as sementes do fruto, impedindo assim que grande parte da polpa e suco sejam liberadas.

Concentrações diferentes na solução enzimática, pH do meio, tempo, e temperatura foram avaliados, com o objetivo de conseguir um maior rendimento na extração. Ver TABELAS 9, 10 e 11.

- Despolpa II - Decorridos 2h, então determinadas pa

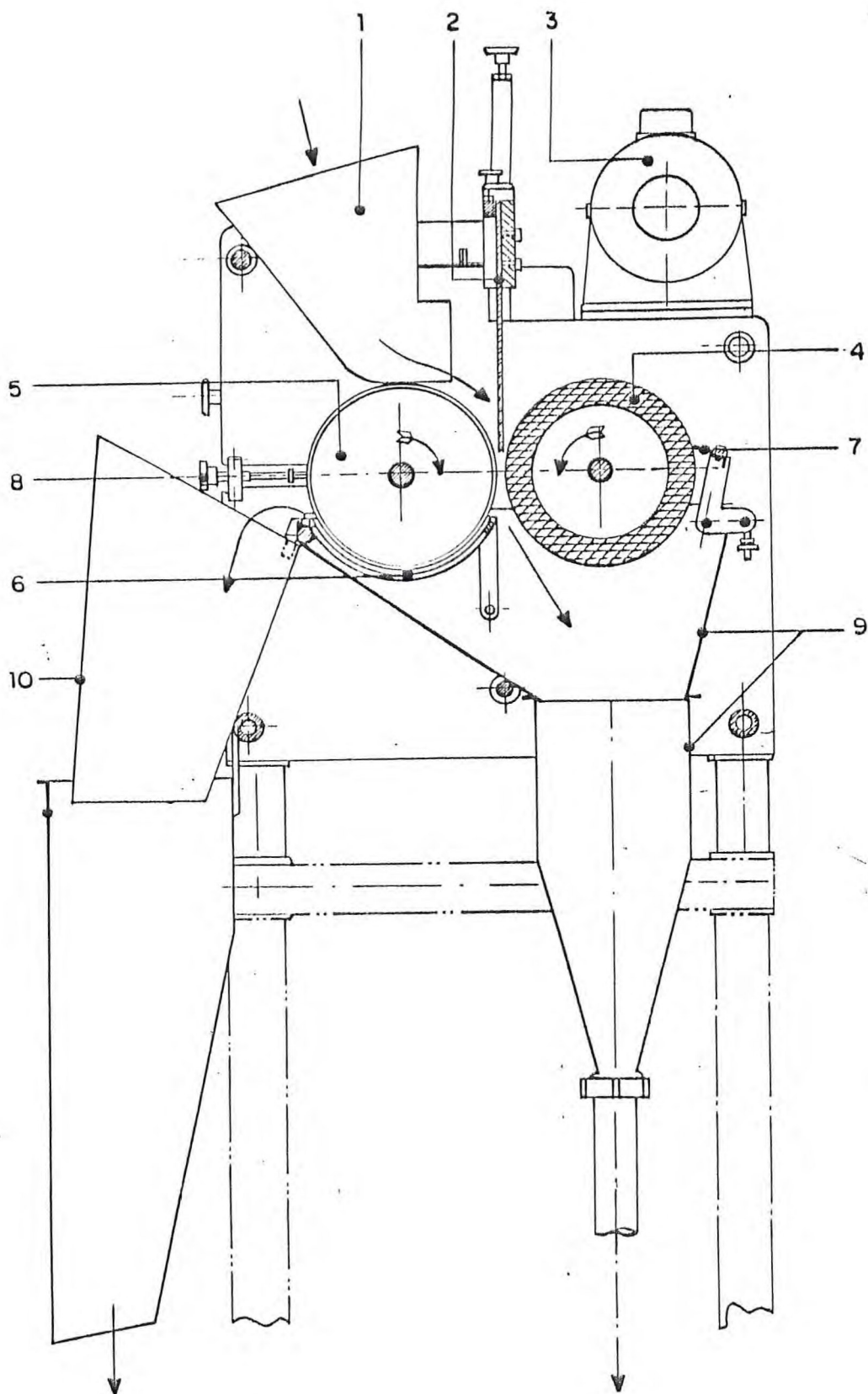


FIGURA 7 - Detalhe do equipamento especial de abertura, e separação das cascas, marca BERTUZZI (Brugherio-Milano - Itália).

TABELA 9 - Efeito da concentração da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

Concentração g/t (p.p.m.)	Temperatura (°C)	pH	Tempo (min)	SP (1) (%)	SS (2) (%)	Rendimento (%)
20	50	3,01	120	25,20	7,30	32,50
30	50	3,03	120	25,20	8,10	33,30
40	50	3,00	120	25,20	9,00	34,20
50	50	3,01	120	25,20	9,75	34,95
60	50	3,00	120	25,20	10,85	36,05
70	50	3,00	120	25,20	10,95	36,15

(1) - SP - Suco primário (sem enzima - Despolpa I).

(2) - SS - Suco secundário (com enzima - Despolpa II).

TABELA 10. - Efeito da temperatura de atuação da ULTRAZIM-100 G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

Concentração g/t (p.p.m.)	Temperatura (°C)	pH	Tempo (min)	SP (1) (%)	SS (2) (%)	Rendimento (%)
60	35	3,03	120	25,80	5,15	30,95
60	40	3,02	120	25,80	7,60	33,40
60	45	3,00	120	25,80	10,61	36,41
60	50	3,01	120	25,80	10,83	36,63
60	55	3,01	120	25,80	10,78	36,58
60	60	3,00	120	25,80	10,15	35,95

(1) - SP - Suco primário (sem enzima - Despolpa I).

(2) - SS - Suco secundário (com enzima - Despolpa II).

TABELA 11 - Efeito do tempo de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração de suco de maracujá integral variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

Concentração g/t (p.p.m.)	Temperatura (°C)	pH	Tempo (min)	SP (1) (%)	SS (2) (%)	Rendimento (%)
60	50	3,01	30	26,10	5,10	31,20
60	50	2,98	60	26,10	7,40	33,50
60	50	3,00	90	26,10	9,90	36,00
60	50	3,01	120	26,10	10,79	36,89
60	50	3,00	150	26,10	10,80	36,90
60	50	3,02	180	26,10	10,82	36,92

(1) - SP - Suco primário (sem enzima - Despolpa I).

(2) - SS - Suco secundário (com enzima - Despolpa II).

ra o tratamento enzimático, o conjunto (semente + suco + polpa) oriundos da Despolpa I foi submetido a uma operação de Despolpa II resultando o conjunto (suco + polpa) secundário, e sementes praticamente isentos de polpa e suco.

- Inativação enzimática - Em tanque inox, de parede dupla, o conjunto (suco + polpa) obtidos na operação de Despolpa II, sofreu tratamento térmico através da injeção de vapor, fazendo com que a temperatura regulada para 70°C fosse mantida durante 20 min, tempo suficiente para realizar inativação das enzimas utilizadas no processo de extração.

- Pesagem III/IV - O suco obtido na operação Despolpa I e, considerado suco primário foi pesado, (Pesagem III), bem como o proveniente da operação Despolpa II chamado de secundário (Pesagem IV), e assim, na soma de ambos, o rendimento de suco do processamento conjugado, foi obtido.

- Desaeração - Foi levado a efeito em desaerador industrial com a finalidade de remover ar, evitando oxidação e impedir a proliferação de microrganismos aeróbios.

- Homogeneização - Foi realizada em homogeneizador de piston modelo industrial, com a finalidade de reduzir o tamanho das partículas em suspensão.

Após homogeneizado, tomou-se um volume determinado de suco para avaliação da estabilidade, tendo uma parte do mesmo recebido aditivos químicos e, outra parte conservada em temperatura baixa, ambos os procedimentos como forma de preservação.

- Enchimento - Utilizando-se garrafas de vidro com capacidade de 200ml, encheu-se um número suficiente para permitir estudo da estabilidade.

- Fechamento - Utilizando-se capsuladora manual, efetuou-se o fechamento das garrafas com tampas metálicas.

- Armazenagem - O lote de garrafas com suco, contendo como conservante, os aditivos metabissulfito de sódio e benzoato de sódio na proporção de 0,75g de cada, por 1 de suco foi mantido à temperatura ambiente, e, o lote referente a preservação por baixa temperatura foi estocado à uma temperatura de (-8°C) em "freezer".

3.2.3 - Estudo da estabilidade dos produtos

Tomando-se como tempo 0 (zero) o referente ao imediato pós-processamento, e a intervalos de 30 dias, realizamos determinações químicas e físico-químicas por um período de 120 dias.

A cada 30 dias tomamos 3 garrafas de suco com aditivos e 3 do preservado por frio, homogeneizamos e realizamos as provas abaixo, em triplicata.

As determinações físico-químicas e químicas foram descritas anteriormente nos itens 3.2.1.1 a 3.2.1.9 ou seja: pH, viscosidade, acidez titulável total, sólidos solúveis (^oBrix), relação ^oBrix/acidez, glicídios redutores, glicídios não redutores, glicídios totais; ácido ascórbico.

3.2.4 - Análise estatística

Para estudar a influência da concentração, da temperatura e do tempo de atuação da enzima ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá, optou-se por um estudo do ajuste a uma reta de regressão. Posteriormente, testou-se a significância do coeficiente angular da reta ajustada ao nível de 5%.

Com relação a uma maior ou menor estabilidade das de terminações (viscosidade, pH, etc.) no tempo de armazenagem do suco de maracujá preservado em baixa temperatura e por aditivos químicos, utilizou-se o teste F para duas variân cias ao nível de significância de 5%. Em seguida, verifi cou-se se existia alguma diferença significativa nos valores das determinações, utilizando-se o teste t para comparaç ão de duas médias. No caso de um valor de F significativo para as variâncias (população heterocedásticas), usou-se o tes te t corrigido para os graus de liberdade.

As fórmulas usadas foram as seguintes:

$$\text{- média: } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\text{- variância: } s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\text{- equação da reta de regressão: } \hat{Y} = bx + a,$$

$$\text{onde } a = \hat{Y} \text{ e } b = \frac{\sum (x - \bar{x})Y}{\sum (x - \bar{x})^2}$$

- estimador da variância da reta de regressão (va riância residual):

$$s_*^2 = \frac{1}{n - 2} \sum (Y - \hat{Y})^2$$

- estimador do desvio padrão do coeficiente angular da reta de regressão (erro padrão).

$$s_b = \frac{s_*}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

- teste t para a significância de \underline{b} :

$$t = \frac{b}{s_b} \quad \text{com } n-2 \text{ graus de liberdade.}$$

- teste F para duas variâncias:

$$F = \frac{\text{maior variância}}{\text{menor variância}} \quad \text{com } (n_1 - 1) \text{ e } (n_2 - 1) \\ \text{graus de liberdade, res} \\ \text{pectivamente}$$

- teste t para comparação de duas médias quando as populações são homocedásticas:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

com $n_1 + n_2 - 2$ graus de liberdade.

