

1-1-2003

Análisis comparativo entre dos métodos de preservación para pulpa de fruta de camu camu *Myciaria dubia*

María Fernanda Riveros Camargo
Universidad de La Salle, Bogotá

Mónica Andrea Salamanca Mayorga
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Riveros Camargo, M. F., & Salamanca Mayorga, M. A. (2003). Análisis comparativo entre dos métodos de preservación para pulpa de fruta de camu camu *Myciaria dubia*. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/298

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS MÉTODOS DE PRESERVACIÓN PARA
PULPA DE FRUTA DE CAMU CAMU (*Myciaria dubia*)

MARÍA FERNANDA RIVEROS CAMARGO
MÓNICA ANDREA SALAMANCA MAYORGA

El proyecto fue auspiciado por el Instituto Amazónico de Investigaciones
Científicas SINCHI dentro de la línea de investigación en manejo y transformación
de frutales

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ D.C

2003

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS MÉTODOS DE PRESERVACIÓN PARA
PULPA DE FRUTA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)

MARÍA FERNANDA RIVEROS CAMARGO
MÓNICA ANDREA SALAMANCA MAYORGA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos

Director

RAFAEL GUZMÁN

Químico

Codirectora

MARIA SOLEDAD HERNÁNDEZ

Bióloga, Ph.D

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BOGOTA D.C

2003

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Director: Rafael Guzmán

Firma Codirector: Maria Soledad Hernandez (Bióloga, Ph.D)

Firma Jurado: Ricardo Cepeda

Firma Jurado: Ingeniero Hugo Erazo

Bogotá D.C, 24 de septiembre de 2003

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
	INTRODUCCIÓN	
1	MARCO REFERENCIAL	1
1.1	CAMU CAMU	1
1.1.1	Origen	1
1.1.2	Aspectos botánicos	2
1.1.3	Época y método de cosecha	5
1.1.4	Composición química	5
1.1.5	Factores de calidad de los frutos	8
1.1.6	Industrialización y mercado	9
1.2	PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS	11
1.2.1	Preservación mediante altas temperaturas	12
1.2.1.1	Esterilización comercial	13
1.2.1.2	Pasterización	15
1.2.1.3	Secado	17
1.2.2	Conservación mediante la adición de azúcar	19
1.2.3	Conservación mediante regulación del pH	21
1.2.4	Conservantes químicos	23
1.2.4.1	Acido sórbico y sus sales de calcio, potasio y sodio	24
1.2.4.2	Acido benzoico y sus sales de calcio, potasio y sodio	25
1.2.4.3	Sulfitos	26
1.3	MERCADO DE PULPAS ELABORADAS	31
1.3.1	Características del mercado	32
1.3.2	Prospecto del mercado Norteamericano para frutas exóticas	34
2	MATERIALES Y MÉTODOS	37
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	37
2.1.1	Análisis físico-químico	37
2.1.2	Análisis organoléptico	38
2.2	ENSAYOS PRELIMINARES	39
2.2.1	Selección de la temperatura y tiempo de escaldado	39
2.2.2	Selección de la concentración de edulcorante para la pulpa	40
2.3	ENSAYOS DEFINITIVOS	40
2.3.1	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa de fruta de camu camu	40
2.3.1.1	Recepción	42
2.3.1.2	Selección	42
2.3.1.3	Clasificación	42
2.3.1.4	Lavado y desinfeccion	43
2.3.1.5	Escaldado	43
2.3.1.6	Despulpado	43
2.3.1.7	Empacado	44
2.3.1.8	Almacenado	44

2.3.2	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa pasteurizada, edulcorada mas preservante	44
2.3.2.1	Cantidad de edulcorante	46
2.3.2.2	Temperatura y tiempo de pasteurización	47
2.3.2.3	Cantidad de preservante	47
2.3.3	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa sulfitada	50
2.4	INDICADORES DE CONSERVACIÓN PARA LAS PULPAS DE FRUTA DE CAMU CAMU	51
2.4.1	Análisis organoléptico	52
2.4.2	Análisis microbiológico	52
2.4.3	Determinación de vitamina C	53
2.4.3.1	Análisis Estadístico para la pulpa de fruta Cruda	54
2.4.3.2	Análisis Estadístico para la pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada mas preservante	54
2.4.3.3	Análisis Estadístico para la pulpa de fruta sulfitada	55
2.4.4	Acidez	56
2.4.5	Prueba colorimétrica	56
3	ANÁLISIS Y RESULTADOS	57
3.1	CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	57
3.1.1	Análisis físico-químico	57
3.1.2	Características organolépticas	58
3.2	ENSAYOS PRELIMINARES	59
3.2.1	Selección de la temperatura y tiempo de escaldado	59
3.2.2	Determinación de la cantidad de edulcorante para la pulpa	60
3.3	ENSAYOS DEFINITIVOS	62
3.3.1	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa de fruta de camu camu	62
3.3.1.1	Recepción	62
3.3.1.2	Selección	62
3.3.1.3	Clasificación	62
3.3.1.4	Lavado y desinfección	63
3.3.1.5	Escaldado	63
3.3.1.6	Despulpado	63
3.3.1.7	Empacado	64
3.3.1.8	Almacenado	64
3.3.2	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa pasteurizada, edulcorada mas preservante	64
3.3.2.1	Cantidad de edulcorante	65
3.3.2.2	Temperatura y tiempo de pasteurización	66
3.3.2.3	Cantidad de preservante	67
3.3.3	Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa sulfitada	67
3.4	INDICADORES DE CONSERVACIÓN PARA LAS PULPAS DE FRUTA PRESERVADAS DE CAMU CAMU	68
3.4.1	Análisis organoléptico	68

3.4.1.1	Pulpa pasteurizada, edulcorada mas preservante	68
3.4.1.2	Pulpa sulfitada	70
3.4.2	Análisis microbiológico	70
3.4.2.1	Análisis microbiológico de la pulpa pasteurizada, edulcorada más benzoato de sodio	71
3.4.2.2	Pulpa sulfitada	72
3.4.3	Determinación de ácido ascóxico	73
3.4.3.1	Pulpa congelada	73
3.4.3.2	Pulpa pasteurizada, edulcorada mas preservante	75
3.4.3.3	Pulpa sulfitada	77
3.4.4	Acidez	80
3.4.5	Prueba colorimétrica	81

4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
---	--------------------------------	----

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Características diferenciales entre <i>Myrciaria dubia</i> y <i>Myrciaria sp</i> (7)	4
Cuadro 2	Valor nutricional de 100 g de pulpa de camu camu	6
Cuadro 3	Contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos (mg/100 g) en la pulpa de algunas frutas	7
Cuadro 4	Variación en las principales características de la pulpa de camu con relación al estado de maduración	8
Cuadro 5	Rendimiento de pulpa refinada en 100 g de fruta de camu camu	9
Cuadro 6	Resultados del análisis de las pulpas frescas antes de sulfitarlas	30
Cuadro 7	Resultados del análisis químico de las pulpas sulfitadas al terminar el almacenamiento	30
Cuadro 8	Resultados del análisis microbiológico de las muestras sulfitadas al terminar el almacenamiento	31
Cuadro 9	Venta en los Estados Unidos de jugos de frutas y purés concentrados a los fabricantes para frutas exóticas naturales	34
Cuadro 10	Análisis físico-químico y métodos de valoración aplicados a la fruta de camu camu.	38
Cuadro 11	Temperaturas y tiempos de escaldado evaluadas para la selección de las variables del proceso.	39
Cuadro 12	Combinación de variables para pulpa pasteurizada, edulcorada y la adición de preservante (benzoato de sodio).	49
Cuadro 13	Características de pulpas seleccionadas en el panel sensorial, para realizar el seguimiento	50
Cuadro 14	Características físico-químicas del camu camu	57

Cuadro 15	Características organolépticas del camu camu	59
Cuadro 16	Prueba de catalasa y peroxidasa de acuerdo con el tiempo y temperatura de escaldado.	60
Cuadro 17	Tabla de preferencia para la determinación de la cantidad de edulcorante para pulpa de camu camu.	60
Cuadro 18	Cantidades de sacarosa utilizados para la elaboración de pulpa de fruta edulcorada	61
Cuadro 19	Rendimiento de pulpa refinada en 100 g de fruta de camu	64
Cuadro 20	Seguimiento de las características organolépticas para pulpa de fruta congelada de camu camu (pulpa patrón)	68
Cuadro 21	Seguimiento de las características organolépticas para pulpa de fruta de camu camu pasteurizada, edulcorada mas adición de benzoato de sodio.	69
Cuadro 22	Seguimiento de las características organolépticas para la pulpa de fruta sulfitada.	70
Cuadro 23	Seguimiento microbiológico a la pulpa de fruta congelada	70
Cuadro 24	Seguimiento microbiológico a la pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio.	71
Cuadro 25	Análisis microbiológico para pulpa de fruta sulfitada	72
Cuadro 26	Análisis de varianza general realizado para los resultados de la determinación de la vitamina C en la pulpa congelada de camu camu	74
Cuadro 27	Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta congelada de camu camu	74
Cuadro 28	Análisis de varianza general realizado para los resultados de la determinación de la vitamina C en la pulpa pasterizada, edulcorada mas preservante.	75
Cuadro 29	Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio	76
Cuadro 30	Análisis de varianza entre tratamientos para pulpa de	

	fruta Pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio.	77
Cuadro 31	Análisis de varianza general realizado para los resultados de la determinación de la vitamina C en la pulpa sulfitada de camu camu	78
Cuadro 32	Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta sulfitada de camu camu	78
Cuadro 33	Análisis de varianza entre tratamientos para pulpa de fruta sulfitada de camu camu	79
Cuadro 34	Variación de acidez para los tratamientos realizados a la pulpa de camu camu	80
Cuadro 35	Parámetros de color para pulpas recién elaboradas con diferentes tratamientos de preservación.	82
Cuadro 36	Parámetros de color para pulpas de 15 días con diferentes tratamientos de preservación.	82

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Árbol de camu camu en la zona del río amazonas Colombia	5
Figura 2	Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de fruta cruda de camu camu	41
Figura 3	Estados de madurez para la fruta de camu camu	42
Figura 4	Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de fruta de camu camu pasteurizada, edulcorada y la adición de preservante (benzoato de sodio)	46
Figura 5	Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de fruta sulfitada de camu camu	51
Figura 6	Contenido de ácido ascórbico para diferentes grados de madurez de la fruta de camu camu	62
Figura 7	Frecuencia de escala hedónica para los resultados obtenidos en el panel sensorial	65
Figura 8	Variación de ácido ascórbico en pulpa congelada de camu camu a través del tiempo	75
Figura 9	Variación de ácido ascórbico en pulpa edulcorada mas preservante de camu camu a través del tiempo	77
Figura 10	Variación del ácido ascórbico en la pulpa sulfitada a través del tiempo	79
Figura 11	Variación de acidez para los tratamientos realizados a la pulpa de camu camu	81
Figura 12	Coordenadas de color para pulpa pasterizada, edulcorada mas benzoato de sodio	83
Figura 13	Coordenadas de color para pulpa sulfitada	83

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 Determinación de humedad por desecación en estufa corriente
- Anexo 2 Determinación de cenizas por incineración directa
- Anexo 3 Acidez titulable
- Anexo 4 Acidez iónica (pH)
- Anexo 5 Determinación de azúcares totales (Método de Eynon Lane)
- Anexo 6 Azúcares, determinación en soluciones por refractometría
- Anexo 7 Extracción de la vitamina C
- Anexo 8 Prueba de catalasa
- Anexo 9 Prueba de peroxidasa
- Anexo 10 Norma Técnica Colombiana 404 (Tercera revisión) INDUSTRIAS ALIMENTARIAS JUGOS DE FRUTAS
- Anexo 11 MINISTERIO DE SALUD Resolución número 4125 de 1991
- Anexo 12 Capítulo VI de la Resolución 7992 de 1991 del Ministerio de Salud
- Anexo 13 CODEX ALIMENTARIUS CODEX STAN 164 – 1989
- Anexo 14 Formato evaluación sensorial para néctar de camu camu
- Anexo 15 Formato utilizado en evaluación sensorial para néctar de fruta de camu camu
- Anexo 16 Procedimiento de análisis microbiológicos
- Anexo 17 Tablas para la determinación de las temperaturas de pasteurización y la cantidad de preservante (benzoato de sodio)
- Anexo 18 Tratamiento estadístico para cuantificación de vitamina C
- Anexo 19 Curvas de calibración utilizadas para la cuantificación del ácido ascórbico por espectrofotocolorimetría.

OBJETIVOS

General

- Realizar un análisis comparativo entre dos métodos de preservación combinados para la pulpa de fruta de Camu Camu (Myrciaria dubia) almacenados al medio ambiente.

Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas del fruto.
- Aplicar las técnicas de preservación a la pulpa de fruta cruda.
- Determinar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las pulpas obtenidas.
- Evaluar la estabilidad de las pulpas de fruta.
- Determinar las pérdidas de ácido ascórbico durante la aplicación de cada una de las técnicas y el almacenamiento de las pulpas.
- Realizar una comparación entre la pulpa de fruta cruda congelada y las pulpas del presente estudio.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las alternativas de desarrollo que podrían generar oportunidades de crecimiento y sostenibilidad en la Amazonía Colombiana encontramos la explotación de los recursos que esta región posee y que aún no han sido aprovechados. Esto implica la producción, conservación y comercialización de los productos alimenticios que allí se producen, unido al desarrollo de procesos enmarcados por la infraestructura necesaria para obtener productos de origen natural que satisfagan las necesidades nutricionales y la oferta que el mercado demanda todo con el fin de obtener productos exóticos para el mundo que brinden nuevas alternativas de consumo y nuevos estilos de vida.

El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI dedica sus trabajos de investigación a la búsqueda de alternativas viables para el crecimiento y de desarrollo de esta región del país.

El fruto del camu camu (Myrciaria dubia) se produce en la región Amazónica Peruana, Brasileña y Colombiana, aunque en esta última su producción está limitada al crecimiento de algunos arbustos a las orillas del río Amazonas en la época en que su causa crece por efecto de las lluvias del invierno o en algunas fincas del sector.

Los problemas del cultivo, la cosecha y la poscosecha se hacen evidentes y aún no son aplicadas las técnicas que permitan obtener un producto apto para la comercialización y que permitan crear una oferta y demanda del producto en la región y fuera de ella.

Según las investigaciones, el fruto posee características nutricionales incomparables, que lo hacen verdaderamente excepcional, en 100 g de pulpa de camu camu se ha encontrado que el mayor componente es el ácido ascórbico, del cual tiene 2,994 mg por 100 g de pulpa (2,780 mg como ácido ascórbico reducido). El contenido de proteínas está en 0.5 mg/100 g, el de carbohidratos en 4.7 mg/100 g, mientras que los demás constituyentes se encuentran en cantidades similares a los que se observan en otras frutas tropicales; la abundancia de vitamina C del camu camu hace que el perfeccionamiento de las técnicas para su cultivo y procesamiento posterior sean altamente deseables, puesto que en el mundo existe un elevado consumo de esta vitamina

El presente trabajo busca obtener datos que impulsen la investigación en todas las áreas que involucren la explotación de este recurso, y mas específicamente, buscar la técnica de preservación más apropiada para su comercialización sin alterar en lo posible sus características nutricionales y que a la vez permita alargar su tiempo de vida útil.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 CAMU CAMU

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es la fruta que contiene mayor cantidad de vitamina C, se habla de cuarenta y hasta 100 veces más que la naranja, y es autóctona de Perú, país donde llevan más de treinta años estudiando su cultivo (Guevara, 1996).

Actualmente, en Perú, existen unas 4.000 hectáreas de plantaciones de camu camu, una fruta que tradicionalmente ha crecido en zonas húmedas. Sin embargo, la mayor parte de las exportaciones de esta fruta todavía dependen de la recolección en procesos no industriales (Guevara, 1996).

1.1.1 Origen. El camu camu tipo arbustivo (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh), es originario de la selva amazónica, encontrándose disperso en la cuenca del Amazonas y sus afluentes, crece en el bosque aluvial inundable, es una especie ribereña, tolerante a la inundación y puede quedar sumergido 4 o 5 meses en el agua (Iman, 2000).

Se halla en mayor concentración en la parte Peruana y muy poco en la parte Brasileña, existiendo reportes verbales de existencia de rodales naturales en la parte Colombiana (río Putumayo); la dispersión de este importante frutal amazónico es principalmente en los afluentes de los grandes ríos como Ucayali, Marañón y Amazonas, así mismo, se conoce que en la zona del río Putumayo, también se encuentra el camu camu en grandes cantidades (Iman, 2000).

1.1.2 Aspectos botánicos. Es un arbusto de 3-8 m. de altura, su fruto es de forma esférica, con cáscara delgada, lisa, brillante de color púrpura oscura, la pulpa es carnosa, ácida y de sabor y aroma agradable (Villachica, 1996).

El camu camu pertenece a la familia botánica Myrtaceae, género Myrciaria. Se ha clasificado como *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh y como *Myrciaria paraensis* Berg (Mc Vaugh 1958, 1963), pero los taxónomos han optado por *M. dubia* debido a que ésta fue la primera denominación válida utilizada (Villachica, 1996).

Otros nombres comunes con que se conoce a la especie son camo camo, (español), caçari, arazá de agua (portugués) (Servicio informativo Latinoamericano, 1999).

La división taxonómica del camu camu identificada en 1958 por Mcvaugh es la siguiente:

División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Rosidae
Orden	Myrtales
Sub orden	Myrtanae
Familia	Myrtaceae
Genero	Myrciaria
Especie	Myrciaria dubia (H.B.K.) Mcvaugh

Fuente: Revista Fruits, 2001 vol.56 p 346

Además, se ha constatado que se conoce por camu camu dos tipos de frutal muy semejantes en la forma del fruto, pero con diferente forma vegetativa denominados como Myrciaria dubia y Myrciaria sp; uno es un arbusto y el otro es un árbol y, aparentemente, no son de la misma especie (Villachica, 1996).

En el cuadro 1 se describen las principales diferencias en cuanto a forma y características botánicas de planta, y fruto para estos dos tipos de frutales

Cuadro 1: Características diferenciales entre *Myrciaria dubia* y *Myrciaria sp*

Característica	<i>Myrciaria dubia</i>	<i>Myrciaria sp.</i>
Porte de planta:	Arbusto	Árbol
Época de cosecha:	Diciembre-marzo	Marzo-mayo
Peso de fruto:	10 g hasta 20 g	23 g hasta 40 g
Color de fruto:	Rojo intenso a morado	Morado a marrón
Cáscara del fruto:	Apergaminada	Semi leñosa
Color de semilla:	Amarillenta	Rosada
Tamaño de semilla:	Generalmente grande	Pequeña y pilosa
Forma de semilla:	Chata, reniforme	Ovalada, dura
Semillas por fruto:	1 a 4	1 a 2
Diámetro tronco:	Hasta 1,0 m	Hasta 0,5 m
Corteza:	Rojiza, se desprende en grandes placas	Rojiza, lisa.
Ramificación:	Copa baja, globosa, densa	Copa muy alta
Fruto:	Menor tamaño	Mayor tamaño
Contenido ácido ascórbico:	Mayor	Menor

Fuente: ROTA, N. A. 1965. Estudio bromatológico de la *Myrciaria paraensis* Berg. Tesis

1.1.3 Época y método de cosecha. La época de cosecha en las plantaciones naturales ubicadas en las orillas de los ríos se efectúa entre los meses de diciembre y marzo. Debido a que en estos meses el río aumenta su nivel, es frecuente que la cosecha sea efectuada por los pobladores nativos utilizando canoas.

Los frutos se colectan cuando empiezan a madurar en el momento en que la cáscara que es de color verde adquiere algunas pintas color granate. Si la fruta va a ser utilizada en la producción de ácido ascórbico, entonces la cosecha puede ser al estado verde, pero con fruto que ha completado su desarrollo (Villachica, 1996).



Fuente: *Rafael perugachi/ecuadortours.com*

Figura 1. Árbol de camu camu en la zona del río amazonas Colombia

1.1.4 Composición química. La composición químico-nutricional de 100 g de pulpa de camu camu se presenta en el Cuadro 2. El mayor componente es el ácido ascórbico, del cual tiene 2,994 mg por 100 g de pulpa (2,780 mg como ácido ascórbico reducido). El contenido de proteínas está en 0.5 mg/100 g, el de carbohidratos en 4.7 mg/100 g, mientras que los demás constituyentes se encuentran en cantidades similares a los que se observan en otras frutas tropicales (Iman, 2000).

Cuadro 2: Valor nutricional de 100 g de pulpa de camu camu

Componente	Unidad	Valor
Agua	%	94.4
Valor energético	cal	17.0
Proteínas	g	0.5
Carbohidratos	g	4.7
Fibra	g	0.6
Ceniza	g	0.2
Calcio	mg	27.0
Fósforo	mg	17.0
Hierro	mg	0.5
Tiamina	mg	0.01
Riboflamina	mg	0.04
Niacina	mg	0.06
Ácido ascórbico reducido	mg	2,780
Ácido ascórbico total	mg	2,994.0

Fuente: Servicio informativo iberoamericano. *Lima Perú*, mayo 1999

El contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos del camu camu en comparación con otros frutales tropicales se presenta en el Cuadro 3. En este cuadro se observa que el camu camu sobrepasa largamente en contenido de ácido ascórbico a las otras frutas tropicales conocidas por su alta concentración de este nutriente. El contenido de ácido ascórbico en la pulpa de camu camu llega a ser hasta 60 veces superior al del jugo del limón. En cambio, el contenido de proteínas es similar mientras que el de carbohidratos es parecido o menor que el de las otras frutas comparadas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de ácido ascórbico, proteínas y carbohidratos en 100g de pulpa de algunas frutas

Fruta	Ácido ascórbico (mg)	Proteína (g)	Carbohidratos (g)
Piña	20	0,4	9,8
Maracuyá (jugo)	22	0,9	15,9
Fresa	42	0,7	8,9
Limón (jugo)	44	0,5	9,7
Guayaba	60	0,5	14,9
Naranja ácida	92	0,6	10,1
Camu camu	2994	0,5	4,7

Fuente: Rota, N. A. 1965. Estudio bromatológico de la *Myrciaria paraensis* Berg. Tesis.

1.1.5 Factores de calidad de los frutos. El estado de maduración más conveniente para el aprovechamiento industrial de la fruta es el semimaduro, debido a que en dicho estado posee el mayor contenido de ácido ascórbico (Cuadro 4).

Cuadro 4: Variación en las principales características de la pulpa de camu con relación al estado de madurez

Estado de madurez	Vitamina C (mg)	Sólidos solubles °Brix	pH
100% Verde	1.700	5.60	2.60
25% Maduro	1.827	6.10	2.60
50% Maduro	1.849	6.50	2.50
75% Maduro	2.052	6.50	2.50
100% Maduro	1.870	6.20	2.50
Sobremaduro	1.650	5.50	2.60

Fuente: VILLACHICA. L. H., Frutales y hortalizas promisorios de la Amazona. Lima, Perú, 1996.

La pulpa refinada representa entre 50 y 55% del peso de la fruta (Cuadro 5). Evidentemente que cuanto mayor sea el porcentaje de pulpa refinada mayor será el rendimiento con la industrialización.

Cuadro 5: Rendimiento de pulpa refinada por 100 g de fruta de camu camu

Componente	Peso (g)
Fruta fresca	100.0
Cáscara y semilla	38.0 a 40.0
Pulpa total	60.0 a 62.0
Pulpa refinada	50.0 a 55.0
Fibras y pérdidas	7.0 a 10.0

Fuente: www.unavarra.es

1.1.6 Industrialización y mercado. La fruta de camu camu puede ser empleada para la fabricación de jugos, helados, concentrados, néctares, mermeladas y para la obtención de ácido ascórbico natural

La pulpa, los concentrados o deshidratados obtenidos de los frutos son empleados en la industria para una variedad de productos. Lo que en un principio estuvo limitado a la elaboración de productos únicamente refrescantes, se está ampliando

a productos cosméticos como cremas, mascarillas capilares, bálsamos y shampoos (Pinedo,2001).

La promoción del camu camu comienza en 1994, por iniciativa privada, y dirigida al mercado japonés. Desde esa fecha, se han registrado exportaciones crecientes a este mercado, existiendo una fuerte demanda no satisfecha. El volumen de exportación de pulpa congelada, durante los años 1994, 1995 y 1996 fue de 1.3; 6.0 y 34.3 toneladas respectivamente. Durante los años 1997 y 1998, las cantidades exportadas se incrementaron significativamente a 150 y 200 toneladas y, en la campaña 1999 – 2000, el volumen exportado ha decrecido a 190 toneladas (Pinedo,2001).

👉 **Demanda.** El Japón, en los actuales momentos, es la mejor plaza en bebidas vitamínicas con ingredientes de camu camu.

La ventaja del camu camu para el mercado norteamericano, canadiense, europeo y asiático, es su alta calidad, por estar exento de aditivos químicos, característica exigida por un creciente número de consumidores que forman parte de llamado “mercado orgánico” (Pinedo 2001).

El valor del camu camu, como insumo de vitamina C en bebidas es insuperable, frente a fabricantes de jugos o néctares de fruta que están desarrollando productos sintéticos con un mínimo contenido vitamínico (www.fao.org.2001).

1.2. PRESERVACIÓN DE ALIMENTOS

El concepto general de la preservación de los alimentos es prevenir o evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro. De esta manera, se logra obtener un alimento sin alteraciones en sus características organolépticas típicas (color, sabor y aroma), y pueda ser consumido sin riesgo durante un cierto período (no inferior a un año) (Poveda 1999).

En forma general, los métodos de preservación se pueden clasificar en tres tipos:

Métodos de preservación por períodos cortos, entre los cuales se encuentran:

- 👍 Refrigeración
- 👍 Almacenaje refrigerado con atmósfera modificada
- 👍 Tratamientos químicos superficiales
- 👍 Sistemas de embalaje con modificación de atmósfera

Métodos de preservación por acción química

- 👍 Preservación con azúcar
- 👍 Adición de anhídrido sulfuroso
- 👍 Preservación por fermentación y salado
- 👍 Tratamiento con ácidos (adición de vinagre)
- 👍 Uso de aditivos químicos para control microbiano

Métodos de conservación por tratamientos físicos

- 👍 Uso de altas temperaturas
- 👍 Uso de bajas temperaturas
- 👍 Uso de radiaciones ionizantes (Poveda 1999)

La mayoría de estos métodos involucra una combinación de técnicas. Por ejemplo, existe una combinación entre congelación y deshidratación y conservas, pasteurización y fermentación. Además de la necesidad de contar con envases y embalajes adecuados que aseguren la protección del alimento contra microorganismos y el medio ambiente (Vargas 1993).

1.2.1 Preservación mediante altas temperaturas. Entre los procesos que usan altas temperaturas como método de conservación de alimentos, se encuentran las conservas y los productos pasteurizados (jugos, pulpas). Estos procesos térmicos

involucran la esterilización o pasteurización en frascos, botellas, u otros envases con la misma función (Vargas 1993).

1.2.1.1 Esterilización comercial. La esterilización, como método de conservación puede ser aplicado a cualquier producto que haya sido pelado, trozado o sometido a otro tratamiento de preparación, provisto de un envase adecuado y sellado en forma hermética con el fin evitar la entrada de microorganismos después de la esterilización y también la entrada de oxígeno. El envase debe presentar condiciones de vacío para asegurar la calidad del producto (Poveda 1999).

El objeto de la conservación por esterilización comercial, es destruir los microorganismos patógenos que puedan existir en el producto y prevenir el desarrollo de aquellos que puedan causar deterioro en el producto.

La esterilización evita que sobrevivan los organismos patógenos o productores de enfermedades cuya existencia en el alimento y su multiplicación acelerada durante el almacenamiento, pueden producir serios daños a la salud de los consumidores. Los microorganismos se destruyen por el calor, pero la temperatura necesaria para destruirlos varia. Muchas bacterias pueden existir en dos formas, vegetativa o de menor resistencia a las temperaturas, y esporulada o de mayor resistencia. El estudio de los microorganismos presentes en los productos alimenticios ha llevado

a la selección de ciertos tipos de bacterias como microorganismos indicadores de éxito en el proceso (Poveda 1999).

Los microorganismos indicadores son los más difíciles de destruir mediante los tratamientos térmicos, de manera que si el tratamiento es eficiente con ellos, lo será con mayor razón con aquellos microorganismos más termosensibles.

Uno de los microorganismos más usados como indicador para procesos de esterilización comercial es el Clostridium botulinum, el cual es causante de serias intoxicaciones a través de alimentos de alto pH, o conservados en ambiente de vacío, dos de las condiciones para la producción de toxinas por el microorganismo.

El calor destruye las formas vegetativas de los microorganismos y reduce a un nivel de seguridad las esporas, es decir, las formas resistentes de los microorganismos, asegurando que el producto pueda ser consumido sin problemas por el ser humano.

Los productos que pueden ser sometidos al proceso de conservación por esterilización comercial son muy variados. Las frutas en general pueden ser

procesadas de esta manera, siendo las piñas y las guayabas dos ejemplos de estos productos. La piña es un producto medianamente ácido y, con relación al Clostridium botulinum es seguro, pues el microorganismo no encuentra a ese nivel de acidez las condiciones adecuadas para producir la toxina, que es altamente efectiva y mortal en el ser humano. Los productos considerados no ácidos como la mayoría de las hortalizas, pueden estar contaminados con el microorganismo y producir la toxina durante el almacenaje (Camacho,1997).

1.2.1.2 Pasteurización. Es el termino que se adjudica a los tratamientos térmicos típicamente en el intervalo de temperaturas comprendidas entre 60–80° C aplicados durante unos pocos minutos suficiente para destruir los microorganismos causantes de enfermedades, presentes en los alimentos. La pasteurización, inactiva la mayor parte de las formas vegetativas de los microorganismos, pero no sus formas esporuladas, por lo que constituye un proceso adecuado para la conservación por corto tiempo. Además, la pasteurización ayuda en la inactivación de las enzimas que pueden causar deterioro en los alimentos. De igual modo que en el caso de la esterilización, la pasteurización se realiza con una adecuada combinación entre tiempo y temperatura.

La acción de la pasteurización permite la disminución considerable de los microorganismos fermentativos que contribuyen a acidificar los productos a base de frutas a expensas de los azúcares presentes en ellos (Camacho,1997).

La pasteurización de los jugos, clarificados o pulposos y de las pulpas de las frutas, permite la estabilización de los mismos para luego conservarlas mediante la combinación con otros métodos como la refrigeración y la congelación, lo cual contribuirá a mantener la calidad y la duración del producto en el tiempo.

Entre los equipos destinados para la pasterización se encuentran las marmitas de doble chaqueta por donde circula el vapor o elemento calefactor. Las hay de serpentín o las simplemente calentadas con una fuente de calor exterior a la marmita. Esas fuentes pueden ser estufas a gas, a gasolina u otro combustible (Cheftel,1990).

Hay equipos mas complejos como el pasterizador tubular, y el pasterizador a placas entre los mas comunes. Estos son continuos y el elemento calefactor es vapor de agua generado en una caldera.

La temperatura y el tiempo escogidos para pasterizar una pulpa dependerán de varios factores, como su pH, composición y viscosidad inicial. A menor pH y

viscosidad, se requerirá menor tiempo y temperatura de pasterización (Poveda,1999).

1.2.1.3 Secado. La preservación de alimentos a través de la remoción de agua, es probablemente una de las técnicas más antiguas que existen. En el pasado, el proceso se desarrollaba poniendo directamente el producto al sol, esparcido en el suelo sobre sacos, esteras de hojas de plantas e incluso directamente en el suelo desnudo.

Hoy, la calidad de los productos secos ha mejorado debido a una serie de factores, entre los cuales se cuentan los siguientes.

👉 El uso de equipos deshidratadores para el secado solar y artificial, aumentando la eficiencia de la deshidratación.

👉 El uso de pre tratamientos químicos para la mejor conservación de color, aroma y sabor de los productos.

El principio básico en el cual se fundamenta la deshidratación es que a niveles bajos de humedad, la actividad de agua disminuye a niveles a los cuales no pueden desarrollarse los microorganismos ni las reacciones químicas deteriorantes (www.bioaplicaciones.galeon.com).

En general, hortalizas con menos de 8% de humedad y frutas con menos de 18% de humedad residual no son sustratos favorables para el desarrollo de hongos, bacterias ni reacciones químicas o bioquímicas de importancia.

Existen reacciones, como las de pardeamiento no enzimático, que pueden desarrollarse a velocidades reducidas, en ambientes con bajo nivel de agua, pero requieren de altas temperaturas ambientales. Otras reacciones son las de oxidación de las grasas, las cuales pueden llevarse a cabo a contenidos de agua muy reducidos, pero que son aceleradas por luz y temperatura. Así, el envasado y el ambiente en que se mantienen los productos deshidratados resulta de mucha importancia para la buena conservación de los mismos (Poveda, 1999).

Las frutas y hortalizas pueden ser secadas en aparatos sencillos obteniéndose productos de mejor calidad que cuando se secan al sol simplemente esparcidos en el suelo.

El tiempo de secado y la humedad final del producto, dependerán de la localización del secador, de las condiciones climáticas del lugar y de las características del producto, secándose más rápido el material trozado en pequeñas porciones y con una mayor superficie de secado (www.bioaplicaciones.galeon.com).

El manejo del proceso de secado debe ser cuidadoso si se desea tener un producto de calidad. Muchas veces es necesario un secado a la sombra para mantener las características sensoriales del producto como color, aroma y textura adecuados.

1.2.2 Conservación mediante la adición de azúcar. La adición de azúcar se usa fundamentalmente en la elaboración de mermeladas, jaleas y dulces. Esto involucra hervir la fruta, adicionar el azúcar en cantidades variables dependiendo de la fruta y el producto a preparar, y continuar hirviendo hasta que alcance el nivel de sólidos solubles que permita su conservación (Poveda, 1999).

La adición de azúcar más ciertas sustancias de las frutas producen la consistencia de gel que conforma la textura de las mermeladas y jaleas. Para lograr esto es necesario que exista un nivel de acidez y un porcentaje de azúcar adecuados (www.bioaplicaciones.galeon.com).

Las mermeladas y los otros productos nombrados se conservan debido a un principio denominado actividad de agua. La actividad de agua es la disponibilidad de agua libre para reaccionar y permitir el desarrollo de los microorganismos. Mientras menor sea la actividad de agua, menor la incidencia de reacciones deteriorantes y microorganismos (Pearson, 1994).

El nivel de agua en las mermeladas permite el desarrollo de mohos. De esta manera, si se desea conservar el producto se debe contar con el uso de vacío en su envasado, mediante el llenado en caliente o, el uso de sustancias químicas fungistáticas, como benzoato de sodio y sorbato de potasio, que impiden el desarrollo fungoso. De ser posible, siempre es mejor la primera alternativa, aunque requiere de envases de vidrio que son mas caros (Camacho,1997).

La pulpa edulcorada es el producto elaborado con pulpas o concentrados de frutas con un contenido mínimo en fruta del 60% y adicionada de azúcar.

El combinar pulpa con azúcar presenta las siguientes ventajas: le comunica mayor grado de estabilidad que la pulpa cruda; El néctar preparado a partir de esta pulpa presenta mejores características de color, aroma y sabor que el preparado con la pulpa cruda congelada no edulcorada; la textura de la edulcorada congelada es mas blanda que la que la cruda congelada permitiendo una dosificación mas

sencilla que la cruda congelada. Finalmente la pulpa edulcorada permite una preparación de néctares mas rápida ya que solo hay que mezclarla con agua (Camacho,1997).

La pulpa edulcorada es de fácil preparación. Hay que realizar cálculos sencillos donde las variables serán los grados Brix de la pulpa cruda y la proporción de pulpa que se desea tenga la mezcla del producto final que la contendrá (Poveda, 1999).

Si la pulpa edulcorada es destinada a la elaboración de néctar, se deberá saber que porcentaje de pulpa y cuantos grados Brix contendrá el néctar final.

1.2.3 Conservación mediante regulación del pH. La mayor parte de los alimentos podrían conservarse en buenas condiciones microbiológicas cuando el medio tiene un pH menor de 4.0, de modo que se han desarrollado, para frutas y hortalizas, una serie de métodos que persiguen controlar el pH mediante la producción endógena de ácido o por adición exógena de algún ácido orgánico como el acético, el cítrico e incluso el láctico (Poveda,1999).

La acidificación de hortalizas de baja acidez para poder procesarlas mediante esterilización comercial, por períodos cortos a temperaturas de alrededor de 100°C, es una metodología muy práctica para trabajar a pequeña escala, incluso a escala artesanal (www.bioaplicaciones.galeon.com).

La preparación de encurtidos (pickles) de diversas hortalizas, mediante una fermentación natural con producción de ácido láctico, es también un método muy adecuado de conservación para pepinillos, cebollitas, zanahorias, ají, y otras que regularmente se comercializan en grandes volúmenes en todo el mundo.

Lo importante es controlar el pH hasta un nivel de alrededor de 3.5, de manera de tener un nivel de acidez adecuado para obtener un producto de agradable sabor en términos de ácido láctico. Este es producido naturalmente, por la fermentación de sustratos constituyentes del material, por acción de microorganismos presentes en él (Camacho,1997).

La acidez de un encurtido que ha sido preparado por adición de ácido acético o vinagre, debe ser de alrededor de 4% y hasta 6%, expresado en acidez cítrica. Además del ácido los encurtidos son adicionados de sal, la cual tiene una reconocida propiedad antiséptica y, en niveles adecuados puede asegurar una

buena calidad del producto por mucho tiempo, además de dar buenas características sensoriales de textura y sabor al producto (Camacho,1997).

Es necesario enfatizar el hecho de que estos procesos de fermentación natural en salmuera, son desarrollados por microorganismos que actúan en condiciones anaeróbicas, es decir, para obtener un buen producto, es necesario asegurar condiciones de baja tasa de oxígeno en el sistema.

El producto se sumerge en salmuera o se adiciona de sal seca en pequeño volumen (en el repollo para fermentado) y se le dan condiciones de anaerobiosis en una bolsa de polietileno o en un depósito lo más hermético posible (Poveda, 1999).

La temperatura es un factor importante en este tipo de proceso, debiendo no ser inferior a 15° C, con mejores resultados a 25° C.

1.2.4 Conservantes químicos. Los conservantes se definen como sustancias capaces de inhibir, retardar o detener el crecimiento de microorganismos o de cualquier deterioro resultante de su presencia o capaces de enmascarar la presencia de cualquiera de estos.

Los organismos oficiales correspondientes, a la hora de autorizar el uso de determinado aditivo tienen en cuenta que éste sea un auxiliar del procesado correcto de los alimentos y no un agente para enmascarar unas condiciones de manipulación sanitaria o tecnológicamente deficientes, ni un sistema para defraudar al consumidor engañándole respecto a la frescura real de un alimento.

Las condiciones de uso de los conservantes están reglamentadas estrictamente en todos los países del mundo. Usualmente existen límites a la cantidad que se puede añadir de un conservante y a la de conservantes totales. Los conservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación. Por lo tanto, solo son útiles con materias primas de buena calidad (Pinzón, 1991).

1.2.4.1 Acido sórbico y sus sales de calcio, potasio y sodio. El ácido sórbico es un ácido graso insaturado, presente de forma natural en algunos vegetales, pero fabricado para su uso como aditivo alimentario por síntesis química. Tienen las ventajas tecnológicas de ser activos en medios poco ácidos y de carecer prácticamente de sabor. Su principal inconveniente es que son comparativamente caros y que se pierden en parte cuando el producto se somete a ebullición. Son especialmente eficaces contra mohos y levaduras, y menos contra las bacterias.

Los sorbatos se utilizan en bebidas refrescantes, en repostería, pastelería y galletas, en derivados cárnicos, quesos, aceitunas en conserva, en postres lácteos con frutas, en mantequilla, margarina, mermeladas y en otros productos. En la industria de fabricación de vino encuentra aplicación como inhibidor de la fermentación secundaria permitiendo reducir los niveles de sulfitos. Cada vez se usan más en los alimentos los sorbatos en lugar de otros conservantes más tóxicos como el ácido benzoico.

Los sorbatos son de los menos tóxicos entre todos los conservantes, menos incluso que la sal común o el ácido acético (el componente activo del vinagre). Por esta razón su uso está autorizado en todo el mundo. Metabólicamente se comporta en el organismo como los demás ácidos grasos, es decir, se absorbe y se utiliza como una fuente de energía (Pinzón, 1991).

1.2.4.2 Ácido benzoico y sus sales de calcio, potasio y sodio. El ácido benzoico es especialmente eficaz en alimentos ácidos, y es un conservante barato, útil contra levaduras, bacterias (menos) y mohos. Sus principales inconvenientes son el que tiene un cierto sabor astringente poco agradable y su toxicidad, que aunque relativamente baja, es mayor que la de otros conservantes.

En Colombia se utiliza como conservante en bebidas refrescantes, zumos para uso industrial, algunos productos lácteos, en repostería y galletas, en algunas conservas vegetales, como el tomate o el pimiento envasados en grandes recipientes para uso de colectividades, mermeladas, crustáceos frescos o congelados, margarinas, salsas y otros productos.

El ácido benzoico es uno de los conservantes más empleados en todo el mundo, aunque el producto utilizado en la industria se obtiene por síntesis química, el ácido benzoico se encuentra presente en forma natural en algunos vegetales, como la canela o las ciruelas por ejemplo (Pinzón, 1991).

La OMS considera como aceptable una ingestión de hasta 5 mg por Kg de peso corporal / día. La tendencia actual es no obstante, a utilizarlo cada vez menos substituyéndolo por otros conservantes de sabor neutro y menos tóxico, como los sorbatos. El ácido benzoico no tiene efectos acumulativos, ni es mutágeno o carcinógeno.

1.2.4.3 Sulfitos. El anhídrido sulfuroso es uno de los conservantes con una mayor tradición en su utilización. También es el que tiene más siglos de prohibiciones y limitaciones a sus espaldas.

El anhídrido sulfuroso es un gas, comercializado en forma líquida a presión. Es un aditivo autolimitante en su uso, en el sentido de que por encima de una cierta dosis altera las características gustativas del producto. Es especialmente eficaz en medio ácido, inhibiendo bacterias y mohos, y en menor grado, levaduras. Actúa destruyendo la tiamina (vitamina B1), por lo que no debe usarse en aquellos alimentos que la aporten en una proporción significativa a la dieta, como es el caso de la carne; sin embargo, protege en cierto grado a la vitamina C. Durante el cocinado o procesado industrial de los alimentos el anhídrido sulfuroso y sulfitos se pierden en parte por evaporación o por combinación con otros componentes. Los límites legales se expresan siempre en contenido de anhídrido sulfuroso.

El anhídrido sulfuroso y los sulfitos son muy utilizados para la conservación de zumos de uva, mostos y vinos, así como para la de la sidra y vinagre. También se utiliza como conservante en salsas de mostaza y especialmente en los derivados de fruta (zumos, etc.) que van a utilizarse como materia prima para otras industrias, de los que desaparece en su mayor parte durante el procesado posterior (Pinzón, 1991).

El mecanismo real del valor preservativo del SO_2 o de las sales del ácido sulfuroso (metabisulfitos, bisulfitos), no se conoce exactamente; se cree que tiene un fuerte poder reductor que actúa sobre la tensión de oxígeno en los tejidos de los

alimentos y bebidas hasta lograr inhibir el crecimiento de los microorganismos aerobios (Joslyn, 1994).

Cuando el SO_2 se usa en cantidades moderadas tiene solamente una acción preservadora temporal debido tanto a pérdidas de su valor intrínseco preservativo, por oxidación hasta sulfato, como a volatilización y a combinación con agentes químicos capaces de formar ácido L-hidroxi-sulfónico u otros compuestos de adición (Borgstrom, 1970).

La formación de compuestos entre el SO_2 y los alhehidos, azucares, cetonas, etc., trae como ventaja el bloqueo a la posibilidad de cualquier reacción de oscurecimiento del tipo "Mallard" (Borgstrom, 1970).

👉 **Eliminación del SO_2 de productos en que se usó como preservativo (desulfitado).** Un aspecto importante en la utilización del SO_2 como preservativo es tener en cuenta que para la posterior utilización de los productos se hace necesario llevar a cabo un proceso de eliminación del SO_2 presente conocido como desulfitación.

El desulfitado consiste en romper las combinaciones formadas entre el H_2SO_3 y los carbohidratos para remover luego el gas por métodos físicos y químicos.

Este proceso depende de condiciones como temperatura, acidez y contenido de azúcares del producto, y las cantidades de SO₂ usado.

Entre los métodos más usados para el proceso de desulfitado encontramos los siguientes que han sido ordenados de acuerdo al grado de eficiencia en la operación (Joslyn, 1994).

- 👍 Centrifugación
- 👍 Vacío
- 👍 Agitación
- 👍 Calentamiento a 60°C
- 👍 Inyección de aire
- 👍 Inyección de aire combinado con calentamiento
- 👍 Agitación y calentamiento
- 👍 Vacío e inyección de aire
- 👍 Vacío y calentamiento
- 👍 Vacío con inyección de vapor de agua y calentamiento
- 👍 Vacío, inyección de aire y calentamiento.

En los cuadros 6 y 7 se muestran las características de pulpas frescas antes y después de ser sulfitadas, y en el cuadro 8 las características microbiológicas en un estudio realizado para comprobar la eficiencia del SO₂ usado como aditivo

químico para la preservación de las pulpas de guayaba, papaya y mango en el cual colocaron las pulpas en envases de plástico en almacenamiento a 30°C por un período de un año y medio.