- teste t para comparação de duas médias quando as populações são heterocedásticas:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{com } \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2 + \left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Determinações físico-químicas e químicas do suco

Os resultados concernentes à composição química do suco de maracujá integral, obtidos por extração enzimática e analisados imediatamente ao processamento, estão expressos na TABELA 12.

As TABELAS 13 e 14 traduzem os resultados das composições químicas dos sucos obtidos por extração enzimática e, preservados respectivamente por aditivos químicos, e baixa temperatura, após 120 dias de armazenagem em condições já relatadas.

Quanto a umidade determinada, é perfeitamente coerente com resultados encontrados por INOMATA et al. (1983), e bastante aproximada com determinações realizadas por PRUTHI (1963), e BOYLE et al. (1955).

Os valores encontrados na determinação de proteína, apresentaram uma média de 1,07%, considerados bem aproximados de valores encontrados por BOYLE et al. (1955) e INOMATA et al. (1983), embora CZYHRINCIW (1969) faça referência ao maracujá, como uma fonte pobre de proteínas. TUMA (1980) encontrou taxa de 1,71%, valor considerado mais alto do que os encontrados na literatura, e, SÉSSA (1985) determinou em suco integral 1,09% de proteínas.

Com referência aos teores de lipídios, os valores determinados estão sem discrepância dos encontrados pelo INCAP-CINDN (1961), SÉSSA (1985), e PRUTHI (1963), embora menores do que os encontrados por BOYLE et al. (1955), TUMA (1980), e INOMATA et al. (1983).

TABELA 12 - Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por extração enzimática imediatamente após processamento.

Determinações	Resultados ⁽¹⁾
Umidade (%)	87,01
Proteína (%N x 6,25)	1,03
Extrato etereo (%)	0,17
Cinzas (%)	0,56
Fibra (°)	0,37
Amido (%)	0,21
Açúcares totais (%)	6,71
Cálcio (mgCa/100g)	6,32
Fósforo (mgP ₂ O ₅ /100g)	42,11
Ferro (mgFe/100g)	0,59

(1) - Média de 3 determinações.

TABELA 13 - Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por extração enzimática e preservado por aditivos químicos, após 120 dias de estocagem.

Determinações	Resultados ⁽¹⁾
Umidade (%)	87,37
Proteína (%N x 6,25)	1,01
Extrato etereo (%)	0,26
Cinzas (%)	0,76
Fibra (%)	0,92
Amido (%)	0,56
Açúcares totais (%)	6,67
Cálcio (mgCa/100g)	5,00
Fósforo (mgP ₂ O ₅ /100g)	44,04
Ferro (mgFe/100g)	0,50

(1) - Média de 3 determinações.

TABELA 14 - Composição química do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por extração enzimática e preservado por baixa temperatura após 120 dias de armazenagem.

Determinações	Resultados ⁽¹⁾
Umidade (%)	87,11
Proteína (%N x 6,25)	1,17
Extrato etereo (%)	0,22
Cinzas (%)	0,67
Fibra (%)	0,90
Amido (%)	0,59
Açúcares totais (%)	7,56
Cálcio (mgCa/100g)	3,74
Fósforo (mgP ₂ O ₅ /100g)	40,87
Ferro (mgFe/100g)	0,61

(1) - Média de 3 determinações.

O teor médio de cinzas apresentou-se pertinente à faixa média encontrada na literatura; encontramos de 0,56% a 0,76%, e, a maioria dos pesquisadores encontraram taxas de 0,60% a 1,9%, JEWELL (1933), GURNEY (1937), INCAP-CINDN (1961), INOMATA et al. (1983) e SÉSSA (1985).

Na determinação de fibra encontramos como valor mínimo 0,37% e máximo 0,92%. MILLER et al. (1956) determinaram 0,20%; INCAP-CINDN (1961), 0,60%, WENKAM & MILLER (1965), 0,17%, e SÉSSA (1985), 0,13%.

Com relação ao teor de amido avaliado, este apresentou uma variação entre limites de 0,21% a 0,59%, resultados considerados coerentes, se considerarmos análises efetuadas por PRUTHI (1963) e por TUMA (1980), entretanto bastante altos em referência ao avaliado por SÉSSA (1985).

Considerando-se os dados obtidos na determinação de açúcares quando encontramos um mínimo de 6,67% e um máximo de 7,56% é de se considerar que estes percentuais são análogos aos encontrados por PRUTHI (1963) 6,7% e SÉSSA (1985) 6,54%, todavia são inferiores ao avaliados por BOYLE et al. (1955) 10%, pelo INCAP-CINDN (1961) 10,1-11,9%, e, por WENKAM & MILLER (1965) 13,72%.

As TABELAS 12, 13 e 14 expressam também os valores das análises de minerais especificamente cálcio, fósforo, e ferro. Para a determinação de cálcio efetuada no suco imediatamente após o processamento, o valor determinado (6,32mg/100g) é considerado dentro da média de resultados avaliados por vários pesquisadores, BOYLE et al. (1955) 5,0mg; MILLER et al. (1956) 5,0mg; WENKAM & MILLER (1965) 3,8mg; INCAP-CINDN (1961) 10mg e diferente do determinado por SÉSSA (1985) 18,3mg/100g. Os resultados das determinações de cálcio após 120 dias de processamento (TABELAS 13 e 14) estão de acordo com todos os pesquisadores supra citados, e, muito abaixo dos de SÉSSA (1985). Nas determinações de ferro, a variação foi de 0,50-0,61mg/100g, o que implica numa coerência direta com dados mencionados pelo INCAP-CINDN (1961) 0,60mg e SÉSSA (1985) 0,60mg, estando acima dos re

sultados computados por BOYLE et al. (1955) 0,30mg; MILLER et al. (1956) 0,30mg, e WENKAM e MILLER (1955) 0,36mg.

O percentual de fósforo determinado, e expresso nas tabelas 12, 13 e 13 mostraram valores acima dos analisados por muitos pesquisadores. De acordo com experimentos desenvolvidos por BOYLE et al. (1955) estes encontraram 18,0mg/100g; por MILLER et al. (1956) 18mg; JAFFE (1958) 18,42mg; INCAP-CINDN (1961) 22-30mg; WENKAM e MILLER(1965) 24,6mg; e INOMATA et al. (1965) 25mg, resultados abaixo dos valores por nós encontrados 40,87-44,04mg/100g e, de conformidade com os averiguados por PRUTHI (1963) 21,4-60,4mg; e SÊSSA (1985) 43,34mg/100g.

Tecendo-se comentários sobre todos os valores de caracterização química do suco de maracujá integral, e, constantes das TABELAS 12, 13 e 14 é de se observar que dos parâmetros analisados, nenhum resultado pode ser considerado como incongruente, já que sobre todas as determinações realizadas, vários fatores poderiam interferir quer de maneira direta ou de modo indireto, ou seja: A maturação do fruto, a época da colheita, o tipo de solo onde foi cultivado, forma e tempo de armazenamento, tipo de tratamento dado, fatores ligados à genética, fatores climáticos, atc, CZHYRINCIW (1969), CAMBRAIA et al. (1971) e outros.

Uma referência com relação aos minerais, é de que o suco de maracujá é uma boa fonte de fósforo, regular de ferro e cálcio, considerações estas em perfeita sintonia com dados recomendados na classificação proposta por BAZORI & ROBINS (1936) citada por GUIMARÃES (1981).

A caracterização físico-química do suco de maracujá integral obtido por processamento enzimático tem seus resultados apresentados na TABELA 15.

Para uma média de três determinações encontramos um pH 3,02 resultado considerado consonante com o determinado por diversos pesquisadores. BOYLE et al. (1955), MILLER et al. (1956) e TUMA(1980) encontraram pH 3,0; TORRES e GIACOMETTI (1966), FONSECA (1971), SALOMON et al. (1977b) e SÊSSA(1985)

encontraram pH 2,90; PRUTHI (1963) determinou pH 2,82; SJOSTROM & ROSA (1977) pH 2,88 e SALOMON et al. (1977a) pH 3,10.

A viscosidade (centipoise) encontrada foi de 80,17, valor este muito abaixo do encontrado por TUMA (1980).

O valor determinado para sólidos solúveis comunga com todos os avaliados por inumeros pesquisadores, conforme TABELA 3.

A acidez expressa em % ácido cítrico, foi de 4,27% estando dentro dos limites, mínimos de 3,58% e máximo de 6,00 mencionados na TABELA 3 por vários pesquisadores.

PRUTHI (1963) trabalhando com uma mesma qualidade de maracujã, encontrou para a relação Brix/acidez o valor de 2,4 a partir de valores de 14,5^oBriz e acidez titulável de 6,08%, e, em nosso trabalho encontramos o valor 3,27, originado de valores de 14^oBrix e acidez titulável 4,27.

Determinando glicídios redutores em glicose, encontramos uma taxa média de 5,37%, resultado este considerado normal quando comparado com a maioria dos pesquisadores citados na TABELA 3, todavia apresenta-se discrepante em relação às determinações de SEELKOPF et al. (1962) e PRUTHI (1963) referidos na mesma TABELA.

Encontramos para glicídios não redutores em sacarose, 1,89% dado este significativo quando traçado paralelo com resultados de TUMA (1980) e SÉSSA (1985), entretanto adverso aos valores obtidos por SEELKOPF et al. (1962), PRUTHI (1963) e SJOSTROM & ROSA (1977).

Observando a TABELA 3, pode-se averiguar que os valores encontrados para glicídios, por 8(oito) pesquisadores apresentaram variação de 6,40 a 10,0%, resultados bastantes compatíveis com 7,26% por nós encontrado.

Na avaliação do teor ácido ascórbico, um fator pode ser levado em consideração para a sua taxa ser inferior à todas citadas na TABELA 3; ao efetuarmos o tratamento enzimático, realizado em tanque aberto durante 2h, deve ter ocor

rido perdas por oxidação, assim como, pelo calor durante a inativação enzimática. Segundo BAZORI & ROBINS (1936), o suco de maracujá integral, pode ser classificado como uma regular fonte de vitamina C.

4.2 - Análise da estabilidade dos produtos processados

As TABELAS 16 e 17 referem-se aos valores analisados no estudo de estabilidade do suco de maracujá integral obtido por extração enzimática, e preservados respectivamente por aditivos químicos e baixa temperatura, durante período de estocagem.

Durante os 120 dias de estocagem prevista, o pH apresenta uma variação mínima, independentemente do método de preservação, conforme a FIGURA 8.