Cuadro 6 Resultados del análisis de las pulpas frescas antes de sulfitarlas

Muestras	Sólidos solubles ° Brix (T= 20°C)	pH T=20°C	Acidez % de ácido cítrico
Pulpa de guayaba	8	3.8	0.5
Pulpa de mango	14.5	4.3	0.4
Pulpa de papaya	9.5	4.8	0.09

Fuente: DÍAZ Daniel, Conservación de frutas tropicales mediante un aditivo químico. pp. 7. julio 11/ 2002

Cuadro 7 Resultados del análisis químico de las pulpas sulfitadas al terminar el almacenamiento

Pulpa de	Color	pH T=20°C	Sólidos solubles ° Brix (T= 20°C)	Acidez % de ácido cítrico
Guayaba	Un poco pálido	3.5	9.6	0.8
Mango	Bueno	3.9	20.6	0.5
Papaya	Bueno	4.3	10	0.3

Fuente: DÍAZ Daniel, Conservación de frutas tropicales mediante un aditivo químico. pp. 7. julio 11/ 2002

Cuadro 8 Resultados del análisis microbiológico de las muestras sulfitadas al terminar el almacenamiento.

Pulpa de	Análisis microscópico en fresco	Recuento total de microorganismos
Guayaba	Negativo	Negativo
Mango	Formas de levaduras muy escasas	Negativo
Papaya	Formas de coccus muy escasas	Negativo

Fuente: DÍAZ Daniel, Conservación de frutas tropicales mediante un aditivo químico. pp. 5. julio 11/ 2002

1.3 MERCADO DE PULPAS ELABORADAS

Un examen general de las tendencias del mercado de bebidas, marca un cambio de preferencias del consumidor hacia los productos no alcohólicos, naturales, saludables, con aromas y sabores innovadores, favoreciendo ampliamente el desarrollo de las bebidas a partir de frutas, tanto en el mercado de los países desarrollados como en el de los países en desarrollo como Colombia. Si bien es cierto que existen grandes fluctuaciones en el corto y mediano plazo, referidas especialmente a poca certeza en el abastecimiento de materias primas o semi-procesados, también se puede percibir una demanda creciente de sabores de

frutas tropicales para la oferta de mezclas refrescantes que incluyen frutas tropicales (Gómez, 1991).

La fruticultura será, en los próximos años, el eje de reconversión del sector agroalimentario colombiano, líder por su notable contribución a la creación de empleo e ingresos, a la generación neta de divisas y a la modernización empresarial del sector agrícola, siempre que supere los obstáculos de planeación de la producción con una solución integral de las problemáticas de calidad, transformación tecnológica y control de costos.

1.3.1 Características del mercado. La industria de bebidas produce jugos, néctares, bebidas a partir de jugos de fruta, bebidas dietéticas, bebidas para diabéticos, bebidas de multi frutas y multivitaminas, licores alcohólicos, almíbar, etc. Las descripciones exactas por producto pueden variar de país a país debido a sus políticas nacionales de alimentos, hábitos alimenticios, etc.

Sin embargo, en todos los mercados el jugo de fruta ofrecido para la venta a los consumidores debe poseer un alto contenido de fruta y sin aditivos. La mayoría de los jugos se venden como un producto de una sola fruta. Debe tenerse en cuenta que las bebidas de frutas tropicales con un contenido de 100%, en pocas ocasiones son vendidas en los mercados minoristas.

El néctar de fruta consiste de jugo y/o pulpa, azúcar y agua, usualmente con un contenido mínimo de fruta del 25% al 50% dependiendo de la fruta. El contenido mínimo de jugo para naranja, piña y manzana es del 50%, para albaricoque 40%, mango 35% y maracuyá y guayaba el 25%. Los néctares se venden como productos de una sola fruta o como mezclas.

La definición de bebidas a base de jugos de frutas es menos precisa. Estas bebidas por lo general tienen menor contenido de fruta, usualmente contienen otros ingredientes como ácido cítrico, ácido ascórbico, aceites esenciales, aromáticos y preservativos.

Las bebidas multifruta / multivitamina que se venden en Europa Occidental son generalmente a base de naranja, manzana piña o albaricoque. La mayoría se venden como néctar de frutas y también como jugos y bebidas y contienen de 10 a 12 frutas diferentes incluyendo tropicales, subtropicales y frutas de clima cálido, así como un número similar de vitaminas. Tanto las frutas como las vitaminas se describen en las etiquetas (Pearson, 1994).

La Industria láctea elabora productos como el yogurth, bebidas de yogurth, helados, pudines, postres y salsas. El mercado se encuentra en expansión en la mayoría de los países. Hoy en día la industria láctea consume mayores cantidades

de jugos y pulpas de frutas tropicales. Esta industria también utiliza la fruta tropical en trozos congelada o en tajadas, etc.

Otras industrias de alimentos producen una gran variedad de productos como jaleas, mermeladas, alimento para bebé, confitería y pastelería, para los cuales utilizan todo tipo de fruta entera y pequeñas cantidades de frutas tropicales, en forma de jugo, puré de néctar o congeladas en trozos o tajadas, etc.

1.3.2 Prospecto de mercado norteamericano para frutas exóticas. El uso primario de los jugos de fruta y purés concentrados en los EE.UU. es la utilización de estos como materia prima en la industria de bebidas (cuadro 9).

Cuadro 9. Venta en los Estados Unidos de jugos de frutas y purés concentrados a los manufactureros para frutas exóticas naturales

FRUTAS	VENTAS	
	US\$ millones	PORCENTAJE
Banano	19.5	39.0
Maracuyá	14.2	28.4
Mango	6.7	13.4
Guayaba	5.6	11.2
Papaya	2.7	5.4
Otros	1.3	2.6
TOTAL	50	100.00

Fuente: GÓMEZ. H.D *Real Food Marketing*.1991

Para Colombia, las oportunidades de mercado se presentan con programas direccionados de producción primaria como el plan nacional de desarrollo alternativo (PLANTE), que ha identificado la curuba, lulo, mora y tomate de árbol como las frutas que se pueden producir en cantidades significativas en las áreas objeto del programa, por lo tanto se han investigado los mercados potenciales de exportación para esas frutas con el propósito de presentar alternativas económicas viables para los agricultores colombianos dedicados a los cultivos ilícitos.

El mayor mercado para los purés y los concentrados son las industrias de bebidas. Las frutas exóticas son usadas en pequeñas cantidades comparándolas con los cítricos, la manzana y las uvas, otros usos incluye postres, lácteos y productos de panadería.

El segmento del mercado Norteamericano para las frutas exóticas tropicales es percibido en expansión, incluyendo la población hispana que se calcula en 30.7 millones para el año 2000.

Otra oportunidad la constituyen los productos orgánicos que han venido creciendo a una tasa anual del 28%, comparado con el 2% anual de crecimiento del mercado de productos no orgánicos. Para calificar un producto como orgánico, el producto debe ser certificado, lo cual incluye inspección por agencia reconocida.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la planta piloto de frutas y verduras, y los laboratorios de química y microbiología de la Universidad de la Salle (sede la floresta).

El camu camu utilizado para el estudio fue obtenido de Yabari (Brasil) y Leticia (Colombia) a través del instituto de investigaciones científicas del amazonas (SINCHI).

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

La caracterización de la materia prima se realizó teniendo en cuenta las características organolépticas, y análisis físico-químico de la fruta.

2.1.1 Análisis físico – químico. Para el análisis físico-químico se realizaron los ensayos nombrados en el cuadro 10 donde se describen cada una de las pruebas realizadas a la fruta con el método utilizado.

El procedimiento para realizar cada uno de los métodos nombrados se describe en los anexos 1,2,3,4,5,6 y 7.

Cuadro 10 Análisis Físico-químico y métodos de valoración aplicados a la fruta de camu camu.

ENSAYO	MÉTODO	EQUIPO
Sólidos totales	Refractometría	Refractómetro Atago escala 0-32
Acidez iónica	Potenciometría	Potenciómetro Metrom con electrodos de vidrio
Acidez Titulable	Titulación con NaOH	Bureta graduada
Cenizas	Incineración directa	Mufla
Humedad	Desecación	Estufa con control de temperatura
Proteínas	Kjeldhal	Digestor y destilador de Kjeldhal
Azúcares totales	Volumétrico de Lane- Eynon	Bureta graduada
Vitamina C	Colorimétrico de la 2- nitroanilina estandarizado en el departamento de química de la U.N.	Espectrofotocolorímetro Génesis 2000

Fuente: Las autoras

☞ **Porcentaje de la parte comestible.** Para esta determinación se tomaron dos frutos y se promediaron los valores correspondientes a los pesos de la cáscara, semilla y pulpa de los frutos. Esta prueba se realizó por triplicado.

2.1.2 Análisis organoléptico. Se tomaron 100 g de fruta para evaluar las características de color, aroma, sabor y apariencia.

2.2 ENSAYOS PRELIMINARES

Para la elección de las variables del proceso se realizaron los siguientes ensayos:

2.2.1 Selección del tiempo y temperatura de escaldado. Se seleccionó el escaldado por inmersión en agua caliente. Inicialmente se evaluaron temperaturas entre 60 y 75 °C durante tiempos que variaban entre los 5 y 30 minutos sin obtener la inactivación de las enzimas. Por tal motivo se escogieron tres temperaturas por encima de los valores ya evaluados, (Cuadro 11) con el fin de identificar la temperatura interna del fruto a la que se hace efectiva la inactivación de las enzimas catalasa y peroxidasa.

Para verificar la efectividad del escaldado se realizaron paralelamente las pruebas de catalasa y peroxidasa según el procedimiento descrito en los anexos 8 y 9 respectivamente.

Cuadro 11. Temperaturas y tiempos de escaldado evaluadas para la selección de las variables del proceso.

TEMPERATURA °C	TIEMPO min.
0	0
70	1
80	1
90	1
70	2
80	2
90	2
70	3
80	3
90	3

Fuente: Las autoras

2.2.2 Selección de la concentración de edulcorante (sacarosa o azúcar común) para la pulpa. Se evaluaron tres concentraciones de sacarosa para obtener pulpas de 44, 47 y 50 °Brix que corresponden a las muestras 825, 341 y 526 respectivamente, con el propósito de estimar el intervalo de concentraciones de sacarosa con el que se trabajaría posteriormente.

Para seleccionar las concentraciones de sacarosa que se evaluarían en el presente estudio se tuvo en cuenta el resultado de un análisis sensorial en donde se realizó una prueba de preferencia con un panel de 60 jueces no entrenados a los cuales se les pidió ordenar de forma ascendente de acuerdo a su preferencia tres muestras de néctar de fruta de camu camu hecho a partir de pulpa edulcorada, (se realizó con este producto debido a que la alta acidez de la pulpa limita la disponibilidad de los jueces para la degustación de la pulpa). El formato utilizado para esta prueba se presenta en el anexo 14.

2.3 ENSAYOS DEFINITIVOS

Para el presente estudio se elaboraron dos tipos de pulpas; la primera pasteurizada, edulcorada más la adición de preservante (benzoato de sodio), y la última sulfitada. Y como testigo pulpa cruda congelada

2.3.1 Selección de las condiciones y variables de proceso para obtención de pulpa de fruta de camu camu. Para establecer las condiciones óptimas en la obtención de pulpa de fruta cruda y garantizar la estabilidad de los productos elaborados a partir de ella, se realizó un estudio de las etapas del proceso (figura

2). La pulpa cruda congelada fue utilizada como punto de comparación para los dos métodos de preservación del presente estudio.

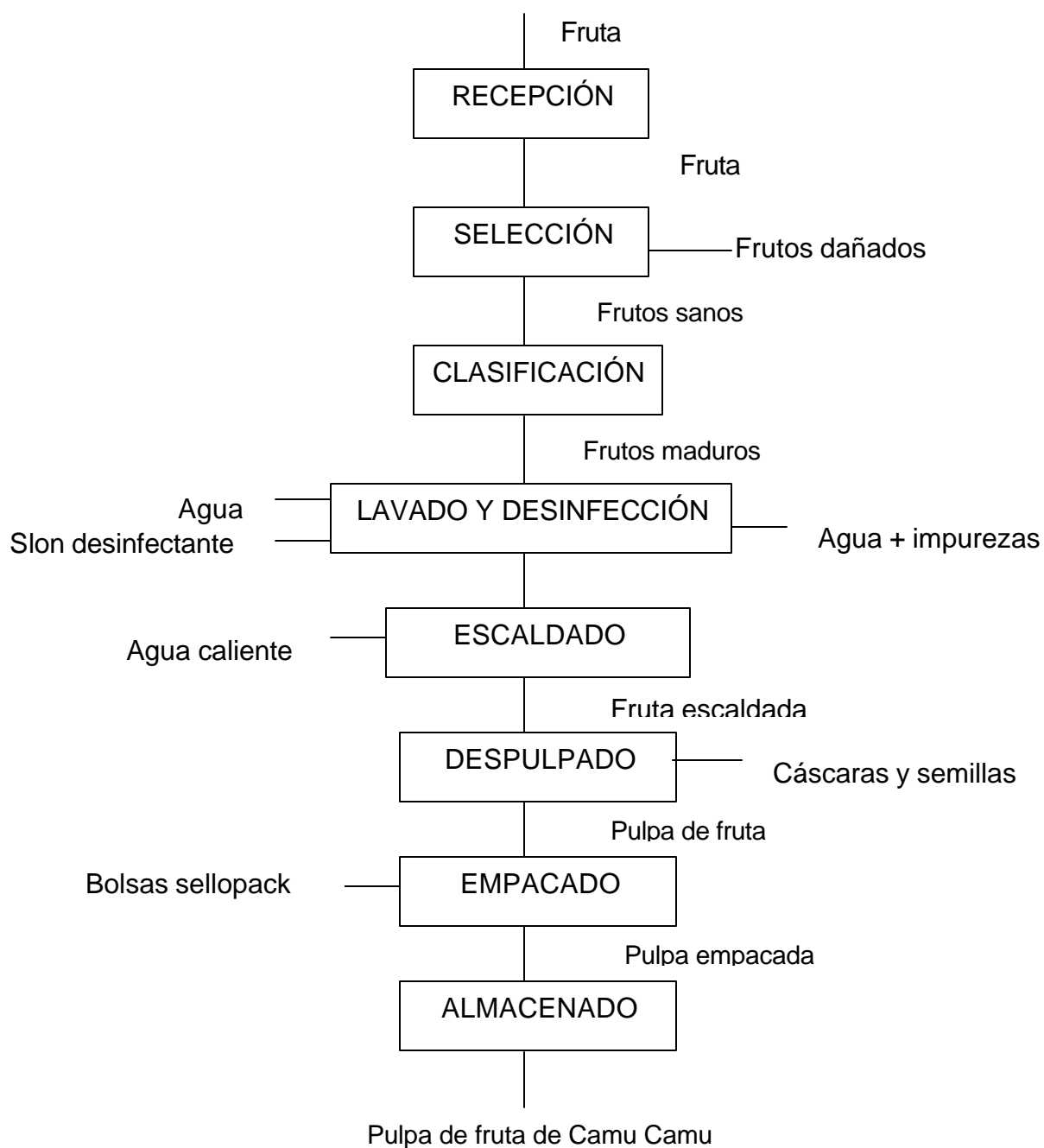


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de Pulpa de fruta cruda de Camu Camu.

2.3.1.1 Recepción. El camu camu se transportó congelado desde Leticia hasta Bogotá de manera inadecuada ya que se mezclaron frutos de distintos grados de madurez, en cajas de icopor con capacidad de 10 Kg aproximadamente

2.3.1.2 Selección. La fruta se seleccionó teniendo en cuenta el grado de sanidad en: frutos sanos y frutos dañados. Los frutos sanos fueron utilizados para la elaboración de la pulpa de fruta y los frutos dañados o descompuestos fueron desechados.

2.3.1.3 Clasificación. La fruta fue clasificada según el grado de madurez, como verde, semimadura, madura y sobremadura teniendo en cuenta como indicativo el color del fruto y su apariencia física (figura 3) y se realizó una determinación del contenido de ácido ascórbico para cada uno de los mismos con el fin de definir el estado de madurez óptimo para trabajar la fruta en cuento al contenido de ácido ascórbico.



Figura 3. Estados de madurez para la fruta de camu camu.

2.3.1.4 Lavado y desinfección. El lavado se realizó por inmersión de la fruta en agua potable. Se utilizó como desinfectante hipoclorito de sodio a una concentración de 400 ppm de cloro en 14 l de agua / kg de fruta durante 10 min. Luego se realizó un enjuague para retirar los residuos del desinfectante.

2.3.1.5 Escaldado. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante la pre experimentación, se seleccionó la temperatura y tiempo de escaldado de la fruta.

2.3.1.6 Despulpado. El proceso de despulpado de la fruta se realizó de dos maneras, el primer lote de fruta fue despulpado manualmente, y los tres lotes restantes fueron despulados utilizando una despulpadora vertical con una capacidad de 150 kg/h, JJ industrial trifásica con un motor de 2.6 HP.

👉 **Rendimiento en 100 g de fruta de camu camu.** Teniendo en cuenta el peso inicial de la fruta y las cantidades de pulpa y mermas obtenidas durante el proceso, se calculó el rendimiento de la pulpa en 100 g de fruta de camu camu.

👉 **Balance global de materia para la obtención de pulpa de fruta de camu camu.** Para realizar el balance global se determinaron la masa de fruta o materia prima que entró al proceso, la cantidad de masa de pulpa o pulpa obtenida y la masa de residuos o mermas que se obtuvieron.

2.3.1.7 Empacado. La pulpa fue empacada en bolsas de polietileno transparente sello pack calibre 3.0 mm de pulgada en lotes de 125 g aproximadamente.

2.3.1.8 Almacenamiento. La pulpa obtenida fue destinada para la inmediata aplicación de los tratamientos de preservación y la restante fue almacenada a temperaturas de congelación en un congelador industrial con control de temperatura a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.3.2 Selección de las condiciones y variables de proceso para obtención de pulpa pasteurizada, edulcorada y la adición de preservante (benzoato de sodio).

Buscando disminuir los costos de almacenamiento del producto y teniendo en cuenta el lugar de producción de la fruta; se buscó obtener un producto que pudiera ser almacenado al medio ambiente y preservado por un largo período de tiempo conservando sus características iniciales especialmente el contenido de ácido ascórbico.

Debido a que la pasterización garantiza la conservación de los productos por períodos cortos y teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento, se eligió la combinación de la técnica con la edulcoración con el fin de transmitirle mayor estabilidad al producto y disminuir la disponibilidad de agua libre en la pulpa ya que a menor actividad de agua menor incidencia de reacciones deteriorantes y microorganismos en el producto.

Buscando asegurar la preservación del producto bajo las condiciones nombradas anteriormente, se adicionó benzoato de sodio como preservante y se eligió el

mismo debido a que su mayor actividad esta en rangos de pH entre 2.5 – 4.0 y el pH de la pulpa de camu camu se ubica dentro de este rango.

En la figura 4 se describen los pasos realizados para la obtención de la pulpa pasteurizada, edulcorada más la adición de benzoato de sodio a partir de la pulpa de fruta de camu camu.

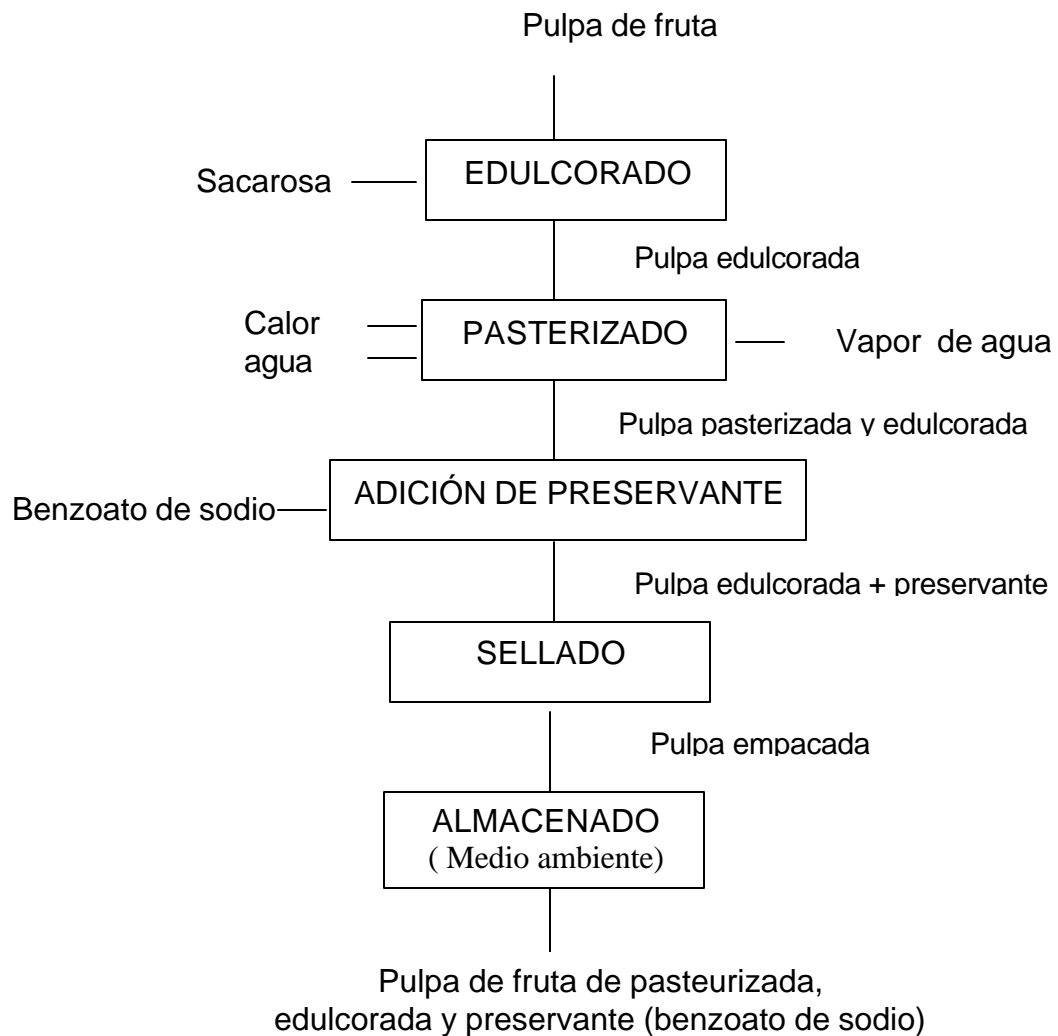


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de fruta de camu camu pasteurizada, edulcorada y adicionada con preservante (benzoato de sodio)

2.3.2.1 Cantidad de edulcorante (sacarosa). La cantidad de sacarosa se seleccionó teniendo en cuenta los resultados del panel sensorial de la pre experimentación y las concentraciones de sólidos solubles para las pulpas elegidas fueron: 47 y 50 ° Brix.

2.3.2.2 Temperatura y tiempo de pasterización. La elección de la temperatura de pasterización se realizó teniendo en cuenta el intervalo utilizado para dicho fin citado en el marco referencial, temperaturas entre 60-80 °C; sin embargo se descarto la pasterización a 60 °C porque esta temperatura aumentaría el tiempo de exposición de las pulpas al calor y se degradaría con mayor facilidad el ácido ascórbico.

La pasterización se realizó sumergiendo las pulpas previamente empacadas en bolsas de polietileno con un contenido de 125 g en recipientes de acero inoxidable por separado en un sistema abierto por baches, con el fin de mantener un mejor control sobre las variables de pasterización; la temperatura tomada en el centro de la bolsa fue controlada con un termómetro de vidrio escala 0 – 100 °C , y la fuente de calor utilizada fue una resistencia eléctrica.

Las temperaturas de pasterización evaluadas fueron las siguientes:

- 👍 70 ° C durante 25 min.
- 👍 75 ° C durante 20 min.
- 👍 80 ° C durante 15 min.

2.3.2.3 Cantidad de preservante (benzoato de sodio) Las cantidades de benzoato evaluadas fueron 400 y 700 mg/ Kg; seleccionadas teniendo en cuenta el intervalo de valores exigido por la resolución 4125 de 1991.

Para la selección de las variables del tratamiento de preservación combinado que emplea la pasterización, edulcoración y adición de preservante (benzoato de sodio) se combinaron las variables con las que se va a trabajar, que en este caso son: la concentración de sólidos solubles de la pulpa (47 y 50 °Brix), la temperatura de pasterización (70, 75 y 80 °C) y la cantidad del preservante (400 y 700 mg/ Kg), como se muestra en el cuadro 12 de donde se obtuvieron 18 muestras de pulpa de fruta.

Se diseñó un panel sensorial donde se realizó una prueba del nivel de agrado con 60 jueces no entrenados a los cuales se les pidió probar tres de las 18 muestras y evaluar su nivel de agrado frente a cada una de ellas. Cabe resaltar que para el panel sensorial se elaboró néctar de pulpa de fruta debido a que la acidez de la misma limita mucho la disponibilidad de los jueces para degustar la pulpa de fruta. El formato utilizado en el panel se presenta en el anexo 15.

Cuadro 12. Combinación de variables para pulpa pasteurizada, edulcorada y la adición de preservante (benzoato de sodio).

[] de sólidos solubles ° Brix	°T pasteurización °C	[] de conservante mg/Kg
47	70	0
50	70	400
47	70	700
50	70	0
47	70	400
50	70	700
47	75	0
50	75	400
47	75	700
50	75	0
47	75	400
50	75	700
47	80	0
50	80	400
47	80	700
50	80	0
47	80	400
50	80	700

Fuente: Las autoras

De acuerdo a los resultados del panel sensorial se seleccionaron las 5 pulpas de mayor aceptación por los jueces con las características que se muestran en el

cuadro 13, a las que se les realizó el seguimiento para evaluar los indicadores de preservación

Cuadro 13. Características de pulpas seleccionadas en el panel sensorial, para realizar el seguimiento

°T pasterización °C	[] Sólidos solubles ° Brix	[] de conservante mg/Kg
75	47	0
75	50	0
75	47	400
80	50	700
80	47	400

Fuente: Las autoras

2.3.3 Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa de fruta sulfitada. A la pulpa se le adicionaron tres cantidades diferentes de preservante: 500, 1000, 1500 mg/kg (metabisulfito de sodio), estas cantidades fueron elegidas por estar dentro del rango de concentraciones para sulfitación estipuladas en resolución 4125 de 1991. del ministerio de salud (anexo 11), (vale la pena resaltar que la pulpa debe ser sometida al proceso de desulfitación antes ser utilizada).

La pasterización se realizó a 75° C durante 25 min. por ser la temperatura mínima estudiada en el presente estudio, evitando así pérdidas significativas de ácido ascórbico.

En la figura 5 se describe el proceso empleado para realizar la sulfitación, partiendo de pulpa cruda de camu camu .

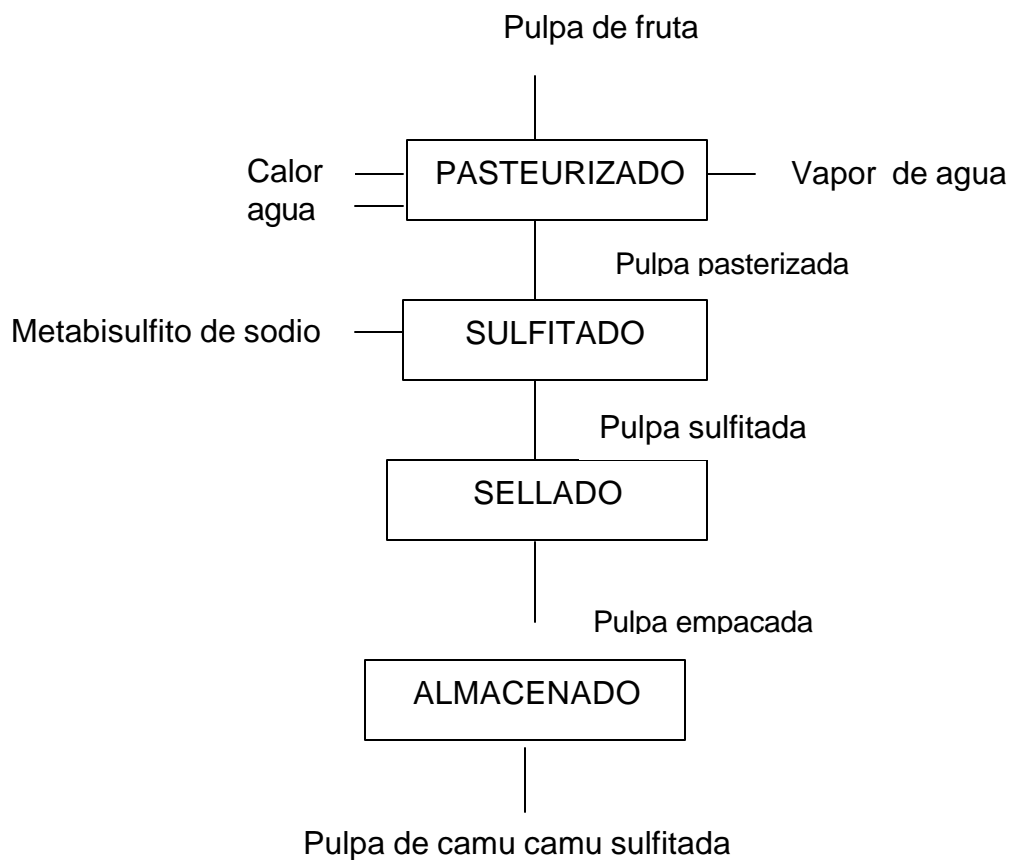


Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de fruta sulfitada de camu camu.

2.4 INDICADORES DE CONSERVACIÓN PARA LAS PULPAS DE CAMU CAMU.

A partir del momento de la aplicación de los tratamientos se realizó un seguimiento, para así poder determinar el instante en que los productos comenzaron a sufrir cambios de acuerdo a sus condiciones iniciales. Los aspectos que se evaluaron fueron los siguientes:

2.4.1 Análisis organoléptico.

Para cada uno de los tratamientos de preservación aplicados a las pulpas se realizó una prueba de estabilidad para observar y percibir los cambios de: color, aroma, sabor, apariencia y consistencia del producto.

Los controles de estabilidad se realizaron cada 8 días y finalizaron en el momento en que el producto sufrió algún cambio de consideración o la aparición de algún microorganismo como hongos o levaduras.

2.4.2 Análisis microbiológico.

Para pulpas crudas congeladas, pasteurizadas y edulcoradas se realizó un seguimiento a través del tiempo, los recuentos realizados fueron: microorganismos mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras, hifas y clostridium sulfito reductor de acuerdo con lo establecido en la

NTC 404 para jugos de frutas (anexo 10). Los procedimientos microbiológicos se describen en el anexo 16.

PRUEBA DE CONTROL MICROBIOLÓGICO. Debido a que el bajo pH de la pulpa puede actuar como inhibidor para el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los seguimientos microbiológicos se planteó la siguiente hipótesis: será posible que el bajo pH de la pulpa actúe como inhibidor natural de los microorganismos. Para comprobar la hipótesis se realizaron todas las pruebas microbiológicas relacionadas anteriormente a la pulpa congelada y a las pulpas pasteurizadas, edulcoradas con preservante (benzoato de sodio) y sulfitada; pero a las diluciones se les inyectó un inóculo de microorganismos.

2.4.3 Determinación de ácido ascórbico. La determinación y pérdidas del ácido ascórbico durante la aplicación y el tiempo de seguimiento se realizó para todos los métodos de preservación aplicados, para ello se tuvo en cuenta esta variable como el principal indicador de estabilidad en los productos; esto debido a la importancia que tiene el ácido ascórbico en la fruta. El procedimiento se describe en el Anexo 7.

La lectura de las muestras en el equipo se determinó a una longitud de onda de 546 nm y ajuste de curva lineal.

- **Análisis estadístico.** El tratamiento de los datos se realizó mediante la aplicación de análisis de varianza con un nivel de significancia del 95 %, realizado con el paquete estadístico SAS System for Windows (Statistical System) versión 6.12 de 1996 y licencia de la Facultad de Ciencias y Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia; el cual permite determinar si los datos aplicados en el estudio se ajustan al modelo empleado, además de la diferencia significativa entre cada una de las variables usadas en el modelo.

El análisis de varianza se realizó independientemente tanto para cada uno de los métodos de preservación objeto del presente estudio, como para la pulpa cruda congelada ya que esta fue utilizada como punto de comparación para medir la efectividad de los tratamientos aplicados.

2.4.3.1 Análisis estadístico para la pulpa de fruta cruda. Para el tratamiento de datos se aplicó análisis de varianza con el fin de determinar si los cambios de ácido ascórbico son significativos a través de los días de seguimiento y entre las réplicas realizadas, que fueron las dos variables utilizadas en el modelo estadístico aplicado.

Análisis de varianza para los Intervalos de tiempo.

Ho=. No existen cambios significativos de la cantidad de vitamina C en los intervalos de tiempo utilizados para el seguimiento

Ha= Existen cambios significativos de la cantidad de vitamina C en los intervalos de tiempo utilizados para el seguimiento

2.4.3.2 Análisis estadístico para la pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio. Las variables utilizadas en el tratamiento de datos para la pulpa pasteurizada, edulcorada, y preservante fueron 3, los días de seguimiento, el número de replicas y los tratamientos aplicados.

Análisis de varianza para los Intervalos de tiempo.

Ho= No existe diferencia significativa entre los intervalos de tiempo para el seguimiento de vitamina C.

Ha= Existe diferencia significativa entre los intervalos de tiempo para el seguimiento de vitamina C.

Análisis de varianza para los tratamientos aplicados.

Ho= No existe diferencia significativa del contenido de vitamina C de las pulpas entre las diferentes combinaciones de las técnicas aplicadas.

Ha= Existe diferencia significativa del contenido de vitamina C de las pulpas entre las diferentes combinaciones de las técnicas aplicadas

2.4.3.3 Análisis estadístico para la pulpa de fruta sulfitada. Las variables que se evaluaron en el modelo estadístico para la pulpa sulfitada son, los días de seguimiento, el número de replicas y las diferentes concentraciones de metabisulfito de sodio empleadas.

Análisis de varianza para los intervalos de tiempo.

Ho= No existe diferencia significativa entre los intervalos de tiempo para el seguimiento de vitamina C.

Ha= Existe diferencia significativa entre los intervalos de tiempo para el seguimiento de vitamina C.

Análisis de varianza para los tratamientos aplicados.

Ho= No existe diferencia significativa del contenido de vitamina C de las pulpas entre las diferentes combinaciones de las técnicas aplicadas.

Ha= Existe diferencia significativa del contenido de vitamina C de las pulpas entre las diferentes combinaciones de las técnicas aplicadas

2.4.4 Acidez. La acidez se evaluó para los productos recién elaborados y en el momento en que estos presentaron cambios en alguno de los indicadores evaluados. El procedimiento se describe en el Anexo 3.

2.4.5 Prueba colorimétrica

Se midió el color de la pulpa de fruta con cada uno de los tratamientos de preservación aplicados, tomando como referencia el color de la pulpa cruda para observar así la incidencia del tratamiento en el color de la pulpa. Se utilizó el equipo Hunter Lab miniescan XE plus.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente trabajo se realizó en la planta piloto de frutas y verduras, y los laboratorios de química y microbiología de la Universidad de la Salle (sede la floresta).

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

3.1.1 Análisis físico-químico. Como para cada uno de los análisis que se realizaron a la fruta se tomaron datos por triplicado, los datos promediados se condensaron en el cuadro 14

Cuadro 14. Características físico-químicas del camu camu

COMPONENTE	VALOR		UNIDAD
	Fruto evaluado	Referencial	
Cenizas	0,34	0.2	g
Humedad	91,64	94	%
Azúcares totales	2,61	-	g
Proteína	0,59	0.5	g
Ácido ascórbico	2250.81	2994	mg
Sólidos solubles	8,40	-	° Brix
Acidez iónica	2,35	-	pH
Acidez titulable	3,96	-	% ácido cítrico

Fuente: Las autoras

Según los resultados obtenidos, todos los valores tienen una cercana aproximación a los datos consignados en el marco teórico.

Las características de mas apreciación son la humedad y la acidez ya que de sus valores depende en gran parte la estabilidad de la pulpa de fruta. Aunque el porcentaje de humedad es alto y por lo tanto de gran influencia en el crecimiento microbiano, la fruta es bastante ácida en comparación con otros frutos que poseen características similares, lo que permitiría suponer que el pH bajo de la fruta puede actuar como agente inhibidor de algunos microorganismos.

En cuanto al contenido de ácido ascórbico determinado en la fruta analizada se observa que es bastante alto, y se aproxima bastante a los obtenidos en otros estudios.

Porcentaje de la Parte Comestible.

Peso del fruto	13.28 g
Peso de la cáscara	0.8 g
Peso de la semilla	2.9 g
Peso de la pulpa	9.6 g
Parte comestible	72 %

3.1.2 Características organolépticas. Las características organolépticas se describen en el cuadro 15.

Cuadro 15. Características organolépticas del camu camu

Color	Sabor	Aroma	Apariencia
Rojo cereza	Muy ácido	Ácido	Agradable

Fuente: Las autoras

El aspecto general de la fruta es comparable con el de una cereza, la cáscara es de color rojo violeta y la parte comestible es blanca, el sabor es muy ácido no comparable con el de ningún otro fruto, aunque los productos elaborados a partir de él, poseen un sabor un poco astringente comparable con el del tamarindo; el aroma es muy parecido al de la guayaba verde y su apariencia es muy agradable.

3.2 ENSAYOS PRELIMINARES

3.2.1 Selección del tiempo y temperatura de escaldado. Los resultados de estas pruebas se describen en el cuadro 16.

De acuerdo a las pruebas de catalasa y peroxidasa se puede observar que la temperatura y tiempo de escaldado necesario para inactivar las enzimas catalasa y peroxidasa es 90°C durante 3 minutos, por lo que estas fueron las condiciones con las que se trabajó para obtener la pulpa de fruta.

Cuadro 16. Prueba de catalasa y peroxidasa para seleccionar tiempo y temperatura de escaldado.

TEMPERATURA °C	TIEMPO min.	PRUEBA DE CATALASA	PRUEBA DE PEROXIDASA
0	0	Positiva	Positiva
70	1	Positiva	Positiva
80	1	Positiva	Positiva
90	1	Positiva	Positiva
70	2	Positiva	Positiva
80	2	Positiva	Positiva
90	2	Positiva	Positiva
70	3	Positiva	Positiva
80	3	Negativa	Positiva
90	3	Negativa	Negativa

Fuente: Las autoras

Los resultados permiten observar que la temperatura y el tiempo necesarios para lograr la inactivación de las dos enzimas es 90°C durante 3 minutos, estas dos condiciones fueron elegidas para la aplicación del escaldado.

3.2.2 Determinación de la cantidad de edulcorante (sacarosa) para la pulpa.

Para el análisis de los resultados se determinaron las muestras de mayor preferencia por los jueces y se determinó la diferencia significativa de acuerdo con el número de respuestas coincidentes.

Cuadro 17. Tabla de preferencia para la determinación de la cantidad de sacarosa para pulpa de camu camu.

Muestra	Característica de las pulpas	Preferencia	%
825	44°Brix	0	0
341	47°Brix	20	33.3
526	50°Brix	40	66.6
TOTAL		60	99.96

Fuente: Las autoras

Se aplicó la prueba de dos colas y se concluyó que con un nivel de probabilidad del 5 %, los jueces sí encontraron diferencia significativa entre las muestras evaluadas, es decir que la cantidad de sacarosa adicionada a las pulpas es un factor representativo para su elección; sin embargo las pulpas que tuvieron mayor aceptación fueron las de 47 y 50 ° Brix.

Balance de materia para la cantidad de sacarosa a la pulpa de fruta.

Como se elaboró néctar a partir de la pulpa para realizar el panel sensorial que nos permitiría determinar las cantidades de sacarosa utilizadas para la edulcoración de la pulpa, según el grado de preferencia que determinaron los jueces, las cantidades de sacarosa destinadas a la elaboración de la pulpa edulcorada fueron los siguientes:

El balance de materia se realizó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{PULPA EDULCORADA}(\% \text{ sólidos solubles}) = \text{PULPA}(\% \text{ sólidos solubles}) + \text{AZUCAR}$$

$$125 \text{ g} (0.44) = 125 \text{ g} * (0.084) + X$$

$$125 \text{ g} (0.47^\circ \text{ BRIX}) = 125 \text{ g} * (0.084) + X$$

$$125 \text{ g} (0.50^\circ \text{ BRIX}) = 125 \text{ g} * (0.084) + X$$

Cuadro 18. Cantidades de sacarosa utilizados para la elaboración de pulpa de fruta edulcorada.

MUESTRA	°BRIX DE LA PULPA	°BRIX DEL NÉCTAR	CANTIDAD DE SACAROSA g/125 g
825	44	10	44.5
341	47	12	48.35
526	50	15	52.00

Fuente: Las autoras

3.3 ENSAYOS DEFINITIVOS

3.3.1 Selección de las condiciones y variables de proceso para obtención de pulpa de fruta de camu camu

3.3.1.1 Recepción. En el estudio se emplearon en total 27 Kg de fruta congelada de camu camu proveniente de Yabari (Brasil) y de Leticia (Colombia) recibida en 3 lotes.

3.3.1.2 Selección. El 100 % de la fruta recibida se encontraba en condiciones óptimas para el proceso de obtención de la pulpa.

3.3.1.3 Clasificación. De la fruta seleccionada el 90% de la fruta era madura que es el estado óptimo para obtener pulpa de fruta con su máximo contenido de ácido ascórbico, como se puede observar en la figura 6. Un 9.23% de la fruta se clasificó como verde y 0.77% como fruta sobremadura.

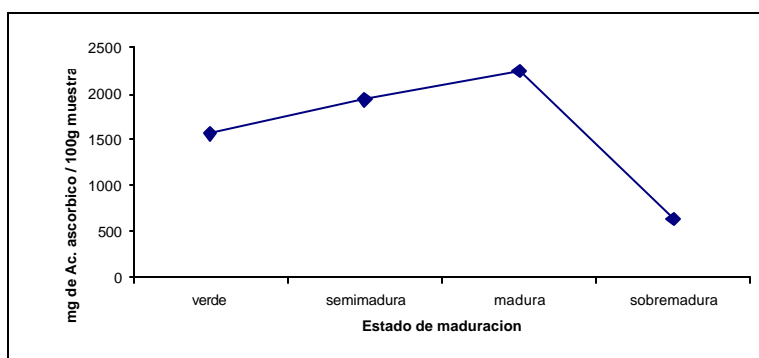


Figura 6. Contenido de ac. Ascórbico para diferentes grados de madurez de la fruta de camu camu

3.3.1.4 Lavado y desinfección. La cantidad de desinfectante utilizada fue adecuada cumplió con los objetivos de dichas operaciones.

3.3.1.5 Escaldado. La inactivación de las enzimas catalasa y peroxidasa se logró durante la inmersión de la fruta en agua caliente por 3 min a 90°C (temperatura interna de la fruta).

3.3.1.6 Despulpado. El primer lote despulpado manualmente obtuvo un rendimiento del 30% y el promedio aritmético del rendimiento de los tres lotes restantes despulpados mecánicamente fue del 78%.

👉 **Balance global de materia para la obtención de pulpa de fruta de camu camu.**

M_f = masa de la fruta

M_p = masa de la pulpa.

M_m = masa de las mermas.

$M_f = M_p + M_m$

$27\text{Kg} = (21.06 + 5.94) \text{ kg}$

👉 **Rendimiento del despulpado.** El rendimiento de la pulpa de fruta se describe en el cuadro 18.

$$\text{Rendimiento} = M_p / M_f * 100$$

$$(21.06 / 27) \text{ Kg} * 100 = 78 \%$$

Cuadro 19. Rendimiento de pulpa refinada en 100 g de fruta de camu

Componente	Peso (g)
Fruta fresca	100.0
Cáscara y semilla	14.44
Fibras y pérdidas	7.56
Pulpa total	78

Fuente: Las autoras

3.3.1.7 Empacado. Los empaques utilizados para el almacenamiento en congelación de la pulpa cruda (bolsas sellopack calibre 3 mm de pulgada), resultaron adecuados para la pulpa de fruta mencionada anteriormente ya que este producto no presentó variaciones en su apariencia.

3.3.1.8 Almacenamiento. La temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ elegida para tal efecto logró su objetivo ya que después de 3 meses de observación, la pulpa no sufrió ninguna alteración apreciable.

3.3.2 Selección de las condiciones y variables de proceso para obtención de pulpa pasteurizada, edulcorada y la adición de preservante (benzoato de sodio).