Com relação a determinação da viscosidade, FIGURA 9, um comportamento bem adverso nos resultados iniciais e finais para os dois métodos de preservação, pode ser observado, sendo que, para o suco preservado por aditivos tivemos um coeficiente de variação de 90% entre os tempos 0 (zero) e 120 dias, e, para o suco preservado por baixa temperatura tivemos um coeficiente de 101% entre os tempos referidos, TABELAS 16 e 17. O aumento de viscosidade em ambos os sistemas de preservação, ao longo do tempo de estocagem deve-se possivelmente a gelatinização do amido.

Os valores encontrados para sólidos solúveis em ambos os métodos de preservação, não apresentaram variações consideráveis ao longo da estocagem, observando-se apenas um ligeiro decréscimo ao fim dos 120 dias. A FIGURA 10 relaciona a variação de sólidos solúveis com o tempo de estocagem, podendo observar-se um sutil declínio na curva.

Observando-se a FIGURA 11 relativa a variação da aci

TABELA 16 - Análises físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por extração enzimática, preservado por aditivos químicos.

Determinações	Tempo de armazenagem (dias) (1)				
	0	30	60	90	120
pH	3,09	3,01	3,00	2,89	2,85
Viscosidade (Centipoise)	66,66	90,00	125,00	123,33	126,66
Sólidos soluveis (°Brix)	14,33	14,16	14,00	14,00	13,16
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	4,43	4,48	4,39	4,71	4,39
Relação Brix/acidez ←	3,22	3,16	3,18	2,97	2,99
Glicídios redutores (em glicose %)	6,69	7,06	7,50	7,65	7,73
Glicídios não redutores (em sacarose %)	0,83	0,80	0,96	0,72	0,15
Glicídios totais % ←	7,52	7,14	8,46	8,37	7,88
Ácido ascórbico (mg/100ml)	10,91	8,91	8,16	8,33	7,33

(1) - Média de 3 determinações.

TABELA 17 - Análises físico-químicas e químicas do suco de maracujá integral, variedade amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por extração enzimática, preservado por baixa temperatura.

Determinações	Tempo de armazenagem(dias) (1)				
	0	30	60	90	120
pH	3,03	2,95	2,95	2,84	2,98
Viscosidade (Centipoise)	88,33	111,66	156,66	166,66	178,33
Sólidos solúveis (°Brix)	14,20	14,03	14,00	14,00	13,26
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	4,27	4,61	4,17	4,99	4,43
Relação Brix/acidez	3,32	3,04	3,35	2,80	2,99
Glicídios redutores (em glicose %)	5,45	5,91	5,33	5,21	5,48
Glicídios não redutores (em sacarose %)	1,89	1,46	1,02	2,10	2,44
Glicídios totais %	7,34	7,37	6,35	7,31	7,92
Ácido ascórbico (mg/100ml)	6,16	6,00	5,41	5,25	4,58

(1) - Média de 3 determinações.

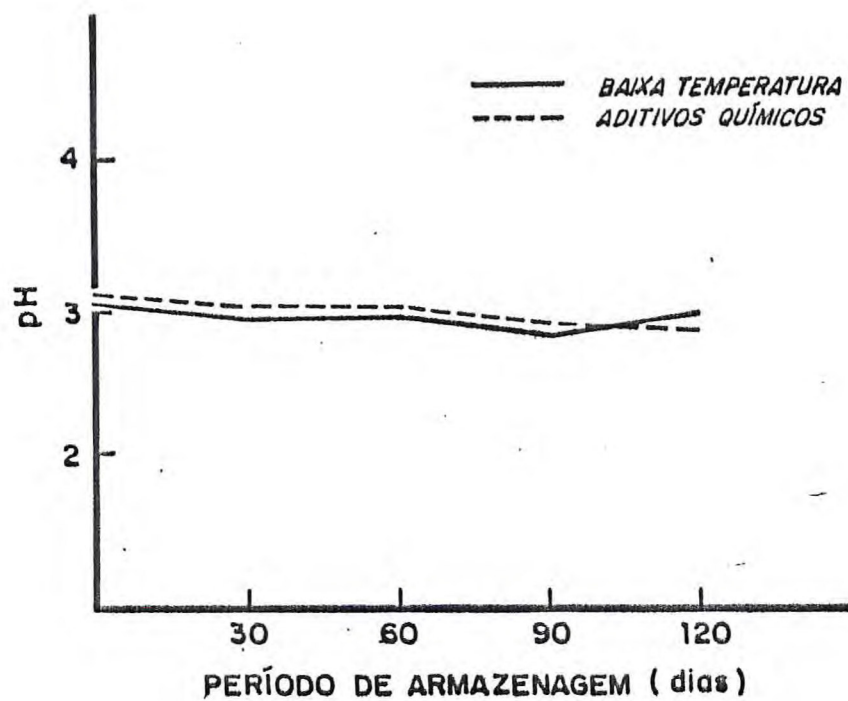


FIGURA 8 - Variação do pH no suco de maracujã integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

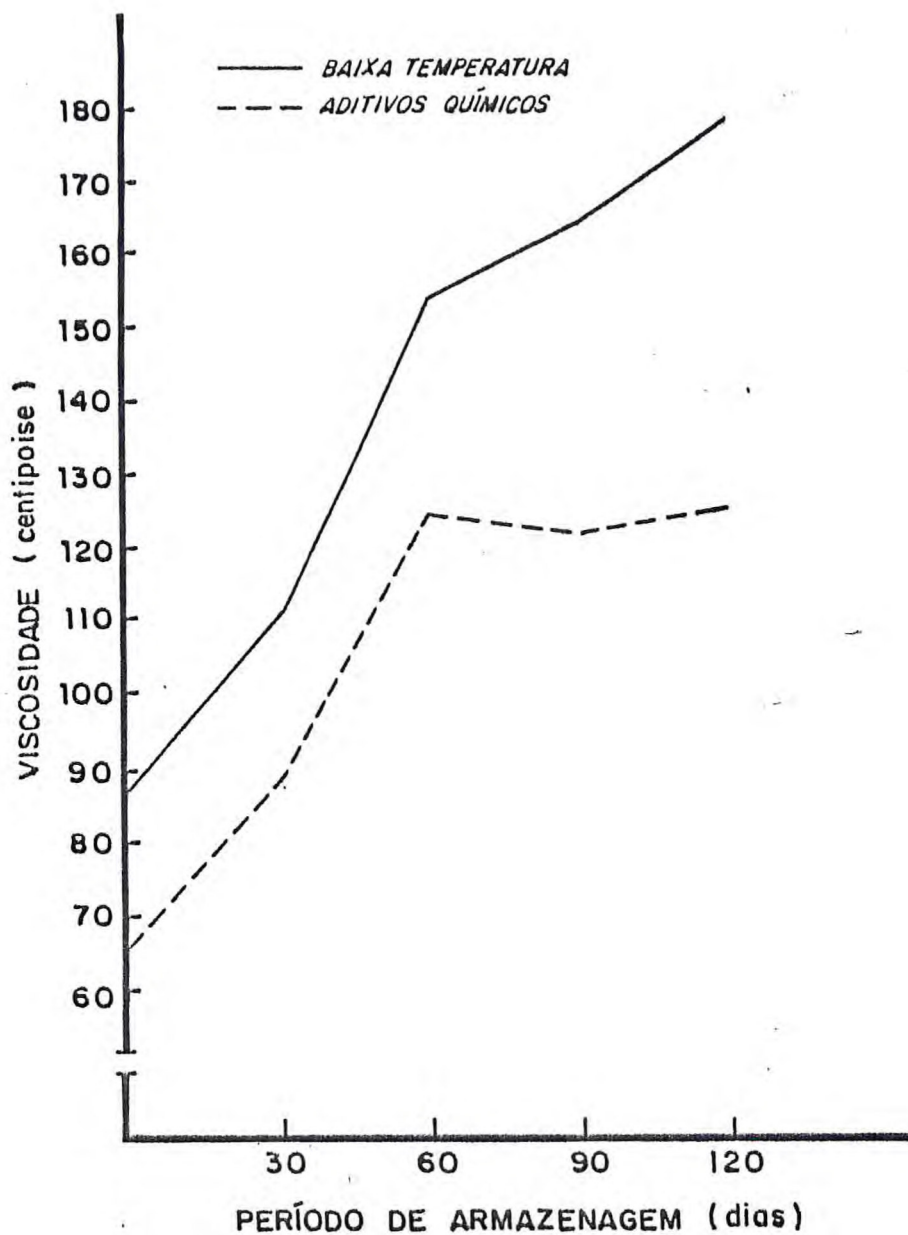


FIGURA 9 - Variação da viscosidade no suco de maracujá integral, obtido por extração enzimática, e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

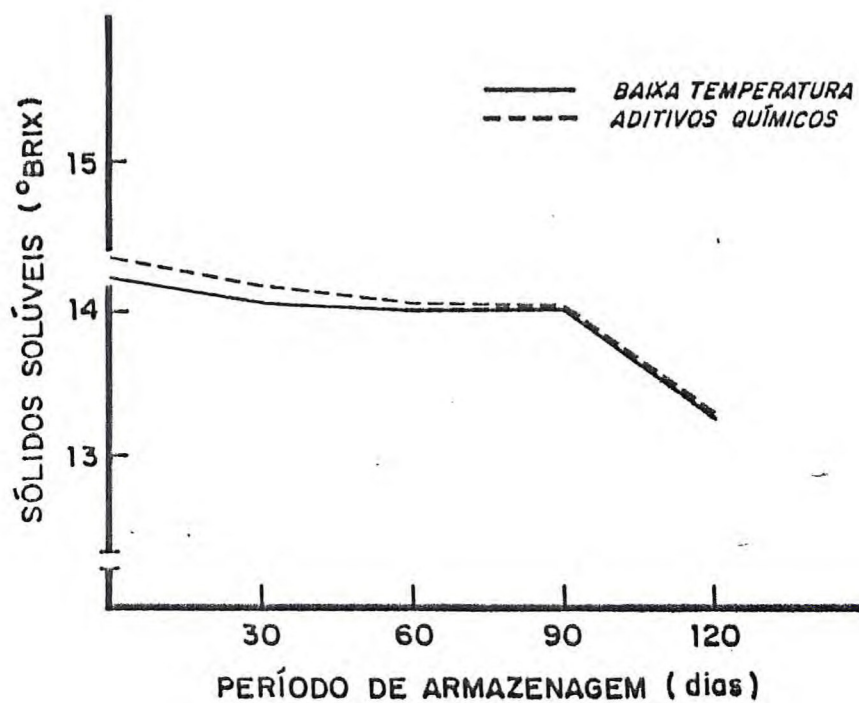


FIGURA 10 - Variação de sólidos solúveis (°Brix) no suco de maracujá integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