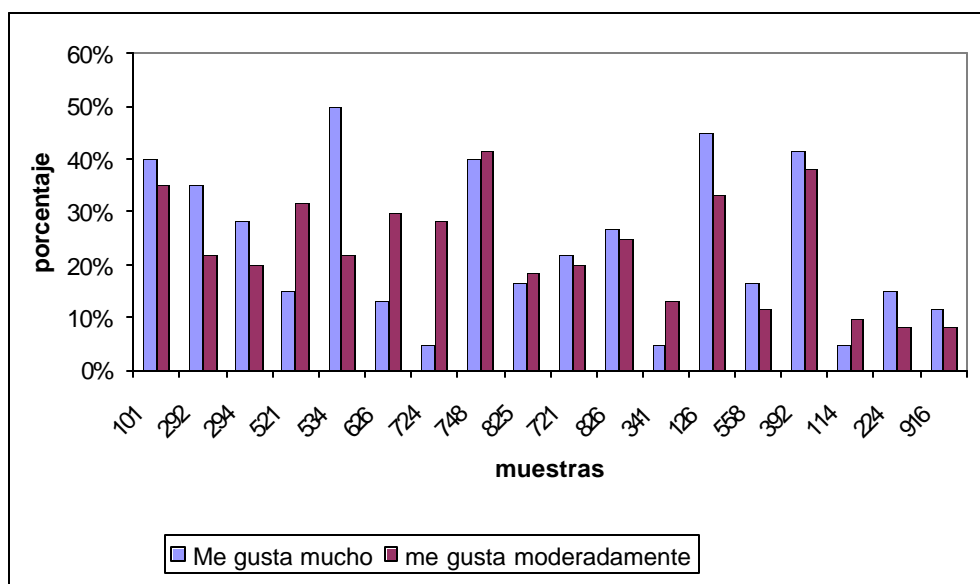


Figura 7. Resultados del panel sensorial según escala hedónica

Según el análisis descriptivo observado en la figura 7, las muestras con mayor aceptación por parte de los jueces fueron: 101, 534, 748, 392 y 126 que poseen las siguientes características:

101: 80°C de pasterización, 50° Brix y 700 mg/Kg de Benzoato de sodio.

534: 75°C de pasterización, 50° Brix y 400 mg/Kg de Benzoato de sodio.

748: 80°C de pasterización, 47° Brix y 400 mg /Kg de Benzoato de sodio.

392: 75°C de pasterización, 47 °Brix y 0 mg/kg de Benzoato de sodio.

126: 75°C de pasterización, 50 °Brix y 0 mg/kg de Benzoato de sodio.

3.3.2.1 Cantidad de edulcorante. Las pulpas edulcoradas mas benzoato de sodio no presentaron alteraciones de tipo microbiológico; contrario a lo que ocurrió con

las pulpas edulcoradas sin benzoato de sodio en donde hubo alteración microbiana.

3.3.2.2 Temperatura y tiempo de pasterización. Las temperaturas de pasterización utilizadas fueron 75 °C y 80 °C debido a que éstas temperaturas no transmitieron ninguna característica indeseable en los productos, y no disminuyeron considerablemente la cantidad de ácido ascórbico en el producto.

Balance de energía

El calor transferido a través del fluido (agua) es igual al calor transferido a través del empaque de la pulpa (bolsa de polietileno) e igual al calor que circula a través de la pulpa. Es decir:

$$Q \text{ FLUIDO} = Q \text{ POLIETILENO} = Q \text{ PULPA}$$

Según la Ley de Fourier

$$Q = K * A * (T_2 - T_1) / X$$

Donde:

K = Coeficiente de conductividad del polietileno

A = Área de transferencia de calor

T₂ = Temperatura de la superficie del polietileno

T₁ = Temperatura interna de la pulpa

$$Q = (0.2007474 \text{ Kj} / \text{h ft}^\circ \text{F} \times 300 \text{ cm}^2 \times (95 - 75))^\circ \text{C} \times 1 \text{ ft} / 30.48 \text{ cm} \times$$

$$93.6^\circ \text{F} / 1^\circ \text{C} / 0.00762 \text{ cm}$$

$$Q = 485407.19 \text{ Kj} / \text{h}$$

Como el tiempo de pasterización es de 15 min.

El Calor necesario es: $Q = 121351.79 \text{ Kj}$.

El Q necesario para pasteurizar la pulpa a 80 °C es:

$$Q = (0.2007474 \text{ Kj} / \text{h ft}^{\circ}\text{F} \times 300 \text{ cm}^2 \times (95 - 80))^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ pie} / 30.48 \text{ cm} \times 93.6 \text{ }^{\circ}\text{F} / 1^{\circ}\text{C} / 0.00762 \text{ cm}$$

$$Q = 364056.12 \text{ Kj} / \text{h}$$

Como el tiempo de pasterización es de 15 min.

El Calor necesario es.

$$Q = 91014.03 \text{ Kj}$$

3.3.2.3 Cantidad de preservante (benzoato de sodio). Las concentraciones de benzoato de sodio utilizadas (400 y 700 mg/Kg) no presentaron características desfavorables en los productos en el momento de su adición.

3.3.3 Selección de las condiciones y variables de proceso para la obtención de pulpa de fruta sulfitada. Al adicionar las concentraciones de metabisulfito de sodio (500, 1000 y 1500 mg/Kg) en las pulpas se pudo apreciar una pérdida significativa del color de las pulpas, lo que se constituye como una gran desventaja de este método de preservación, disminuyendo así la calidad del producto.

3.4 INDICADORES DE PRESERVACIÓN PARA LAS PULPAS DE FRUTA DE CAMU CAMU

3.4.1 Análisis organoléptico para la pulpa testigo (congelada). La pulpa congelada durante el seguimiento no presentó variaciones en sus características organolépticas; el color se mantuvo casi intacto desde el momento de la obtención hasta finalizado el seguimiento; el sabor siempre fue el mismo ácido fuerte, característico de la fruta sin procesar y por último la apariencia fue agradable. Las características se resumen en el cuadro 20

Cuadro 20. Seguimiento de las características organolépticas para pulpa de fruta congelada de camu camu (pulpa patrón)

Tiempo (días)	Aroma	Color	Sabor	Apariencia
1-60	Característico	Rojo cereza	Característico del camu camu	Homogénea

Fuente: Las autoras

3.4.1.1 Pulpa edulcorada, pasteurizada, más preservante. En la aplicación de esta combinación de técnicas la pulpa sufrió cambios de color especialmente en el momento de la pasteurización y ningún cambio apreciable durante la adición de la sacarosa y del benzoato de sodio; durante el seguimiento la pulpa no sufrió cambios notorios en el aroma ni en el sabor, hasta que la pulpa a la que no se le adicionó preservante se fermentó por la presencia de microorganismos (Cuadro 21).

Cuadro 21. Seguimiento de las características organolépticas para pulpa de fruta de camu camu pasteurizada, edulcorada mas adición de benzoato de sodio.

T (°C)	Muestras		Tiempo (días)	Aroma	Color	Sabor	Apariencia
	°Brix	mg/Kg					
75	47	0		Característico	Rojo oscuro	Agri-dulce	homogénea, viscosa
75	50	0		Característico	Rojo oscuro	Ligeramente dulce	homogénea, viscosa
80	50	700	1	Característico	Rojo oscuro	Ligeramente dulce	homogénea, viscosa
75	50	400		Característico	Rojo oscuro	Ligeramente dulce	homogénea, viscosa
80	47	400		Característico	Rojo oscuro	Agri-dulce	homogénea, viscosa
75	47	0		Fermentado	Rojo oscuro	Picante	homogénea, viscosa
75	50	0		Fermentado	Rojo oscuro	Picante	homogénea, viscosa
80	50	700	30	Característico	Rojo oscuro	Ligeramente dulce	homogénea, viscosa
75	50	400		Característico	Rojo oscuro	Ligeramente dulce	homogénea, viscosa
80	47	400		Característico	Rojo oscuro	Agri-dulce	homogénea, viscosa

Fuente: Las autoras

En la pulpa pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio se presentaron cambios a través del tiempo en las siguientes características: el sabor en la pulpa pasteurizada a 75 °C con 47 y 50° Brix respectivamente y sin preservante se presentó un ligero sabor picante, esto debido a las condiciones de almacenamiento y a la ausencia de preservante, hubo fermentación y por lo tanto cambios en el aroma y sabor.

3.4.1.2 Pulpa sulfitada. Al momento de la aplicación del tratamiento la pulpa sulfitada presentó cambios notorios en el sabor y en el color principalmente, al cabo de los 30 días las pulpas presentaron cambios desagradables en su apariencia, se presentó sinéresis y la pulpa desarrollo un aspecto grumoso. Los cambios se resumen en el cuadro 22.

Cuadro 22. Seguimiento de las características organolépticas para la pulpa de fruta sulfitada.

Tiempo (días)	Aroma	Color	Sabor	Apariencia
1	Característico	Rosado	Característico	Homogénea, viscosa
15	Característico	Beige oscuro	Ácido picante	Poco viscosa
30	Fermentado	Beige oscuro	Ácido picante	Grumosa
40	Fermentado	Café claro	Ácido picante	Grumosa desagradable

Fuente: Las autoras

3.4.2 Análisis microbiológico para la pulpa patrón (congelada). Los resultados de las pruebas microbiológicas se resumen en el cuadro 23.

Cuadro 23. Seguimiento microbiológico a la pulpa de fruta congelada

Tiempo (días)	Recuento de mesófilos aerobios	NMP coliformes totales / g	NMP coliformes fecales / g	Recuento de hongos y levaduras ufc/g
0	< 10	< 3	< 3	< 10
15	<10	<3	<3	< 10
30	<10	<3	<3	<10
40	<10	<3	<3	<10
60	<10	<3	<3	<10

Fuente: Las autoras

A la pulpa patrón (congelada) se le realizó un seguimiento de 60 días, según los resultados observados en el cuadro anterior no hubo ningún tipo de alteración microbiológica.

3.4.2.1 Análisis microbiológico de la pulpa pasteurizada, edulcorada más benzoato de sodio. Los resultados de los análisis microbiológicos se encuentran en el cuadro 24.

Cuadro 24. Seguimiento microbiológico a la pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada con benzoato de sodio.

T (°C)	Muestras		Tiempo (días)	Recuento de mesófilos aerobios ufc/g	NMP coliformes totales / g	NMP coliformes fecales / g	Recuento de hongos y levaduras ufc/g
	°Brix	mg/Kg					
75	47	0	1	<10	<3	<3	<10
75	50	0		<10	<3	<3	<10
75	50	400		<10	<3	<3	<10
80	50	700		<10	<3	<3	<10
80	47	400		<10	<3	<3	<10
75	47	0	15	<10	<3	<3	<10
75	50	0		<10	<3	<3	<10
75	50	400		<10	<3	<3	<10
80	50	700		<10	<3	<3	<10
80	47	400		<10	<3	<3	<10
75	47	0	30	<10	<3	<3	10*10 ⁴
75	50	0		<10	<3	<3	10*10 ⁴
75	50	400		<10	<3	<3	<10
80	50	700		<10	<3	<3	<10
80	47	400		<10	<3	<3	<10
75	47	0	45	<10	<3	<3	*
75	50	0		<10	<3	<3	*
75	50	400		<10	<3	<3	<10
80	50	700		<10	<3	<3	<10
80	47	400		<10	<3	<3	<10

Fuente: Las autoras * No se continuó seguimiento por crecimiento de microorganismos

A la pulpa pasteurizada, edulcorada con benzoato de sodio se le realizó un seguimiento de 45 días, observándose que la pulpa de fruta a la que no se le adicionó benzoato de sodio presentó fermentación a los 30 días aproximadamente; es decir, sus características organolépticas y fisicoquímicas se vieron afectadas por la presencia de microorganismos, por lo tanto el seguimiento culminó en este momento.

Las pulpas que contenían benzoato de sodio no presentaron alteraciones de tipo microbiano pero, el seguimiento se detuvo por existir cambios de consideración en su apariencia especialmente en el color; esto se debió principalmente al empaque que no posee ningún tipo de barrera contra la luz lo que propició la degradación de los pigmentos.

3.4.2.2 Pulpa sulfitada. En el análisis microbiológico para la pulpa sulfitada se obtuvieron los siguientes resultados que se presentan en el cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis microbiológico para pulpa de fruta sulfitada

Tiempo (días)	Recuento de mesófilos aerobios	NMP coliformes totales / g	NMP coliformes fecales / g	Recuento de hongos y levaduras ufc/g
1	< 10	< 3	< 3	< 10
15	<10	<3	<3	< 10
30	<10	<3	<3	<10
40	<10	<3	<3	<10

Fuente: Las autoras.

Los análisis microbiológicos indican que el metabisulfito de sodio cumple su función como preservante, ya que en ninguna de las cantidades agregadas a la pulpa se presentaron alteraciones de tipo microbiano sin embargo, es importante resaltar que el seguimiento fue suspendido por los cambios indeseables en la apariencia de las pulpas desde el mismo momento en que fue agregado el metabisulfito de sodio.

La eficacia inhibidora del preservante se explica debido a que el bajo pH de la pulpa favorece la liberación del SO_2 .

- **PRUEBA DE CONTROL MICROBIOLÓGICO.** En la prueba de control hubo crecimiento microbiano, por lo que se puede concluir que, la acidez de la pulpa no actúa como agente antimicrobiano en la misma.

3.4.3 Determinación de ácido ascórbico. Los resultados de las curvas de calibración utilizadas para la cuantificación del ácido ascórbico por espectrofotocolorimetría se relacionan en el anexo 19.

3.4.3.1 Pulpa congelada (patrón). En el cuadro 26 se presenta el análisis de varianza realizado a los datos de ácido ascórbico obtenidos a partir de la pulpa congelada.

Cuadro 26. Análisis de varianza general realizado para los datos de la determinación de la ácido ascórbico en la pulpa de fruta congelada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Modelo	7	1125714.175	160816.311	9.87	0.0965
Error	10	162968.126	16296.813		
Total	17	1288682.301			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.873539	19.21109	127.6590	664.5066

Según los datos anteriores se puede observar los datos se ajustan al modelo estadístico empleado.

Cuadro 27. Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta congelada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Día	5	1080326.352	216065.270	13.26	0.0004

Según los datos anteriores para los días de seguimiento se acepta la H_a es decir, hay pérdidas significativas de ácido ascórbico en los intervalos de tiempo utilizados, como se puede observar también en la figura 8.

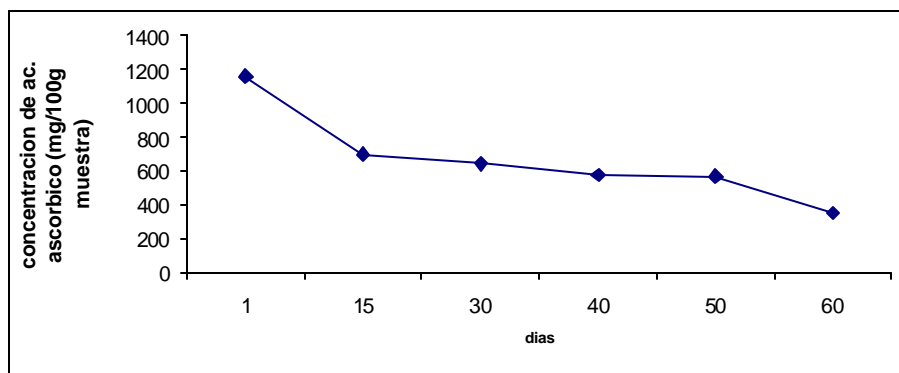


Figura 8. Variación de ácido ascórbico en pulpa congelada de camu camu a través del tiempo.

En la figura 8 se observa una reducción acelerada de ácido ascórbico en el intervalo de 0 a 15 días y 50 a 60 días de preservación, mientras que en los intervalos de tiempo entre 15 a 50 días se mantiene casi estable.

3.4.3.2 Pulpa pasterizada, edulcorada más preservante. En el cuadro 28 se puede observar que los datos se ajustan al modelo estadístico utilizado.

Cuadro 28. Análisis de varianza general realizado para los resultados de la determinación de ácido ascórbico en la pulpa pasterizada, edulcorada más preservante.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Modelo	1	264229.6544	44038.2757	2.04	0.1332
Error	4	281290.7895	21637.7530		
Total	1	545520.4439			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean
0.484363	29.50805	147.0978	498.5004

Análisis de varianza para los Intervalos de tiempo. Los resultados se describen en el cuadro 29.

Cuadro 29. Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada más benzoato de sodio

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Día	1	2353.7691	2353.7691	0.11	0.7468

Siendo 0.05 el nivel de probabilidad, la hipótesis nula se acepta y la alternativa se rechaza es decir, que no existe diferencia significativa entre los intervalos de tiempo durante el seguimiento, respecto al contenido de ácido ascórbico

Análisis de varianza entre tratamientos. Si se observa el cuadro 30 se puede determinar que la hipótesis nula se acepta y la alternativa se rechaza, es decir no existe diferencia significativa del contenido de ácido ascórbico entre las técnicas aplicadas a las pulpas.

Cuadro 30. Análisis de varianza entre tratamientos para pulpa de fruta Pasteurizada, edulcorada más benzoato de sodio.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Tratamiento	4	242216.6255	60554.1564	2.80	0.0707

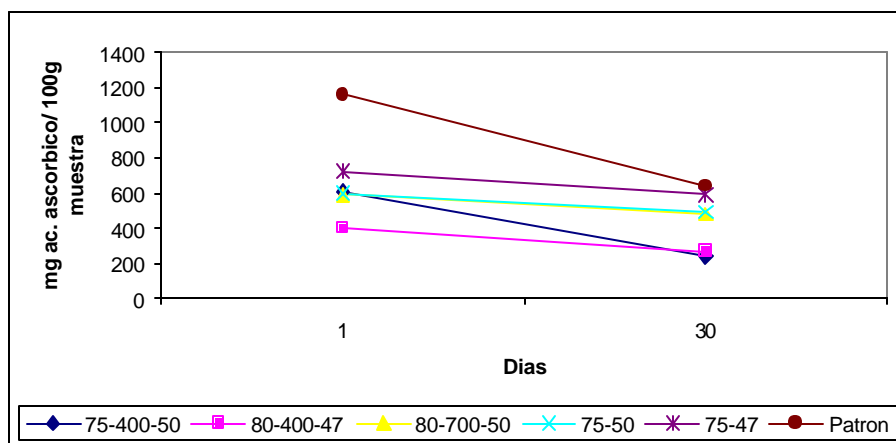


Figura 9. Variación de ácido ascórbico en pulpa edulcorada más preservante de camu camu a través del tiempo.

En la figura 9, se observa que la disminución de ácido ascórbico más significativa se presenta en la pulpa testigo (congelada) y en la pulpa con las características de 75°C, 400 mg/Kg y 50°Brix, mientras que para las pulpas restantes, las pérdidas de ácido ascórbico es casi el mismo.

3.4.3.3 Pulpa sulfitada. Los resultados obtenidos en el cuadro 31 comprueban que los datos se ajustan bien al modelo estadístico empleado.

Cuadro 31. Análisis de varianza general realizado para los resultados de la determinación de la ácido ascórbico en la pulpa de fruta sulfitada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Modelo	5	2982109.382	596421.876	3.23	0.07545
Error	12	2213650.099	184470.842		
Total	17	5195759.481			
R-Square	C.V.	Root MSE	Y Mean		
0.573951	50.96311	429.5007	842.7679		

Análisis de varianza para los Intervalos de tiempo. Según los resultados obtenidos en el cuadro 32, la hipótesis alternativa se acepta y la nula se rechaza, es decir existe diferencia significativa respecto al contenido de ácido ascórbico en los intervalos de tiempo, se puede observar también en la figura 10.

Cuadro 32. Análisis de varianza para el tiempo de seguimiento en pulpa de fruta sulfitada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Día	2	2789892.887	1394946.444	7.56	0.0075

Análisis de varianza para los tratamientos aplicados. Los resultados se describen en el cuadro 33.

Cuadro 33. Análisis de varianza entre tratamientos para pulpa de fruta sulfitada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Tratamiento	2	190059.919	95029.960	0.52	0.6100

Según los resultados obtenidos la hipótesis alternativa se rechaza y la nula se acepta, es decir, no existe diferencia significativa respecto al contenido de ácido ascórbico en las pulpas de fruta para los tratamientos aplicados.

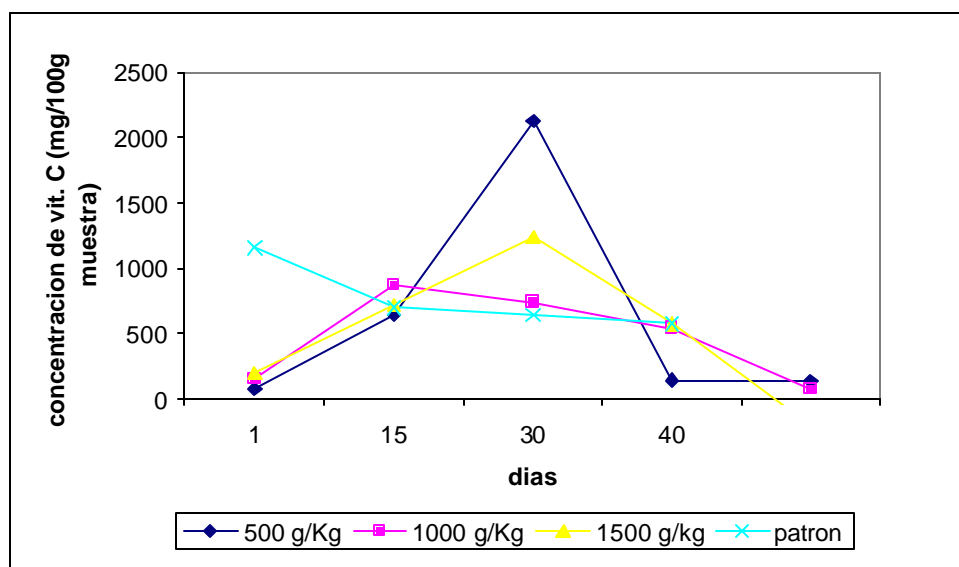


Figura 10 Variación del ácido ascórbico en la pulpa sulfitada a través del tiempo

Debido a la reacción que se presenta entre el ácido ascórbico y el sulfito que actúa como agente reductor protegiéndolo en cierto grado, se puede apreciar en la figura 10 que el contenido de ácido ascórbico aumenta en el tiempo hasta los 30 días de

conservación de las pulpas; Sin embargo luego de este período se presenta una pérdida acelerada del ácido ascórbico hasta su totalidad a los 40 días de preservación.

3.4.4 Acidez En el cuadro 34 se pueden apreciar los cambios de acidez para cada una de las muestras empleadas en el seguimiento a los 15 días de elaboradas.

Cuadro 34. Variación de acidez (% ácido cítrico) para los tratamientos realizados a la pulpa de camu camu

Muestra	1 día	30 días
Pulpa cruda congelada	3,76	4,52
1500 mg/Kg metabisulfito de sodio	3,53	4,09
1000 mg/Kg metabisulfito de sodio	3,47	3,44
500 mg/Kg metabisulfito de sodio	3,84	3,66
50 °Brix, 75° C	1,84	1,59
47 °Brix, 75°C	2,35	2,43
50 °Brix, 80°C, 700 mg/Kg	2,08	2,26
47 °Brix, 80°C, 400 mg/Kg	2,18	2,37
50 °Brix, 75°C, 400 mg/Kg	2,05	2,40

Fuente: Las autoras

Los cambios de acidez a través del tiempo son despreciables para los productos a los que se aplicaron los tratamientos de preservación evaluados en el presente

estudio, excepto para la pulpa congelada en donde se presentó un ligero aumento.

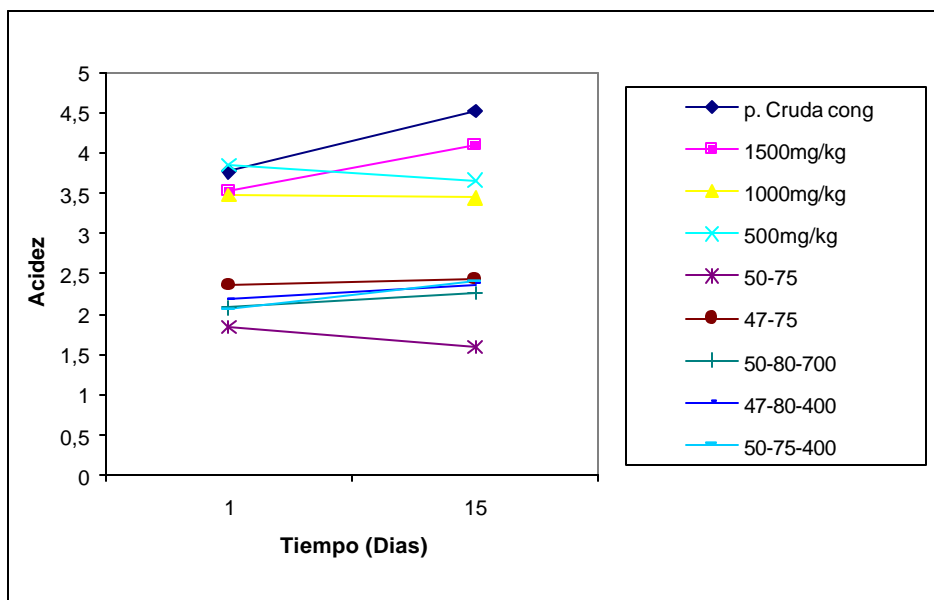


Figura 11 Variación de acidez para los tratamientos realizados a la pulpa de camu camu

3.4.5 Prueba colorimétrica. Los datos de color obtenidos para las coordenadas L, c y h, se muestran en los cuadros 35 y 36 donde se pueden apreciar las diferencias de color para las pulpas en un período de 15 días.

Cuadro 35. Parámetros de color para pulpas recién elaboradas con diferentes tratamientos de preservación.

Muestra	Coordenadas		
	L	C	h
Pulpa cruda congelada (testigo)	34.26	19.73	9.69
500 mg/Kg metabisulfito de sodio	61,84	15,73	78,51
1000 mg/Kg metabisulfito de sodio	51,95	17,07	42,11
1500 mg/Kg metabisulfito de sodio	51,18	16,28	41,62
50 °Brix, 75° C	33,45	8,55	33,22
47 °Brix, 75°C	40,81	14,52	43,84
50 °Brix, 80°C, 700 mg/Kg	35,13	9,32	33,58
47°Brix, 80°C, 400 mg/Kg	35,64	8,97	38,04
50 °Brix, 75°C, 400 mg/Kg	33,07	8,17	34,03

Fuente: Las autoras

Cuadro 36. Parámetros de color para pulpas de 15 días con diferentes tratamientos de preservación.

Muestra	Coordenadas		
	L	C	h
Pulpa cruda congelada (testigo)	34.26	19.73	9.69
500 mg/Kg metabisulfito de sodio	61.53	20.50	80.72
1000 mg/Kg metabisulfito de sodio	55.84	19.42	78.80
1500 mg/Kg metabisulfito de sodio	60.78	16.47	78.81
50°Brix, 75° C	39.39	10.19	67.55
47°Brix, 75°C	40.22	9.74	73.50
50°Brix, 80°C, 700 mg/Kg	35.43	6.03	69.50
47°Brix, 80°C, 400 mg/Kg	37.57	8.73	71.99
50°Brix, 75°C, 400 mg/Kg	35.37	7.94	62.56

Fuente: Las autoras

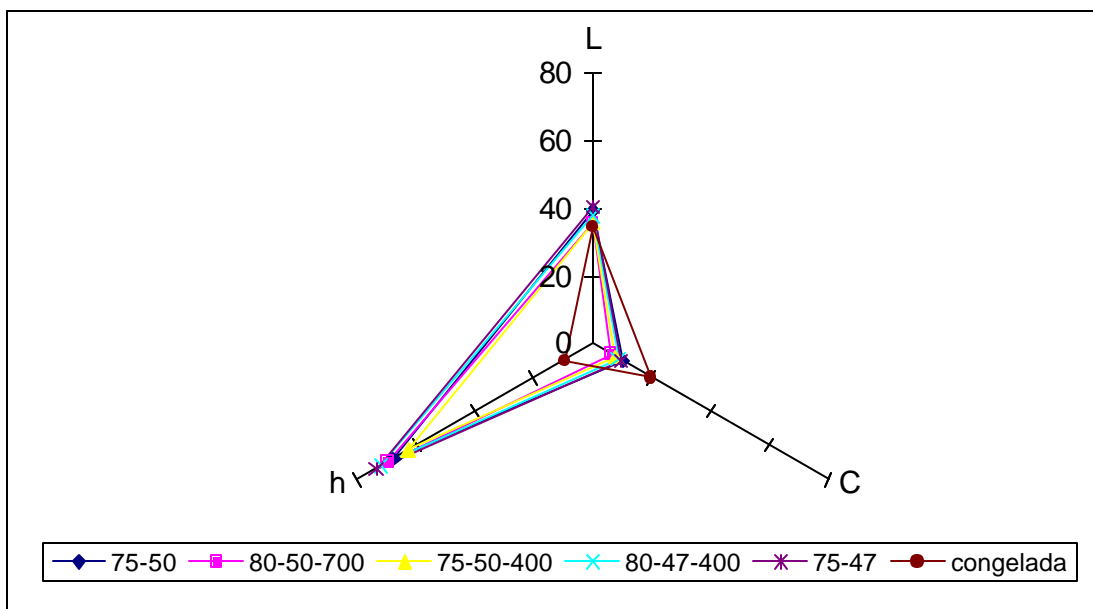


Figura 12 Coordenadas de color para pulpa pasterizada, edulcorada + benzoato de sodio.

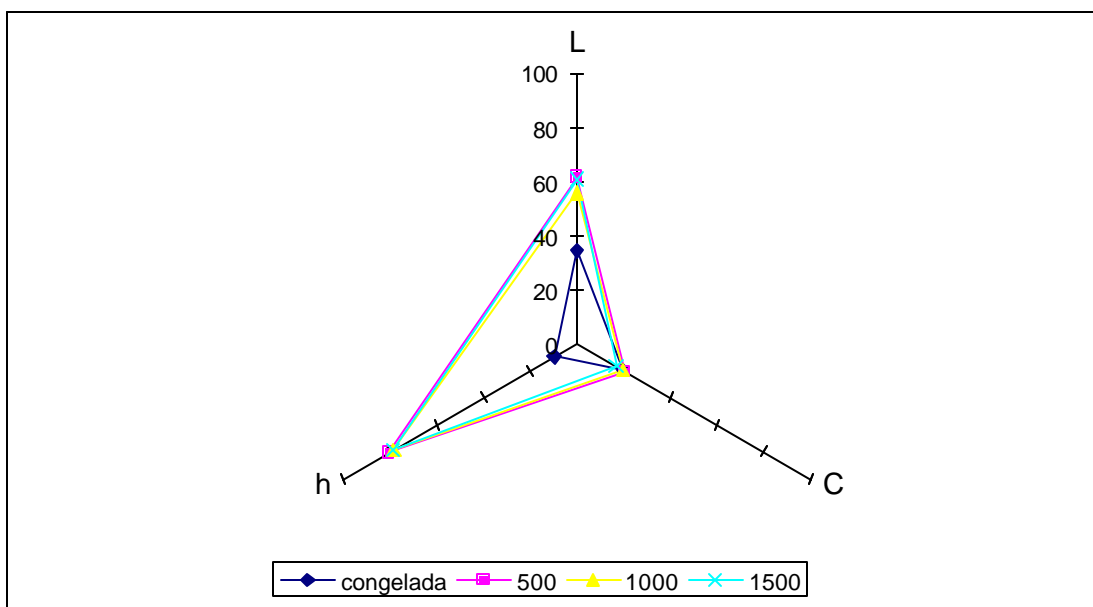


Figura 13 Coordenadas de color para pulpa sulfitada.

Para tener un color de referencia contra el cual comparar se tomaron las coordenadas medidas del testigo el día de su elaboración; en los diagramas se aprecia que el color varía significativamente respecto al testigo.

Este fue uno de los principales indicadores de aceptación para las pulpas analizadas.

El color rojo en las pulpas se torna mas oscuro en los tratamientos con metabisulfito como se puede observar en la figura 14, mientras que disminuye en los tratamientos de edulcoración y con benzoato de sodio; la saturación del color es mayor en las pulpa tratadas con metabisulfito, tornándose pálido en los tratamientos con edulcorante y benzoato de sodio ; el color es mas fuerte (pardo) en la pulpa con metabisulfito que en la pulpa edulcorada con benzoato de sodio (figura 13).

La tonalidad del color es mayor en las pulpas tratadas que en la pulpa cruda congelada (testigo); y durante el almacenamiento, la tonalidad pasa de rojo a pardo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las técnicas de preservación para pulpa de fruta de camu camu evaluadas en el presente estudio lograron alargar la vida útil del producto a 60 días aproximadamente, mientras que para las pulpas sin tratamiento preservadas a temperatura ambiente el tiempo de vida útil es de 5 días.

Las características físico – químicas de la fruta concuerdan con los datos registrados en la teoría, en cuanto a la cantidad de ceniza, humedad, ácido ascórbico y proteína se refiere.

Durante la aplicación de los tratamientos, la pulpa sufre cambios significativos en sus características organolépticas especialmente en el color.

Las pérdidas de ácido ascórbico están ligadas a muchos factores que impiden preservar por largos periodos de tiempo este componente. Las técnicas de preservación utilizadas podrían llegar a ser los factores que mas afectan su estabilidad.

La pasterización a cualquier tiempo y temperatura genera cambios de poca consideración en la estabilidad del color.

La adición de sacarosa como único tratamiento de preservación, acelera la fermentación de la pulpa, cuando esta se mantiene a temperatura de 20°C. La pasterización no retrasa ese proceso, sin embargo la adición de benzoato en las concentraciones de 400 y 700 mg/Kg, favorece la preservación del producto terminado.

El metabisulfito de sodio en las cantidades de 500, 1000 y 1500 mg/Kg empleado incide en el cambio de color de la pulpa del rojo característico a pardo, pero actúa de forma efectiva para la inhibición microbiana y la estabilidad del ácido ascórbico, esto se debe a que a pH bajos la liberación del metabisulfito y la eficacia inhibidora aumentan proporcionalmente.

RECOMENDACIONES

Sera recomendable para efectos de la pasteurización, disminuir los tiempos y las temperaturas de exposición del producto, para evitar pérdidas significativas de ácido ascórbico ya que si se hace uso de técnicas combinadas como la adición de preservante y edulcorante como inhibidores del crecimiento microbiano y reductores de la actividad del agua se podría garantizar la efectividad del tratamiento.

Para un próximo estudio es importante que se realice en el sitio de producción de la fruta, para aplicar los tratamientos de forma rápida y efectiva ya que las condiciones de almacenamiento (congelación) de la fruta, durante largos periodos de tiempo, afecta las características nutricionales y la calidad de los tratamientos aplicados; por lo tanto el error experimental se incrementa considerablemente.

Para alargar el periodo de vida útil y garantizar la estabilidad del ácido ascórbico, es necesario tomar las medidas necesarias para evitar la exposición del producto a la luz, ya que esto impediría la degradación de los pigmentos de la pulpa y del ácido ascórbico por ser fotosensible.

La congelación es un método de conservación que se descarta debido a los altos costos que acarrea su aplicación, las dificultades para su transporte y a las

pérdidas de ácido ascórbico que se producen, pero es importante destacar la estabilidad organoléptica que genera en los productos.

Se sugiere adelantar estudios o realizar un seguimiento detallado de la evolución de ácido ascórbico y color, probando los tratamientos del presente estudio a fin de establecer el tiempo crítico en el cuál no se sufren alteraciones de calidad organoléptica.

Se recomienda iniciar estudios de investigación básica, para establecer la actividad y los niveles críticos en la pulpa para dar continuidad con los tratamientos de preservación.

BIBLIOGRAFÍA

1. FRUITS. Vol.56 (5) p. 345
2. Conferencia programa de intercambio de profesores españoles y latinoamericanos, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional Universidad Pública de Navarra Profesor Américo Guevara Pérez, de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima (Perú).
www.unavarra.es
3. IMÁN, S. 2000. Cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* HBK en la región Loreto. INIA, Serie Manual 01-00. 32 pp.
4. www.insitu.org.pe
5. VILLACHICA L.H., El cultivo del camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh en la Amazona Peruana. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. Perú. 1996.
6. VILLACHICA. L. H., Frutales y hortalizas promisorios de la Amazona. Proyecto FAO/GCP/RLA/118/NET. Lima, Perú, 1996.
7. ROTA, N. A. 1965. Estudio bromatológico de la *Myrciaria paraensis* Berg. Tesis
8. *El Camu Camu, fuente de vitamina C*. Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Servicio informativo iberoamericano. Lima Perú, mayo 1999

9. ALVARADO VERTIZ M.A. Posibilidades del cultivo del camu camu en el Perú *Myrciaria dubia* (H.B.K) Monografía graduacao. Pontificia Univ. Católica del Perú. Lima. 1969
10. ANDRADE J.S., Curvas de Maturacao e Características nutricionais do camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. Cultivado en terra firme da Amazona Central. Ph.D. thsesis. Univ. Campinas, Fac. Food Eng., Brazil. 1991
11. PINEDO PANDURO Mario. Sistema de producción de camu camu en restinga. IIAP (Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana) – Agosto de 2001. Iquitos, Peru.
12. www.fao.org/inpho/vlibrary/x0062s/X0062S08.htm
13. CAMACHO Guillermo .Conservación de frutas y hortalizas curso – taller. ICTA Universidad nacional de Colombia sección vegetales. 1997
14. POVEDA PANIZA Gabriel. Los principios de la conservación de alimentos procesos aplicación Operaciones preliminares. 1999. España.
15. www.bioaplicaciones.galeon.com
16. PINZÓN BUENO Maria. Mercados y oportunidades de mercado para la exportación de frutas frescas y pulpas de frutas de Colombia hacia el mundo. 2001
17. GÓMEZ. H.D *Real Food Marketing*.1991
18. PEARSON, D. Técnicas de laboratorio para el de análisis de alimentos. Zaragoza (España): Acribia. 1994
19. LEES, R. Métodos analíticos y de Control de calidad. Zaragoza(España): Acribia.1982.

20. CHEFTEL. Jean Claude, CHEFTEL Henry. Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. tomo I. Zaragoza: Acribia. 1976.
21. BERNAL DE RAMIREZ Inés. Análisis de alimentos. Santa fé de Bogota: Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas y naturales.1993
22. PLUMMER David T. Bioquímica Practica. ED Mac Graw Hill. Bogotá. 1981
23. VARGAS OSORNO Maria Ester. Diferentes métodos de conservación de pulpas de frutas tropicales. Revista tecnología IIT. 144 jul-ago 1993 pp34-48
24. GIRALDO RODRÍGUEZ Maria del Pilar. Estudio preliminar en la caracterización de una variedad de guanábana (anona muricata L.) y optimización de algunas operaciones del proceso de obtención de pulpa. Universidad Nacional de Colombia.1990
25. M.A.RATTO G-I-T, VERLAG ERNEST Giebeler, Darmstadt. Examen microbiológico de leches y productos lácteos, 1982
26. GAVIRIA SALAZAR Luis enrique, CALDERÓN GOMES Carlos Eduardo, Manual de métodos analíticos para el control de calidad en la industria alimentaría. Instituto colombiano de normas técnicas. ICONTEC
27. DÍAZ DELGADO Daniel, VILLALOBOS CRUZ Margy. Conservación de frutas tropicales mediante un aditivo químico. pp. 7. julio 11/ 2002
28. JOSLYN M.A. and BRAVERMAN J.B.; "Sulfur Dioxide as Preservative and Sanitizing Agent"; Advances in Food Research; Vol. 5º; pp. a-123; b-124, 1994
29. BORGSTROM Georg; "principles of food science"; Vol. 1; 3ª ed.; pp.299. 1970

30. MULTON Jean Louis. Aditivos y Auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Zaragoza: Acribia. 1999 Segunda edición.
31. MONGOMERY Douglas. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. Belmont California 1991.
32. PEDRERO F. Daniel. La evaluación Sensorial de los Alimentos: métodos Analíticos. ED México: Alambra. 1989.
33. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería de Alimentos laboratorio de análisis de alimentos.

Anexo 1 Determinación de humedad por desecación en estufa corriente

Este método no es aplicable a muestras que contengan sustancias volátiles distintas del agua. Sin embargo en algunos casos en que están presentes sustancias de este tipo, puede utilizarse el método y el resultado se expresa como pérdidas por desecación. La temperatura de calentamiento se selecciona de acuerdo con la naturaleza del material.

Equipo.

- a) Balanza de precisión
- b) Estufa
- c) Desecador
- d) Cápsula de porcelana con tapa u otro recipiente adecuado.

Procedimiento. La cápsula se calienta en la estufa a 120°C por 1 hora, se deja enfriar en el desecador y se pesa.

En la cápsula ya tarada se coloca la cantidad de muestra preparada, se colocan en la estufa y se calienta, terminado el tiempo de calentamiento se deja enfriar en el desecador y se pesa. Se repite la operación de calentamiento y pesada por periodos de 30 min, hasta obtener peso constante.

Expresión de resultados. El porcentaje de humedad se calcula según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad (pérdida por desecación)} = \frac{(P1 - P2) 100}{\text{peso de la muestra}}$$

Donde:

P1 = peso de la cápsula más la muestra antes de la desecación.

P2 = peso de la cápsula más la muestra desecada.

Anexo 2 Determinación de cenizas por incineración directa

PRINCIPIO. Al eliminar por calcinación la materia orgánica presente, se obtiene por diferencia de pesadas el contenido de sustancias minerales en la muestra analizada.

EQUIPO.

- a) Balanza de precisión.
- b) Mufla.
- c) Crisol de porcelana, platino u otro material resistente al calor.
- d) Desecador.

PROCEDIMIENTO. Se calcina el crisol en la mufla a 500°C por media hora. Se deja enfriar en el desecador y se pesa, se agrega la cantidad de muestra necesaria y se vuelve a pesar. Por diferencia se obtiene el peso exacto de muestra.

Se coloca el crisol sobre una malla y con ayuda de una pequeña llama se comienza a calentar hasta obtener un producto carbonoso, se pasa a la mufla y se calcina a 500°C hasta desaparición completa del carbón; se deja enfriar en el desecador y se pesa, se continúa calcinando y pesando cada 30 minutos hasta obtener peso constante.

Anexo 3 Acidez tituable

1.7.1.1 Principio. Se determinan los ácidos libres presentes por medio de una titulación utilizando una solución de hidróxido de sodio de normalidad conocida, en presencia de fenoftaleina.

1.7.1.2 Reactivos

- a) Solución de NaOH 0.1N.
- b) Solución alcohólica de fenoftaleina al 1%

1.7.1.3 Procedimiento

- a) Preparación de la muestra. La muestra se mezcla perfectamente para asegurar un producto uniforme, y se filtra a través de un papel de filtración rápida, recogiendo el filtrado.
- b) Filtrado incoloro o débilmente coloreado. Se toma una alícuota adecuada del filtrado procedente de a), se diluye hasta unos 200 cm³ con agua destilada y se titula con la solución 0.1N de NaOH, utilizando una 6 gotas de la solución de fenoftaleina por cada 100 cm³ de la solución que se titula.
- c) Filtrado fuertemente coloreado. Se opera como en b), pero controlando el punto final utilizando un pH – metro, hasta pH 8.2.

1.7.1.4 Expresión de resultados

- a. Si se expresa en términos del ácido predominante, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{acidez (g/cm}^3\text{)} = \frac{100 \times V1 \times N \times \text{meq}}{V}$$

En donde:

V = volumen de la alícuota en cm³

V1 = cm³ de solución de NaOH

Meq = miliequivalentes de ácido en términos del cual se expresa la acidez:

Ácido acético : 0.06005

Ácido cítrico anhidro : 0.06404

Ácido málico: 0.06704

Ácido tartárico: 0.07505

- b) Si se expresa la acidez en meq/dm³ se emplea la fórmula:

$$\text{acidez (meq/dm}^3\text{)} = \frac{1000 \times V1 \times N \times \text{meq}}{V}$$

Anexo 4 Acidez iónica (pH)

A menos que se indique lo contrario, se determina a 20°C, utilizando un pH-metro (potenciómetro) con electrodos de vidrio, y los resultados se expresan en unidades de pH.

Anexo 5 Determinación de azúcares totales (método de Eynon Lane)

1. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Homogenizar la muestra por agitación, pesar 10 g de muestra y disolverla en aproximadamente 50 ml de agua destilada pasándola a un matraz aforado de 100ml adicionar 1 ml de una solución saturada de acetato plomo de (1.6 g/ml de agua), agitar suavemente y dejar en reposo por 15 min.

Agregar 1 ml de oxalato de sodio al 1 % agitar suavemente completar a 100 con agua y dejar en reposo 3 min, filtrar

Para azúcares totales. Inversión de la sacarosa:

Tomar una alícuota de 25 ml del filtrado y colocarla en una vaso de precipitado de 400 ml. Agregar 20 ml de agua destilada, 5 ml de ácido clorhídrico concentrado, homogenizar, calentar a ebullición por 3 min. evitando la caramelización, enfriar rápidamente, neutralizar con solución de hidróxido de sodio al 30 – 40% haciendo uso de potenciómetro. Enfriar y colocarlos en un matraz aforado de 100 ml completando a volumen. Identificar este como “Azúcares totales”

2. DETERMINACIÓN DEL TITULO DEL FELHING

Tomar una alícuota de 25 ml de una solución patrón de azúcar invertido al 1%, neutralizarla con NaOH 30 – 40% y colocarla en una bureta de 25 ml. (registre el volumen utilizado de NaOH)

⁽¹⁾En un erlenmeyer colocar 5 ml de solución de Felhing A y 5 ml de solución de felhing B agregar 50 ml de agua destilada, calentar el contenido del erlenmeyer a ebullición por 2 minutos e iniciar la titulación con la solución del azúcar y una vez se presente cambio de color manteniendo la muestra siempre a ebullición, agregar 2 gotas de azul de metileno al 1%, terminar la titulación en un tiempo menor a un minuto después de iniciada, agregando la solución azucarada gota a gota. El punto final de la titulación se identifica cuando desaparecen las trazas de color azul.