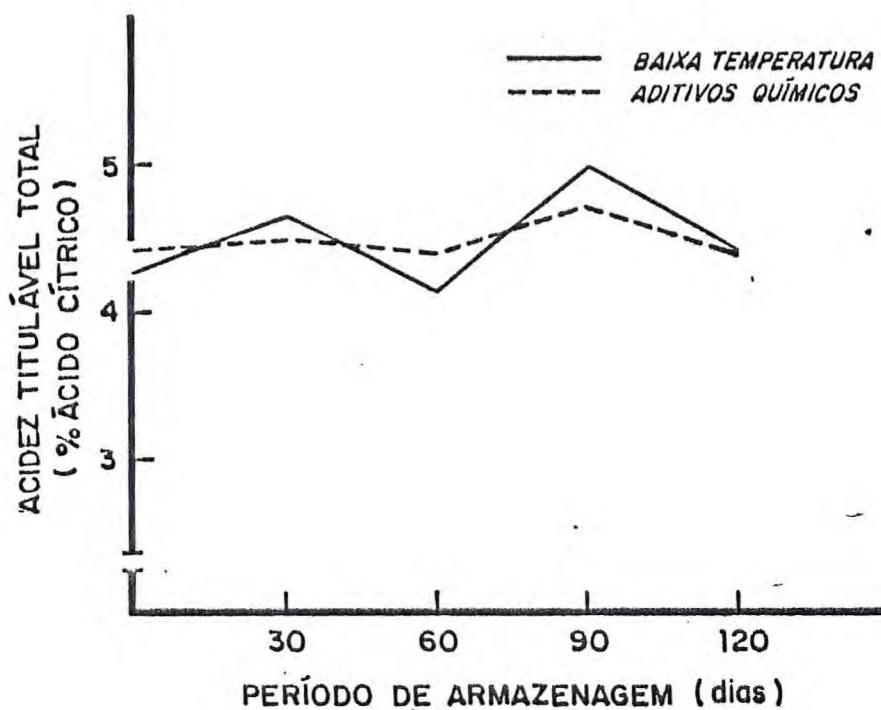


FIGURA 11 - Variação da acidez titulável total no suco de maracujá integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

dez titulável, em relação ao tempo de estudo da estabilidade, pode-se notar variação em ambos os sistemas de preservação, todavia para o produto com aditivos químicos, o coeficiente de variação foi bem menor do que o constatado no produto preservado por frio, no qual pode-se verificar um decréscimo no 30^o dia, e, um pique no 90^o dia. Em referência aos valores determinados para a relação Brix/acidez, obtidos diretamente dos resultados correspondentes de sólidos solúveis e acidez titulável total, é de se notar por apreciação das TABELAS 16 e 17 que os resultados não apresentam nenhuma incongruência entre si.

Na determinação de glicídios redutores em glicose pode-se constatar por análise da FIGURA 12, que para o método de preservação por aditivos químicos (TABELA 16) houve um aumento quase linear, com taxa variante percentual entre o tempo 0 (zero) e 120 dias, de 15,5%. Os resultados para o processo de baixa temperatura (TABELA 17), variaram dentro de limites toleráveis, não mostrando grandes variações.

Com referência aos dados computados para glicídios não redutores em sacarose, é de se notar um comportamento oposto, ou seja; houve aumento gradual no suco preservado por baixa temperatura (TABELA 17), apenas no 60^o dia ocorreu um decréscimo, resultado este podendo ser creditado até a uma operação de homogeneização incorreta. No produto preservado por aditivos químicos (TABELA 16) observou-se uma diminuição nos 30 primeiros dias para em seguida apresentar um pique, e, voltar a decrescer até o prazo final de estocagem. É de se admitir como justificativa para os baixos percentuais de glicídios não redutores no suco conservado com aditivos químicos, a possível inversão da sacarose ocasionada por ação de enzimas, por efeito térmico durante aquecimento (tratamento enzimático), e por influência do baixo pH.

Analisando ponto a ponto, os dados da curva de glicídios totais da FIGURA 12, pode-se chegar a seguinte conclusão: houve aumento em ambos os processos de preservação, sendo que no método utilizando baixa temperatura a taxa de crescimento entre os tempos 0 (zero) e 120 dias, foi de

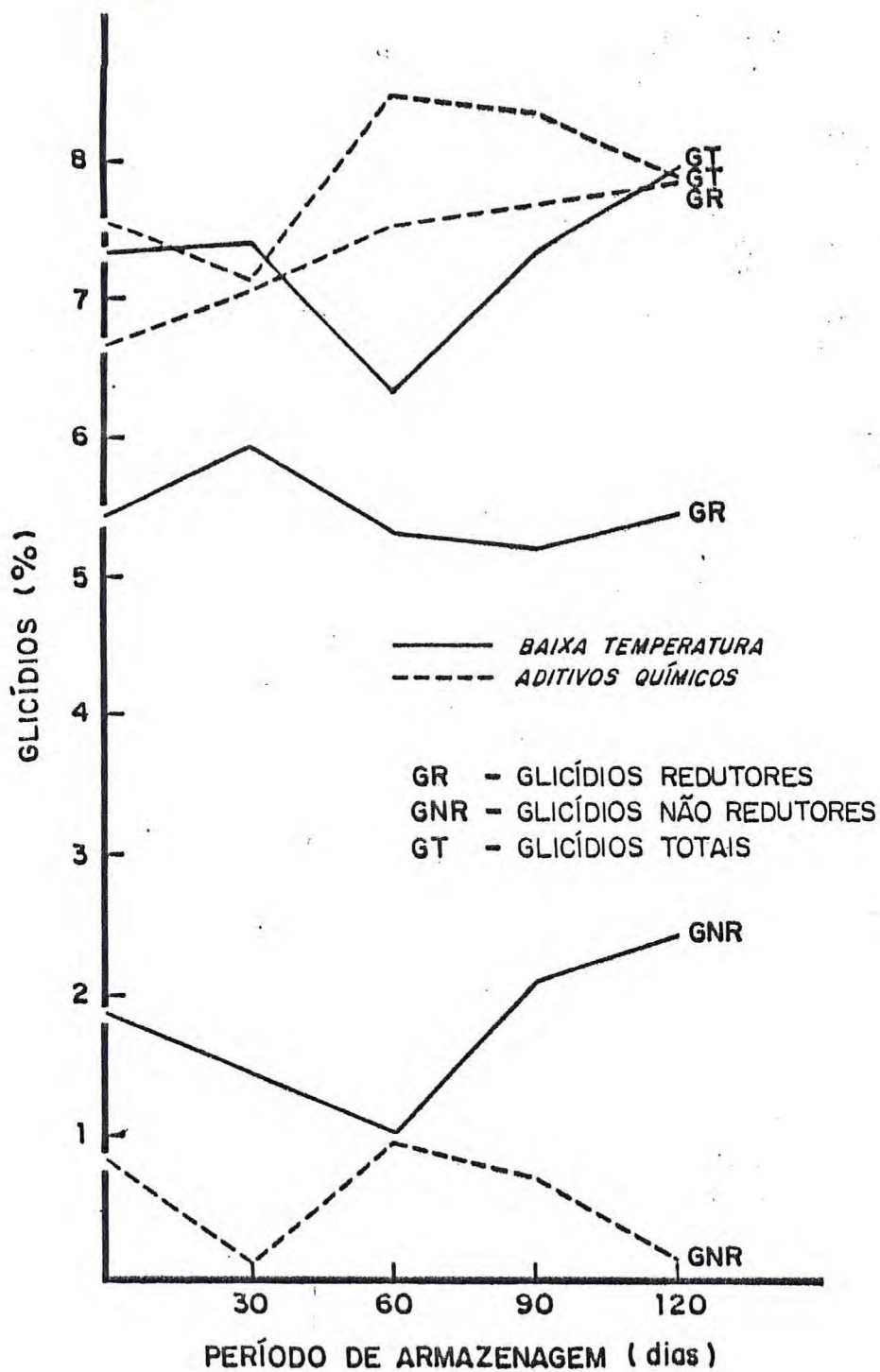


FIGURA 12 - Variação de glicídios redutores, não redutores, e totais, no suco de maracujá integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

10,0%, e, para aditivos químicos este coeficiente foi de 6,4%. Visto que no suco preservado por aditivos químicos, os glicídios não redutores foram demasiadamente baixos, admite-se imprecisão na determinação realizada. Pelos resultados registrados na TABELA 16 é de se admitir que inversão de sacarose ocorreu durante a estocagem, conseqüentemente aumentando os glicídios redutores. Fazendo-se um paralelo entre os dados relativos a glicídios redutores e não redutores, expressos nas TABELAS 16 e 17 pode-se notar que de um modo geral, na TABELA 16 os glicídios não redutores foram menores que os registrados na TABELA 17.

No que diz respeito aos resultados obtidos para ácido ascórbico, também expressos nas TABELAS 16 e 17 há de se considerar o seguintes:

Em ambos os princípios de preservação (Frio e Aditivos) observou-se perdas consideráveis de vitamina C, ao longo do período de estocagem. No tempo 0 (zero), o suco preservado por aditivos químicos apresentou maior taxa (10,9mg/100ml) que o conservado por baixa temperatura (6,16mg/100ml), embora, ambos tenham apresentado taxas bem inferiores à de terminações de outros pesquisadores. É justificável entre tanto, este índice menor de ácido ascórbico, visto que na obtenção enzimática do suco, houve prolongado tempo de exposição ao ar e a luz, e, posteriormente na inativação enzimática houve elevação de temperatura e, permanência por um determinado tempo. Pode-se notar pela FIGURA 13, um decréscimo ao longo do período de estocagem quase proporcional para os dois sucos preservados distintamente.

Considerando-se o tempo total de estocagem (120 dias) constata-se que o suco preservado por frio, perdeu ao final da estocagem 25,6%, e, o suco com aditivos perdeu no mesmo período, 32,8%.

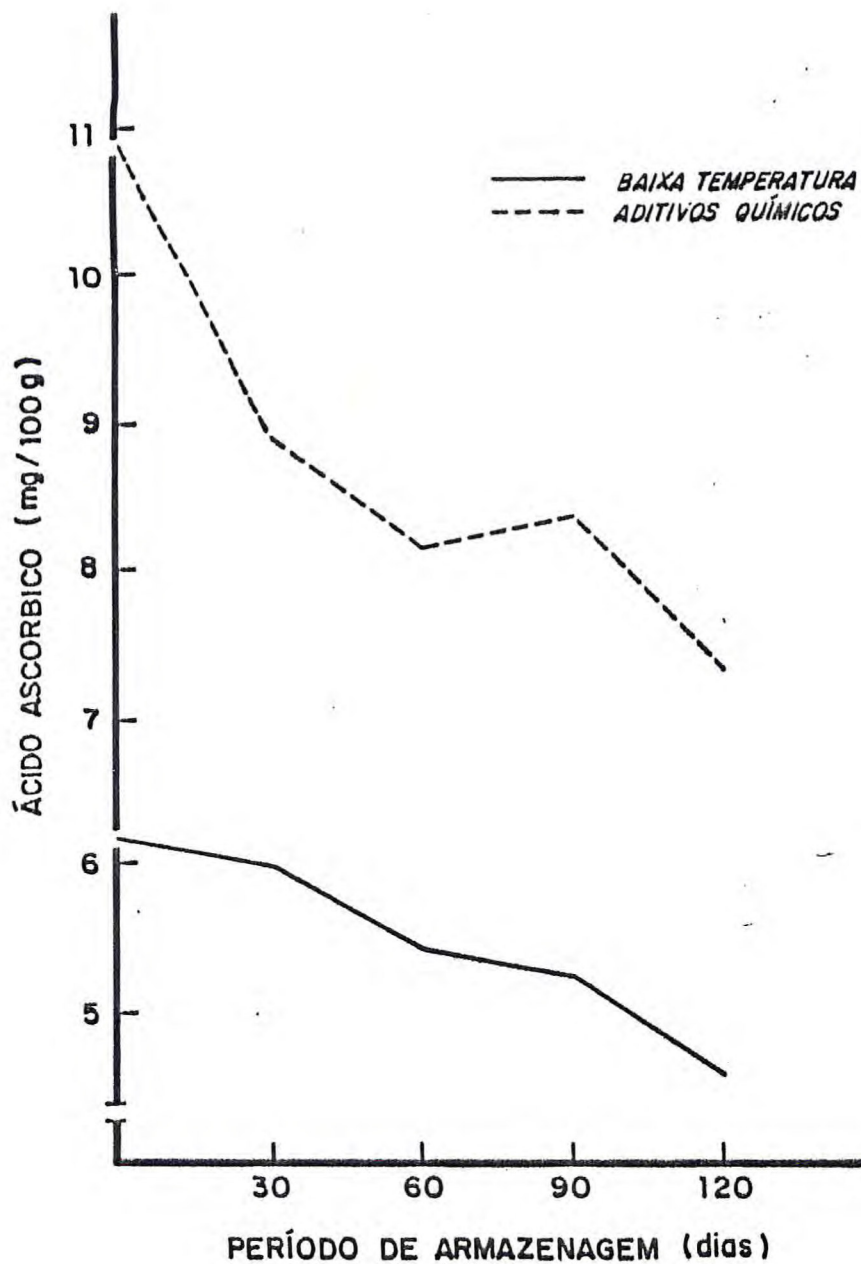


FIGURA 13 - Variação do teor de ácido ascórbico, no suco de maracujá integral, obtido por extração enzimática e submetido a diferentes métodos de preservação durante estocagem.

4.3 - Avaliação do rendimento industrial

A TABELA 18 apresenta os dados determinados na averiguação do rendimento industrial, no que diz respeito a obtenção do produto principal (suco) e, dos sub-produtos (casca e sementes), em dois distintos processamentos o método convencional (mecânico), e, o método enzimático (mecânico/enzimático). É de se considerar que os dados do procedimento convencional, foram obtidos de operações industriais levadas a efeito com o propósito exclusivo de determinarmos valores testemunha, para se traçar paralelo com o procedimento enzimático.

Os dados constantes na TABELA acima referida, representa os números mais significativos em ambos os procedimentos extrativos.

No processo de extração mecânica, as taxas computadas para suco, casca, e sementes estão de cônformidade com resultados obtidos por diversos pesquisadores, (TABELA 5), e, de um modo mais aproximado com LIPITOA & ROBERTSON (1977).

Para obtenção do suco por procedimento enzimático, efetuamos experimentos com variações da concentração das enzimas pectolíticas (ULTRAZIM-100G), da temperatura de atuação, e, do tempo de permanência do tratamento enzimático (TABELAS 9, 10 e 11). Com referência ao pH, procuramos trabalhar com o natural do próprio suco, uma vez que situou-se em torno de 3,0, e, de acordo com a FIGURA 14, o suco de maracujá integral apresenta pH dentro de uma faixa considerada compatível.

A TABELA 9 contém dados referentes ao processamento enzimático, no qual mantivemos o pH do meio, a temperatura ótima recomendada por vários pesquisadores, e, um tempo tamam

TABELA 18 - Resultados do rendimento de suco, cascas, e sementes, obtidos para o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) utilizando-se os métodos convencional e enzimático respectivamente.

Método	Rendimento (%)			
	Cascas	Suco	Sementes	Perdas de Linha
Convencional	55,15	26,10	15,91	2,84
Enzimático *	56,11	36,89	3,82	3,18

* - Condições Padronizadas:

- Concentração - 60 p.p.m.
- Temperatura - 50°C.
- Tempo - 120 min.
- pH - em torno de 3,0.

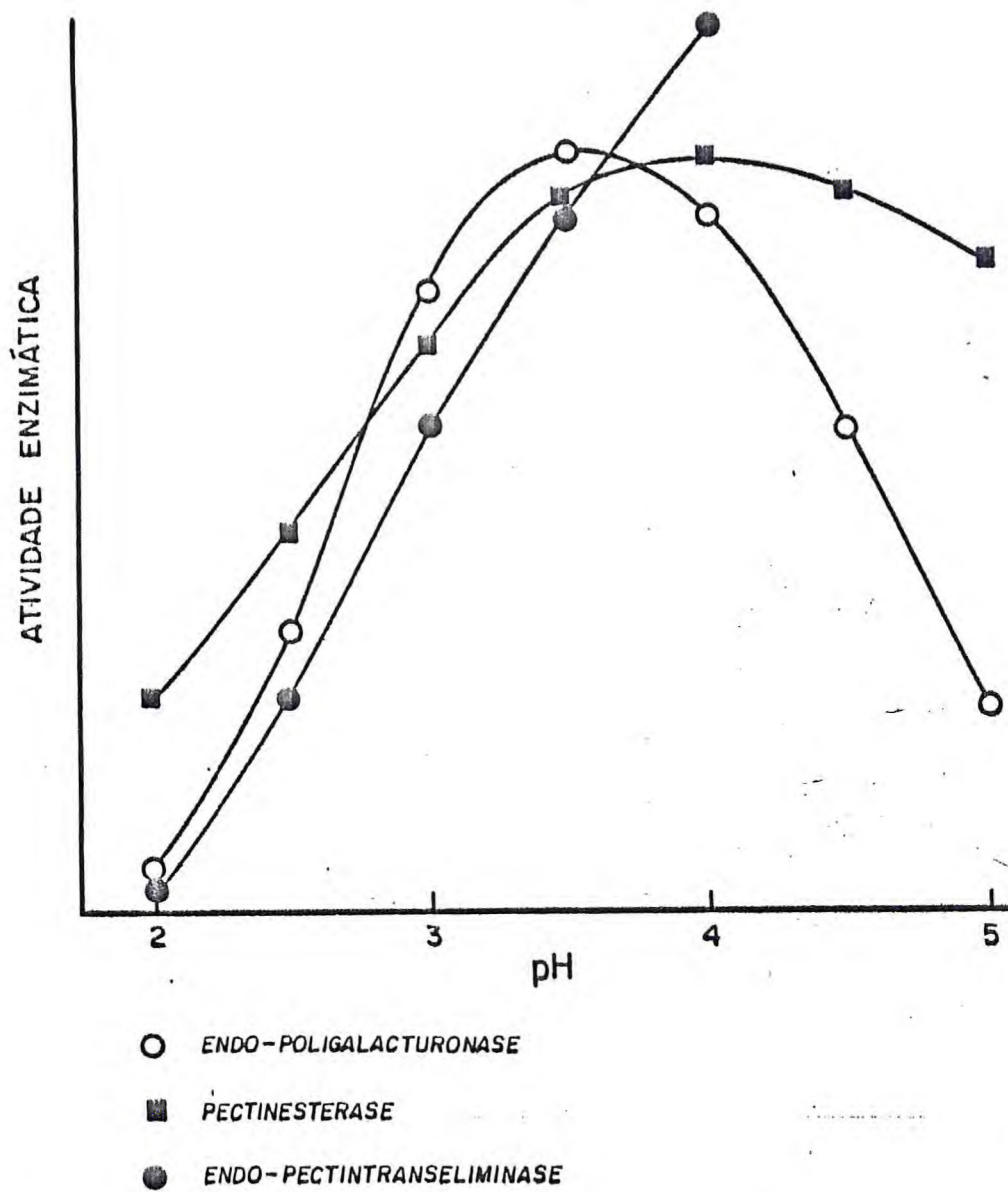


FIGURA 14 - Comportamento de enzimas pectolíticas com respeito a variações da atividade relacionada com o pH.

bem considerado em muitos trabalhos como o ideal. Consideramos como suco primário (SP), ao produto obtido da extração puramente mecânica; as condições de tratamento enzimático referidas acima, prestaram-se para o trabalho sobre o material remanescente (suco + polpa), ainda presente nas sementes da operação mecânica, gerando assim o suco secundário (SS), o qual após inativação das enzimas atuantes foi misturado ao suco primário, resultando então o suco total.

Pelos resultados extratificados na TABELA 9, consideramos como a melhor concentração 60 p.p.m. (6g/ton), uma vez que obtivemos um incremento de 10,85% de suco secundário, maior em (1,1%) do que trabalhando com concentração de 50ppm, embora menor do que os 10,95% alcançados com a concentração de 70 p.p.m., todavia com esta concentração maior em 10ppm, obtivemos um incremento de (0,1%), insignificante quando comparamos com as concentrações discutidas. A FIGURA 15 demonstra a influência da concentração.

Os resultados da TABELA 10, demonstram o efeito da temperatura de atuação da mistura enzimática no processo de extração.

Trabalhamos com a concentração anteriormente determinada como a ideal, com o pH do meio, com tempo fixo, variando a temperatura em 5°C a cada experimento.

Pelos resultados expressos, pode-se notar que o rendimento de suco aumenta com a elevação da temperatura, entre tanto ao atingir valores superiores a 55°C, pode-se observar uma diminuição de rendimento devido a perda de atividade enzimática. Através da FIGURA 16 pode-se avaliar a faixa de 45 a 55°C como a ideal, embora a temperatura de 50°C tenha sido a mais significativa.

NA TABELA 11 os resultados são representativos do efeito da variação de tempo de atuação da ULTRAZIM-100G, com a concentração e temperaturas já otimizadas, e mantendo o pH do meio.