Registre el volumen gastado de la solución patrón y determine el título del reactivo así:

$$\text{Título del felhing} = \frac{V_{\text{solución patrón}} (\text{ml}) \times \text{concentración} (\text{g})}{100 \text{ ml}} = \text{g}$$

3. DETERMINACIÓN DE AZUCARES TOTALES:

Colocar en una bureta de 25 ml la solución identificada como “azúcares totales” y proceda de la misma forma que en ⁽¹⁾

Registre el volumen gastado de la solución de azúcares totales y aplique el cálculo respectivo.

$$\text{Azúcares totales \% glucosa} = \frac{\text{título}_{\text{felhing}}}{V_{\text{totales}}} \times \text{factor de dilución} \times \frac{100}{W_{\text{muestra}}}$$

Anexo 6 Azúcares, determinación en soluciones por refractometría

(utilizable para muestras líquidas que no tengan sólidos sin disolver). Los sólidos solubles determinados por el método refractométrico corresponden al peso de sacarosa en una solución acuosa que tenga el mismo índice de refracción que la solución analizada. Puede utilizarse un instrumento con la escala graduada en valores de n con divisiones de 0.0002 unidades, o con la escala graduada en porcentaje de sacarosa. Se ajusta el instrumento de tal manera que a 20°C y utilizando agua destilada, marque un valor de n de 1.3330, o de 0% de sacarosa.

Durante la determinación es necesario mantener temperatura constante, ya sea haciendo circular agua a 20°C por las chaquetas de los prismas del instrumento, o si se emplea un refractómetro de inmersión, manteniendo el refractómetro dentro de la solución un tiempo suficiente para que alcance la misma temperatura. También puede hacerse la lectura a temperaturas diferentes a 20°C haciendo las respectivas correcciones.

Si la solución es muy oscura, para efectuar una lectura directa, se puede diluir con solución concentrada de sacarosa; nunca se debe usar agua para este propósito. Mezclar cantidades pesadas de la solución que se analiza y de una solución de azúcar puro de aproximadamente la misma concentración.

Calcular el porcentaje de sólidos en la muestra original, utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ sólidos} = \frac{(W + B) C - BD}{W}$$

En donde:

W masa en gramos de la muestra, que se mezclaron con B gramos de la solución de azúcar puro utilizada para la dilución.

C = porcentaje de sólidos en la mezcla diluida, calculado

D = porcentaje de sólidos en la solución de azúcar utilizada para diluir.

Anexo 7 Extracción de la vitamina C

Método de Strobeck

El fundamento de este método para la determinación y cuantitativa de la vitamina C, implica su reacción con la 2 nitroanilina diazotada para formar la nitrofenilhidracida del ácido oxálico, que en presencia del NaOH diazotada forma la sal correspondiente de la coloración rojiza violeta. La intensidad del color depende de la concentración inicial de la vitamina C.

PROCEDIMIENTO

Pesar en el beaker 1 ml del zumo de la fruta. Adiciónese 4 ml de ácido oxálico al 0.15 %, mezcle, filtre y recolecte en un erlenmeyer. El extracto de vitamina C que así se obtiene debe guardarlo para agregarlo a los tubos M1 y M2 de acuerdo a las indicaciones.

MATERIALES

- (9) tubos de ensayo
- (1) Gradilla
- (9) Celdas
- (2) Beaker de 100 ml
- (1) Pipeta de 5 ml
- (2) Pipeta de 2 ml

- (2) Pipeta de 0.5 ml.
- (2) Pipeta de 0.1 ml
- (1) Embudo.
- (1) Espectrofotómetro.
- (1) Agitador.
- (1) Erlenmeyer (100 ml)

REACTIVOS

- (9 ml). 2 nitroanilina 0.16 % HCL
- (9 ml) Solución nitrito de sodio
0.08 % en agua R.P
- (8 ml) Solución de ácido oxàlico 0.15 %
- (3.1 ml.) Solución de ácido ascórbico 0.4 mg / ml
- (36 ml.) Etanol absoluto.
- (11 ml) NaOH 10 %
- Papel de filtro
- Jugo de camu camu

Curva de calibración

Rotule 9 tubos de ensayo limpios y secos. Añada a cada uno de los reactivos en el orden de la tabla:

Reactivo (ml)	B	1	2	3	4	5	6	M1	M2
2 nitoanilina	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nitrito de sodio	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Mezclar bien hasta que decolore. Si no ocurre decoloración en unos pocos tubos repita todo lo anterior solamente para ellos, si la decoloración no ocurre en la mayoría o en todos los tubos, agregue gotas de nitrito hasta que desaparezca la coloración; igualando el volumen añadido con el mismo reactivo a todos los tubos.

Etanol absoluto	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Sol. Ac. Ascórbico	-	0.1	0.2	0.4	0.6	.8	1	-	-
Ac. Oxálico 0.15%	1.0	0.9	0.8	.0.6	0.4	0.2	-	-	-
Extracto de vit. C	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Mezclar bien y dejar en reposo 5 min.									
NaOH 10%	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Agua destilada	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Mezcle bien y lea a max = 540 min.									

Anexo 8 Prueba de peroxidasa

Este método esta basado sobre la medida del color desarrollado de un substrato en guayacol – peroxido de hidrógeno, bajo la influencia catalítica de la enzima presente en el tejido. La reacción ocurre por la formación de un complejo activo peroxidasa – peroxido, el cual oxida el guayacol que cambia a un color rojizo – pardo.

REACTIVOS

1. Guayacol solución 1%: Disolver un gramo de guayacol en 50 ml. De alcohol etílico y adicionar 50 ml. En agua.
2. Peroxido de hidrógeno 1%: diluir una parte de peroxido de hidrógeno (H₂O₂) al 3% (libre de preservativos) con dos partes de agua.

NOTA. Envases de vidrio e capacidad de 100 ml. Provistos de gotero son los ideales para las soluciones. Los reactivos deben ser protegidos de la luz y almacenados en el refrigerador.

Ensayo con reactivos. La efectividad de los reactivos es determinada por pruebas llevadas en dos pequeños trozos de vegetales frescos, uno de estos es hervido por 10 min. Y enfriado. El material fresco debe dar prueba positiva y el trozo calentado prueba negativa.

Preparación Del Material

- ✓ Seleccione un material representativo de la porción que sera calentada en el escaldador, escogiendo después de este tratamiento las porciones centrales de los trozos gruesos para realizar la prueba. Utilice material de acero inoxidable.
- ✓ Para espinacas o materiales parecidos frondosos, seleccione una cantidad de hojas y tome una porción de una pulgada del principio cerca de la base de la porción frondosa y realice el ensayo.
- ✓ Para peras y otro vegetales con semilla, cortar cada semilla (germen) en mitad y realizar la prueba.

Procedimiento. Coloque el material preparado sobre una cápsula de porcelana en una caja de petri sobre un fondo blanco, adicione suficiente solución de guayacol para mojar toda la superficie cortada, entonces adicione inmediatamente una cantidad similar de peróxido de hidrógeno. Al cabo de 10 min. Anotar si un color rojizo pardo se desarrolla. Si nada se observa el ensayo para peroxidasa es negativo. Hacer caso omiso si algún color se desarrolla después de 3 min.

Las reacciones que ocurren se valoran de acuerdo a la aparición o no al final de los 3 min. así:

Negativa. No cambio el color del material

- ✓ Positiva. Punto o manchitas rojizas pardas
- ✓ Débil. Hasta el 25% de material con manchas rojizas pardas
- ✓ Fuerte. Abundante color del material rojizo pardo.

Anexo 9 Prueba de catalasa

Se utiliza para comprobar la presencia de la enzima catalasa que se encuentra en la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas que contienen citocromo. La principal excepción es *Streptococcus*.

REACTIVOS

- 👉 Carbonato cálcico
- 👉 Peróxido de hidrógeno 3%: diluir una parte de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 3% (libre de preservativos) con dos partes de agua.

PROCEDIMIENTO.

- Preparar la muestra y añadir una cantidad suficiente de carbonato cálcico
- Agregar 1ml de H₂O₂ al 3% directamente sobre la superficie del material a analizar
- Observar la formación inmediata de burbujas (resultado positivo).

INTERPRETACIÓN

Prueba cualitativa: la rápida aparición y producción sostenida de burbujas de gas o efervescencia, indica una prueba positiva. Dado que algunas bacterias pueden poseer enzimas distintas de la catalasa, capaces de descomponer el peróxido de hidrógeno, unas pocas burbujas diminutas, formadas a los 20 a 30 segundos no se consideran una prueba positiva.

Anexo 10 Norma Técnica Colombiana 404 (Tercera revisión)

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS JUGOS DE FRUTAS

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y los ensayos que deben cumplir los jugos y pulpas de frutas.

2. DEFINICIONES Y DESIGNACIÓN

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 Jugo de frutas es el producto líquido no diluido ni concentrado ni fermentado, obtenido a partir de frutas frescas sanas y limpias.

2.1.2 Pulpa o puré de frutas es el producto pastoso, no diluido ni concentrado, ni fermentado, obtenido a partir de frutas frescas sanas y limpias.

También se consideran jugos y pulpas los productos obtenidos a partir de jugos y pulpas concentrados o deshidratados a los cuales se les ha agregado solamente agua en tal cantidad, que restituya la eliminada en el proceso.

2.1.3 Jugos y pulpas edulcorados naturalmente son aquellos productos a los cuales se les ha adicionado como máximo el 40 % de edulcorantes naturales o sus mezclas. Expresados como azúcares totales.

2.2 CLASIFICACIÓN

Los jugos y las pulpas de frutas se clasifican de acuerdo con el método de conservación empleado en:

-Congelados

-Pasterizados

-Esterilizados

2.3 DESIGNACIÓN

2.2.1 Los jugos y las pulpas de frutas se designan con las palabras “jugo de” seguidas del nombre de la fruta utilizada en su elaboración.

2.2.2 Los jugos y pulpas edulcorados se designarán con las palabras “jugo edulcorado de” o “pulpa edulcorada de”, seguidas del nombre de la fruta utilizada en su elaboración.

3 CONDICIONES GENERALES

- 3.1 Los jugos y pulpas de frutas deben estar libres de materias extrañas y defectos tales como receptáculos, hojas, semillas, trozos de cáscara, insectos y parte de éstos.
- 3.2 Se admite una separación de fase y una presencia mínima de trozos de partículas propias de la fruta utilizada
- 3.3 En los jugos y pulpas congelados se admite la adición de antioxidantes según lo establecido por el Ministerio de Salud
- 3.4 En los jugos y pulpas no congelados y en los edulcorados, se permite la adición de conservante, según lo establecido por el Ministerio de Salud
- 3.5 Los jugos y pulpas de frutas deben conservar el color, sabor y olor característico de las frutas de las cuales proceden
- 3.6 No se permite la adición de sustancias que modifiquen la naturaleza del jugo. Salvo la de sacarosa, dextrosa, jarabe de glucosa hasta 5% (con excepción del jugo de limón que no permite ninguna adición) o cualquiera de los ácidos orgánicos siguientes ácido cítrico, ácido tartárico y ácido málico. Aislados o en

mezclas en las cantidades estrictamente necesarias, para ajustar la relación entre sólidos solubles y acidez titulable.

3.7 Los jugos y las pulpas de frutas deben elaborarse en condiciones sanitarias apropiadas con frutas maduras, frescas, sanas y prácticamente libres de residuos de plaguicidas y otras sustancias nocivas. Igualmente pueden prepararse con pulpas concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas siempre que se reúnan los requisitos anteriores

3.8 El producto no puede ser coloreado ni aromatizado artificialmente.

Tabla 1 Requisitos para los jugos de frutas

Requisitos Frutas	Acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en % mínimo	Sólidos solubles expresados en ° Brix (Bx) a 20°C (lectura refractométrica)**
Curuba	1.0	8.0
Gulupa	4.0	15.0
Limón*	4.5	6.0
Lulo	1.0	6.0
Mandarina*	0.5	9.0
Maracuyá	1.8	12.0
Mora	0.8	6.5
Naranja*	0.5	9.0
Piña	0.3	10.0
Toronja*	0.7	8.0
Uva	1.0	12.0

* cítricos

** Brix natural de la fruta

4 REQUISITOS

- 4.1 Los jugos de frutas deberán cumplir los requisitos de la tabla 1
- 4.2 Las pulpas de frutas deberán cumplir los requisitos indicados en la tabla 2
- 4.3 Los jugos y las frutas edulcoradas deberán cumplir con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos indicados en las tablas 3 y 6 respectivamente.
- 4.4 Los jugos y pulpas de frutas sometidos al proceso de esterilización comercial deben cumplir con el ensayo de esterilidad.
- 4.5 Los jugos y las pulpas de frutas de acuerdo con su clasificación deberán cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en las tablas 4 y 5
- 4.6 Los contenidos máximos permitidos en los jugos y en las pulpas de frutas para metales pesados, serán los indicados en la tabla 7

Tabla 2 Requisitos para las pulpas de frutas

Requisitos Frutas	Acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en % mínimo	Sólidos solubles expresados en ° Brix (Bx) a 20°C (lectura refractométrica)**
Banano	0.3	18.0
Durazno	0.3	11.5
Fresa	0.65	7.0
Guanábana	0.2	13.0
Guayaba	0.5	8.0
Mamey	0.2	13.0
Mango	0.3	12.5
Manzana	0.4	10.0
Papaya	0.05	7.0
Pera	0.2	10.0
Tamarindo	1.0	18.0
Tomate de árbol	1.6	10

Tabla 3 Requisitos para jugos y pulpas de frutas edulcorados

Requisitos	Valores	
	Mínimo	Máximo
Sólidos solubles en ° Brix (Bx) a 20°C (lectura refractométrica)	43.6	
Azúcares totales expresados en porcentaje		4.0
pH a 20°C		4.0
Contenido de fruta a su brix natural	60	

Tabla 4 Requisitos microbiológicos para jugos y pulpas de frutas congelados

Requisitos	N	M	M	C
Recuento de microorganismos mesófilos /g	3	20.000	50.000	1
NMP coliformes totales/g	3	9	29	1
NMP coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Recuento de esporas clostridium sulfito reductor/g	3	<10	-	0
Recuento de hongos y levaduras/g	3	10.000	3.000	1
Recuento de hifas (método de Howard máximo)	20 campos positivos			

Convenciones:

n = número de muestras a examinar

m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

C = numero máximo de muestras permisibles con resultado entre m y M

Tabla 5 Requisitos microbiológicos para los jugos y las pulpas de frutas pasterizados

Requisitos	N	M	M	C
Recuento de microorganismos mesófilos /g	3	1.000	3.000	1
NMP coliformes totales/g	3	<3	-	0
NMP coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Recuento de esporas Clostridium sulfito reductor/g	3	<10	-	0
Recuento de hongos y levaduras/g	3	100	200	1

Tabla 6 Requisitos microbiológicos para los jugos y las pulpas de frutas

edulcorados

Requisitos	N	m	M	C
Recuento de microorganismos mesófilos / g	3	500	800	1
NMP coliformes totales/g	3	<3	-	0
NMP coliformes fecales/g	3	<3	-	0
Recuento de esporas clostridium sulfito reductor/g	3	<10	-	0
Recuento de hongos y levaduras/g	3	10	50	1

Tabla 7 Metales pesados

		Limite máximo ppm
Arsénico	As	1
Plomo	Pb	2
Cobre	Cu	10
Estaño	Sn	50

7. ENVASE Y ROTULADO

7.1 ROTULADO

Deberá cumplir con lo indicado en la NTC 512 y además aparecer en forma legible las siguientes indicaciones.

- Ingredientes
- Registro sanitario
- Masa en unidades de sistema internacional

Nota 1 Los jugos y las pulpas de frutas deberán llevar en el rótulo la frase “100% natural”. Solamente cuando al producto no se le han adicionado aditivos. Con excepto de ácido ascórbico

Nota 2 En los productos elaborados con dos o mas frutas se deberán indicar en el rotulo los nombres de las frutas utilizadas

Nota 3 Cuando los jugos o pulpas de frutas son preparados a partir de concentrados o deshidratados, se deberá incluir en el rótulo la palabra “reconstituido.”

7.2 EMBALAJE

Los jugos y las pulpas de frutas edulcorados y sin edulcorar se deberán empacar en recipientes elaborados con materiales que aseguren su conservación e higiene durante el almacenamiento, el transporte y el expendio.

Anexo11 MINISTERIO DE SALUD Resolución número 4125 de 1991

Por la cual se reglamenta el título V Alimentos, de la Ley 02 de 1979, en lo concerniente a los CONSERVANTES utilizados en alimentos.

ARTICULO 1º Denomínese CONSERVANTES sustancias o mezclas que impiden o retardan el proceso biológico de alteración producido en los alimentos por 10s microorganismos o las enzimas.

ARTICULO 2º para efectos de la presente resolución se permite la utilización de los siguientes conservantes en los productos alimenticios en las cantidades máximas siguientes:

1. Ácido benzoico y sus sales de calcio, potasio y sodio	1000 mg/Kg
2. Ácido propiónico y sus sales de calcio, potasio y sodio hasta	3000 mg/Kg
3. Ácido sórbico y sus sales de calcio, potasio y sodio hasta	1000 mg/Kg
4. Ascorbato de calcio	1000 mg/Kg
5. Diódido de azufre y sus sales bisulfito, metabisulfito sulfito de calcio, potasio y sodio hasta	1500 mg/Kg
6. Heametilenotetramina	600 mg/Kg
7. Nisina	125 mg/Kg
8. Nitratos de potasio y sodio hasta	500 mg/Kg
9. Nitritos de potasio y sodio hasta	200 mg/Kg
10. Parahidroxibenzoatos de etilo, metilo y propilo	1000 mg/Kg

PARAGRAFO. Cuando se mezcle ácido benzoico y ácido sórbico, la suma de ellos no puede exceder de 1250 mg/Kg.

ARTICULO 3º Los conservantes de que trata el artículo anterior no podrán utilizarse en productos alimenticios sometidos a procesos de esterilización.

ARTICULO 4º Las sustancias conservantes deben ser inocuas y no deben emplearse para encubrir deficiencias sanitarias de las materias primas, ni malas prácticas de manufactura y, además, cumplirán con las especificaciones del Codex Alimentarius, del Food Chemical Codex o de los Farmacopeas en Colombia

ARTICULO 5º Cualquiera otra sustancia no contemplada en la presente resolución, que se quiera introducir como Conservante, debe someterse a estudio y aprobación del Ministerio de Salud, a través del Comité de Aditivos según lo determina, el Decreto 2106 de 1983 y demás normas que lo modifiquen o sustituyan.

ARTICULO 6º Los conservantes permitidos en el artículo 20 de la presente resolución, deberán llevar en el rótulo de su empaque las siguientes indicaciones

- 1 Nombre técnico, según artículo 20
- 2 Nombre del fabricante, importador o distribuidor,
- 3 Dirección del fabricante, número de lote de fabricación y contenido neto
- 4 La leyenda “Conservante para alimento permitido por el Ministerio de Salud”
- 5 Número de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento de la fábrica

ARTICULO 7º Cuando se usen mezclas de Conservantes la suma de las fracciones empleadas de cada uno de ellos dividida por su respectiva dosis respectiva, no debe ser superior a uno (1)

ARTICULO 8º Los Conservantes a que se refiere la siguiente solución pueden ser suprimidos o restringidos en sus niveles máximos de uso, en las reglamentaciones específicas que se expidan para determinados grupos de productos alimenticios

PARÁGRAFO Las reglamentaciones de productos alimenticios expedidas con carácter específico, con anterioridad a la presente resolución, mantendrán su vigencia

ARTICULO 9º para efectos del visto bueno previo para la importación de conservante para alimentos, el interesado deberá suministrar al Ministerio de Salud, la siguiente información:

1 Manifestación escrita, en el cuerpo de la Licencia de Importación, de que el Conservante a importarse cumple con todos los requisitos de esta resolución

2 Nombre técnico del producto, según el artículo 20 de esta resolución 3 Grado de pureza

ARTICULO 10º El Ministerio de Salud o las autoridades de salud de los Servicios Seccionales de Salud ejercerán las acciones de vigilancia y control para verificar el cumplimiento de lo exigido en la presente resolución

ARTICULO 11º Los fabricante de productos alimenticios tendrán un plazo de tres (3) meses para dar cumplimiento a lo previsto en la presente resolución

ARTICULO 12º Las medidas de seguridad y las sanciones, así como los procedimientos para su imposición, en materia de aditivos, se regirán por las mismas normas previstas para el efecto con relación a alimentos

ARTICULO 13º La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación

Anexo 12 capítulo VI de la Resolución 7992 de 1991 del Ministerio de Salud

PERIODO DE VIDA ÚTIL

En Colombia el Ministerio de Salud por medio de la Resolución número 7992 de 1991 (de 21 de julio de 1991) reglamenta parcialmente el Título V de la ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas, según el artículo 40 del periodo de vida útil, del capítulo VI.

Los productos objetos de esta reglamentación tienen una duración sanitaria de acuerdo con la siguiente clasificación:

Grupo	Tipo de tratamiento	Duración sanitaria máx.
I	Jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas no sometidos a tratamiento físico, envasados en empaques no herméticos, que requieren refrigeración para su conservación.	30 días, expresados en día y mes.
II	Jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas sometidos a tratamiento físico, envasados en frío o en caliente, en envases no herméticos, que requieran o no, refrigeración para su conservación	90 días, expresados en mes y año.
	Jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas no sometidos a tratamiento físico, envasados en caliente, en envases herméticos, flexibles que requieran o no, refrigeración para su conservación.	180 días, expresados en mes y año.
II	Jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas congelados y mantenidos a -10°C	12 meses, expresados en mes y año.
IV*	Jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas sometidos a tratamiento físico, envasados en caliente, en envases herméticos, no flexibles o asépticos.	15 meses

* Los productos pertenecientes al grupo IV llevarán la fecha de vencimiento expresada en el código de fabricación.

Anexo 13 CODEX ALIMENTARIUS CODEX STAN 164 – 1989¹

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los zumos (jugos) de fruta obtenidos a partir de fruta de una sola especie, que se definen en la sección 2. sin embargo, esta norma no se aplica a ninguno de los zumos (jugos) de fruta que son ya objeto de una norma específica del Codex.

2. DESCRIPCIÓN

Zumo (jugo) sin fermentar, pero fermentable, pulposo, turbio o claro, destinado al consumo directo, obtenido por procedimiento mecánico a partir de fruta madura y sana, o de su carne, conservado por medios físicos exclusivamente. El zumo (jugo) podrá haber sido concentrado y luego reconstituido con agua adecuada para conservar la composición esencial y los factores de calidad del mismo.

3. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

3.1 SÓLIDOS SOLUBLES

El contenido de sólidos de fruta solubles del zumo (jugo) de fruta (con exclusión de los azúcares añadidos) no será menor que el valor que corresponda al contenido e sólidos solubles de la fruta madura, determinado con refractómetro a

¹ Para los efectos de la presente norma, y en la actualidad, la “ conservación por medios físicos” no comprende la radiación ionizante.

20°C, sin corregir por la acidez y expresado en grados Brix en las Escalas Internacionales de sacarosa.

3.2 AZÚCARES

Podrán añadirse uno o más de los azúcares sólidos y, en el caso de los zumos (jugos) reconstituidos, uno o más de los azúcares que se ajusten a la correspondiente definición de la Comisión del Codex Alimentarius. La cantidad de azúcares añadida no excederá 100g/Kg, excepto para las frutas muy ácidas, en cuyo caso se permitirá la cantidad de 200g/Kg.

No se permite la adición de azúcares cuando el zumo (jugo) ha sido acidificados de conformidad con lo estipulado en las secciones 4.1 y 4.2

3.3 CONTENIDO DE ETANOL

El contenido de etanol no deberá exceder de 5g/kg

3.4 PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

El producto deberá tener el color, aroma y sabor característicos del zumo (jugo de fruta). Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales del zumo (jugo) a cualquier zumo (jugo) obtenido de los mismos tipos de fruta de la que se hayan extraído los componentes volátiles naturales del jugo (zumo).

3.5 USO DE CONCENTRADOS

Se permite la adición de concentrados al zumo (jugo de fruta). Solo podrán utilizarse concentrados obtenidos del mismo tipo de fruta.

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Dosis máxima

4.1 ácido cítrico

4.2 ácido málico

limitada por BPF

4.3 No se permite la adición de los ácidos mencionados en las secciones 4.1 y 4.2 cuando el zumo (jugo) contiene azúcares añadidos de conformidad con la sección 3.2.

4.4 Ácido L ascórbico

400 mg/ Kg en el producto final.

4.5 Dióxido de carbono

Limitada por las BPF.

5. CONTAMINANTES

5.1 Arsénico (As)

0.2 mg/Kg

5.2 Plomo (Pb)

0.3 mg/Kg

5.3 Cobre (Cu)

5 mg/Kg

5.4 Zinc (Zn)

5 mg/Kg

5.5 Hierro (Fe)

15 mg/Kg

5.6 Estaño (Sn)

250 mg/Kg

5.7 Suma de cobre, zinc y hierro

20 mg/Kg

5.8 Dióxido de azufre

10 mg/Kg

Anexo 14 Formato evaluación sensorial para néctar de camu camu

Nombre: _____ Fecha:

Indique con el numero correspondiente el orden de su menor (=1) a mayor (= 3) preferencia al probar cada uno de los de néctar de fruta de camu camu, no se permiten empates. Gracias.

Muestras	825	341	526
Preferencia	_____	_____	_____

**Anexo 15 Formato utilizado en evaluación sensorial para néctar de fruta de
camu camu**

Nombre: _____ Fecha: _____

Pruebe la muestra e indique con una x su nivel de agrado, de acuerdo con la
escala que se presenta a continuación:

Muestra	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Me es indiferente	Me disgusta un poco	Me disgusta mucho

Anexo 16 Procedimiento de análisis microbiológico

1. RECUENTO DE MICROORGANISMOS MESÓFILOS

Conocido también como método estándar de recuento en placa por siembra en profundidad. Es el recuento indicador mas amplio y general en alimentos, ya que incluye todos los géneros aerobios y facultativos que crecen en medios simples a una temperatura entre 20 a 45°C.

Este recuento se considera como indicador del grado d contaminación de los alimentos en cualquier etapa del proceso de producción, también se usa como indicador de la vida útil de un producto.

EQUIPO Y MATERIAL

Cajas de petri de vidrio (100x15mm) estériles

Pipetas bacteriológicas de 1 ml estériles

Baño de agua a 45-50°C

Estufa de incubación a 35°C +- 2°C

Contador de colonias

Agar SPC (Agar plate count)

TÉCNICA

Preparar la muestra y las diluciones de los homogenizados tal como se ha recomendado. Transferir por duplicado; alícuotas de 1ml de cada una de las diluciones en cajas de petri estériles previamente marcadas. Inmediatamente verter en las cajas de 10 a 15 ml de Agar plate cout fundido y mantenido a 45 – 50°C. Inmediatamente mezclar el inóculo con el medio fundido. La manera mas indicada de realizar esta operación es:

- a) moviendo la caja de arriba hacia abajo 5 veces
- b) rotando la caja 5 veces en el sentido d las manecillas del reloj
- c) moviendo la caja 5 veces haciendo ángulos rectos sobre el movimiento a
- d) rotando la caja en contra de las manecillas del reloj 5 veces.

Verter en la caja petri, medio y diluyente sin inocular como control de esterilidad.

Dejar solidificar el Agar. Invertir las cajas e incubar a 35°C + 2°C durante 48 horas +-3 horas.

Lectura y cálculo de los resultados

Seleccionar las dos cajas correspondientes a la misma dilución que presentan entre 30 a 300 colonias. Contar todas las colonias de cada caja. Hallar la medida aritmética de los dos valores y multiplicarla por el factor de dilución.

Si las cajas de dos diluciones consecutivas presentan recuentos menores de 30 y mayores de 300 colonias, contar las cuatro cajas, calcular el recuento para cada una de las diluciones y sacar el promedio entre las dos.

Si no hay colonias en las cajas correspondientes a la dilución de mayor concentración, informar el recuento como menor de 1 multiplicado por el factor de dilución mas concentrado.

En caso que dos diluciones consecutivas estén dentro del rango 30 a 300 colonias, se hace el recuento para cada una de las diluciones y se reporta la media aritmética de los dos valores obtenidos a menos que el recuento mayor contenga dos veces al menor, en este caso se reporta el recuento menor.

Expresión de los resultados:

Calcular el número de ufc/g o ml multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente a las placas elegidas para el recuento.

2. NÚMERO MAS PROBABLE (NMP) DE COLIFORMES EN ALIMENTOS

Este grupo de microorganismos que comprende varios géneros de la familia enterobacteriaceae está ampliamente distribuida en la naturaleza, agua y suelo, pero también es habitante normal del tracto intestinal de hombre y animales de sangre caliente.

Su presencia en alimentos es signo de mala calidad higiénica dentro del proceso, falta de higiene de los manipuladores, recontaminación después del proceso y aún de contaminación fecal.

EQUIPO Y MATERIAL

Lo necesario para la preparación de los homogenizados de los alimentos:

Pipetas bacteriológicas de 1 ml estériles

Gradillas

Caldo lactosado bilis verde brillante al 2% volúmenes de 2ml, en tubos de 180 x 15 mm, conteniendo tubos de fermentación de Durham invertidos (50x10mm).

Agar eosina azul de metileno seg. LEVINE, Agar E.M.B

Estufa de incubación a 35°C +- 2°C

Asa de inoculación.

TÉCNICA

Prueba presuntiva

Preparar la muestra y las diluciones de los homogenizados tal como se ha recomendado.

Pipetear 1 ml de cada una de las diluciones en tubos de caldo lactosado bilis verde brillante al 2%, utilizando 3 tubos por dilución.

Incubar los tubos a 35°C +-2°C por 24 a 48 horas

Pasadas las 48 horas anotar los tubos que muestre producción de gas que se observa por el desplazamiento del medio en el tubo de Durham.

Si a las 24 horas todos los tubos muestran producción de gas, proceder a la prueba confirmativa.

Prueba confirmativa

Confirmar que los tubos con producción de gas en caldo lactosado billis verde brillante al 2% de la prueba presuntiva son positivos a organismos del grupo coliforme, sembrando por estría una asada de daga uno de los tubos en la superficie de una placa de Agar eosina azul de metileno E.M.B.

Incubar las placas invertidas a 35°C +2°C por 24 horas.

Pasado este tiempo se hace la lectura de las colonias típicas de coliformes.

Anotar el número de tubos confirmados como positivos para organismos coliformes en cada dilución.

Para obtener el NMP proceder de la siguiente forma:

- a) Ver en cada una de las 3 diluciones, el número de tubos en los que se confirmó la presencia de coliformes.
- b) Buscar en la tabla del NMP (tabla número1) y anotar el resultado correspondiente al número de tubos positivos de cada dilución.

Para calcular el NMP de organismos coliformes por gramo de alimento, utilizar la siguiente fórmula :

$$\frac{\text{NMP de la tabla} \times \text{factor de dilución intermedia}}{100} = \frac{\text{NMP}}{\text{g ó ml}}$$

Expresar los resultados como NMP de coliformes totales/g o ml, según el producto

3. NÚMERO MAS PROBABLE (NMP) DE COLIFORMES DE ORIGEN FECAL

Es necesario diferenciar los coliformes de origen fecal (procedentes del intestino de hombre y de los animales de sangre caliente) de los coliformes de otros orígenes.

EQUIPO Y MATERIAL

Asa de inoculación

Baño de agua con rotación, dotado con mecanismos de rotación térmica graduado a $45^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Caldo lactosado bilis verde brillante al 2% (medio numero 2) Volúmenes de 10 ml, en tubos de 180 * 15mm, conteniendo tubos de fermentación de Durham invertidos (50x0mm).

Caldo triptófano, volúmenes de 5ml

Reactivo de Kovacs

TÉCNICA

Test de Mac-Kenze

A partir de los tubos positivos con producción e gas del NMP de coliformes totales, transferir en cada tubo una asada de cultivo en:

- a. Caldo lactosado bilis verde brillante al 2% conteniendo tubos de fermentación de Durham
- b. Caldo triptófano

Incubar los tubos a $45^{\circ}\text{C} \pm 0.51^{\circ}\text{C}$ por 48 horas en el baño de agua, teniendo cuidado que el baño de agua sobrepase el nivel cultivo.

Leer los test de Mac-Kenze como sigue:

- a. Observar producción de gas en el caldo lactosado bilis verde brillante al 2%.
- b. Revelar el caldo triptófano, adicionando 0.2ml del reactivo de Kovacs, agitar suavemente y observar la presencia de un anillo rojo cereza en la superficie de la capa de alcohol amílico cuando la prueba es positiva o el color original del medio cuando la prueba es negativa.

Considerar como coliformes de origen fecal los que demuestren positividad en ambas pruebas:

Gas: positivo

Indol: positivo

Confrontar los resultados con la tabla 1 de NMP

Expresar los resultados como NMP de coliformes fecales/g o ml según el producto.

De cada dilución se inoculan tres tubos de medio, cada uno con 1 ml. Para calcular el NMP de diluciones mayores que las que figuran en la tabla, multiplicar el NMP por el factor adecuado: 10, 100, 1000, etc., por ejemplo, si los tubos seleccionados corresponden a las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} , multiplicar por 10; si las diluciones son 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , multiplicar por 100.

Tabla 1. numero mas probable (NMP) de bacterias: tres tubos por cada dilución

NUMERO DE TUBOS POSITIVOS EN CADA DILUCIÓN			NMP por gramo	LIMITES DE CONFIANZA			
Dilución 10 ⁻¹	Dilución 10 ⁻²	Dilución 10 ⁻³		99%			95%
0	1	0	3	1	23	1	17
1	0	0	4	1	28	1	21
1	0	1	7	1	35	2	27
1	1	0	7	1	36	2	28
1	2	0	11	2	44	4	35
2	0	0	9	1	50	2	38
2	0	1	14	3	62	5	48
2	1	0	15	3	65	5	50
2	1	1	20	5	77	8	61
2	2	0	21	5	80	8	63
3	0	0	23	4	177	7	129
3	0	1	40	10	230	10	180
3	1	0	40	10	290	20	210
3	1	1	70	20	370	20	280
3	2	0	90	20	520	30	390
3	2	1	150	30	660	50	510
3	2	2	210	50	820	80	640
3	3	0	200	100	1900	100	1400
3	3	1	500	100	3200	200	2400
3	3	2	110	200	6400	300	4800

Calculada a partir de los datos de MAN (1975).

RECuento DE HONGOS Y LEVADURAS

Producen alteración de los alimentos, así como metabolito tóxicos. Los hongos y levaduras se ponen en evidencia en condiciones desfavorables para el crecimiento bacteriano como pH bajo, alto contenido de sales y azúcares, bajo contenido de humedad y baja temperatura de almacenamiento.

EQUIPO Y MATERIALES

Diluciones de alimentos

Incubadora a 22°C +- 0.2°C

Baño de agua a 45 – 50°C

Refrigerador

Cuenta colonias

Cajas de petri estériles

Pipetas 1ml estériles

Agar OGY

Solución de oxitetraciclina al 0.1%

Agar YGC

TÉCNICA

Preparar las diluciones de la muestra.

Transferir por duplicado, 1 ml de solución de oxitetraciclina por cada 500ml de medio.

Verter en las cajas de petri el Agar OGY ó el YGC.

Mezclar muy bien medio e inóculo de la forma indicada.

Dejar solidificar, invertir las cajas e incubarlas a 22°C +-0.2°C, durante 5 a 7 días.

LECTURA

Seleccionar las cajas que presenten entre 2 y 200 colonias. Contarlas y multiplicar por el factor de dilución. Informar como ufc/g o ml

**Anexo 17 Tablas para la determinación de las temperaturas de
pasteurización y la cantidad de preservante (benzoato de sodio)**

Cuadro 1. Frecuencias para la determinación de las temperaturas de pasteurización y la cantidad de Preservante (Benzoato de Sodio)

Muestra	Me gusta mucho	Moderadamente	Indiferente	Disgusta un poco	Disgusta mucho	Total Encuestados
101	24	21	5	7	3	60
292	21	13	16	10	0	60
294	17	12	10	19	2	60
521	9	19	17	13	2	60
534	30	13	3	6	8	60
626	8	18	22	9	3	60
724	3	17	11	23	6	60
748	24	25	3	5	3	60
825	10	11	7	15	17	60
721	13	12	17	10	8	60
826	16	15	19	7	3	60
341	3	8	3	27	19	60
126	27	20	5	3	5	60
558	10	7	17	15	11	60
392	25	23	7	3	2	60
114	3	6	8	23	20	60
224	9	5	9	22	15	60
916	7	5	17	17	14	60

Cuadro 2. Porcentajes de las frecuencias obtenidas en el panel sensorial.

Muestra	Me gusta mucho	Moderadamente	Indiferente	Disgusta un poco	Disgusta mucho	Total Encuestados
101	40,00%	35,00%	8,33%	11,67%	5,00%	100,00%
292	35,00%	21,67%	26,67%	16,67%	0,00%	100,00%
294	28,33%	20,00%	16,67%	31,67%	3,33%	100,00%
521	15,00%	31,67%	28,33%	21,67%	3,33%	100,00%
534	50,00%	21,67%	5,00%	10,00%	13,33%	100,00%
626	13,33%	30,00%	36,67%	15,00%	5,00%	100,00%
724	5,00%	28,33%	18,33%	38,33%	10,00%	100,00%
748	40,00%	41,67%	5,00%	8,33%	5,00%	100,00%
825	16,67%	18,33%	11,67%	25,00%	28,33%	100,00%
721	21,67%	20,00%	28,33%	16,67%	13,33%	100,00%
826	26,67%	25,00%	31,67%	11,67%	5,00%	100,00%
341	5,00%	13,33%	5,00%	45,00%	31,67%	100,00%
126	45,00%	33,33%	8,33%	5,00%	8,33%	100,00%
558	16,67%	11,67%	28,33%	25,00%	18,33%	100,00%
392	41,67%	38,33%	11,67%	5,00%	3,33%	100,00%
114	5,00%	10,00%	13,33%	38,33%	33,33%	100,00%
224	15,00%	8,33%	15,00%	36,67%	25,00%	100,00%
916	11,67%	8,33%	28,33%	28,33%	23,33%	100,00%

Prueba de preferencia para pulpa de fruta edulcorada de Camu Camu.

Nº de juicios	PRUEBAS DE DOS COLAS*			PRUEBAS DE UNA COLA**		
	Nivel De Probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
60	39	41	44	37	40	43

* Numero mínimo de juicios coincidentes necesario para establecer diferencia significativa

** Número mínimo de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa. Fuente: Roessler y col. (1956).

Anexo 18 Tratamiento estadístico para cuantificación de vitamina C

Análisis de varianza para el número de replicas en pulpa congelada de camu camu

Ho= No existe diferencia significativa entre el número de replicas respecto a las cantidades de Vitamina C determinadas.

Ha= Existe diferencia significativa entre el número de replicas respecto a las cantidades de Vitamina C.

Análisis de varianza para el número repeticiones en pulpa de fruta congelada

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Repetición	2	45387.823	22693.911	1.39	0.2927

Siendo la probabilidad 0.05 se puede observar que no hay diferencia significativa entre los valores obtenidos en cada una de las repeticiones realizadas;

Análisis de varianza para el número de replicas en pulpa de fruta pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio.

Ho= No existe diferencia significativa de la cantidad de Vitamina C determinada entre el número de replicas realizadas.

Ha= Existe diferencia significativa de la cantidad de Vitamina C determinada entre el número de replicas realizadas.

Con los resultados que se describen en el cuadro 30, se puede concluir que la Ho se acepta es decir, no existe diferencia significativa entre el número de replicas y la cantidad de ácido ascórbico determinada en cada una de ellas.

Análisis de varianza entre repeticiones, para pulpa de fruta Pasteurizada, edulcorada mas benzoato de sodio.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Repetición	1	19659.2598	19659.2598	0.91	0.3579

Análisis de varianza para el número de replicas en pulpa sulfitada

Ho= No existe diferencia significativa de la cantidad de Vitamina C determinada entre el número de replicas realizadas.

Ha= Existe diferencia significativa de la cantidad de Vitamina C determinada entre el número de replicas realizadas.

Análisis de varianza entre repeticiones para pulpa de fruta sulfitada de camu camu

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Pr > F
Repetición	1	2156.575	2156.575	0.01	0.9157

Teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior se observa que no hay diferencia significativa para las repeticiones realizadas.

Anexo 19 Curvas de calibración utilizadas para la cuantificación del ácido ascórbico por espectrofotocolorimetría

AJUSTE PARÁMETROS PRIMERA MEDICIÓN

Longitud de onda: 546 nm.;

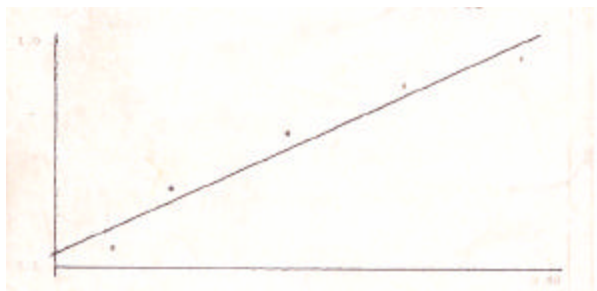
Limites Bajo / Alto: -9999/9999

Pendiente: 0.282

Intercepto: 0.118

Desviación standart: 0.084

Coefficiente de correlación: 0.976



Curva de calibración para la primera lectura en espectrofotometro

AJUSTE PARÁMETROS SEGUNDA MEDICIÓN

Longitud de onda: 546 nm.

Ajuste de curva: lineal

Número de muestras:10

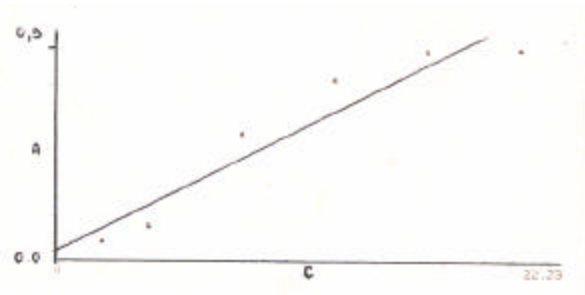
Limites Bajo /Alto: -9999/9999

Pendiente:0.025

Intercepto:0.044

Desviación standart: 0.063

Coeficiente de correlación: 0.953



Curva de calibración para la segunda lectura en espectrofotometro

AJUSTE DE PARÁMETROS TERCERA MEDICIÓN

Longitud de onda: 546 nm.

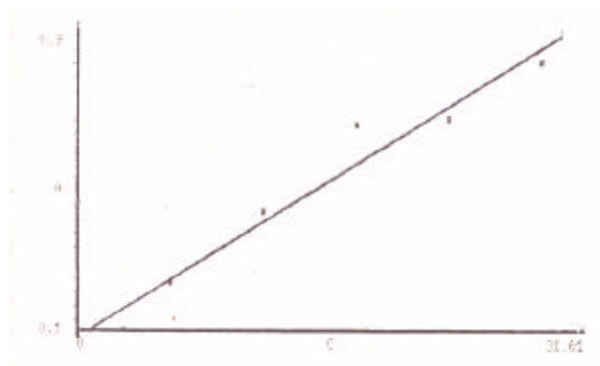
Limites Bajo / Alto: -9999/9999

Pendiente:0.028

Intercepto:0.028

Desviación standart: 0.070

Coeficiente de correlación: 0.977



Curva de calibración para la tercera lectura en espectrofotometro

AJUSTE DE PARÁMETROS CUARTA MEDICIÓN

Longitud de onda: 546 nm.

Limites Bajo /Alto: -9999/9999

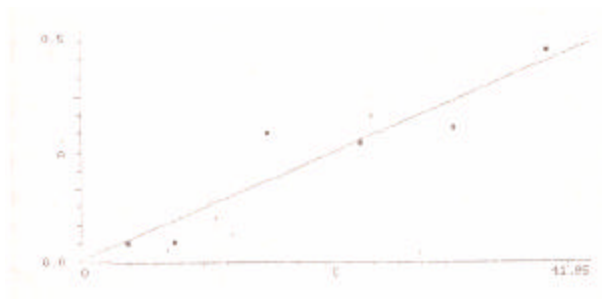
Ajuste de la curva: lineal

Pendiente:0.018

Intercepto:-0.052

Desviación standart: 0.045

Coefficiente de correlación: 0.986



Curva de calibración para la cuarta lectura en espectrofotometro

AJUSTE DE PARÁMETROS QUINTA MEDICIÓN

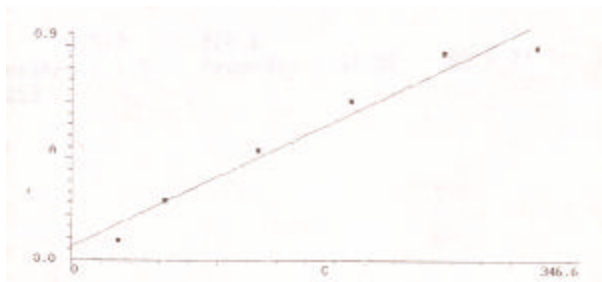
Longitud de onda: 546 nm.

Ajuste de curva: lineal

Número de estándares:5

Número de muestras:10

Limites Bajo /Alto: -9999/9999



Curva de calibración para la quinta lectura en espectrofotómetro