Muitos pesquisadores trabalhando na extração de suco com atuação enzimática encontraram como tempo ideal, o

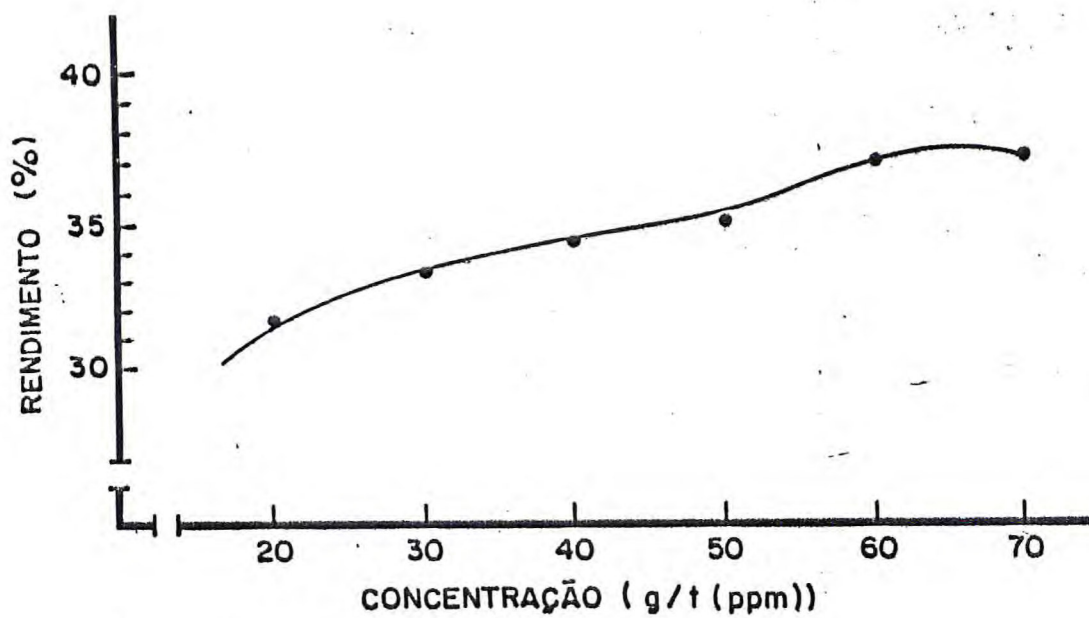


FIGURA 15 - Efeito da concentração da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujã integral.

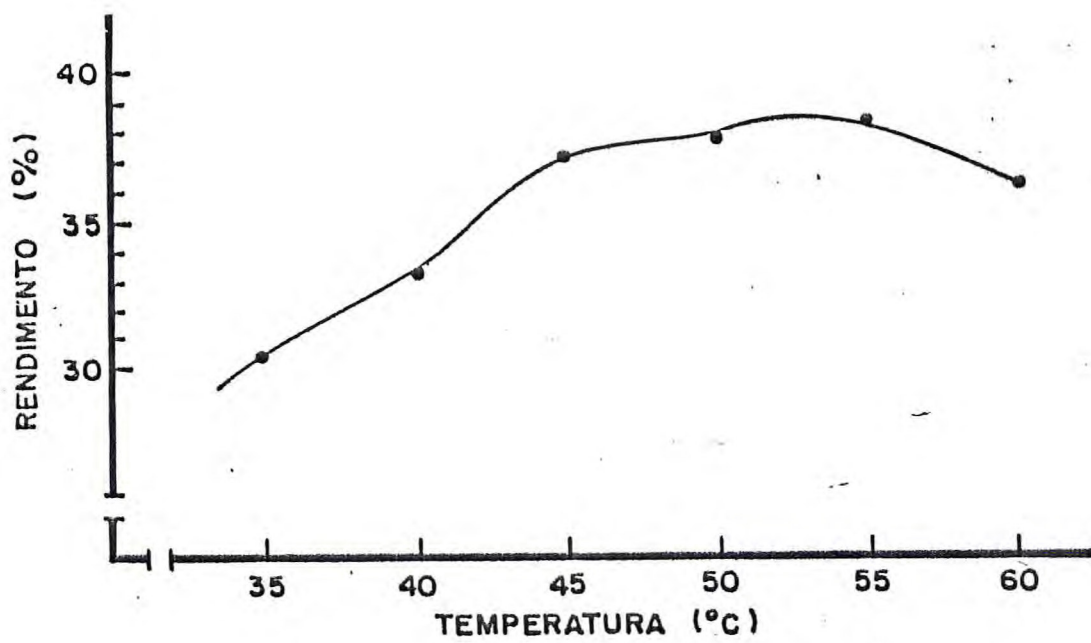


FIGURA 16 - Efeito da temperatura de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral.

intervalo entre 1-2h, NARAIN & BORA (1981), JALEEL et al. (1978).

Pode-se observar por análise da FIGURA 17 que a partir de t_1 (30 min) passando por t_2 (60 min) e, até t_4 (120 min) houve um aumento progressivo, observando-se a partir daí, e até chegar no tempo t_6 (180 min) quase um patamar, sem um incremento significativo. Acima deste tempo observou-se apenas turbidez diferentes.

Após a padronização das condições, tais como, concentração de enzima, temperatura e tempo do tratamento enzimático, mantendo o pH do meio (em torno de 3,0), foi verificado então a eficiência da mistura de enzimas pectinolíticas (ULTRAZIM-100 G).

Realizamos como experimento final, a utilização de ULTRAZIM a nível industrial como demonstrado no fluxograma enzimático (FIGURA 5), nas seguintes condições: concentração (60 p.p.m.), temperatura (50°C), tempo (120 min), e pH em torno de 3,0. Todos os experimentos descritos nas TABELAS 9, 10 e 11 foram realizados industrialmente.

A TABELA 18 sintetiza os resultados finais de avaliação de rendimentos.

Através da análise estatística podemos observar:

1 - Efeito comparativo dos tratamentos (baixa temperatura e aditivos químicos) sobre a estabilidade das características físico-químicas estudadas, do suco de maracujá

Fig. 19
A TABELA 19 mostra a tendência central, expressa pela média, assim como a variabilidade representada pela variância, das distintas variáveis. São também, na mesma TABELA, configurados os valores das estatísticas utilizadas na pesquisa da significância, onde se verificam:

a) Diferença significativa entre as variâncias (que medem a maior ou menor estabilidade das características estudadas) referentes à acidez, a relação Brix/acidez e açuca

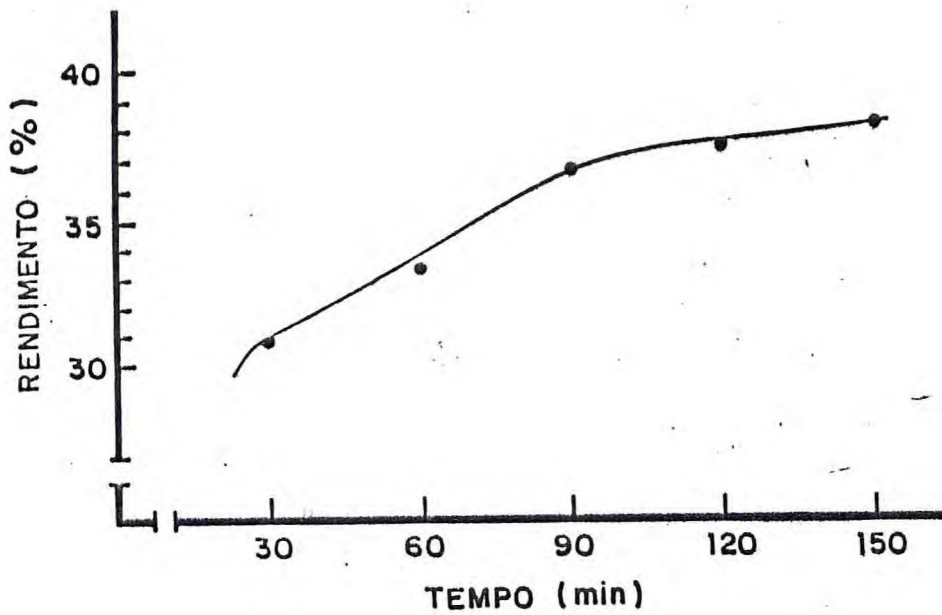


FIGURA 17 - Efeito do tempo de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá integral.

TABELA 19 - Resultados estatísticos entre as médias, as variâncias das determinações analíticas do suco de maracujá com diferentes métodos de preservação.

Tratamentos Estatísticas	Baixa temperatura		Aditivos químicos		Valor do teste F	Valor do teste t
	Média	Variância	Média	Variância		
Características físico-químicas						
pH	2,95	0,0045	2,97	0,0082	1,822	-0,687
Viscosidade (centipoise)	141	1422,1428	106,33	626,6667	2,269	2,966*
Brix	13,90	0,1157	13,93	0,1878	1,623	-0,211
Acidez (% ac. cítrico)	4,50	0,0931	4,48	0,0159	5,855*	0,250
Brix/acidez	3,09	0,0493	3,11	0,0114	4,324*	-0,333
Açúcares redutores %	5,48	0,0614	7,33	0,1754	2,857*	-15,417*
Açúcares não redutores %	1,78	0,2645	0,55	0,1405	1,882	7,485*
Açúcares totais %	7,26	0,2775	7,85	0,2711	1,024	-3,085*
Vitamina C (mg/100g)	5,48	1,4774	8,73	3,1202	2,112	-5,870*

* - Significativo ao nível de 5%.

res redutores. Assim, os aditivos químicos propiciaram maior estabilidade que a baixa temperatura nos parâmetros acidez e Brix/acidez. Porém, para o parâmetro açúcares redutores, a situação foi inversa.

b) De forma estatisticamente significativa, verificou-se:

- baixa temperatura levando o maior valor médio, viscosidade e açúcares não redutores;

- os aditivos químicos condicionaram maior média para açúcares redutores, açúcares totais e vitamina C:

2 - Efeito da concentração da enzima ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá, mantidos constantes temperatura, pH e tempo

Baseado nos dados obteve-se a seguinte reta de regressão: $\hat{Y} = 0,08x + 5,82$, em que o coeficiente angular é significativamente diferente de zero ($P < 0,05$), sugerindo-se, dessa forma, que, pelo menos dentro dos limites estudados, o aumento da concentração leva o maior rendimento.

3 - Efeito da temperatura de atuação da ULTRAZIM-100G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá, mantidos constantes a concentração, pH e tempo

Obteve-se a seguinte reta de regressão: $\hat{Y} = 0,20x - 0,25$, onde o coeficiente angular é significativamente diferente de zero ($P < 0,05$), acreditando-se, portanto, que, o aumento da temperatura leva o maior rendimento, pelo menos dentro dos limites estudados.

- 4 - Efeito do tempo de atuação da ULTRAZIM - 100 G sobre o rendimento na extração do suco de maracujá, mantidos constantes a concentração, pH e temperatura

Obteve-se a seguinte reta de regressão: $\hat{Y} = 0,04x + 5,17$, onde o coeficiente angular é significativamente diferente de zero ($P < 0,05$), assim, sugerindo que o aumento do tempo leva o maior rendimento.

5 - CONCLUSÕES

O suco de maracujá integral é consideravelmente ácido, apresenta teores significantes de açúcares, sendo uma fonte regular de vitamina C.

A composição de minerais indica ser o suco referido, uma boa fonte de fósforo, e regular de cálcio e ferro.

O suco integral apresenta alta taxa de umidade, baixa concentração de proteínas e lipídios, assim como teores muito baixos de cinzas, fibra e amido.

O baixo teor de ácido ascórbico está ligado diretamente ao tratamento enzimático e a posterior inativação.

A viscosidade em ambos os métodos de preservação progrediu ao longo do tempo de estocagem, com o indicativo de gelatinização do amido, presente nos sucos, em baixos teores, e, de possível homogeneização errônea.

O suco preservado por aditivos químicos manteve-se mais estável durante os 120 dias previstos para a estocagem.

A utilização de enzimas pectolíticas, coadjuvante do processo de extração do suco integral, mostrou-se bastante eficiente, uma vez que houve um incremento de 11% de suco adicional.

A concentração, temperatura, pH e tempo, foram otimizados com respeito a extração industrial, fazendo com que seja perfeitamente viável tanto do ponto de vista tecnológico como econômico, o processamento industrial de suco de maracujá pelo sistema enzimático.

Deve-se destacar que a casca do fruto deve merecer maior atenção no que diz respeito a extração enzimática da pectina, para fabricação de geléias.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITKEN, H.C. Apple juice In: TRESSLER, D.K. & LOSLYN, M.A. Fruit and Vegetable Juice Processing. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, 2. ed. p. 619, 1975.
- AKAMINE, E.K.; BEAUMONT, J.H.; BOWERS, F.A.I.; HAMILTON, R.W.; NISHIDA, T.; SHERMAN, G.D.; SHOJI, K.; STOREY, W.B.; YEE, W.W.J.; ONSDROFF, T. & SHAW, T.N. Passion fruit culture in Hawaii. Hawaii College of Agriculture. Univ. of Hawaii, 35 p. Extension Circular, 345, 1956.
- ASHBY, J.; BROOKS, J. & REID, W.W. Preparation of pure mono, di e trigalacturonico acids, London, Chem. Ind. 360, 1975.
- ASSOCIATION OF CHEMICAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 20. ed. Washington, 1975. 1094 p.
- AUNG, T. & ROSS, E. Heat sensitivity of pectinesterase activity in papaya puree and of catalase-like activity passion fruit juice. J. Food Sci. 30(1): p.144-147, 1965.
- BAZZORI, V.; ROBBINS, C. R. Some fruits of Hawaii; their composition, nutritive value and use in tested recipes. Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull. 77, 1936 apud GUIMARÃES, F.A. Considerações físicas, químicas e tecnológicas no aproveitamento industrial da pitanga (*Eugênia uniflora*, L.). Fortaleza, UFC, 1981. 91p (Tese Mestrado).
- BEER, O.P.; RAGHURAMAINAH, B. & KRISHANAMURTY, G.V. Utiliza tion of mango Waste. Recovey of juice from The wast pulp and peel. J. Food Sci. Technol., 13(3), p.138-141, 1976.

- BLOUIN, J. & BARTHE, J.C. Utilization pratique d'enzyme pectolytiques en Technologie. Ind. Aliment. Agric., 30, 1169, 1963.
- BOARD, P. W. Processing of passion fruit pulp. Div. Food Preserv. (C.S.I.R.O.), Homebush, N.S.W., 1954.
- BORA, P.S.; NARAIN, E.N. Estudo do rendimento do suco de maracujá por tratamento enzimático. IV: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Rio de Janeiro, p. 226-229, 1980.
- BOYLE, F.P.; SHAW, T.N. and SHERMAN, G. D. Efficient extraction, single strength technique open up wide uses for new passion fruit juice Food. Eng. 27(9): 94, 1955.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste, 2. ed. Fortaleza, Imprensa Oficial, 1960. 940 p.
- CAMBRAIA, J.; BRUNE, W.; FORTES, J.M. & ANDERSON, O. Vitamina C em frutos de interesse tecnológico. Revista Ceres, 18 (96): 139-150, 1971.
- CEARÁ - Comissão Estadual de Planejamento Agrícola. Conjuntura atual da comercialização do maracujá no Estado do Ceará. Fortaleza, 1981. 20p. EMATERCE & EPACE. Sistema de produção para a cultura do maracujá; Região Ibiapaba-Ce., Fortaleza, 1981 (Boletim, 351).
- CEREDA, E. & SAMPAIO, C.E. Influência da temperatura e da agitação no teor de vitamina C no suco de maracujá. In: JORNADA CIENTÍFICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS E BIOLÓGICAS DE BOTUCATU, Botucatu, 1970. Anais... Botucatu Associação dos Docentes da F.C.M.B.B., 1970. p. 130.
- CHAN Jr., H.T.; CHANG, T.S.K. & CHENCHIN, E. Volatile acids of passion fruit juice. J. Agric. Food. Chem. 20 (1) : 110-2, 1972.

- CHARLEY, J.L.S. The use of enzymes in the processing and storage of juices and other fruit products. Soc. Chem. Ind. Monogr., 11, 107-117, 1961 apud AYLWARD, Fand HAISMAN, D. R. Oxidation systems in fruit and vegetables-their relation of the quality of preserved products, England, Adv. in Food Reserch. p. 1-76, v.17, 1969.
- COOPER, B. & BROSTOWICZ, R. Estudo econômico da cultura do maracujá no Estado do Pará. Ministério do Interior, Su perintendência do Desenvolvimento da Amazonia - SUDAM, Belém, 119p. 1971.
- CRUESS, W. Y.; QUACCHIA, R. & ERICSON, K. Pectic enzymes in wine making, Chicago, Food Technol. 9, 601, 1955.
- CRUESS, W.V.; RIVERA, W.; CHONG, G.; GIBSON, A. Fruit Products, 110, Nº 1, 22, 1950 apud JACOBS, M.B. Enzymes in food processing, Food and Food Processing, New York, p. 2361, 1971.
- CZYHRINCIW. Tropical fruit technology. Adv. Food Res. 17, 153-214, 1969.
- DAEMON, D.; GUIMARÃES, N.L. & FERREIRA, O. Comercialização de frutas Tropicais Brasileiras. Fund. Get. Vargas, Rio de Janeiro, 142p., 1975.
- De BECZE, G.I. Industrial Enzymes. In: KIRK, R.E. & OTHMER D.F. Encyclopedia of Chemical Technology. Ed. John Wiley and Sons, New York, V. 8. p. 173, 1965.
- DEMAIN, A.L. and PHAFF, H.J. Recent advances in the enzymatic hydrolisys of pectic substances, Wallestein Labs. Communs, 20, Nº 69, p. 119-139, 1957.
- DIAZ, P. C.; RENAUD, J. C. *Cylindrosporium* sp Patogeno em fruto de PARCHITA maracuyá. VI Jornadas Agronômicas, 1966, Caracas, Sociedade Venezuelana de Ingenieros Agro nomos. V. 4..

- DINIZ, Z.N. Extração enzimática de suco de manga e propriedade reologica do suco, João Pessoa, UFPb, 1983. 89 p. (Tese de Mestrado).
- DOESBURG, J.J. Behavior of pectins in stored frozen fruits. Proc. 7th Inten. Congre. Refrig., London, p. 548 - 551, 1951.
- DUPAIGNE, P. & DALNIC, R. Boissons nouvelles à base de fruites. Fruits, Paris, 20:571-575, 1965 apud TOCCHINE, R.P., LARA, J.C.C., Industrialização do suco de banana simples e concentrado. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Boletim Nº 51, São Paulo, p. 93-112, 1977.
- ENDO, A. Production of pectic enzymes, HAKKO Kyokaiishi 20, 282-287, 1962.
- FEBRES, Y. Analisis bromatológico de la maracujá y estudios de sus posibilidades industriales. Rev. Fac. Farmácia Univ. Los Andes, Mérida 6(8-9): 21-49, 1965-66.
- FLORIBETH, U.; LASTRETO, C. & COOKE, R.E. A study of using pectinolytic enzymes. J. Food Technol. 16, p. 115-125, 1981.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Processed Tropical Fruit. Commodity Bulletin Series Nº 51, FAO, Rome, 63p., 1972.
- FONSECA, J.L.F. Suco concentrado de maracujá. CEPED, Bahia, Bol. Técnico 3 (3) p. 31-66, 1971.
- FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N. & MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbido e beta caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. Arch. Latinoamericanos de Nutrição, 19 (1) : 9-16, 1969.
- FOUQUÉ, A. Espécies fruitières d'Amérique tropical. 4. Les Passifloracées. Fruits. 27 (5): 368-82, 1972.

- FUNDAÇÃO CENTRO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOL. DE ALIMENTOS (FCTPTA). Contribuição ao desenvolvimento da agroindústria, Maracujá, São Paulo, p. 165-197, 1972.
- GARCIA, J.L.M. Maracujá, da cultura ao processamento e industrialização, S. Paulo, ITAL, p. 112, 1980.
- GUIMARÃES, F.A. Considerações físicas, químicas e tecnológicas no aproveitamento industrial da pitanga, Fortaleza, UFC, 91p., 1981. (Tese de Mestrado).
- GURNEY, E.H. Composition of some fruits and fruit waste. Agr. J. Queensland, 47, 403, 1937.
- HAENDLER, L. La passiflore: sa composition chimique et ses possibilités de transformation. Fruits. 20(5): 235-245, 1965.
- HENNEBERG, G. Laudw. Vers. Sta. 6 1900-64, 1974, In WINTON, A.L. & WINTON, K.B. The analysis of foods. New York John Wiley & Sons, 1947. p. 64-66.
- HOEHNE, F.C. Frutas indígenas. S. Paulo, Secretaria de Agricultura e Comércio. Inst. Bot. 88p. 1946.
- INCAP-CINDN. Tabla de composición de alimentos para uso em America Latina, Guatemala, p. 46-48, 1961.
- INOMATA, E.I.; SABINO, M.; PREGNOLATTO, W. & CONCILLIO, M.S. Determinação do teor de suco de Maracujá em produtos industrializados. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 43 (1-2): 9-14, 1983.
- INSTITUTO ADOLFO-LUTZ. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 2. ed. S. Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1976. 371 p.
- JACOBS, M.B. Enzymes in food processing. Food and Food Processing, England. p. 2360, 1951.

- JEWELL, W. R. Chemical composition of passion fruit (*P. edulis*). J. Dept. Agr., Victoria, 31, 609, 1933.
- KEFFORD, J.F. & VICKERY, J.R. Passion fruit products, Csiro Food Preservation Quarterly, 21, p. 2-12, 1961.
- KILLIP, E. P. The American Species of Passifloraceae. Field Museum of Natural History of Chicago, Bot. Series Vol. 19, Part I. 613 p. 1938.
- KONIGSBAKER, K.S.; HEWITT, E.J. & EVANS, R.L. Applications of Flavor Enzymes to Processed Foods. Food Techn. XIII, 128, 1959 apud SGARBIERI, V.C. Controle e aplicação industrial de enzimas. Boletim Nº 4. CENTRO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, São Paulo, p. 55-81, 1965.
- KNIGHT, A. Passion fruit preserves. J. Agr. (Victoria), 34, p. 345, 1936.
- KNOCK, G.G. Recent technical developments in the canning industry of Union of South Africa. Intern. Cong. Canned Food, 2 paper XXV, 1951.
- LARA, J.C.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J. C. Processamento: Produtos, Caracterização e Utilização. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Maracujá, S. Paulo, ITAL, 1980. p. 115-151. Série Frutos Tropicais.
- LEITÃO, M.F.F.; EIROA, M.N.U. & GERALDINI, A.M. Microflora de leveduras em maracujá amarelo, e uso de conservantes na preservação do suco. Coletânea do INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, São Paulo, 8: 531-541, 1977.
- LIMA, U.A.; AGUARONE, E.; BORSANI, E. Tecnologia das Fermentações. Edgard Blucher, São Paulo, 285p. 1975.
- LIPITOA, S. e ROBERTSON, G.L. The Enzymatic extraction of juice from yellow passion fruit pulp. Trop. Sci. 19, 105-112, 1977.

- MANICA, Ivo. Fruticultura tropical-maracujá, São Paulo, Ed. Agronomica Ceres, 160p., 1981.
- MARSHALL, R.E. Michigan State College Agr. Exp. Sta. Circ. Bull 206, 1947, apud JACOBS, M. B. Enzymes in food processing, Food and Food Processing, New York, p.2360-2361, 1971.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Maracujá. São Paulo, ITAL, 1980. p. 5-59. Série Frutas Tropicais.
- MILLER, C.D. et al. Vitamin values of food used in Hawaii, Hawaii Agric. Exp. Sta. Bull Nº 30, 94p., 1956.
- MILLER, C.D. et al. Fruits of Hawaii:discription nutritive value and recipes. Honolulu, University of Hawai press, p. 119-128, 1957.
- MOREIRA, J.L.G. Matéria Prima In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Maracujá. S. Paulo, ITAL, 1980. p.107-113 Série Frutos Tropicais.
- MORETTI, V.A. & CANTO, W.L. Aspectos econômicos da produção e mercado. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Maracujá. S. Paulo, ITAL, 1980. p. 155-194. Série Frutos Tropicais.
- MURAKISHI, H.H. and M. ARAGAKI. Passion fruit disease control, Hawaii Food Sci. 4 (2), 1955.
- NARAIN, N. & BORA, P.S. Estudo do rendimento do suco de banana extraído por tratamento enzimático. V^o CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Resumo temas livres, Viçosa, p. 76, 1981.
- NOTTER, G.K.; BREKKE, J.E.; TAYLOR, D.H. Factores affecting behavioun of fruit and vegetable juice during vacuum puff drying. Food Technol., 16, 115-125, 1981.

- OLHSSON, I. Temperature dependence of sensory quality changes during thermal processing. J. Food. Sci. 45: p. 836-839, 1980.
- OTAKI, K.K. and MATSUMOTO, H. Nutritive value and utility of passion fruit by-products. J. Agr. Food Chem. 6, 54, 1958.
- PARK, Y.K.; PAPINE, R.S. Produção de Enzimas industriais e sua aplicação no processamento de alimentos, Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos Nº 16, 80p, 1968.
- PATEL, D.S. and PHAFF, H.J. Purification of tomato polygalacturonase. Food Research. 25, p. 37-46, 1960a.
- PEARSON, D. Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos. Zaragoza, Editorial Acribia, 1976. 33lp.
- PEDERSON, C.S. Fruit Products, 26, 294, 1947 apud JACOBS, M.B. Enzymes in food processing, Food and Food Processing, New York. p. 2358-2359, 1951.
- PLATT, W.C. & POSTEN, A.L. Methods for recovering citrus oil, U.S. Patent 3.058.887, 1962.
- POORE, H.D. Passion fruit products, Fruit Prods. J. 14, p. 264, 1935.
- POPE, W.T. The edible passion fruit in Hawaii. Hawaii Agric. Exp. Stat. Bull. Nº 74, 2lp. 1935.
- POTTER, N.N. Food Science. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co., INC, 1973, 553p.
- PRUTHI, J.S. Nutritive value and utilization of passion fruit, Panjab University, India, 1955 (Ph.D. Thesis).
- PRUTHI, J.S. Physico-chemical composition of passion fruit (*P. edulis*) Varietal differences. Indian J. Hort. 15, 87, 1958b.

- PRUTHI, J. S. Chemistry and technology of passion fruit juice. Food Sci. India, 8, p. 396, 1959a.
- PRUTHI, J. S. Physico-chemical composition of passion fruit. Effect of degree of maturity. Indian J. Hort. India, 16, p. 110, 1959b.
- PRUTHI, J. S. Studies in the preservation and storage of passion fruit juice ascorbic acid retention. Indian J. Hort. 13 (7). p. 7, 1959c.
- PRUTHI, J. S. and LAL, G. Carbohydrates in passion fruit juice, Indian J. Hort., 17, 133, 1960.
- PRUTHI, J.S. Thermal processing of canned foods with special reference to heat sterilization by agitation. Reviews in Food Technol. India, e, p. 397, 1960c.
- PRUTHI, J. S. Spin-pasteurization of canned passion fruit juice. A study of factors governing heat-penetration, Food Sci. India, 12, 1, 1963a.
- PRUTHI, J. S. Physiology chemistry and technology of passion fruit. Advances in Food Research 12: 203 - 282, 1963.
- RAO, B.A.S. and PRUTHI, J. S. An Acid-tolerant and non-sporulating strain of yeast from passion fruit juice, Nature, 187, p. 342, 1960.
- REED, G. Enzymes in food processing. 1st Edition, Academic Press, New York, 1966.
- REID, W.W. Pectin degrading enzymes and their implication in the fruit products industry. In: "Recent Advances in Fruit Juice Production" (U.S. Charley, ed.) p. 145-161. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation, CROPS, 1950.

- SALOMON, E.A.G.; DE MARTIN, Z.J.; KATO, K.; SILVA, S. D.; MORI, E.E.M. & BLEINROTH, E.W. Formulações de nectares de frutas tropicais. Bol. Inst. Tecnol. Alimen. S. Paulo, 50 p. 103-121, 1977a apud SÊSSA, M.C.M. Aspectos tecnológicos e caracterização física, físico-química e química do maracujá, Fortaleza, UFC, 123p. 1985 (Tese de Mestrado).
- SAMPAIO, T. O Tupi na Geografia Nacional. Empresa Typographia. Editora "O Pensamento", S. Paulo. 2. ed., 285 p., 1914.
- SEALE, P.E. SHERMAN, G.D. Commercial passion fruit process in Hawaii. Hawaii Agric. Exp. Sta. Circ. 58, 18p., 1960.
- SEELKOPF, C.; GONZALEZ, D. & THOMSEN, H. Fruits of some south american passion flowers. Fruchtsaft-Ind. 7: p. 93-107, 1962.
- SÊSSA, M.C.M. Aspectos tecnológicos e caracterização física, físico-química e química do maracujá, Fortaleza, UFC, 123p., 1985 (Tese de Mestrado).
- SCHWIMMER, S. & GUADAGNI, D.G. Relation Between Olfactory Treshold Concentration and Pyruvic Acid Content Onion Juice. J. Food Sci., 27: 94, 1962 apud SGARBIERI, U.C. Controle e aplicação industrial de enzimas. Boletim Nº 4. CENTRO TROPICAL DE PESQUISAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, São Paulo. p. 55-81, 1965.
- SCOTT, F.S. Jr. Consumer uses of passion fruit juice. Hawaii Agr. Exp. Sta. Agr. Econ. Rept., Nº 31, 1957.
- SGARBIERI, V.C. Controle e aplicação industrial de enzimas Boletim ITAL 55-80, 1975.
- SHERMAN, G.D.; COOK, C.K. and NICHOLS, E. Pectin from passion fruit rinds. Hawaii Agr. Expt. Sta. Progress Notes 92, p. 1-4, 1953.

- SREEKANTIAH, K.R.; JALEEL, S. A.; RAMACHANDRA RAO, T. N.;
Properties of fruit juices by enzymic processing. J. Food
Sci Technol. 5(3): 129-32, 1968.
- STOREY, W. B. Chromosome numbers of some species of
"Passiflora" occurring in Hawaii. Pacific Sci. 4: 37-42,
1950.
- STRAUSS, D. Passiflora-eine exotische fruct. Flussiges Obst
41(1): 15-16, 1974.
- TORRES, M.R. GIACOMETTI, D.C. Comportamiento del "maracujá"
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) bajo las condi-
ciones del valle del cauca. Agric. Trop (Bogotá, 22/5),
247-254, 1966.
- TREVAS FILHO, V. Informações tecnológicas sobre o proces-
samento de sucos (caju, maracujá, e abacaxi), Pesquisa
Agrop. do Nordeste 3 (2): p. 49-52, 1971.
- TUMA, A. L. da S. Modificações no suco de maracujá recons-
tituido. Fortaleza, UFC., 1980. 55p. (Tese de Mestrado).
- UNDERKOFER, L.R. Enzymes. In: FURIA, T. & C.R.C. Hand
Book of Food Aditives. C.R.C. Press Inc., Florida p.
57-124, 1973.
- WALKER, J.H. & PATTERSON, P.G. Preparation of fresh Italian
prune juice concentrates, Chicago, Food Technol. 8, 208,
1954.
- WENKAM, N.S. & MILLER, C.D. Composition of Hawaii fruits.
Hawaii Agric. Exp. Sta., Bull. Nº 135, 87p., 1965.
- WHITAKER, J.R. Principles of Enzymology for the Food
Sciences, Marcel Dekker, Inc. New York, 1972. apud
VANBELLE, M. et al Enzymes in Food and Feeds, Revue
des fermentations et des industries alimentaires. Bruxe-
las, T. 37 Nº 4, p. 124-135, 1983.

YOSHIO, N. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola -
Aspectos de Produção e Comercialização de maracujá no
Ceará, Fortaleza, 53p., 1983.